This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉGRAPHIQUE
ET TÉLÉPHONIQUE
(C.C.I.T.T.)

IVe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

MAR DEL PLATA, 23 SEPTEMBRE - 25 OCTOBRE 1968

LIVRE BLANC

TOME III

*

Transmission sur les lignes

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1969

CORRIGENDA AU TOME III DU LIVRE BLANC DU C.C.I.T.T.

(édition française)

Avis G.111, page 4, section E, avant-dernière ligne, après « la page 9 du tome V du Livre Rouge » insérer: « et reproduites dans le tableau de l'Appendice à la Section 1 » (suite inchangée: « ne correspondent pas... C.C.I.T.T. »).

Avis G.163, se termine à la page 3; les pages numérotées 4 et 5 appartiennent entièrement à l'Appendice.

Avis G.242, p. 4, remplacer le début de la note 2 en bas de page par: « Lorsque des groupes secondaires contiennent le groupe primaire A avec l'orientation inverse de celle des groupes primaires B à E (voir la figure 2 de l'Avis G.322), les limites... » (suite du texte inchangée).

Avis G.337, le titre de la figure 1 doit être: « Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour le système à 2,6 MHz ».

Avis G.356, dans la figure 1, l'indication « Porteuse 1488 KHz (12 × 124) » s'applique aux flèches indiquant la modulation dans le Plan 2 – et non au Plan 1 B.

Note du Secrétariat du C.C.I.T.T. – La figure 1 de l'Avis G.337 (avec le titre corrigé ci-dessus) et la figure 1 de l'Avis G.423 sont identiques et reproduisent la figure 77 du tome III du *Livre Bleu* (page 241). On a fait remarquer que, conformément à l'esprit de l'Avis G.337, c'est une partie de la figure 1 de l'Avis G.338 et par conséquent le groupe secondaire n° 1 devrait être inversé. On attire l'attention des administrations sur cette erreur matérielle, qui se trouvait déjà dans le *Livre Rouge*.

Avis G.423, page 4, figure 1: groupe secondaire n° 2 devrait être direct et non inversé.

Avis G.423, page 12. Le titre du tableau doit être: « Tableau I (de l'Avis 380-1 du C.C.I.R.) ».

Avis H.22, certains alinéas ont été intervertis à l'impression. La page 3 doit être entièrement remplacée par le texte ci-joint *.

Avis J.14, page 1, remplacer le dernier alinéa de la page 1 (avant les notes en bas de page) par: « Par exemple, dans le cas de la figure 1 de l'Avis J.12, la station de BRUXELLES effectuera la contre-distorsion d'affaiblissement et le réglage des amplificateurs pour la ligne locale venant de la R.T.B. »*.

Avis J.21, page 1, à la dernière ligne du 2e alinéa, lire: « ... B et G de la figure 1 de l'Avis J.12 ».

---

* Ces corrections s'appliquent aux éditions française et anglaise; elles ont été incorporées à l'édition espagnole.

2. *Liaisons comportant une ou plusieurs sections à 3 kHz et/ou des jeux de sections à 3 kHz et à 4 kHz*[1]

Bande de fréquences (Hz)	Equivalent par rapport à 800 Hz	
Au-dessous de 300	Non inférieur à −2,5 dNp (−2,2 dB); à part cela non spécifié	
300- 400	−2,2 à +4,0 dB	−2,5 à +4,5 dNp
400- 600	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
600-2700	−2,2 à +2,2 dB	−2,5 à +2,5 dNp
2700-2900	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
2900-3050	−2,2 à +6,5 dB	−2,5 à +7,6 dNp
Au-dessus de 3050	Au-dessus de −2,5 dNp (−2,2 dB); à part cela non spécifié	

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — Le Groupe de rédaction constitué par le Groupe mixte LTG, lors de sa réunion en avril 1967, avait proposé les limites suivantes:

Liaisons avec une ou plusieurs sections à 3 kHz

Gamme de fréquences (Hz)	Ecart de l'affaiblissement par rapport à celui à 800 Hz	
Au-dessous de 300 Hz	Pas inférieur à −0,5 dB (−0,6 Np) autre limite non spécifiée	
300-2700	−0,5 à +1,0 dB	−0,6 à +1,2 dNp
2700-2900	−0,5 à +2,5 dB	−0,6 à +2,9 dNp
2900-3050	−0,5 à +6,5 dB	−0,6 à +7,6 dNp
Au-dessus de 3050	Supérieure ou égale à −0,5 dB (−0,6 dNp); limite supérieure non spécifiée	

Note. — Les limites indiquées sont celles de la figure 29 de la page 119 du tome IV du *Livre Bleu* de l'annexe de l'Avis M.61.

Ceci semble résulter d'une confusion, car la figure en question (qui diffère d'ailleurs, au-dessous de 300 Hz, des valeurs indiquées) s'applique à un seul circuit téléphonique ou à une section d'un tel circuit.

Ultérieurement, la Commission IV a soumis à l'Assemblée plénière de Mar del Plata, 1968, le tableau ci-dessus applicable à une *liaison* et qui est tiré de l'Avis M.81 (tome IV du *Livre Blanc*).

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉGRAPHIQUE
ET TÉLÉPHONIQUE
(C.C.I.T.T.)

IV^{e} ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

MAR DEL PLATA, 23 SEPTEMBRE - 25 OCTOBRE 1968

LIVRE BLANC

TOME III

Transmission sur les lignes

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1969

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

CONTENU DES LIVRES DU C.C.I.T.T. EN VIGUEUR APRÈS LA QUATRIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE (1968)

LIVRE BLANC

Tome I

— Procès-verbaux et rapports de la IVe Assemblée plénière du C.C.I.T.T.

— Résolutions et vœux émis par le C.C.I.T.T.

— Tableau général des Commissions et des Groupes de travail pour la période 1968-1972.

— Tableau récapitulatif des questions à l'étude pendant la période 1968-1972.

— Texte des avis (série A) relatifs à l'organisation des travaux du C.C.I.T.T.

— Texte des avis (série B) et des questions (Commission VII) relatifs aux moyens d'expression.

Tome II-A

— Avis (série D) et questions (Commission III) relatifs à la location des circuits.

— Avis (série E) et questions (Commission II) relatifs à l'exploitation et la tarification téléphoniques.

Tome II-B

— Avis (série F) et questions (Commission I) relatifs à l'exploitation et la tarification télégraphiques.

Tome III

— Avis (séries G, H, J) et questions (Commissions XV, XVI, C et D) relatifs à la transmission sur les lignes.

Tome IV

— Avis (séries M et N) et questions (Commission IV) relatifs à la maintenance des lignes, des circuits et des chaînes de circuits internationaux.

Tome V

— Avis (série P) et questions (Commission XII) relatifs à la qualité de la transmission téléphonique et aux appareils téléphoniques.

Tome VI

— Avis (série Q) et questions (Commissions XI et XIII) relatifs à la signalisation et à la commutation téléphoniques.

Tome VII

— Avis (séries R, S, T, U) et questions (Commissions VIII, IX, X, XIV) relatifs à la technique télégraphique.

Tome VIII

— Avis (série V) et questions (Commission A) relatifs aux transmissions de données.

Tome IX

— Avis (série K) et questions (Commission V) relatifs à la protection contre les perturbations.

— Avis (série L) et questions (Commission VI) relatifs à la protection des enveloppes de câbles et des poteaux.

Chaque tome contient, pour son domaine et s'il y a lieu, les extraits des contributions reçues qu'il a été reconnu utile de publier en raison de leur intérêt.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME III DU LIVRE BLANC DU C.C.I.T.T.

Transmissions sur les lignes

Tableau 1 résumant les caractéristiques des circuits et communications pour la téléphonie, la télégraphie harmonique et la phototélégraphie

Tableau 1 *bis* — Résumé des objectifs de bruit spécifiés par le C.C.I.T.T. et le C.C.I.R. pour les circuits téléphoniques

Tableau 2 — Equipements terminaux

Tableau 3 — Groupes primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires

Tableau 4 — Lignes en fils aériens

Tableau 5 — Paires symétriques

Tableau 6 — Paires coaxiales 2,6/9,5 mm

Tableau 7 — Paires coaxiales 1,2/4,4 mm

Tableau 8 résumant les caractéristiques des circuits pour transmissions radiophoniques

1re Partie — Avis de la série G

Transmission téléphonique sur les lignes métalliques, les faisceaux hertziens, les systèmes à satellites et les liaisons radiotéléphoniques

SECTION 1

Caractéristiques générales des communications téléphoniques internationales et des circuits téléphoniques internationaux

Avis

1.0 Généralités

G.101 Le plan de transmission

A. Principes

B. Définition des parties constitutives d'une communication

C. Nombre maximum de circuits

G.102 Emploi d'éléments normalisés dans les installations de transmission

G.103 Communications fictives de référence

1.1 Recommandations générales relatives à la qualité de transmission d'une communication téléphonique internationale complète

G.111 Equivalents de référence dans une communication internationale

A. Equivalents de référence nominaux des systèmes nationaux

B. Equivalent nominal de la chaîne internationale

C. Equivalent de référence nominal d'une communication complète

D. Variations en fonction du temps et influence du bruit de circuit

E. Limites pratiques de l'équivalent de référence entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné

G.112 Affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.)

A. Définition

B. Calcul

Avis

C. Détermination des A.E.N.

D. Valeurs nominales pour les systèmes nationaux

G.113 Réductions de qualité de transmission et bruits

A. Réductions de qualité de transmission

B. Bruit de circuit

G.114 Temps de propagation moyen dans un sens

A. Limites pour une communication

B. Valeurs pour les circuits

P.15 (G.133) Distorsion de temps de propagation de groupe

1.2 Caractéristiques générales des systèmes nationaux faisant partie de communications internationales

G.120 Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux

G.121 Equivalents de référence des systèmes nationaux

A. Définition

B. Valeurs maximales des équivalents de référence nominaux à l'émission et à la réception

C. Equivalents de référence minimaux

D. Détermination des équivalents de référence d'un système national

E. Equivalent de référence de l'effet local

G.122 Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et l'écho dans les communications internationales

A. Affaiblissement du trajet a-t-b au point de vue de la stabilité; affaiblissement des circuits nationaux de prolongement

B. Affaiblissement du trajet a-t-b au point de vue de l'écho

G.123 Bruits de circuit dans les réseaux nationaux

A. Bruits induits par des lignes électriques

B. Bruit provenant des systèmes de transmission

C. Bruit dans les centraux téléphoniques

D. Limite pour le bruit dû à un système national

G.124 Caractéristiques des circuits interurbains en câbles chargés, susceptibles d'écouler des conversations internationales

A. Constitution — Temps de propagation de groupe

B. Distorsion d'affaiblissement

C. Caractéristiques des câbles

G.125 Caractéristiques des circuits nationaux établis sur des systèmes à courants porteurs pour très courtes distances

A. Systèmes analogiques

B. Systèmes numériques

1.3 Caractéristiques générales de la « chaîne à quatre fils » formée par les circuits téléphoniques internationaux et par les circuits nationaux de prolongement

G.131 Stabilité et échos

A. Stabilité de la transmission téléphonique

B. Limitation des échos

G.132 Distorsion d'affaiblissement

G.133 Distorsion de temps de propagation de groupe

TOME III — Table des matières, p. 2

Avis
G.134 Diaphonie linéaire
A. Entre différentes chaînes de circuits
B. Entre les voies d'aller et de retour
Annexe — Méthodes de mesure de la diaphonie
G.135 Erreur sur la fréquence restituée

1.4 Caractéristiques générales de la chaîne formée par les circuits internationaux. Transit international
G.141 Affaiblissements, niveaux relatifs et distorsion d'affaiblissement
A. Conventions et définitions
B. Interconnexion de circuits internationaux dans un centre de transit
C. Distorsion d'affaiblissement
Annexe — Textes explicatifs
G.142 Caractéristiques de transmission d'un centre international
G.143 Bruit et utilisation de compresseurs-extenseurs
A. Objectifs de bruit pour la téléphonie
B. Emploi de compresseurs-extenseurs syllabiques
C. Limites de bruit pour la télégraphie
D. Objectifs de bruit pour la transmission de données

1.5 Caractéristiques des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement
G.151 Caractéristiques générales applicables à tous les circuits modernes internationaux et nationaux de prolongement
A. Distorsion d'affaiblissement
B. Temps de propagation de groupe
C. Variation d'affaiblissement en fonction du temps
D. Diaphonie linéaire
E. Distorsion de non-linéarité
F. Erreur sur la restitution des fréquences
G.152 Caractéristiques particulières des circuits à grande distance ne dépassant pas 2500 km
A. Circuits établis sur câble terrestre ou sous-marin, ou sur faisceau hertzien en visibilité directe
B. Circuits établis sur faisceau hertzien transhorizon
C. Circuits établis sur lignes en fils aériens
G.153 Caractéristiques particulières des circuits internationaux de longueur supérieure à 2500 km
A. Circuits en câble ou sur faisceau hertzien, ne comportant pas de longue section sous-marine
B. Circuits comportant une longue section en câble sous-marin
C. Circuits établis sur des systèmes de télécommunication par satellites
D. Circuits sur lignes en fils aériens

1.6 Dispositifs associés à des circuits téléphoniques de grande longueur
G.161 Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long
A. Définitions
B. Caractéristiques
C. Dispositifs de neutralisation
Annexe — Méthodes d'essai
G.162 Caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie
G.163 Systèmes de concentration des communications

SECTION 2

Caractéristiques générales communes à tous les systèmes analogiques à courants porteurs

Avis

2.1 Définitions et généralités

G.211 Constitution d'une liaison à courants porteurs

G.212 Circuits fictifs de référence

G.213 Interconnexion de systèmes dans une station principale de répéteurs

G.214 Stabilité en ligne de systèmes en câble

2.2 Recommandations générales

G.221 Recommandations globales

G.222 Objectifs de bruit pour les projets des systèmes de 2500 km

G.223 Hypothèses pour le calcul du bruit

G.224 Puissance d'une impulsion de signalisation

G.225 Précision des fréquences porteuses

G.226 Bruit sur une liaison réelle

G.227 Signal téléphonique conventionnel

G.228 Mesure du bruit de circuit avec un signal à spectre uniforme (Avis 399-1 du C.C.I.R.)

2.3 Equipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs

G.231 Agencement des équipements de transmission

A. Bâtis des systèmes à courants porteurs

B. Emploi d'éléments normalisés dans les installations de transmission

C. Alimentation en énergie

D. Câblage des stations de répéteurs

G.232 Equipements terminaux à 12 voies

Annexe 1 — Calcul des affaiblissements nécessaires pour la protection ou la suppression des ondes pilotes

Annexe 2 — Exemple de protection réciproque des ondes pilotes et de la signalisation hors bande

G.233 Recommandations relatives aux équipements de modulation

G.234 Equipements terminaux à 8 voies

G.235 Equipements terminaux à 16 voies

2.4 Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.

G.241 Ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc.

G.242 Transfert des groupes primaires, secondaires, etc.

G.243 Protection et suppression des ondes pilotes et des ondes additionnelles de mesure aux points de transfert

A. Interconnexion des circuits téléphoniques aux fréquences vocales

B. Transfert de groupe primaire

C. Transfert de groupe secondaire

D. Extrémité d'une liaison en groupe quaternaire

E. Transfert par filtrage direct

TOME III — Table des matières, p. 4

SECTION 3

Caractéristiques spécifiques des systèmes téléphoniques internationaux analogiques à courants porteurs sur lignes métalliques

Avis

3.1 Systèmes procurant un groupe primaire sur une paire de fils aériens

G.311 Caractéristiques générales

G.312 Répéteurs intermédiaires

G.313 Lignes

Annexe — Cas particulier où l'on désire exploiter un seul système procurant 12 circuits sur une artère en fils aériens existante

G.314 Caractéristiques générales des systèmes procurant 8 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens

3.2 Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble procurant des groupes primaires secondaires

G.321 Caractéristiques des paires symétriques en câble

A. Spécification du câble

B.1 Spécification d'une section d'amplification destinée à être équipée de répéteurs à transistors

B.2 Spécification d'une section d'amplification destinée à être équipée de répéteurs à tubes

G.322 Systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des transistors

A. Recommandations générales

B. Recommandations particulières

B.1 Systèmes devant être utilisés simultanément avec des systèmes équipés de tubes électroniques dans les mêmes câbles

B.2 Systèmes « à gain faible »

G.323 Systèmes types sur paires symétriques en câble utilisant des transistors

G.324 Systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des tubes à vide

A. Recommandations générales

B. Recommandations particulières

G.325 Caractéristiques générales pour les systèmes sur une paire symétrique en câble utilisant des transistors

G.326 Systèmes types sur une paire symétrique en câble (dits «12 + 12») utilisant des transistors

A. Caractéristiques générales

B. Caractéristiques des répéteurs

C. Types de câbles utilisés

G.327 Systèmes (12 + 12) utilisant des tubes à vide

3.3 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble

G.331 Paires coaxiales 2,6/9,5 mm ou 0,375 pouce

A. Spécification du câble

B. Spécification d'une section d'amplification

G.332 Système à 12 MHz utilisant des transistors

G.333 Systèmes à 40 et 60 MHz utilisant des transistors

G.337 Caractéristiques générales des systèmes sur paires 2,6/9,5 mm

A. Système à 2,6 MHz utilisant des tubes à vide

B. Système à 6 MHz utilisant des tubes à vide

Avis
G.338 Système à 4 MHz utilisant des tubes à vide
G.339 Système à 12 MHz utilisant des tubes à vide

3.4 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm en câble
G.341 Systèmes à 1,3 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm
G.342 Caractéristiques des paires coaxiales du type 1,2/4,4 mm en câble
A. Spécification du câble
B. Spécification d'une section d'amplification
Annexe — Exemples de valeurs spécifiées dans certains pays
G.343 Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm
G.344 Systèmes à 6 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm
G.345 Systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm

3.5 Autres systèmes modernes à courants porteurs
G.351 Constitution, surveillance et alimentation en énergie d'un système à courants porteurs sur paires coaxiales
G.352 Interconnexion de systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de types différents
G.356 Systèmes (120 + 120)

3.6 Autres systèmes modernes à courants porteurs
G.361 Systèmes procurant trois circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens
A. Système normalisé
B. Systèmes utilisant des répéteurs communs pour la téléphonie et pour la télégraphie interbande
C. Autres systèmes
Modèle de questionnaire sur les lignes en fils aériens

3.7 Systèmes téléphoniques internationaux à courants porteurs en câble sous-marin
G.371 Systèmes à courants porteurs en câble sous-marin

SECTION 4

Caractéristiques générales des systèmes téléphoniques internationaux sur faisceaux hertziens ou à satellites et interconnexion avec les systèmes sur lignes métalliques

4.1 Recommandations générales
G.411 Emploi de faisceaux hertziens pour procurer des circuits téléphoniques internationaux
G.412 Equipements terminaux des systèmes sur faisceaux hertziens incorporés au réseau général de télécommunication

4.2 Interconnexion de faisceaux hertziens avec des systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques
G.421 Méthodes d'interconnexion
G.422 Interconnexion aux fréquences vocales
G.423 Interconnexion dans la bande de base de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence
Avis 380-1 du C.C.I.R.
Avis 381-1 du C.C.I.R.

TOME III — Table des matières, p. 6

Avis

4.3 Circuits fictifs de référence

G.431 Circuits fictifs de référence pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence

A. Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens de 12 à 60 voies téléphoniques

B. Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à plus de 60 voies téléphoniques

G.432 Circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps

G.433 Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon avec multiplexage par répartition en fréquence
Avis 396-1 du C.C.I.R.

G.434 Circuit fictif de référence pour systèmes de télécommunication par satellites
Avis 352 du C.C.I.R.

4.4 Bruits de circuit

G.441 Faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence
Avis 393-1 du C.C.I.R.
Avis 395-1 du C.C.I.R.

G.442 Point de vue de la télégraphie

G.443 Faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps
Avis 394 du C.C.I.R.

G.444 Faisceaux hertziens transhorizon avec multiplexage par répartition en fréquence
Avis 397-1 du C.C.I.R.

G.445 Objectifs de bruit pour les projets de construction de systèmes par satellites
Avis 353-1 du C.C.I.R.

SECTION 5

Circuits à fréquences vocales

5.1 Recommandations relatives aux circuits

G.511 Caractéristiques générales

A. Bande des fréquences effectivement transmises

B. Autres caractéristiques

G.512 Combinaison des circuits internationaux

5.2 Lignes à fréquences vocales

G.521 Lignes en fils aériens et lignes mixtes

G.522 Câbles

5.3 Répéteurs

G.531 Répéteurs à quatre fils

G.532 Répéteurs à deux fils

G.533 Répéteurs de jonction entre deux câbles de caractéristiques différentes

5.4 Spécifications recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits en câble à fréquences vocales

G.541 Spécification des longueurs de fabrication des câbles de télécommunication chargés

G.542 Spécification des bobines de charge pour câbles de télécommunication chargés

Avis

G.543 Spécification des sections d'amplification de câbles de télécommunication chargés

Annexe — Coopération pour la construction d'une section frontière de câble chargé

G.544 Spécification des installations terminales et des stations de répéteurs intermédiaires

A. Transformateurs de ligne

B. Termineurs

C. Installations d'alimentation des répéteurs

D. Câblages des stations de répéteurs

SECTION 6

Coordination de la radiotéléphonie et de la téléphonie

6.1 Circuits radiotéléphoniques

G.611 Liaisons radiotéléphoniques intercontinentales et utilisation des faisceaux hertziens dans les circuits téléphoniques internationaux

G.612 Interconnexion de deux circuits radiotéléphoniques au moyen d'un circuit terrestre à quatre fils

6.2 Dispositifs associés aux circuits radiotéléphoniques

G.621 Dispositifs de mesure et de régulation du volume des sons vocaux

A. Instrument permettant à l'opérateur spécial, qui se trouve au point de jonction entre la liaison radiotéléphonique et le circuit métallique, de mesurer le volume

B. Régulateur de volume

Annexe — Conditions auxquelles doit satisfaire un régulateur automatique de volume inséré au point de jonction du réseau téléphonique terrestre et d'une liaison radiotéléphonique

G.622 Correcteur d'évanouissement

G.623 Suppresseurs de réaction et suppresseurs d'écho

A. Classification et caractéristiques des divers types de suppresseurs de réaction

B. Protection des suppresseurs de réaction placés sur un circuit radiotéléphonique

C. Fonctionnement intempestif (sous l'action des bruits perturbateurs) des suppresseurs de réaction ou des suppresseurs d'écho

G.624 Dispositifs employés pour assurer le secret des conversations

6.3 Liaisons avec des stations mobiles

G.631 Conditions requises pour les liaisons entre les stations radiotéléphoniques mobiles et les lignes téléphoniques internationales

G.632 Caractéristiques essentielles des dispositifs commandés par les courants vocaux dans des stations de navires et par l'onde porteuse dans les stations côtières

SECTION 7

Systèmes de transmission numérique

G.711 Caractéristiques des systèmes M.I.C.

A. Généralités

B. Equipements terminaux du bloc primaire M.I.C.

TOME III — Table des matières, p. 8

2e Partie — Avis de la série H

Utilisation des lignes pour la transmission de signaux autres que téléphoniques, tels que signaux télégraphiques, de fac-similé, de données, etc.

SECTION 1

Caractéristiques des canaux de transmission pour des signaux autres que téléphoniques

Avis

H.11 Circuits du réseau téléphonique commuté

H.12 Circuits loués du type téléphonique
- A. Circuits ordinaires
- B. Circuits de qualité spéciale

H.13 Appareil de mesure des bruits impulsifs sur des circuits de type téléphonique

H.14 Circuits à large bande en groupe primaire
- A. Généralités
- B. Circuits corrigés
- C. Circuits de constitution complexe, non corrigés

H.15 Circuits à large bande en groupe secondaire

SECTION 2

Emploi de circuits du type téléphonique pour la télégraphie harmonique

H.21 Constitution et nomenclature des systèmes internationaux de télégraphie harmonique

H.22 Conditions imposées aux liaisons internationales pour télégraphie harmonique (à 50, 100 ou 200 bauds)
- A. Liaisons sur systèmes à courants porteurs
- B. Liaisons sur circuit à fréquences vocales

H.23 Equipements de télégraphie utilisés dans les systèmes internationaux de télégraphie harmonique

SECTION 3

Emploi de circuits téléphoniques ou de câbles téléphoniques pour divers types de transmission télégraphique

H.31 Transmission télégraphique privée sur un circuit international loué, en alternat avec la conversation téléphonique privée

H.32 Communications télégraphique et téléphonique simultanées sur un circuit téléphonique

H.33 Coexistence dans un même câble de la téléphonie et de la télégraphie à courant continu

SECTION 4

Emploi de circuits du type téléphonique pour la télégraphie fac-similé

H.41 Transmissions phototélégraphiques sur les circuits du type téléphonique
- A. Circuits utilisés en permanence pour la phototélégraphie
- B. Circuits utilisés habituellement (et de préférence) pour la phototélégraphie
- C. Circuits télégraphiques utilisés rarement pour la phototélégraphie

H.42 Portée de transmissions phototélégraphiques (A, B et C, comme pour l'Avis H.41)

TOME III — Table des matières, p. 9

SECTION 5

Emploi de divers canaux de transmission pour la transmission de données

Avis

H.51 Emploi de circuits du type téléphonique pour la transmission de données
A. Sur des lignes téléphoniques louées établies au moyen de systèmes à courants porteurs
B. Sur le réseau téléphonique avec commutation

H.52 Circuits à large bande en groupe primaire

H.53 Circuits à large bande en groupe secondaire

3e Partie — Avis de la série J

Transmissions radiophoniques et télévisuelles

SECTION 1

Recommandations générales relatives aux circuits pour transmissions radiophoniques

J.11 Utilisation du réseau téléphonique international pour les transmissions radiophoniques

J.12 Définitions et responsabilités dans une transmission radiophonique internationale

J.13 Niveaux relatifs sur une communication radiophonique internationale

J.14 Réglage et surveillance d'une communication radiophonique internationale

SECTION 2

Circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type A

J.21 Caractéristiques générales provisoires
Annexe — Bruit et diaphonie sur les circuits normaux pour transmissions radiophoniques (de type A et de type B) établis sur des systèmes à courants porteurs

J.22 Lignes

SECTION 3

Circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type B

J.31 Circuits établis sur un système à courants porteurs

SECTION 4

Circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien

J.41 Caractéristiques générales

J.42 Lignes et amplificateurs

SECTION 5

Utilisation de circuits téléphoniques pour des transmissions radiophoniques

TOME III — Table des matières, p. 10

SECTION 6

Caractéristiques des circuits pour transmissions télévisuelles

Avis

J.61 Spécifications pour une transmission de télévision sur une grande distance (Système I excepté)

J.62 Spécification pour une transmission de télévision sur une grande distance (Système I seulement)

SECTION 7

Caractéristiques générales des systèmes pour transmissions télévisuelles sur lignes métalliques et interconnexion avec les faisceaux hertziens

J.71 Système à 4 MHz

J.72 Système à 6 MHz

Annexe — Méthodes employées pour la mise en forme du signal de télévision

J.73 Système à 12 MHz

Annexe — Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la paire coaxiale

J.74 Méthodes de mesure des caractéristiques de transmission des équipements de modulation

J.75 Interconnexion de systèmes pour transmissions télévisuelles sur paires coaxiales et sur faisceau hertzien

J.76 Lignes locales pour transmissions télévisuelles

4e Partie — Questions de transmission étudiées en 1968-1972

Commission XV — Libellés des questions
Tableau récapitulatif

Commission XVI — Libellés des questions
Tableau récapitulatif

Commission mixte spéciale C — Libellés des questions
Tableau récapitulatif

Commission spéciale D — Libellés des questions
Tableau récapitulatif

5e Partie — Suppléments aux avis des séries G, H et J (transmission)

Supplément 1 (cité dans l'Avis G.131, A)
Calcul de la stabilité des communications internationales établies conformément au plan de transmission et de commutation

Supplément 2 (cité dans l'Avis G.131, B)
Echo pour la personne qui parle sur les communications internationales

Supplément 3 (cité dans l'Avis G.161)
Dispositif utilisé par l'American Telephone and Telegraph Company pour mesurer de façon objective les réductions de la qualité de transmission imputables aux suppresseurs d'écho

TOME III — Table des matières, p. 11

Supplément 4 (cité dans l'Avis G.161)
Méthode d'étude de la compatibilité des suppresseurs d'écho employée au Royaume-Uni

Supplément 5 (cité dans l'Avis G.223)
Mesure de la charge des circuits téléphoniques

Supplément 6 (cité dans les Avis G.223 et G.311)
Exemple de répartition, entre ses diverses composantes, du bruit total de ligne fixé comme objectif pour le circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens

Supplément 7 (cité dans l'Avis G.232)
Caractéristiques affaiblissement-fréquence d'équipements de modulation et démodulation de voie utilisés dans certains pays pour des circuits internationaux

Supplément 8 (cité dans l'Avis G.322)
Méthode proposée par la Régie belge des téléphones pour le passage d'un câble à paires coaxiales à un câble à paires symétriques

Supplément 9 (cité dans la Question 20/XV)
Effet d'ondulations dans les systèmes sur paires coaxiales (Note de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

Supplément 10 (cité dans l'Avis G.351)
Système de téléalimentation et procédés de mise à la terre sur les câbles à paires coaxiales 2,6/9,5 mm

Supplément 11 (cité dans l'Avis G.361)
Renseignements sur les navires câbliers de divers pays

Supplément 12 (cité dans l'Avis J.22)
Intelligibilité de la diaphonie entre les voies téléphoniques et les voies pour transmissions radiophoniques (Note de l'Administration du Royaume-Uni)

Symboles graphiques

Index alphabétique

TABLEAU 1

Résumé des principales caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les circuits téléphoniques (†) internationaux et les communications internationales

(ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des Avis dont les numéros sont indiqués par ce tableau)

		Pour un circuit international (1)	Pour une communication complète ou pour ses parties (2)
Equivalent de référence		G.111, B)	Pour la communication et pour les systèmes nationaux G.111, G.121
Equivalent nominal en 4 fils (plan de transmission, voir G.101)		0,5 dB (G.141) Effets d'écho (G.131, B)	Circuits nationaux de la chaîne 4 fils: G.101, B, b, G.121, G.122
Stabilité de la transmission		G.131, A	Affaiblissement d'équilibrage réseaux nationaux (G.122)
Bande de fréquences effectivement transmises	Limites en Hz	$\geqq$ 300-3400 (G.151, A) 300-3400 (G.132) [2]	Des centres internationaux aux centraux urbains: 300-3400 (G.124)
	Affaiblissement supplémentaire à des fréquences limites, en décibels	8,7 dB (G.151, A et G.132)	8,7 dB (G.151, A et G.132)
Distorsion d'affaiblissement		G.151, A	Graphique n° 1, objectif souhaitable pour 12 circuits (G.132) Transmission de données: voir H.12
Temps de propagation de groupe (t)		G.114	Pour la communication (G.114) $t \leqq$ 150 ms, sans réserve $t \leqq$ 400 ms, acceptable sous conditions Transmission de données: voir H.12
Distorsion de phase (sur le temps de propagation de groupe t) [1]		$t_m - t_{min} \leqq$ 30 ms [2] $t_M - t_{min} \leqq$ 15 ms [2] (G.133)	Pour la chaîne à 4 fils $t_m - t_{min} \leqq$ 60 ms $t_M - t_{min} \leqq$ 30 ms Pour chaq. chaîne nation. à 4 fils: $t_m - t_{min} \leqq$ 15 ms (G.133) $t_M - t_{min} \leqq$ 7,5 ms
Variations d'équivalent en fonction du temps		Ecart moyen par rapport nominal $\leqq \pm$ 0,5 dB Ecart type $\leqq$ 1 dB ou 1,5 dB (G.151, C)	Circuit de prolongement comme (1) (G.151) Transmission de données: voir H.12
Diaphonie linéaire entre circuits différents (écarts para- ou télédiaphonique Δ)		$\Delta \geqq$ 58,2 dB (G.151, D)	Circuits de prolongement comme (1) (G.151)

† Sauf indication contraire, les circuits utilisés pour la télégraphie harmonique ou pour la phototélégraphie présentent les mêmes caractéristiques.

[1] m = fréquence minimum nominale effectivement transmise.
M = fréquence maximum nominale effectivement transmise.
min = fréquence correspondant au temps de propagation de groupe minimum.

[2] Ces valeurs s'appliquent à la chaîne des circuits internationaux.

TABLEAU 1 *(suite)*

<table>
<tr><th colspan="3"></th><th>Pour un circuit international
(1)</th><th>Pour une communication complète ou pour ses parties
(2)</th></tr>
<tr><td colspan="3">Ecart paradiaphonique entre les deux sens de transmission</td><td>Circuits ordinaires: ≧ 43 dB (G.151, D)
Avec un concentrateur: ≧ 58 dB
Avec un suppresseur d'écho: ≧ 55 dB (G.151, D)</td><td>Circuits de prolongement: comme sous (1)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Bruit de circuit</td><td>Voir tableau 1 bis</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Impédance des circuits</td><td></td><td>Une seule valeur pour un central (G.232, L)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ecart de fréquence entre extrémités d'un circuit à courant porteur</td><td>≦ 2 Hz (G.225)</td><td>G.225</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Puissance au point de niveau relatif zéro</td><td colspan="2">Téléphonie, puissance moyenne au cours de l'heure chargée</td><td colspan="2">Courants vocaux, etc. 22 μW [1] (G.223)
Signaux électriques + tonalités 10 μW [1] (G.223)
(pour la puissance d'impulsions de signalisation, voir G.224)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Télégraphie harmonique: puissance maximum par voie télégraphique, pour un système à</td><td>à modulation d'amplitude, puissance pour l'émission d'un trait continu (H.23, A, a)</td><td>à modulation de fréquence (H.23, A, b) puissance moyenne</td></tr>
<tr><td colspan="2">24 voies
18 voies
12 voies ou moins</td><td>9 μW
15 μW
35 μW</td><td>5,6 μW
7,5 μW
11,25 μW</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Télégraphie privée et téléphonie</td><td>en alternat</td><td colspan="2">Emission d'un trait continu 0,3 mW au maximum (H.31) [2]</td></tr>
<tr><td>simultanées</td><td colspan="2">Niveau télégr. ≦ −13 dBm0 (H.32) [2]</td></tr>
<tr><td colspan="2">Phototélégraphie</td><td colspan="2">Mod. d'amplitude 1 mW, mod. de fréquence 0,1 mW (H.41)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">Puissance maximum pour la transmission de données sur circuits loués (H.51, A) [2]</td><td colspan="2">1 mW dans la ligne d'abonné
fréquences ≧ 2400 Hz, voir G.224</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mod. de fréquence −10 dBm0 ou −20 dBm0
Mod. d'amplitude −6 dBm0 et 64 μW (moyenne pour les deux sens pendant l'heure chargée)</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">Puissance maximum pour la transmission de données sur circuits du réseau à commutation (H.51, B) [2]</td><td colspan="2">1 mW dans la ligne d'abonné
fréquences ≧ 2400 Hz, voir G.224</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mod. de fréquence ou de phase −10 dBm0 en simplex, −13 dBm0 en duplex
Mod. d'amplitude 64 μW (moyenne pour les deux sens pendant l'heure chargée)</td></tr>
</table>

[1] Objectif de calcul ou valeur conventionnelle pour un circuit fictif de référence.

[2] Cet avis contient des restrictions d'emploi.

TABLEAU 1 *bis*

Résumé des objectifs de bruit spécifiés par le C.C.I.T.T. et le C.C.I.R. pour les circuits téléphoniques

Notes

[1] Des objectifs spéciaux pour la télégraphie sont indiqués dans les Avis G.143, G.153, G.222 et G.442.

[2] Pour ces systèmes, il suffit de vérifier que l'objectif pour la moyenne horaire est atteint.

[3] Voir dans cet avis le détail des circuits fictifs de référence à considérer.

[4] Les objectifs pour le bruit de ligne, dans la même colonne, sont proportionnels à la longueur pour des longueurs plus petites.

[5] Objectif 3 pW/km pour les plus mauvais circuits; si un circuit réel dépasse 40 000 pW, il faut le munir d'un compresseur-extenseur.

[6] Sauf conditions climatiques extrêmement défavorables.

[7] Objectif souhaitable: 500 pW. Valeur maximum pour un circuit: 2000 pW.

[*] A titre provisoire.

Remarque générale. – Toutes les valeurs citées dans ce tableau sont rapportées au point de niveau relatif zéro d'un circuit téléphonique établi sur le système considéré (du premier circuit, pour la chaîne). En outre, (G.123) la f.e.m. psophométrique des bruits induits par des lignes électriques ne doit pas dépasser 1 mV aux bornes « lignes » du poste d'abonné. La puissance psophométrique moyenne du bruit à travers un central automatique national à quatre fils: $\leq$ 200 pW0p. Limites de la puissance non pondérée à travers le central: 100 000 pW.

Types de systèmes			Objectifs généraux					
			En câble [2] ou sur faisceau hertzien		Liaison par satellite à un seul bond	En câble sous-marin [2]	Tous systèmes	
Circuits téléphoniques considérés [1]			Circuits nationaux de prolongement à quatre fils et circuits internationaux de 250 à 2500 km	Circuits de 2500 à environ 25 000 km	Circuits de 7500 à environ 15 000 km	Circuits de 2500 à environ 25 000 km	Chaîne de six circuits internationaux	
Avis	du C.C.I.T.T.		G.152 G.212 [3] G.222 G.226	G.153		G.153	G.143	G.143
	du C.C.I.R.		391, 392, 393, 394, 395, 396-1, 397-1		352, 353			
Circuit fictif de référence (c.f.r.) ou circuit typique considéré			C.f.r. de 2500 km [4] ou circuit réel analogue	Circuit de 7500 km [4]	C.f.r. élémentaire d'au moins 7500 km		Chaîne d'environ 25 000 km	Chaine de plus de 25 000 km
Objectifs recommandés	Puissance psophométrique	Puissance totale		10 000 pW				50 000 pW
		Moyenne horaire	Equipements terminaux	2500 pW				Environ 7000 à 9000 pW
			Ligne	7500 pW soit 3 pW/km	15 000 pW* 2 pW/km ou mieux [5]	10 000 pW*	1 pW/km [5]	Environ 1,5 pW/km	1 pW/km pour chaque section de longueur supérieure à 2500 km
		Sur une minute dépassée pendant 20% d'un mois	Ligne	7500 pW		10 000 pW*			
		% d'un mois pendant lequel la puissance psophométrique sur une minute due à la ligne qui est indiquée peut être dépassée	47 500 pW 50 000 pW 63 000 pW -	0,1	0,3 *	0,3 *			
	Puissance non pondérée	% du mois pendant lequel on peut dépasser 10^6 pW (5 ms)		0,01	0,03 *	0,03 *			

Limite pour le bruit dû à un système national	Objectifs spéciaux								
	Pour très courtes distances	Faisceaux hertziens					Faisceaux hertziens trans-horizon dans des conditions spéciales	Sur fils aériens	
	Deux circuits au maximum dans chacun des deux réseaux nationaux extrêmes	Liaisons réelles ne diffèrent pas beaucoup du c.f.r. $280 < L < 2500$ km	Constitution liaisons réelles très différentes du c.f.r.				Un ou deux circuits au maximum dans une communication mondiale	2500 km au maximum	Plus de 2500 km
			$50 \leqq L < 280$ km	$280 < L \leqq 840$ km	$840 < L \leqq 1670$ km	$1670 < L \leqq 2500$ km			
G.123	G.125							G.311	G.153
		395	395	395	395	395	396, 397		
L, longueur totale en km des systèmes à grande distance à M.R.F. de la chaîne nationale							C.f.r. de 2500 km [4]	C.f.r. de 2500 km [4]	Circuit de 10 000 km
(4000 + 4 L pW ou 7000 + 2 L) pW	1000 pW [7] au max.							20 000 pW [6]	50 000 pW [6]
								2500 pW	
		3 L pW	(3 L + 200) pW		(3 L + 400) pW	(3 L + 600) pW		17 000 pW	
		3 L pW	(3 L + 200) pW		(3 L + 400) pW	(3 L + 600) pW	25 000 pW		
		$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{280}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	$\frac{L}{2500} \times 0{,}1$	0,5		
							0,05		

TABLEAU 2

Résumé des principales caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les équipements terminaux à courants porteurs

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Systèmes entièrement en câble (G.232, p. 3)	Systèmes sur fils aériens		
		à 3 voies (G.361, p. 3)		à 12 voies (G.232, p. 4)
		Nm0	dBm0	
Niveau du résidu de courant porteur en ligne:				
— sur une voie	−26 dBm0	−2,0	−17	−26 dBm0
— sur un groupe primaire	−20 dBm0	−1,7	−14,5	−20 dBm0
Distorsion d'affaiblissement	Fig. 1 et 2 (G.232, p. 2)			
Temps de propagation de groupe	Tableau 1 (G.232, p. 3)			
Distorsion de non-linéarité	Fig. 3 (G.232, p. 5)			
Limitation d'amplitude	Définition (G.232, p. 4)			
Ecart diaphonique	≧ 7,5 Np ou 65 dB pour la diaphonie intelligible (G.232, p. 4) ≧ 6,9 Np ou 60 dB pour la diaphonie inintelligible entre voies adjacentes (G.232, p. 6)			
Ecart paradiaphonique (A) en HF	≧ 44 dB sans suppresseurs d'écho (G.232, p. 7) ≧ 59 dB avec suppresseurs d'écho (G.232, p. 7)			
Ecart paradiaphonique (X) en BF	≧ 50 dB sans suppresseurs d'écho (G.232, p. 7) ≧ 65 dB avec suppresseurs d'écho (G.232, p. 7)			
Impédance	600 Ω (G.232, p. 7)			
Protection et suppression des ondes pilotes	(G.232, p. 7)			

Remarque. — Voir les Avis G.234 et G.235 pour les recommandations particulières relatives respectivement aux équipements à 8 et à 16 voies.

TABLEAU 3

Résumé des principales caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. et relatives aux groupes primaires et secondaires

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Groupe primaire		Groupe secondaire	
Ecart, en cas de transfert, entre composante désirable et composantes (définies dans G.242, p.2)	à 84 kHz (G.242, p. 2)		à 412 kHz (G.242, p. 3)	
	(Np)	(dB)	(Np)	(dB)
– de diaphonie intelligible [1]	8,0	70	8,0	70
– de diaphonie inintelligible [1]	8,0	70	8,0	70
– possibles de diaphonie	4,0	35	4,0	35
– extra-bandes nuisibles	4,6	40	4,6	40
– extra-bandes neutres	2,0	17	2,0	17
Affaiblissement supplémentaire pour la protection d'ondes pilotes (G.243, p. 1)			4,6 Np (40 dB) à 308 kHz $\pm$8 Hz 2,3 Np (20 dB) à 308 et 556 kHz $\pm$40 Hz (par rapport à 412 kHz)	
Affaiblissement supplémentaire pour la protection d'ondes additionnelles de mesure (G.243, p. 2)			2,3 Np (20 dB) à 308 et 556 kHz $\pm$20 Hz 1,73 Np (15 dB) à 308 et 556 kHz $\pm$50 Hz (par rapport à 412 kHz) (Voir aussi figure 1; G.243, p. 3)	
Variation de l'affaiblissement d'insertion des équipements de transfert dans la bande passante	$\pm$1,2 dNp ou $\pm$1 dB par rapport à 84 kHz (G.242, p. 3)		$\pm$1,2 dNp ou $\pm$1 dB par rapport à 412 kHz $\leq$0,35 Np (3 dB) pour les GS 1 et 3 (G.242, p. 4)	
Variation de l'affaiblissement d'insertion des équipements de transfert entre 10° C et 40° C	$\pm$1,2 dNp ou $\pm$1 dB à 84 kHz par rapport à l'affaiblissement à 25° C (G.242, p. 3)		$\pm$1,2 dNp ou $\pm$1 dB à 412 kHz par rapport à l'affaiblissement à 25° C (G.242, p. 4)	
Ondes pilotes de groupe primaire ou secondaire correspondant au (G.241, p. 2)	Fréquence (kHz) [2]	Stabilité (Hz)	Niveau absolu de puissance en un point de niveau relatif zéro (pour tolérances, voir G.241, p. 3)	
			(Nm0)	(dBm0)
Groupe primaire de base B [3]	84,080	$\pm$1	−2,3	−20
	84,140	$\pm$3	−2,9	−25
Groupe secondaire de base	104,080	$\pm$1	−2,3	−20
	411,860	$\pm$3	−2,9	−25
	411,920	$\pm$1	−2,3	−20
	547,920	$\pm$1	−2,3	−20

[1] Pour la téléphonie (G.242, p. 3)

[2] Voir (G.241, p. 2) les conditions d'emploi de ces fréquences

[3] Aussi applicable aux groupes primaires à 8 voies (G.314)

TABLEAU 3 *(suite)*

Résumé des principales caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. et relatives aux groupes tertiaires, quaternaires et à l'assemblage de 15 groupes secondaires

	Groupe tertiaire		Groupe quaternaire		Assemblage de 15 GS	
Ecart, en cas de transfert, entre composante désirable et composantes (définies: G.242, p. 2)	à 1552 kHz (G.242, p. 4)		à 11 096 kHz (G.242, p. 5)		à 1552 kHz (G.242, p. 6)	
	(Np)	(dB)	(Np)	(dB)	(Np)	(dB)
– de diaphonie intelligible [1]	8,0	70	8,0	70	8,0	70
– de diaphonie inintelligible [1]	8,0	70	8,0	70	8,0	70
– possibles de diaphonie	4,0	35	4,0	35	4,0	35
– extra-bandes nuisibles	4,6	40	4,6	40	4,6	40
– extra-bandes neutres	2,0	17	2,0	17	2,0	17
Variation de l'affaiblissement d'insertion des équipements de transfert dans la bande passante	±1,2 dNp ou ±1 dB par rapport à 1552 kHz (G.242, p. 5)		±1,73 dNp (±1,5 dB) par rapport à 11 096 kHz ±1,2 dNp ou ±1 dB dans chaque groupe tertiaire (G.242, p. 5)		±1,73 dNp (±1,5 dB) par rapport à 1552 kHz ±1,2 dNp ou ±1 dB dans chaque groupe secondaire (G.242, p. 6)	
Variation de l'affaiblissement d'insertion des équipements de transfert entre 10° C et 40° C	±1,2 dNp ou ±1 dB à 1552 kHz par rapport à l'affaiblissement à 25° C (G.242, p. 5)		±1,2 dNp ou ±1 dB à 11 096 kHz par rapport à l'affaiblissement à 25° C (G.242, p. 5)		±1,2 dNp ou ±1 dB à 1552 kHz par rapport à l'affaiblissement à 25° C (G.242, p. 6)	
Niveaux relatifs aux répartiteurs (G.233, p. 7-8)	(Nr)	(dBr)	(Nr)	(dBr)	(Nr)	(dBr)
– émission	−4,1	−36	−3,8	−33	−3,8	−33
– réception	−2,6	−23	−2,9	−25	−2,9	−25
Affaiblissement d'adaptation aux accès des modulateurs (G.233, p.8)	(Np)	(dB)	(Np)	(dB)	(Np)	(dB)
	≧2,3	≧ 20	≧ 2,3	≧ 20	≧ 2,3	≧ 20
Ondes pilotes de groupe tertiaire, quaternaire ou d'assemblage de 15 GS correspondant au: (G.241, p. 2)	Fréquence (kHz)		Stabilité (Hz)		Niveau (pour tolérances voir G.241, p. 3)	
					(Nm0)	(dBm0)
– Groupe tertiaire de base	1 552		± 2		−2,3	−20
– Groupe quaternaire de base	11 096		±10		−2,3	−20
– Assemblage de base de 15 GS	1 552		± 2		−2,3	−20

[1] Pour la téléphonie (G.242, p. 3)

TABLEAU 4

Résumé des caractéristiques générales spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes à courants porteurs sur lignes en fils aériens

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Systèmes procurant sur chaque paire		
	3 circuits	8 circuits	12 circuits
Fréquences en ligne – pour un système – pour plusieurs systèmes sur la même artère	Fig. 1 (G.361, p. 2); voir aussi (G. 361, p. 1-4-5) Fig. 1 (G.361, p. 2)	Fig. 1 (G.314, p. 3) (G.314, p. 1)	Schéma 1 (fig. 1) ou Schéma II (fig. 2) – (G.311, p. 3) Comme exemples (fig. 3 – G.311, p. 4 et fig. 4 – G.311, p. 6)
Ondes pilotes – fréquence – niveau	16,110 et 31,110 kHz ou 17,800 kHz [1] (G.361, p. 2) −1,73 Nm0 (−15 dBm0)	(G.314, p. 2)	(G.311, p. 3-5) −2,3 Nm0 (−20 dBm0) [2]
Niveau relatif à la sortie des équipements terminaux et des répéteurs intermédiaires, pour la fréquence correspondant à 800 Hz sur chaque voie	$\leq$2 Nr $\leq$17 dBr (G.361, p. 2)	$\leq$2 Nr $\leq$17 dBr (G.314, p. 1)	Pour le répéteur terminal $\leq$2 Nr $\pm$1 dNr ou $\leq$17 dBr $\pm$1 dBr Pour le répéteur intermédiaire $\leq$2 Nr $\pm$2 dNr ou $\leq$17 dBr $\pm$2 dBr (G.311, p. 2)
Stabilité des générateurs de fréquences porteuses et pilotes	$2{,}5 \times 10^{-5}$ (G.361, p. 2-3)	1×10^{-5} (G.314, p. 2)	5×10^{-6} (G.311, p. 5-7)

[1] Employé seulement par accord entre administrations.

[2] Recommandation provisoire.

TABLEAU 5

Résumé des caractéristiques générales spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques en câble [1]

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Systèmes procurant			
	1, 2 ou 3 groupes primaires	4 groupes primaires	5 groupes primaires	2 groupes secondaires
Fréquences en ligne	Fig. 2a (G.322, p. 4)	Fig. 2b (G.322, p. 4) Schéma 1 Schéma 1*bis* [2]	Fig. 2c (G.322, p. 4) Schéma 2 Schéma 2*bis* [2]	Fig. 4 (G.322, p. 5) Schémas 3 et 4 Schéma 3*bis* [2]
Niveau relatif à la sortie des répéteurs [3] (système à gain faible) (G.322, p. 9)	−1,3 Nr ou −11 dBr	−1,6 Nr ou −14 dBr	−1,6 Nr ou −14 dBr	−1,6 Nr ou −14 dBr
Niveau relatif à la sortie des répéteurs [3] (systèmes avec tubes à vide) (G.324, p. 2)				
– valeur nominale	+0,5 Nr ou +4,5 dBr	+0,2 Nr ou +1,75 dBr	+0,2 Nr ou +1,75 dBr	+0,2 Nr ou +1,75 dBr
– tolérance	±0,2 Np ou ±2 dB	±0,2 Np ou ±2 dB	±0,2 Np ou ±2 dB	±0,2 Np ou ±2 dB
Affaiblissement d'adaptation entre répéteur et ligne (G.322, p. 8)	$\leqq 0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou $\leqq 0{,}25$	$\leqq 0{,}08\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou $\leqq 0{,}10$	$\leqq 0{,}08\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou $\leqq 0{,}10$ (câbles isolés au papier) $\leqq 0{,}10\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou $\leqq 0{,}17$ (câbles types II*bis* et III*bis* [2], G.321)	
Niveau relatif à l'entrée des répéteurs [3]	$\geqq -6{,}5$ Nr ou $\geqq -56{,}5$ dBr (G.324, p. 2)			
Ondes pilotes	Deux variantes, voir figure 5 (G.322, p. 7)			60 kHz ±1 Hz et 556 kHz ±3 Hz (G.322, p. 8)
Ondes de surveillance (système à gain faible)	(G.322, p. 9)			
Affaiblissement de distorsion harmonique (système à gain faible)	Voir tableau (G.322, p. 9)			
Affaiblissement de distorsion harmonique (systèmes avec tubes à vide)	Voir tableau (G.325, p. 1)			

[1] Pour les systèmes (12+12) voir les Avis G.325 et G.327.

[2] Employé seulement par accord entre administrations.

[3] Non applicable aux répéteurs téléalimentés.

TABLEAU 6

Résumé des caractéristiques générales spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes téléphoniques à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Systèmes à			
	2,6 MHz [1] (1)	4 MHz (2)	12 MHz (3)	40 et 60 MHz (4)
Fréquences en ligne	Fig. 1 (G.337, p. 2) et Fig. 1 (G.338, p. 2)	Fig. 1 (G.338, p. 2) et Fig. 3 (G.322, p. 3)	Fig. 1 à 4 (G.332, p. 2-3-4)	Fig. 1 et 2 (G.333, p. 3)
Fréquences des ondes pilotes – ondes pilotes de régulation de ligne	60 kHz ±1 Hz ou 308 kHz ±3 Hz 2604 kHz ±30 Hz (G.337, p. 2)	60 kHz ±1 Hz ou 308 kHz ±3 Hz 4092 kHz ±40 Hz et voir (G.338, p. 4)	4287 kHz ±49,2 Hz pour les systèmes avec tubes à vide (G.339, p. 2) 12 435 kHz ±124,3 Hz pour les systèmes à transistors (G.332, p. 5)	4287 kHz ±42,9 Hz 12 435 kHz ±124,3 Hz 22 372 kHz ±223,7 Hz 40 920 kHz ±409,2 Hz 61 160 kHz [2] ±611,6 Hz (G.333, p. 2)
– ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne	(G.337, p. 2)	(G.338, p. 5)	308 kHz ±3 Hz et 12 435 kHz ±124,3 Hz pour les systèmes avec tubes à vide (G.339, p. 2) 308 kHz ±3 Hz et 4287 kHz ±42,9 Hz pour les systèmes à transistors (G.332, p. 5)	(G.333, p. 2)
Ondes pilotes de comparaison des fréquences – nationale	comme (2)	60 ou 308 kHz, 1800 kHz [2] (G.338, p. 5)	300 ou 308 kHz (G.332, p. 7)	
– internationale	comme (2)	1800 kHz (G.338, p. 5)	308 et 1800 kHz 300 kHz [2], 808 kHz [2] et 1552 kHz [2] (G.332, p. 7)	4200 ou 8316 kHz (G.333, p. 2)
Fréquences des ondes additionnelles de mesure	(G.337, p. 2)	(G.338, p. 6)	(G.332, p. 7) et (G.339, p. 2)	

TABLEAU 6 *(suite)*

	Systèmes à			
	2,6 MHz [1] (1)	4 MHz (2)	12 MHz (3)	40 et 60 MHz (4)
Niveau des ondes pilotes de régulation de ligne et des ondes additionnelles de mesure				
– valeur de réglage	comme (2)	−1,15 Nm0 ±0,05 Np (−10 dBm0 ±0,5 dB) (G.338, p. 4-6)	−1,15 Nm0 ±0,05 Np (−10 dBm0 ±0,5 dB) (G.332, p.5)	comme (2)
		−1,2 Nm0 pour certains systèmes (G.338, p. 5)	−1,2 Nm0 pour le système avec tubes à vide (G.339, p. 2)	
– erreur sur le niveau d'émission	comme (3)	comme (3)	±0,01 Np ou ±0,1 dB (G.332, p. 5)	comme (3)
– variation dans le temps	comme (3)	comme (3)	±0,03 Np ou ±0,3 dB (G.332, p. 5)	comme (3)
Adaptation entre répéteurs et ligne en téléphonie (N défini G.332, p. 12)	$N \geqq 4{,}6$ Np (40 dB) pour $f < 300$ kHz $N \geqq 5{,}2$ Np ou 45 dB pour $f > 300$ kHz (G.338, p. 8)		$N \geqq 5{,}55$ Np (48 dB) pour $300 \leqq f \leqq 5564$ kHz (systèmes avec tubes à vide G.339, p. 2) $N \geqq 5{,}55$ Np (48 dB) pour $f = 300$ kHz et $N \geqq 6{,}3$ Np ou 55 dB pour $f \geqq 800$ kHz (systèmes à transistors G.332, p. 11)	$N = 65$ dB [3] (G.333, p. 5)
Niveaux relatifs et interconnexion			(G.332, p. 12) et (G.339, p. 2)	(G.333, p. 5)

[1] L'emploi du système à 6 MHz pour la téléphonie est spécifié sous une forme différente (voir G.337, p. 2).
[2] Employée seulement par accord entre administrations.
[3] Recommandation provisoire.

TABLEAU 7

Résumé des caractéristiques générales spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes téléphoniques à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

	Système à			
	1,3 MHz	4 MHz	6 MHz	12 MHz
Fréquences en ligne	Fig. 1 (G.341, p. 2)	Schémas 1 et 2 de la fig. 1 (G.343, p. 2)	Schémas 1, 2 et 3 de la fig. 1 (G.344, p. 2)	(G.345) [1]
Fréquences des ondes pilotes				
– ondes pilotes de régulation de ligne	1364 kHz ±13,6 Hz (G.341, p. 1)	voir (G.343, p. 1) et pour le schéma 1 (G.338, p. 4); pour le schéma 2 (G.332, p. 5)	308 kHz ±3 Hz (G.344, p. 3)	Les clauses de cet avis sont, à titre provisoire, celles qui figurent dans l'Avis G.332, à l'exception de l'adaptation (voir tableau 6)
– ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne	60 kHz ±1 Hz ou 308 kHz ±3 Hz (G.341, p. 2)	4287 kHz ±42,8 Hz [2] (G.343, p. 1)	4287 kHz ±42,8 Hz [3] 6200 kHz ±62 Hz (G.344, p. 3)	
– ondes pilotes de comparaison des fréquences	60 kHz ou 308 kHz (G.341, p. 2)	Schéma 1 (G.338, p. 5) et schéma 2 (G.333, p. 7)	Schémas 1 et 2 (G.338, p. 5) schéma 3 (G.332, p. 7)	
Fréquences des ondes additionnelles de mesure	(G.341, p. 2)	(G.343, p. 3)	(G.344, p. 3)	
Niveau des ondes pilotes de régulation de ligne et des ondes additionnelles de mesure				
– valeur nominale	−1,15 Nm0 (−10 dBm0) ou −1,2 Nm0 pour certains systèmes (G.341, p. 3)	−1,15 Nm0 (−10 dBm0). (G.343, p. 1)	−1,15 Nm0 (−10 dBm0) (G.344, p. 3)	
– tolérances		(G.343, p. 1)	(G.344, p. 3)	
Adaptation entre répéteurs et ligne en téléphonie	$N \geqq 6{,}2$ Np ou 54 dB pour une section d'amplification de 6 km $N \geqq 6{,}0$ Np ou 52 dB pour une section d'amplification de 8 km (G.341, p. 3)	$N \geqq 50$ dB pour $f = 60$ kHz $N \geqq 57$ dB pour $f \geqq 300$ kHz (section d'amplification de 4 km G.343, p. 3)	$N \geqq 6{,}9$ Np ou 60 dB pour $f \geqq 300$ kHz $N = 5{,}7$ Np ou 50 dB pour $f = 60$ kHz (section d'amplification de 3 km G.344, p. 3)	$N = 63$ dB pour une section d'amplification de 2 km (G.345)
Niveaux relatifs et interconnexion	(G.341, p. 4)	−9 dBr à 4028 kHz ou −8,5 dBr à 4287 kHz (G.343, p. 3)	−17 dBr [1] G.344, p. 4)	(G.332, p. 12)

[1] Recommandation provisoire.

[2] Employée seulement par accord entre administrations.

[3] Ne peut pas être employée dans le cas de transmissions télévisuelles.

TABLEAU 8

Résumé des principales caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les circuits internationaux pour transmissions radiophoniques

(Ce tableau très résumé ne constitue pas une recommandation; il est conseillé de se reporter au texte complet des avis, aux pages indiquées par ce tableau)

		Circuits normaux		Circuits de type ancien (3)
		de type A (1)	de type B (2)	
Bande de fréquences effectivement transmises pour la liaison complète	Limites en Hz	au moins 50-10 000 (J.21, p. 2)	au moins 50-6400 (J.31, p. 1)	au moins 50-6400 (J.41, p. 1)
	Affaiblissement supplémentaire à ces fréquences limites	0,5 Np ou 4,3 dB (J.21, p.2)	0,5 Np ou 4,3 dB (J.31, p. 1)	0,5 Np ou 4,3 dB (J.41, p. 1)
Distorsion d'affaiblissement		Fig. 2 (J.21, p. 2)	Fig. 1 (J.31, p. 2)	Fig. 1 et 2 (J.41, p. 2)
Distorsion de phase sur le temps de propagation de groupe t		$t_{10000}-t_{min} < 8$ ms $t_{100}-t_{min} < 20$ ms $t_{50}-t_{min} < 80$ ms (J.21, p. 3)	$t_{6400}-t_{min} < 8$ ms $t_{100}-t_{min} < 20$ ms $t_{50}-t_{min} < 80$ ms (J.31, p. 2)	$t_{6400}-t_{800} < 10$ ms $t_{50}-t_{800} < 70$ ms (J.41, p. 1)
Niveau absolu de tension maximum au point de niveau relatif zéro		+9 dB (J.13, p. 1) tension de crête 3,1 V (J.12, p. 2)	comme (1) (J.31, p. 1)	comme (1)
Définition du point de niveau relatif zéro (pour un circuit à courant porteur)		comme pour la téléphonie à ± 3 dB près (J.13, p. 1)	comme (1) (J.31, p. 1)	comme (1)
Niveau relatif nominal de tension à l'extrémité du circuit (définie J.12, p. 1)		+0,7 Np ou 6 dB (J.13, p. 1)	comme (1) (J.31, p. 1)	comme (1)
Variation du niveau relatif en fonction du temps		$\pm 0{,}2$ Np ou ± 2 dB au cours d'une transmission (J.21, p. 4)	comme (1) (J.31, p. 2)	comme (1) (J.41, p. 3)
Diaphonie linéaire (écart para- ou télédiaphonique Δt) [1]		$\Delta \geq 8{,}5$ Np ou 74 dB pour les lignes en câble [2] $\Delta \geq 7{,}0$ Np ou 61 dB pour les lignes en fils aériens [2] (J.21, p. 3) [3]	comme (1) [2] (J.31, p. 2) [3]	comme (1) [2] (J.41, p. 3) [3]

TABLEAU 8 *(suite)*

			Circuits normaux			Circuits de type ancien (3)
			de type A (1)		de type B (2)	
Bruit de circuit (y compris la diaphonie due à la non-linéarité)	Tensions psophométriques	à l'extrémité du circuit	en câble	en fils aériens	comme (1)	comme (1)
			6,2 mV (J.21, p. 3)[1]	15,6 mV (J.21, p. 3)	(J.31, p. 2) [1]	(J.41, p. 3-4) [1]
		(niveau relatif)	+0,7 Nr	+0,7 Nr		
		rapportée au niveau relatif zéro	$\frac{2{,}2\text{ V}}{710}=3\text{ mV}$	$\frac{2{,}2\text{ V}}{283}=7{,}75\text{ mV}$		

[1] Entre des circuits pour transmissions radiophoniques; on trouvera aussi aux mêmes pages les limites de diaphonie avec des circuits téléphoniques.

[2] Recommandation provisoire.

[3] Des précautions spéciales sont nécessaires dans certains cas pour satisfaire à ces limites (voir J.21, p. 2-4-5).

AVERTISSEMENT DU TOME III DU LIVRE BLANC

Le tome III du *Livre Blanc* remplace entièrement le tome III du *Livre Bleu* du C.C.I.T.T. (Genève, 1964).

On a indiqué (après le titre des avis ou suppléments) s'il s'agissait de textes nouveaux approuvés par l'Assemblée plénière de Mar del Plata, 1968, ou de textes modifiés à la même époque. Les textes qui ne portent pas une telle indication remontent au moins à l'Assemblée plénière de New Delhi, 1960, où le tome III a été divisé en avis numérotés; toutefois, certains de ces textes peuvent être encore plus anciens.

Unités

Certaines recommandations du présent ouvrage sont exprimées dans plusieurs systèmes d'unités [1]. En pareil cas, on a appliqué les conventions suivantes:

1. Un nombre entre parenthèses indique une conversion effectuée avec toute la précision requise dans le cas considéré.

Exemples: 2500 km (1550 miles); 2,1 népers (18,2 décibels).

2. Le mot « ou » sépare deux valeurs entre lesquelles on a le choix, suivant l'unité adoptée.

Exemples: 9,5 mm ou 0,375 pouce; –1,2 Np ou –10 dB.

Les abréviations suivantes, qui sont employées en particulier dans des schémas et des tableaux, ont toujours le sens précis indiqué ci-après:

Nm (dBm):	niveau absolu de puissance exprimé en népers (en décibels);
Nm0 (dBm0):	niveau absolu de puissance exprimé en népers (en décibels) et rapporté au point de niveau relatif zéro;
Nr (dBr):	niveau relatif de puissance exprimé en népers (en décibels);
Nm0p (dBm0p):	niveau absolu de puissance psophométrique exprimé en népers (en décibels) et rapporté au point de niveau relatif zéro.

Symboles graphiques

Les symboles graphiques utilisés fréquemment dans le tome III sont reproduits dans un dépliant placé à la fin de cet ouvrage.

---

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.*

En émettant l'Avis B.4 (*Livre Blanc*, tome I), qui recommande l'emploi exclusif du décibel dans certains cas, la IV[e] Assemblée plénière (Mar del Plata, 1968) a reconnu que cet avis ne pouvait pas être appliqué immédiatement au présent ouvrage.

PREMIÈRE PARTIE

AVIS DE LA SÉRIE G

Transmission téléphonique sur les lignes métalliques, les faisceaux hertziens, les systèmes à satellites et les liaisons radiotéléphoniques

SECTION 1

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

1.0 Généralités

AVIS G.101 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

LE PLAN DE TRANSMISSION

A. Principes

Le plan de transmission du C.C.I.T.T. a été établi en 1964 en vue d'obtenir, dans le service international, les avantages que l'on peut retirer de l'emploi de la commutation à quatre fils. Ce plan fait l'objet des avis contenus dans la section 1 de la 1re partie du présent ouvrage. Toutefois, les recommandations de ce plan doivent être considérées comme satisfaites si, en utilisant d'autres moyens que ceux qui sont décrits, on obtient au centre international une qualité de transmission équivalente.

L'Avis G.122 indique les conditions qui doivent être remplies dans un réseau national pour que l'on puisse mettre en vigueur ce plan de transmission.

Remarque 1. — Au point de vue du plan de transmission, aucune distinction n'est faite entre les circuits intercontinentaux et les autres circuits internationaux.

Remarque 2. — Les circuits de voisinage ne sont pas couvert par ce plan et doivent faire l'objet d'accords entre les administrations intéressées.

Remarque 3. — L'appendice à la section 1 regroupe les textes des recommandations qui sont devenues périmées ou qui ont été modifiées par suite de l'adoption du nouveau plan. On n'y a conservé que celles dont le maintien provisoire dans les documents du C.C.I.T.T. peut aider les administrations à passer de l'ancien plan au plan de transmission actuellement recommandé.

B. Définition des parties constitutives d'une communication

a) Chaîne internationale et systèmes nationaux

Une communication téléphonique internationale complète se compose de trois parties (voir figure 1):

— Une *chaîne internationale* composée de un ou plusieurs circuits internationaux à quatre fils. Ces circuits sont connectés en quatre fils entre eux dans des centres de transit internationaux, et sont également connectés en quatre fils aux systèmes nationaux dans des centres internationaux.

— Deux *systèmes nationaux*, un à chaque extrémité. Ces systèmes peuvent comprendre un ou plusieurs circuits interurbains nationaux à quatre fils, connectés en quatre fils entre eux, ainsi que des circuits connectés en deux fils jusqu'aux centres locaux et aux abonnés.

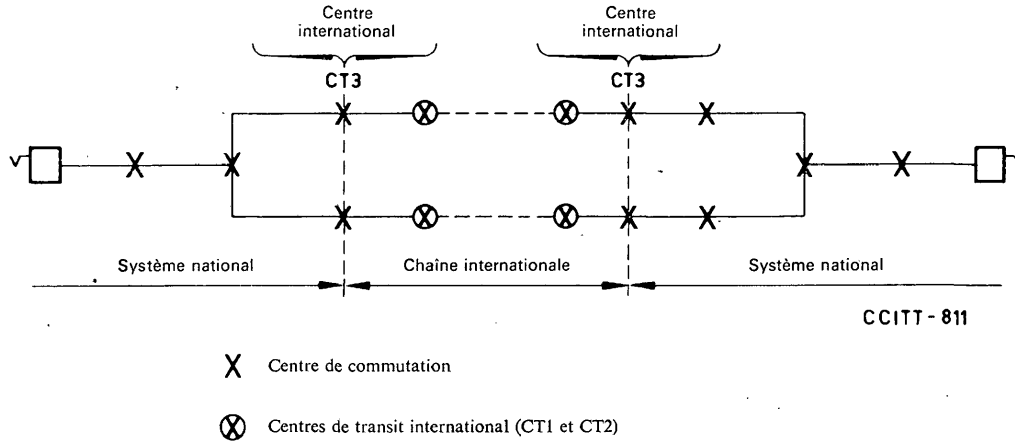


FIGURE 1. — **Définition des parties constitutives d'une communication internationale**

Un circuit à quatre fils est défini par ses extrémités virtuelles dans un centre de transit international ou un centre international. Ce sont des points théoriques ayant des niveaux relatifs spécifiés (voir figure 2; pour plus de détails, voir l'Avis G.141).

La différence entre les niveaux relatifs nominaux à la fréquence de référence à l'émission et à la réception est par définition *l'affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles* du circuit à quatre fils.

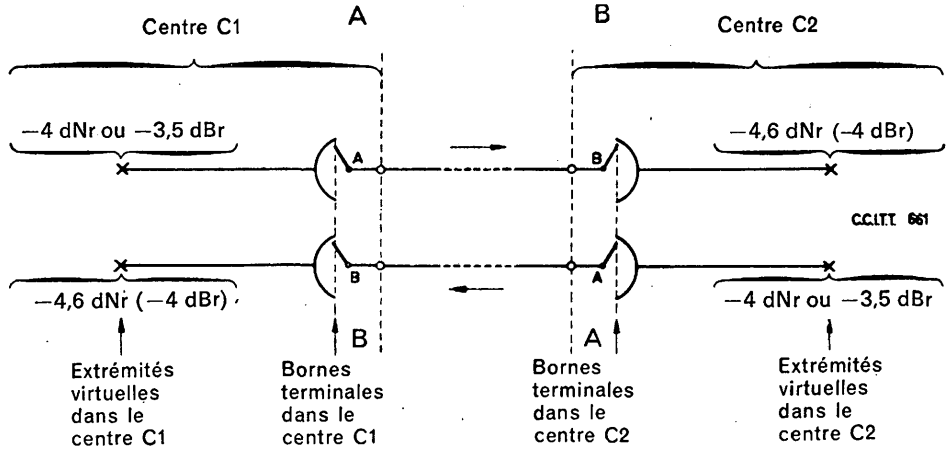
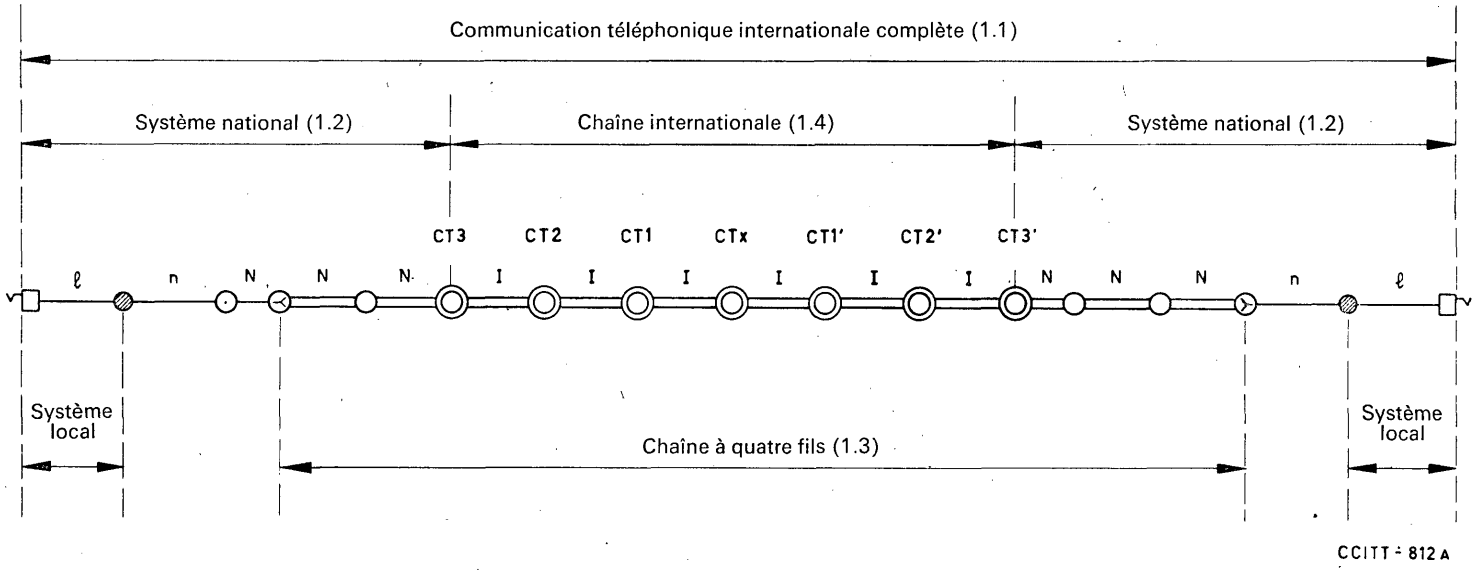


FIGURE 2. — **Définitions relatives au circuit international**



Légende

- Poste d'abonné
- Centre de commutation à deux fils
- Centre de commutation à quatre fils
- Centre de commutation avec termineur
- Central local
- Centre international

I = Circuits internationaux (y compris les circuits intercontinentaux)
N = Circuits nationaux de prolongement
n = Autre circuit national
= Ligne d'abonné

Note. — Les nombres entre parenthèses sont les numéros des sous-sections de la section 1 où sont groupés les avis relatifs à chaque partie de la communication. En outre, les circuits qui font partie de cette chaîne doivent satisfaire individuellement aux avis de la sous-section 1.5.

FIGURE 3. — **Communication internationale, illustrant la terminologie adoptée**

Dans un centre international, les extrémités virtuelles du circuit international déterminent la séparation entre la chaîne internationale et le système national.

Les extrémités virtuelles d'un circuit peuvent différer des points où se termine physiquement le circuit dans un commutateur. Ces derniers points sont appelés *bornes terminales* du circuit; leur position exacte est déterminée dans chaque cas par l'administration intéressée.

b) *Circuits nationaux de prolongement; chaîne à quatre fils*

On considère comme « d'étendue moyenne » un pays où la distance maximum entre un centre international, et un abonné qui peut être atteint à partir de ce centre, ne dépasse pas environ 1000 km ou 600 miles — exceptionnellement 1500 km ou 1000 miles. Dans un tel pays, trois circuits nationaux à quatre fils au maximum peuvent être interconnectés en quatre fils entre eux et aux circuits internationaux. Ces circuits doivent satisfaire aux recommandations de la sous-section 1.2.

Dans un pays de grande étendue, un quatrième et éventuellement un cinquième circuit national peut être introduit dans la chaîne à quatre fils, pourvu qu'il présente la valeur d'affaiblissement nominal et les caractéristiques recommandées pour les circuits internationaux utilisés dans une chaîne à quatre fils (voir l'Avis G.141 et les avis de la sous-section 1.5).

Remarque. — On appelle en abrégé « chaîne à quatre fils » (voir la figure 3) la chaîne constituée par la chaîne internationale et les circuits nationaux de prolongement qui lui sont connectés, soit par commutation en quatre fils, soit par un procédé équivalent (au sens de la section A du présent avis).

C. Nombre maximum de circuits

a) Circuits nationaux

Il semble raisonnable d'admettre que, dans la plupart des pays, tout *central local* pourra être relié au réseau international au moyen d'une chaîne de quatre circuits nationaux ou moins. Cinq circuits nationaux peuvent être nécessaires dans certains pays, mais il est peu probable qu'un pays quelconque puisse avoir besoin de plus de cinq circuits. Le C.C.I.T.T. a donc conclu que quatre circuits nationaux correspondent au nombre représentatif qu'il convient d'admettre pour la plus grande partie des communications internationales.

Dans la plupart des réseaux nationaux modernes, les quatre circuits comprendront très probablement trois circuits à quatre fils avec amplification (habituellement établis sur des systèmes à courants porteurs) et un circuit à deux fils, probablement sans amplification. Dans certains cas, toutefois, on atteindra les centraux locaux par quatre circuits, dont deux seulement seront des circuits à quatre fils.

La communication internationale représentative maximum envisagée par le C.C.I.T.T. pour des études de qualité de transmission (voir la figure 3 du présent avis et la figure 1 de l'Avis G.103) comprend donc huit circuits nationaux en plus des circuits internationaux. La distorsion cumulée de ces huit circuits sera vraisemblablement forte et voisine de la valeur maximum admissible. En conséquence, les circuits internationaux ne doivent plus apporter de réduction sensible de qualité; il a été tenu compte de ce principe dans la rédaction des avis relatifs à ces circuits.

b) *Circuits internationaux*

La mise en vigueur du plan d'acheminement pour le trafic téléphonique international semi-automatique et automatique (Avis Q.13 du tome VI du *Livre Blanc*) suppose que le plan de transmission est appliqué. Dans ce plan d'acheminement, le C.C.I.T.T. a défini trois classes de centres internationaux, appelés CT1, CT2 et CT3 et a pris des dispositions qui limitent le nombre de circuits internationaux à cinq ou exceptionnellement à six ou sept. Les CT3 assurent la connexion entre les circuits nationaux et les circuits internationaux;

les CT1 et CT2 assurent la connexion de circuits internationaux entre eux. Dans certaines communications, on peut rencontrer entre les CT1 un centre de transit international CTX, comme il est indiqué sur la figure 3. En outre, certains acheminements exceptionnels font intervenir un septième circuit international.

c) *Communications fictives de référence*

Voir l'Avis G.103.

AVIS G.102 (Genève, 1964)

EMPLOI D'ÉLÉMENTS NORMALISÉS DANS LES INSTALLATIONS DE TRANSMISSION

L'Avis G.231, B s'applique à la fois aux systèmes à courants porteurs et aux équipements à fréquences vocales.

AVIS G.103 (Mar del Plata, 1968)

COMMUNICATIONS FICTIVES DE RÉFÉRENCE

a) *Objet*

Une communication fictive de référence pour les études relatives au bruit de circuit est un modèle dans lequel on peut spécifier les puissances de bruit moyenne et maximale introduites par les circuits et les centraux.

Un modèle de cette nature peut servir à une administration:

1) pour étudier l'effet qu'exercent sur la qualité de transmission les variations éventuelles de la répartition du bruit et des affaiblissements dans un réseau national;

2) pour s'assurer que les règles de la planification nationale sont, à première vue, conformes aux critères de bruit statistiques qui pourraient être recommandés par le C.C.I.T.T. pour les réseaux nationaux.

Pour atteindre ce but, il est souhaitable d'établir plusieurs modèles. Les trois communications fictives de référence décrites ci-après devraient permettre l'exécution de la plupart des études à entreprendre.

Les communications fictives de référence pour le bruit *ne doivent pas* être considérées comme comportant la recommandation de valeurs déterminées pour les affaiblissements ou le bruit; *elles ne sont pas* non plus destinées à être utilisées pour les projets de construction des systèmes de transmission.

b) *Constitution des communications fictives de référence*

Elles sont définies dans les figures 1, 2 et 3.

Figure 1. — Communication internationale la plus longue envisagée conformément aux Avis du C.C.I.T.T.
Une telle communication aurait normalement des équivalents de référence élevés et un niveau de bruit élevé; le bruit introduit par les circuits internationaux peut atteindre une valeur assez importante. De telles communications sont rares.

Figure 2. — Communication internationale typique de longueur modérée (par exemple allant jusqu'à 2000 km) comprenant un seul circuit international
Dans une communication de ce type, on prévoit que le bruit causé par les systèmes nationaux sera prédominant. Une communication de ce type correspond à un pourcentage important des communications internationales.

Figure 3. — Communication internationale typique dans une zone de CT1, entre abonnés situés à proximité de CT3 terminaux
Les communications de ce type sont nombreuses.

Afin de faciliter les études, on a représenté séparément chaque fois que possible les valeurs maximales et moyennes du bruit sur les figures 1, 2 et 3.

Remarques générales applicables aux figures 1, 2 et 3

1) Les communications fictives de référence représentent les circuits internationaux interconnectés en leurs extrémités virtuelles à 0 dBr et –0,5 dBr, au lieu des points à –3,5 dBr et –4dBr. On a estimé que cette disposition serait d'une utilité plus immédiate à ceux qui peuvent être appelés à faire usage des communications de référence dans leurs études.

On pourrait juger qu'il est peut-être un peu illogique que les communications fictives de référence n'emploient pas les extrémités virtuelles « classiques », c'est-à-dire –3,5/–4 dBr. Toutefois, si on redessine les communications de référence en tenant compte de cette convention, les valeurs de la puissance de bruit indiquées sur le schéma ne pourront plus être les valeurs familières figurant ailleurs dans d'autres avis.

2) On a utilisé la nomenclature employée par le C.C.I.T.T. pour le plan d'acheminement international.

3) Un seul sens de transmission a été représenté.

4) Les valeurs de la puissance moyenne horaire du bruit sont indiquées conformément aux avis actuels. Pour les circuits à courants porteurs à grande distance, elles sont proportionnelles à la longueur du circuit, le taux de puissance de bruit approprié (4 pW/km ou 1 pW/km) étant utilisé selon que le circuit fictif de référence de base a 2500 km ou 25 000 km de long. Pour les circuits à courants porteurs de faible longueur, on a utilisé la valeur fixe recommandée dans l'Avis G.125.

5) L'abréviation pW0p signifie: picowatts (valeur psophométrique) rapportés à un point de niveau relatif zéro. Lorsqu'il s'agit d'un bruit de central, on considère que ce point est situé sur le circuit, immédiatement à droite du central. Les puissances de bruit pour les circuits sont rapportées aux points de niveau relatif zéro sur ces circuits et non à un certain point de la communication.

6) Les symboles de compléments de ligne représentent l'affaiblissement nominal de la voie ou du circuit particulier et la position relative du générateur de bruit et du complément de ligne indique que, si le bruit doit être rapporté à l'extrémité de réception d'un circuit, il doit être modifié en fonction du rapport de puissances correspondant à l'affaiblissement du complément de ligne.

Si l'on doit rapporter les puissances de bruit à un point particulier de la communication (par exemple, au central local de réception ou au point de niveau relatif zéro sur le premier circuit international), il convient d'appliquer la règle suivante:

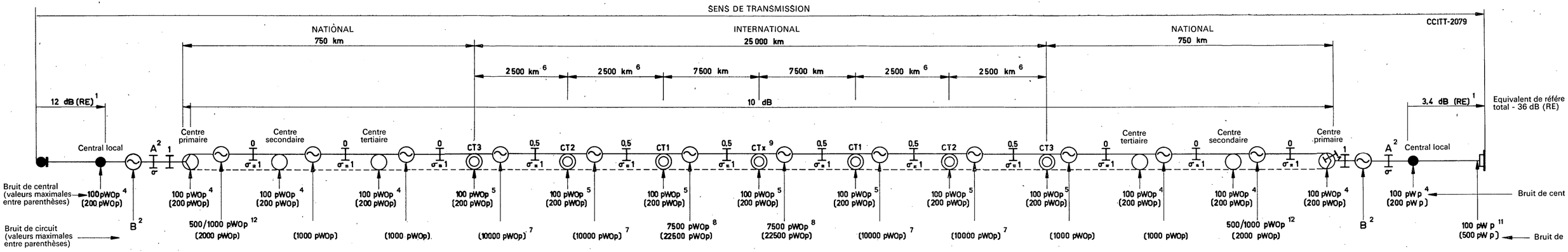
Si une puissance de bruit doit être rapportée en un point à la droite de sa position (c'est-à-dire en aval), elle est diminuée de la somme de tous les affaiblissements qu'elle est censée traverser. Si elle doit être rapportée en un point situé à gauche de sa position (c'est-à-dire en amont), elle est augmentée de la somme (changée de signe) des affaiblissements qu'elle est censée traverser.

7) L'affaiblissement terminal nominal de la communication (c'est-à-dire l'affaiblissement nominal total, moins la somme des affaiblissements en transit de chaque circuit) est indiquée sous la fome d'un complément de ligne dans le termineur de droite.

Cet artifice permet d'indiquer les puissances de bruit comme si elles étaient injectées aux points de niveau relatif zéro sur chaque circuit.

8) Dans la figure 1, la valeur arbitraire de 4,3 dB pour l'affaiblissement entre le central local et le centre primaire pour un circuit à fréquences vocales a été calculée de la manière suivante: l'Avis G.111 indique pour 97% des communications une limite de 20,8 dB pour l'équivalent de référence à l'émission rapporté à un point de niveau relatif –3,5 dBr sur le circuit international au CT3. Si l'on rapporte cette valeur à un point de niveau relatif zéro à l'entrée de la chaîne des circuits nationaux et internationaux (c'est-à-dire au centre primaire), on obtient 17,3 dB. Selon le manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique*, un équivalent de référence de 12 dB à l'émission est une valeur typique pour les lignes d'abonné les plus longues, ce qui laisse 5,3 dB pour l'affaiblissement du circuit local et la perte par commutation. On a admis une valeur de 1 dB pour la perte par commutation, ce qui laisse 4,3 dB pour le circuit local.

9) L'écart type de l'affaiblissement des circuits est conforme aux objectifs mentionnés dans l'Avis G.151,C et aux résultats obtenus dans la pratique et qui sont indiqués dans un supplément au tome IV du *Livre Blanc*.



[1] 10 dB est une valeur typique pour l'affaiblissement de la ligne à 1600 Hz dans le cas des lignes d'abonné les plus longues. Voir aussi la remarque générale 8.

[2] S'il s'agit d'un circuit à courants porteurs de faible longueur MRF ou MRT, la valeur de *B* sera de 500/1000 pW0p (2000 pW0p) – L'Avis G.125 donne la définition exacte de ces valeurs. L'affaiblissement nominal *A* sera de 3 dB avec $\sigma = 1$. Si le circuit est à fréquences vocales, la valeur de *B* sera négligeable et *A* aura une valeur maximale de 4,3 dB avec $\sigma = 0$ (voir la remarque générale 8).

[3] Le complément de ligne de 1 dB représente l'affaiblissement de commutation en deux fils au centre primaire.

[4] La valeur de 200 pW0p pour la puissance maximale de bruit dans un central automatique national à 4 fils est fourni par l'Avis G.123-C. On a provisoirement admis la même valeur pour les centres nationaux à 2 fils. Il n'a pas été formulé d'hypothèse au sujet de l'emplacement des points nationaux de niveau relatif zéro.

Note du Secrétariat – La note 4 et les valeurs correspondantes ont été mises à jour, en même temps que l'Avis G.123-C, d'après les Avis Q.31 et Q.45 du tome VI du *Livre Blanc*.

[5] La valeur de 200 pW0p pour la puissance maximale de bruit dans un centre international est celle qui est recommandée par l'Avis Q.45 (tome VI du *Livre Blanc*).

[6] Les distances de 2500 km entre CT3 et CT2 ou entre CT2 et CT1 correspondent aux circuits fictifs de référence (Avis G.212). Ces distances sont relativement grandes mais n'atteignent pas les plus grandes valeurs possibles.

[7] La valeur de 10 000 pW0p représente la puissance de bruit la plus défavorable pendant l'heure chargée dans le cas d'un circuit ayant la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km.

[8] La valeur moyenne de 7500 pW0p pour les circuits CT1 – CTX est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la valeur moyenne de la puissance de bruit en ligne est de 1 pW/km. Pour le circuit le plus mauvais, la limite est de 3 pW/km, ce qui donne la limite de 22 500 pW0p. On n'utiliserait des compresseurs-extenseurs pour améliorer le bruit que si ce dernier dépassait 40 000 pW0p. (Voir l'Avis G.143).

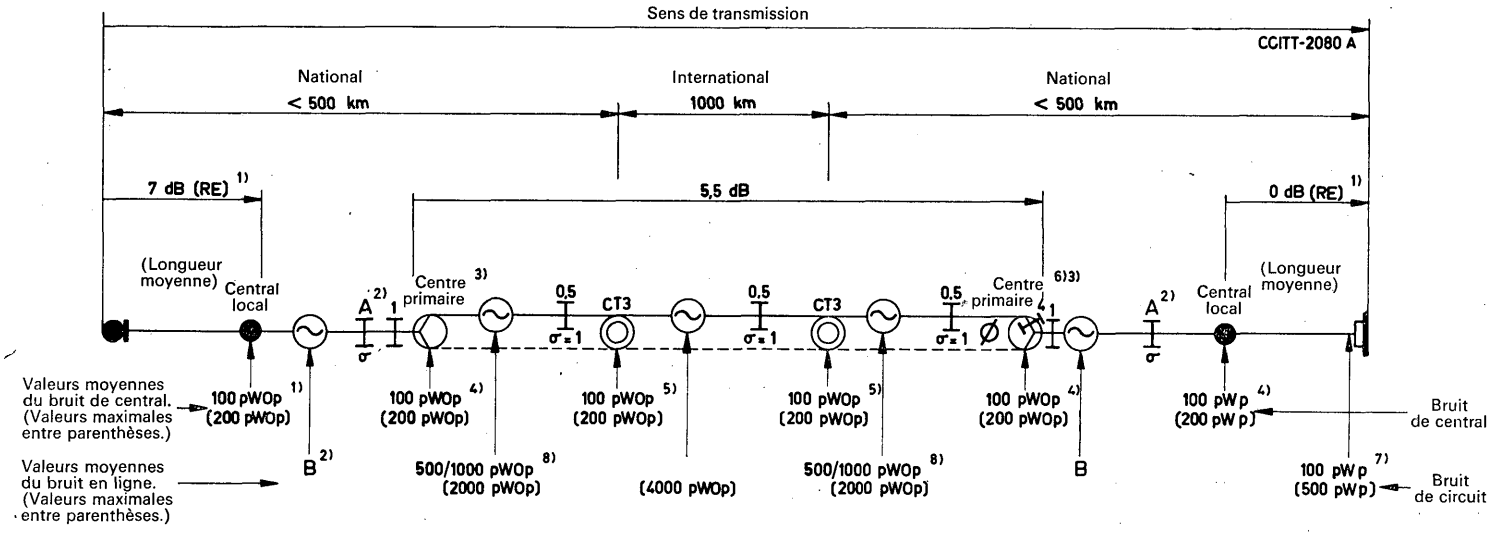
[9] Exceptionnellement, il peut y avoir un CTX supplémentaire (en plus du CTX indiqué) mais cela ne modifie en rien la longueur totale de la communication.

[10] Par hypothèse, le pays de réception a un plan du type 3,5 + 0 + 0 + 0 dB. La valeur nominale du complément de ligne (dans le sens de réception) au centre primaire comprend l'affaiblissement du terminateur.

[11] On considère comme typique la valeur moyenne de 100 pWp pour le bruit dû aux lignes d'abonné; une administration au moins l'utilise comme objectif pour le bruit maximal au récepteur.

[12] L'Avis G.125 définit de façon précise ces valeurs de 500/1000 pW0p (2000 pW0p).

FIGURE 1. — **Communication internationale la plus longue envisagée conformément aux Avis du C.C.I.T.T.**



Notes:

[1] 3 dB est une valeur typique de l'affaiblissement à 1600 Hz pour des lignes d'abonné de longueur moyenne.

[2] Voir la note 2 de la figure 1.

[3] Le complément de ligne de 1 dB représente l'affaiblissement de commutation en deux fils au centre primaire.

[4] Voir la note 4 de la figure 1.

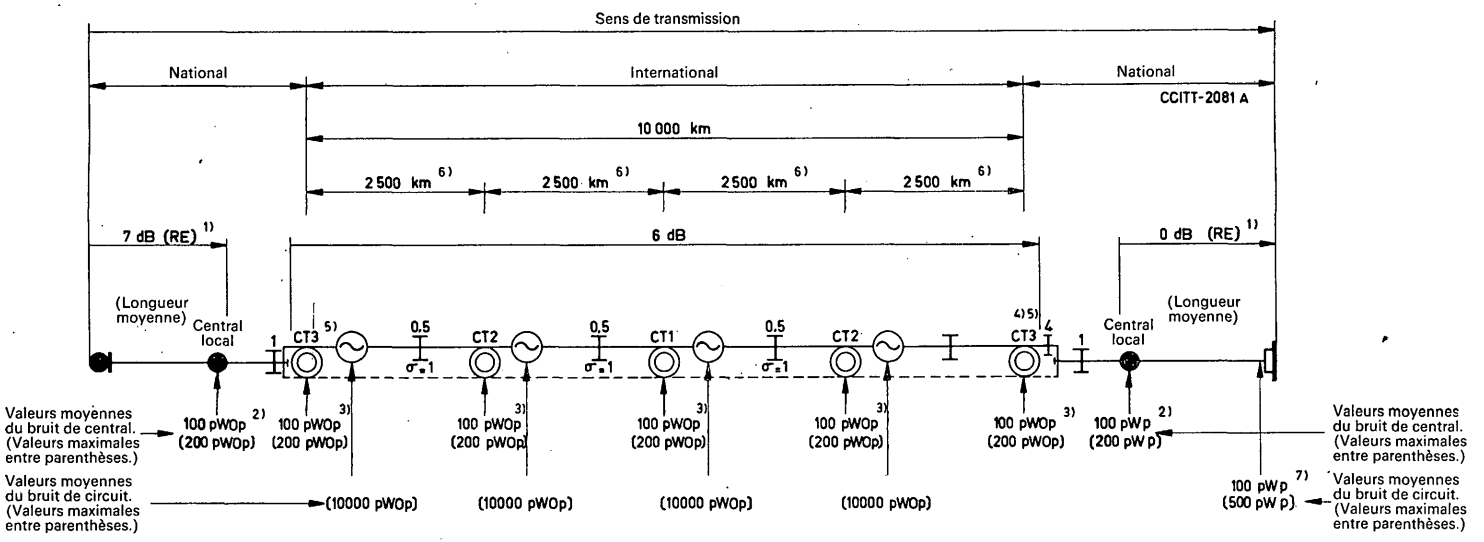
[5] La valeur de 200 pW0p pour la puissance maximale de bruit dans un centre international est celle qui est recommandée par l'Avis G.142.

[6] Par hypothèse, le pays de réception a un plan du type 2,0 + 0,5 + 0,5 + 0,5 dB. La valeur nominale du complément de ligne au centre primaire comprend l'affaiblissement du termineur.

[7] Voir la note 11 de la figure 1.

[8] Voir la note 12 de la figure 1.

FIGURE 2. — **Communication internationale typique de longueur modérée comprenant un seul circuit international**



Notes:

[1] 3 dB est une valeur typique de l'affaiblissement de ligne à 1600 Hz pour des lignes d'abonné de longueur moyenne.

[2] Voir la note 4 de la figure 1.

[3] Voir la note 5 de la figure 1.

[4] Par hypothèse, le pays de réception a un plan du type 2,0 + 0,5 + 0,5 +0,5 dB. La valeur nominale du complément de ligne comprend l'affaiblissement du termineur.

[5] Le complément de ligne de 1 dB représente l'affaiblissement dû au câblage interne nécessaire pour atteindre le central local installé dans le même bâtiment que le CT3.

[6] Voir la note 6 de la figure 1.

[7] Voir la note 11 de la figure 1.

FIGURE 3. — **Communication internationale typique dans une zone de CTl entre abonnés situés à proximité de CT3 terminaux**

10) Dans ces communications de référence, un « circuit » est défini au sens de l'Avis M.70 comme l'ensemble de la ligne et des équipements qui lui sont affectés en propre; il s'étend des équipements de commutation dans un central aux équipements de commutation dans le central suivant.

c) *Equipements de modulation et démodulation*

Pour étudier la qualité de transmission, on peut admettre que la communication internationale la plus longue envisagée (voir la figure 1) comprend dans la chaîne à quatre fils les nombres de couples de modulation-démodulation indiqués dans le tableau ci-après:

	Nombres de couples modulation-démodulation				
	Six circuits nationaux	Deux circuits CT3-CT2	Deux circuits CT2-CT1	Deux circuits CT1-CTX	Total
Voie	6	2	2	2	12
Groupe primaire	8	4	4	6	22
Groupe secondaire	12	4	8	12	36

Sur les 12 couples d'équipements de modulation et démodulation de voie, trois au maximum peuvent être du type spécial procurant plus de 12 circuits téléphoniques par groupe primaire.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES A LA QUALITÉ DE TRANSMISSION D'UNE COMMUNICATION TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONALE COMPLÈTE [1]

AVIS G.111 (P.11) (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE DANS UNE COMMUNICATION INTERNATIONALE

Dans le nouveau plan de transmission, l'équivalent de référence nominal total entre deux abonnés n'est pas strictement limité; sa valeur maximale résulte de l'ensemble des recommandations qui sont indiquées ci-après.

A. Equivalents de référence nominaux des systèmes nationaux

a) *Définition*

Les équivalents de référence des systèmes émetteur et récepteur nationaux doivent être ceux qui sont calculés aux extrémités virtuelles du circuit international, c'est-à-dire aux points a et b de la figure 1 (dans le cas d'un pays d'étendue moyenne).

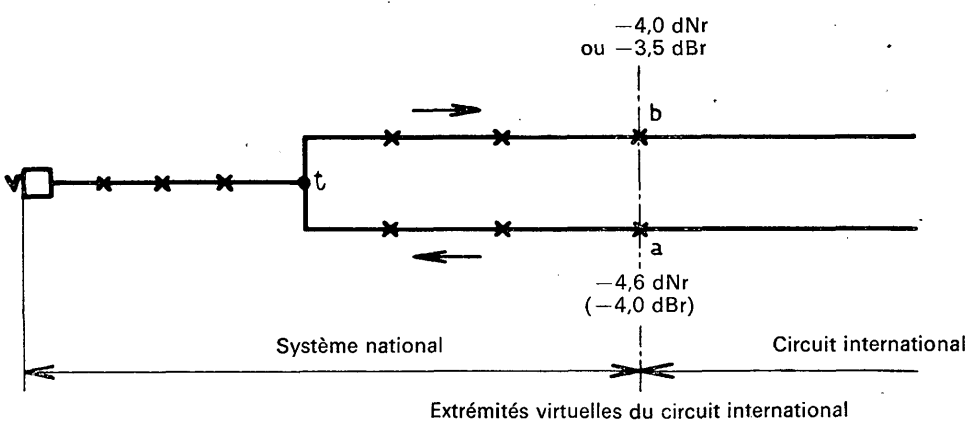


FIGURE 1. — **Définition des extrémités virtuelles**

[1] Les avis qui figurent sous ce titre constituent à la fois la sous-section 1.1 de la section 1 de la 1re partie du tome III et la section 1 de la 1re partie du tome V du *Livre Blanc*.

Par convention, les extrémités virtuelles d'un circuit téléphonique international (circuit à quatre fils) sont fixées en des points de ce circuit où les niveaux relatifs nominaux à la fréquence de référence sont respectivement:

à l'émission: —4,0 dNr ou —3,5 dBr
à la réception: —4,6 dNr (—4,0 dBr)

L'affaiblissement nominal à la fréquence de référence entre extrémités virtuelles de ce circuit est donc 6 cNp ou 0,5 dB.

Remarque. — Le niveau relatif en un point d'un circuit à quatre fils est déterminé en se référant aux spécifications du système de transmission sur lequel est établi ce circuit, les performances de ce système (bruit, diaphonie, limitation, linéarité, etc.) étant évaluées « en un point de niveau relatif zéro ». Par exemple, la puissance moyenne nominale des signaux à l'heure chargée, au point de niveau relatif zéro, est indiquée au paragraphe 1 de l'Avis G.223. Pour plus de détails, voir l'Avis G.141, A.

b) *Valeurs maximales*

A titre provisoire, les systèmes émetteur et récepteur nationaux servant à établir 97% des communications réelles de départ ou d'arrivée dans un pays d'étendue moyenne (au sens de l'Avis G.101, B, b ou de la figure 1 de l'Avis G.121) doivent dans chaque cas satisfaire aux deux conditions suivantes:

— l'équivalent de référence nominal du système émetteur entre un abonné et le premier circuit international ne doit pas dépasser 24 dNp (20,8 dB);

— l'équivalent de référence nominal du système récepteur entre les deux mêmes points ne doit pas dépasser 14 dNp (12,2 dB).

(Voir, pour plus de détails, l'Avis G.121-P.21).

B. Equivalent nominal de la chaîne internationale

L'affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles de chaque circuit international doit en principe être égal à 6 cNp ou 0,5 dB à 800 Hz ou 1000 Hz. Toutefois certains circuits peuvent être exploités avec un affaiblissement plus grand (voir l'Avis G.131, B, a) et certains circuits peuvent être exploités avec un affaiblissement nul (voir la remarque 3 de l'Avis G.141, A, a).

Au point de vue de la transmission, le nombre de circuits internationaux que l'on peut interconnecter en chaîne n'est pas strictement limité, pourvu que chacun de ces circuits ait un affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles de 6 cNp ou 0,5 dB en position de transit et que ces circuits soient interconnectés en quatre fils. Il est bien entendu probable que la qualité de transmission sera d'autant meilleure que le nombre de circuits interconnectés sera plus petit (voir l'Avis G.101, C).

C. Equivalent de référence nominal d'une communication complète

On a déterminé au Laboratoire du C.C.I.T.T. l'affaiblissement qu'il faut insérer, entre un système émetteur local et un système récepteur local, pour obtenir un équivalent de référence total de 36 dB. Dans ces mesures on a inséré, dans la ligne de jonction reliant les deux systèmes commerciaux locaux, un, deux ou trois filtres passe-bande 300-3400 Hz identiques à celui qui fait partie de l'équipement du S.R.A.E.N. (Avis P.44, tome V du *Livre Blanc*).

La caractéristique affaiblissement-fréquence de chaque filtre satisfait au graphique n° 2 B de l'Avis G.232 [1]; l'ensemble de trois filtres en cascade satisfait au graphique n° 1 de l'Avis G.132, lequel représente un objectif souhaitable pour une chaîne de 12 circuits à courants porteurs en tandem.

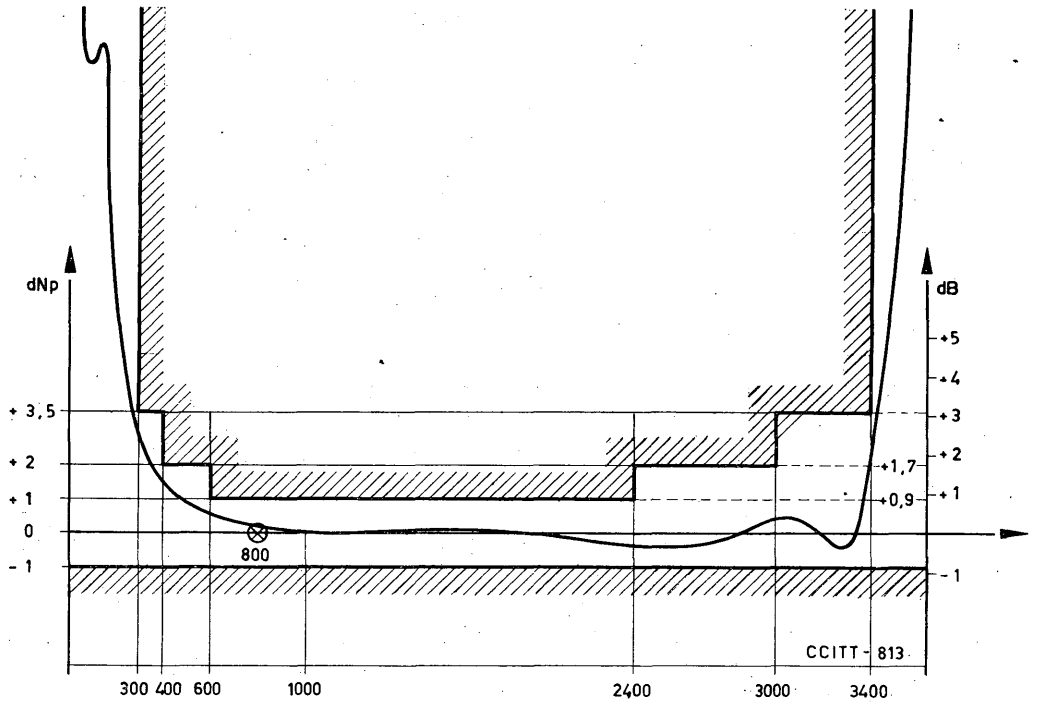


FIGURE 2. — **Caractéristique du filtre de l'A.R.A.E.N.**

(Le graphique en échelons est le graphique n° 2 B de l'Avis G.232)

D'autre part, on avait déterminé, par la méthode habituelle, les équivalents de référence à l'émission et à la réception des systèmes locaux.

Compte tenu des résultats de ces expériences, il est recommandé aux administrations qui utilisent des appareils téléphoniques de type moderne d'admettre pour la planification des réseaux que l'équivalent de référence correspondant à une communication complète est représenté de manière satisfaisante (erreur inférieure à 1 dB) par la somme des équivalents de référence des systèmes locaux mesurés séparément à l'émission et à la réception et de l'équivalent à 800 Hz (ou à 1000 Hz) de la chaîne des circuits à grande distance.

Remarque. — Dans cette recommandation, il est tenu compte du fait que les équivalents de référence à l'émission et à la réception sont déterminés dans des conditions fixées par convention, en particulier avec un niveau des sons vocaux reçus qui n'est généralement pas celui auquel on peut s'attendre dans une communication internationale voisine de la limite acceptable. D'autre part, pour la planification, on ne peut pas tenir compte de tous les facteurs susceptibles de varier d'une communication à l'autre tels que les valeurs exactes des pertes dues aux réflexions en certains points d'interconnexion, les effets de la distorsion d'affaiblissement du niveau des sons vocaux émis et reçus, etc.

[1] On a reproduit sur la figure 2 la caractéristique réelle d'un de ces filtres et le graphique n° 2 B de l'Avis G.232.

D. Variations en fonction du temps et inlfuence du bruit de circuit

Les valeurs indiquées pour les équivalents de référence nominaux des systèmes nationaux comprennent les différences systématiques entre les efficacités du poste d'abonné à l'émission et à la réception et leurs valeurs nominales; toutefois, elles ne comprennent pas les variations en fonction du temps de l'affaiblissement des différentes parties du système national, ni les variations fortuites des valeurs d'équivalent de référence déterminées par des méthodes subjectives. L'Avis G.151, C indique les objectifs recommandés par le C.C.I.T.T. pour les variations d'affaiblissement des circuits internationaux et des circuits nationaux de prolongement par rapport aux valeurs nominales.

D'après les résultats de mesures fournis par une administration, l'équivalent de référence d'un système émetteur de cette administration augmente en moyenne de 7 cNp par an, augmentation systématique due à l'effet de vieillissement du microphone. Ce point est à l'étude au C.C.I.T.T. dans le cadre de la Question 1/XII.

L'Annexe A du tome V*bis* du *Livre Rouge* donne des indications sur les variations statistiques des équivalents de référence.

L'Annexe B du tome V*bis* du *Livre Rouge* indique l'effet sur la qualité de transmission de ces variations d'équivalent et des objectifs recommandés pour les bruits de circuit.

E. Limites pratiques de l'équivalent de référence entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné

Ces limites sont à l'étude pour le nouveau plan de transmission; les valeurs recommandées jusqu'ici figurent dans le tome V du *Livre Rouge*, à la page 10, dans la remarque 1 et il convient de tenir compte pour les appliquer de la remarque 2 du même texte.

Les valeurs pour des communications complètes qui figurent dans le tableau de la page 9 du tome V du *Livre Rouge* ne correspondent pas au plan de transmission actuellement recommandé par le C.C.I.T.T.

AVIS G.112 (P.12) (modifié à Genève, 1964 et à Mar del Plata, 1968)

AFFAIBLISSEMENT ÉQUIVALENT POUR LA NETTETÉ (A.E.N.)

La qualité de transmission des communications téléphoniques internationales sera toujours satisfaisante si les limites d'équivalent de référence indiquées dans l'Avis G.111 (P.11) sont respectées, ainsi que les limites fixées dans le tome III du *Livre Blanc* pour les bruits, la diaphonie, etc., et si en outre on utilise des appareils téléphoniques de type moderne avec des caractéristiques « efficacité-fréquence » satisfaisantes et des dispositifs efficaces de réduction de l'effet local (voir l'Avis G.121, E (P.21, E)).

Les administrations qui désirent étudier en détail la qualité de transmission de leurs systèmes émetteur et récepteur nationaux pourront s'inspirer par exemple de la méthode des A.E.N. qui est décrite ci-après:

A. *Définition de l'affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.)*

Affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.) [Articulation reference equivalent (A.E.N.) (G.B.) — Equivalent articulation loss (Am.)]

Supposons que l'on fasse des essais de netteté alternés sur un système téléphonique et sur le système de référence pour la détermination des A.E.N. (S.R.A.E.N.) avec des valeurs différentes de l'affaiblissement de la ligne jusqu'à des valeurs telles que la netteté sur les deux systèmes soit très notablement réduite; les résultats de ces essais sont tracés sous forme de courbes représentant la variation de la netteté pour les sons en fonction de l'affaiblissement et l'on détermine la valeur A_1 de l'affaiblissement pour le système considéré et la valeur A_2 de l'affaiblissement pour le S.R.A.E.N. à une valeur fixée à 80% de la netteté pour les sons.

$(A_2 - A_1)$ est par définition égal à l'*affaiblissement équivalent pour la netteté*, en abrégé A.E.N.

B. *Calcul de l'A.E.N. nominal d'un système émetteur ou récepteur national* [1]

L'A.E.N. nominal d'un système émetteur ou récepteur national est la somme des grandeurs suivantes:

1. L'A.E.N. nominal du système local (valeur moyenne en service);
2. L'A.E.N. nominal de la liaison entre le central urbain et le centre international (valeur moyenne en service).

L'A.E.N. en service de la liaison réalisée entre le central urbain et le centre international est égal à la somme des nombres suivants [2]:

— l'affaiblissement des circuits interurbains entre le dernier central interurbain et le centre international, mesuré à 800 Hz, augmenté de la réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises (voir l'Avis G.113, P.13) lorsque ces circuits présentent une distorsion d'affaiblissement supérieure à celle qui est admise dans les recommandations du C.C.I.T.T.;

— l'A.E.N. moyen des circuits locaux donné par l'expression suivante:

$$i = K \times L$$

où

i = A.E.N. moyen en népers ou décibels,
L = longueur du circuit local en kilomètres,
K = coefficient qui dépend du type de circuit local considéré, en népers par kilomètre, ou en décibels par kilomètre (pour plus de détails, voir l'annexe ci-après);

— l'A.E.N. moyen de chaque central intermédiaire. L'A.E.N. correspondant à l'insertion d'un organe de circuit électrique qui, conformément aux recommandations du C.C.I.T.T., transmet effectivement les fréquences de 300 à 3400 Hz, peut être calculé en prenant la moyenne arithmétique des quatre valeurs d'affaiblissement (ou gain) d'insertion de l'organe considéré mesurées à 500, 1000, 2000, 3000 Hz et exprimées en décibels ou népers. En attendant de connaître pour cet A.E.N. moyen la (ou les) valeur plus précise qui résultera des mesures que chaque administration pourra faire à ce sujet, on adoptera provisoirement la valeur de 1 dNp ou 1 dB pour chaque central interurbain inséré dans la liaison.

Remarque 1. — Les bruits de circuit qui restent dans les limites fixées par les recommandations du C.C.I.T.T. ne sont pas pris en considération.

Remarque 2. — L'affaiblissement composite des lignes reliant les centres internationaux aux centraux urbains doit être tel que l'équivalent de référence du système émetteur national et l'équivalent de référence du système récepteur national restent dans les limites considérées comme compatibles avec une bonne transmission téléphonique.

---

[1] On convient, pour les besoins internationaux, de considérer, comme grandeur de l'affaiblissement équivalent pour la netteté d'un système émetteur ou récepteur national, le résultat du calcul exposé sous B. Le nombre obtenu est appelé « affaiblissement équivalent nominal pour la netteté » (A.E.N. nominal) pour éviter toute confusion avec l'affaiblissement équivalent pour la netteté mesuré sur l'ensemble du système émetteur ou récepteur national.

[2] Des essais de netteté ont montré que l'on pouvait calculer la valeur approximative de l'A.E.N. d'une telle liaison comme il est indiqué ci-dessus.

C. *Détermination des A.E.N.*

Le système de référence pour la détermination des A.E.N. (S.R.A.E.N.) et la méthode de détermination des A.E.N. de systèmes téléphoniques commerciaux au Laboratoire du C.C.I.T.T. sont décrits dans les Avis P.44 et P.45 (tome V du *Livre Blanc*).

D. *Valeurs de l'A.E.N. nominal du système émetteur national et de l'A.E.N. nominal du système récepteur national*

A titre d'information, on signale que les administrations qui emploient la méthode des A.E.N. considèrent comme très souhaitable que les systèmes émetteur et récepteur nationaux servant à établir 90 % des communications réelles de départ et d'arrivée satisfassent dans chaque cas aux deux conditions suivantes:

— l'A.E.N. nominal du système émetteur national ne dépasse pas 2,8 Np ou 24 dB;

— l'A.E.N. nominal du système récepteur national ne dépasse pas 2,1 Np ou 18 dB.

Remarque 1. — Les valeurs (2,8 Np et 2,1 Np) pour les systèmes nationaux, à l'émission et à la réception, indiquées ci-dessus sont rapportées aux extrémités à deux fils du circuit international, tandis que les valeurs d'équivalent de référence recommandées dans l'Avis P.11 sont rapportées aux extrémités virtuelles du circuit international. Ces valeurs d'A.E.N. ne comprennent pas les variations probables, en fonction du temps, des équivalents des circuits interurbains qui entrent dans la constitution du système national.

Remarque 2. — Ces valeurs sont applicables aux valeurs d'A.E.N. qui se déduisent des valeurs déterminées, pour un système local, au Laboratoire du C.C.I.T.T. comme il est indiqué dans l'Avis P.45, avec en particulier un bruit de salle à la réception de 7 Np ou 60 dB pour les systèmes commerciaux et un bruit de fond électrique (caractérisé par une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts) injecté à l'entrée du système récepteur du S.R.A.E.N.

Remarque 3. — La méthode des A.E.N. ne tient pas compte de l'influence de l'effet local sur la puissance vocale des abonnés.

Les administrations ou exploitations privées qui désirent établir les projets de transmission, dans leur réseau national, sur la base des « indices de qualité de transmission » trouveront, dans l'Annexe 2 au tome IV du *Livre Vert*, des indications sur les corrections à apporter aux valeurs d'A.E.N. pour tenir compte de cet effet local à l'émission.

ANNEXE

(à l'Avis G.112 (P.12))

A.E.N. moyen des circuits locaux

Un circuit local peut être considéré comme un quadripôle inséré entre l'impédance du premier circuit interurbain, vue à travers les organes de la table interurbaine ou de l'autocommutateur interurbain, et l'impédance du système local (pont d'alimentation + ligne d'abonné + appareil d'abonné).

Pour une fréquence donnée, la perte introduite par un tel circuit est alors représentée par son « affaiblissement composite »[1] qui est la somme de l'affaiblissement sur images du circuit lui-même et d'autres termes représentant tous les effets dus aux réflexions introduites par la désadaptation entre l'impédance sur images du circuit et les impédances des terminaisons telles qu'elles sont définies ci-dessus.

D'après les travaux de l'Administration britannique, l'A.E.N. correspondant aux réflexions peut être représenté par la moyenne arithmétique des pertes par réflexions mesurées aux fréquences 500, 1000, 2000 et 3000 Hz.

D'autre part, l'A.E.N. moyen d'une ligne non pupinisée est mesuré par son affaiblissement sur images à 1500 Hz et un tel affaiblissement est sensiblement égal à la moyenne arithmétique des affaiblissements sur images aux autre fréquences précitées[2].

---

[1] En pratique, au lieu d'employer l'affaiblissement composite, on peut employer l'affaiblissement d'insertion.

[2] L'affaiblissement d'un circuit en câble non pupinisé est proportionnel à la racine carrée de la fréquence. Les fréquences 500, 1000, 2000, 3000 Hz se trouvent entre elles dans les rapports 1, 2, 4, 6 et leurs racines carrées dans les rapports 1, 1,41, 2, 2,45 dont la moyenne arithmétique est 1,72, c'est-à-dire à peu près la racine carrée de 3; en conséquence, cette moyenne correspond à une fréquence $3 \times 500 = 1500$ Hz.

En conséquence, on peut obtenir directement l'A.E.N. du circuit local, comprenant à la fois l'effet dû à son affaiblissement sur images et l'effet dû aux réflexions, en faisant la moyenne arithmétique des affaiblissements composites mesurés aux quatre fréquences susdites.

Etant donné que l'impédance des systèmes locaux est une grandeur très variable, on ne peut pas définir une valeur unique de l'A.E.N. moyen pour un circuit local, mais seulement une valeur moyenne obtenue en faisant la moyenne arithmétique de plusieurs valeurs, mesurées dans plusieurs conditions terminales (voir « C.C.I.F. — 1952/1954 — 4e C.E. — Document nº 32 », Annexe).

Pour chaque type de circuit local (défini par les caractéristiques électriques du circuit), l'A.E.N. moyen est proportionnel à la longueur du circuit, le coefficient de proportionnalité pouvant être *aisément défini* lorsqu'on dispose de trois ou quatre valeurs de l'indice susdit. Cette fonction a la forme:

$$i = K \times L \qquad (1)$$

où

i = A.E.N. moyen en népers ou décibels;

L = longueur du circuit local en kilomètres;

K = coefficient qui dépend du type de circuit local considéré, en népers par kilomètre, ou en décibels par kilomètre.

Pour déterminer, une fois pour toutes, les différentes valeurs du coefficient K, on pourrait mesurer l'affaiblissement composite de trois ou quatre longueurs différentes de chacun des types de circuits locaux utilisées dans un réseau particulier (éventuellement représentées par des lignes artificielles); à cet effet, on pourra employer la technique décrite dans le document 32 précité (voir aussi l'annexe 2 à la Question 10 dans le tome I*ter* du *Livre Jaune* du C.C.I.F., page 400) et une des méthodes de mesure de l'affaiblissement composite décrites dans le Supplément nº 1 de la IIIe partie du tome IV du *Livre Bleu*.

La relation (1) permet ensuite de calculer la valeur de l'A.E.N. moyen pour toute longueur et tout type de circuit local entrant dans la constitution du réseau national considéré.

AVIS G.113 (P.13) (modifié à Genève, 1964 et à Mar del Plata, 1968)

RÉDUCTIONS DE QUALITÉ DE TRANSMISSION ET BRUITS

A. Réduction de qualité de transmission

a) *due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises par le circuit interurbain*

On a effectué aux Etats-Unis d'Amérique des observations des répétitions dans des conversations et l'on a effectué des mesures de netteté dans divers laboratoires nationaux, ainsi qu'au Laboratoire du C.C.I.T.T. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe moyenne de la figure 1 pour évaluer la réduction de qualité de transmission causée par la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises par un circuit interurbain.

Cette courbe a pour équation $y=2\,(3{,}7-f)^2$, où y est la réduction de qualité de transmission (en décibels) due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises, et f est la fréquence (exprimée en kHz) pour laquelle l'équivalent du circuit dépasse de 10 décibels l'équivalent pour 1000 Hz.

Remarque. — La réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises, pour une chaîne de circuits interurbains nationaux ou pour une liaison entre deux centres internationaux comportant plusieurs circuits internationaux, ne s'obtient pas en additionnant les réductions de qualité de transmission individuelles. C'est la réduction de qualité de transmission du circuit qui transmet effectivement la bande de fréquences la plus étroite qu'il faut prendre en considération.

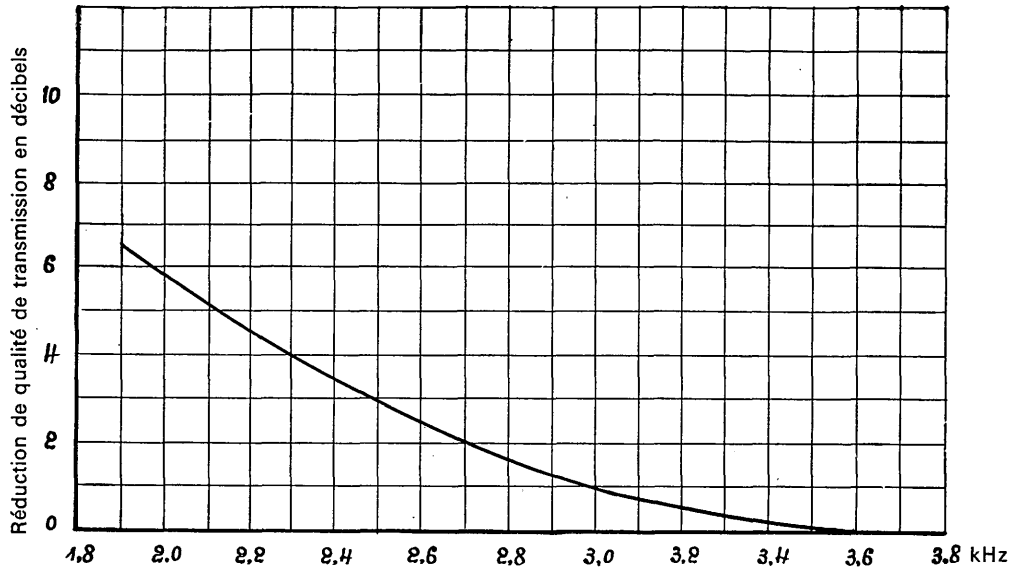


FIGURE 1. — **Réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises**

Remarque. — Les fréquences portées en abscisses sont les fréquences maxima effectivement transmises d'après la définition adoptée aux Etats-Unis d'Amérique, c'est-à-dire celles pour lesquelles l'affaiblissement dépasse de 10 décibels l'affaiblissement pour 1000 Hz.

b) *due au bruit de salle*

La méthode de mesure des A.E.N. fait intervenir l'effet du bruit de salle de 60 dB (spectre de Hoth) à la réception. En outre, l'Annexe 3 de la 2e partie du tome V du *Livre Rouge* donne des renseignements sur la méthode d'évaluation de la « réduction de qualité de transmission due au bruit de salle » qui a été utilisée aux Etats-Unis d'Amérique. Bien que les valeurs de réduction de qualité de transmission citées dans cette Annexe soient maintenant périmées, elle illustre l'effet défavorable, sur la transmission de la parole en téléphonie, d'un bruit de salle ayant un niveau élevé.

B. EFFET DU BRUIT DE CIRCUIT

Le C.C.I.T.T. émet l'avis que la valeur moyenne, exprimée en décibels et prise sur un grand nombre de communications mondiales (comprenant chacune six circuits internationaux), de la distribution de la valeur moyenne pendant une minute de la puissance de bruit ne doit pas dépasser —5 NmOp ou —43 dBmOp, rapportée à l'entrée du premier circuit de la chaîne des circuits internationaux.

---

[1] La courbe spectrale énergétique du bruit de salle utilisée dans les mesures d'A.E.N. est donnée par la figure 2. Les articles suivants fournissent des renseignements sur les bruits de salle dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques commerciaux:

1. A room-noise survey of business subscribers' telephone locations. *B.P.O. Research Report*, No. 8990, 1935.
2. Room noise at telephone locations. D. F. SEACORD, *Electrical Engineering*, Part I, *58*, 255, 1939.
3. Room-noise spectra at subscribers' telephone locations. D. F. HOTH, *Journal of the Acoustical Society of America*, *12*, 499, 1941.

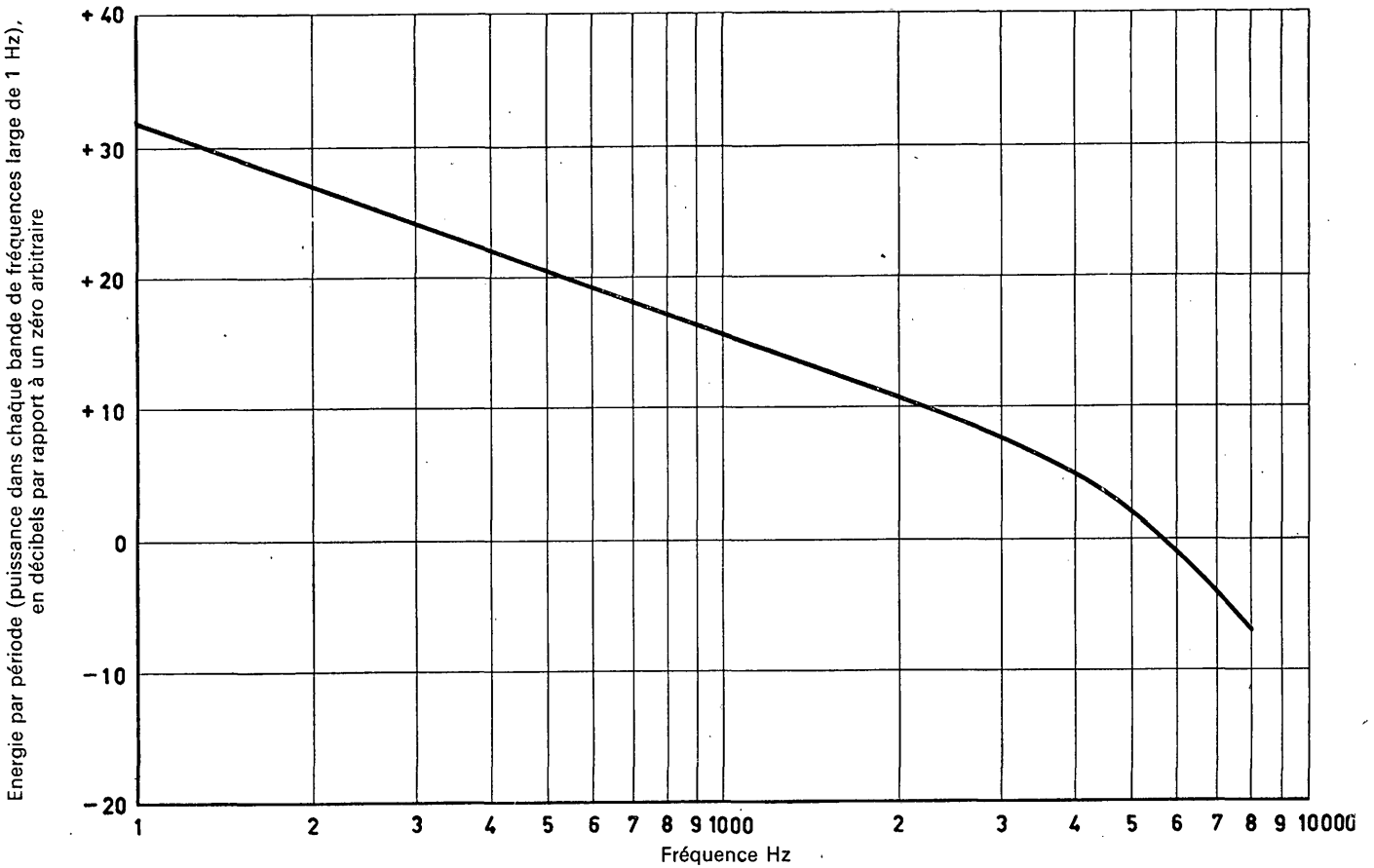


FIGURE 2. — **Courbe spectrale énergétique du bruit de salle produit dans la cabine d'écoute du Laboratoire du C.C.I.T.T.**

Cette courbe est conforme à la courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques, publiée par Hoth.

Les Annexes B, C et D (2e partie du tome V*bis* du *Livre Rouge*) décrivent la manière dont le C.C.I.T.T. a tenu compte de l'effet du bruit sur la qualité de transmission dans la planification du réseau international. La méthode appliquée ne fait pas intervenir explicitement de « réduction de qualité de transmission due au bruit de circuit ».

A titre d'information, la méthode appliquée aux Etats-Unis d'Amérique pour fixer des objectifs relatifs au bruit de circuit est décrite dans l'article suivant par D. A. LEWINSKI: A new objective for message circuit noise; *Bell System Technical Journal*, Volume XLIII, pp. 719-740, n° 2, mars 1964.

Remarque. — L'Annexe 2 de la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*, qui n'est plus à jour, doit être supprimée.

AVIS G.114 (P.14) (Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968)

TEMPS DE PROPAGATION MOYEN DANS UN SENS

A. LIMITES POUR UNE COMMUNICATION

Dans une communication téléphonique internationale, il est nécessaire de limiter le temps de propagation entre deux abonnés. A mesure que le temps de propagation augmente, les difficultés des abonnés augmentent et le taux d'accroissement de ces difficultés augmente également. Des renseignements pertinents, particulièrement en ce qui concerne l'alinéa b) ci-après, figurent dans la Bibliographie.

En conséquence, le C.C.I.T.T. *recommande* d'appliquer les limites suivantes pour le temps de propagation moyen dans un sens lorsqu'il existe des sources d'écho et que l'on utilise des suppresseurs d'écho appropriés:

a) 0 à 150 ms, acceptable.

Remarque. — On peut employer des suppresseurs d'écho de type ancien; ils doivent être modifiés si le temps de propagation dépasse 50 ms.

b) 150 à 400 ms, acceptable, pourvu que l'on prenne de plus en plus de précautions sur les communications lorsque le temps de propagation moyen dans un sens dépasse environ 300 ms et pourvu que l'on emploie des suppresseurs d'écho conçus pour des circuits à long temps de propagation.

c) Au-dessus de 400 ms, inacceptable. Des communications présentant de tels temps de propagation ne devraient être utilisées que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

Jusqu'au jour où des renseignements additionnels significatifs leur permettront de mieux déterminer des limites acceptables pour le temps de propagation, les administrations tiendront pleinement compte des données contenues dans les documents cités dans la Bibliographie pour choisir, parmi les différentes possibilités, les plans correspondant à des temps de propagation compris dans les limites indiquées à l'alinéa b) ci-dessus.

BIBLIOGRAPHIE

Livre Rouge du C.C.I.T.T., tome V*bis*, Annexe E (Etats-Unis).
Livre Rouge du C.C.I.T.T., tome V*bis*, Annexe F (Royaume-Uni).
Livre Rouge du C.C.I.T.T., tome V*bis*, Annexe 4 à la Question 6/XII (Italie).
Libre blanc du C.C.I.T.T., tome V, Suppléments nos 1 à 6.

BARSTOW, J. M.: Results of user reaction tests on communication via Early Bird satellite; *Progress in Astronautic Aeronautics, 19*, 1966, Academic Press, New York and London.

HELDER, G. K.: Customer evaluation of telephone circuits with delay; *Bell System Technical Journal, 45*, septembre 1966, pp. 1157-1191.

RICHARDS, D. L.: Transmission performance of telephone connexions having long propagation times; *Het P.T.T.-Bedrijf*, XV, nº 1/2, mai 1967, pp. 12-24.

KARLIN, J. E.: Measuring the acceptability of long delay transmission circuits used during the « Early Bird » transatlantic tests in 1965; *Het P.T.T.-Bedrijf*, mai 1967, pp. 25-31.

DE JONG, C.: Observations on telephone calls between the Netherlands and the U.S.A.; *Het P.T.T.-Bedrijf*, mai 1967, pp. 32-36.

HUTTER, J.: Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite; *P.O.E.E.J.*, Volume 60, p. 181, octobre 1967.

B. VALEURS POUR LES CIRCUITS

Lorsqu'on établit le plan général d'interconnexion à l'intérieur de ces limites, il faut tenir compte du temps de propagation dans un sens aussi bien sur les circuits de prolongement nationaux que sur les circuits internationaux.

a) *Circuits nationaux de prolongement*

Les artères principales du réseau national devraient être constituées au moyen de lignes à grande vitesse de propagation. Dans ces conditions, le temps de propagation entre le réseau international et l'abonné qui en est le plus éloigné dans un réseau national ne dépassera vraisemblablement pas:

(0,004 × distance en kilomètres) + 12 millisecondes
ou (0,0064 × distance en miles) + 12 millisecondes.

Dans ces formules, les coefficients 0,004 (ou 0,0064) reposent sur l'hypothèse que les circuits interurbains nationaux seront établis sur des lignes à grande vitesse de propagation (250 km/ms ou 155 miles/ms). Le terme constant de 12 ms tient compte des équipements terminaux et de la présence probable dans le réseau national d'une certaine quantité de câbles chargés (par exemple trois couples d'équipements de modulation de voie plus environ 160 km de câbles à charge H88/36). Pour un pays d'étendue moyenne, le temps de propagation dans un sens sera inférieur à 18 millisecondes.

b) *Circuits internationaux*

Les circuits internationaux utiliseront des systèmes à grande vitesse de propagation; il convient d'adopter, pour l'établissement des plans, les valeurs suivantes pour le temps de propagation dans un sens (ou pour la vitesse):

1. *Lignes de Terre* (comprenant les lignes terrestres et les câbles sous-marins)

160 km par milliseconde (100 miles par milliseconde).

Cette valeur de la vitesse de propagation contient une marge pour tenir compte des équipements de multiplexage terminaux et intermédiaires susceptibles d'être mis en œuvre dans une ligne de transmission.

2. *Liaisons par satellites*

On a les valeurs suivantes pour le temps de propagation moyen dans un sens entre les stations terriennes de deux systèmes typiques de communication par satellite à un bond:

Satellite à 14 000 km (8700 miles) d'altitude	110 ms
Satellite à 36 000 km ou 22 500 miles d'altitude	260 ms

Ces temps de propagation ne contiennent pas de marge pour tenir compte de la distance comprise entre les stations terriennes et les points où la liaison par satellite peut être soit prolongée par d'autres lignes internationales, soit commutée sur d'autre circuits internationaux ou d'autres circuits de prolongement nationaux. On doit tenir compte de ces temps de propagation supplémentaires dans l'établissement des plans. Les distances à prévoir entre les stations terriennes dépendent non seulement de l'altitude des satellites mais aussi des orbites et de la position des satellites par rapport aux stations terriennes. Il faut tenir compte exactement de ces paramètres dans les applications particulières.

Compte tenu de la valeur du temps de propagation moyen dans un sens pour des circuits établis sur des systèmes par satellites à grande altitude, il est souhaitable d'imposer certaines restrictions d'acheminement à l'utilisation de ces circuits. La section 3 de l'Avis Q.13 contient des renseignements détaillés sur ces restrictions.

Remarque. — Le temps de propagation dont il s'agit ci-dessus est le «temps de propagation de groupe» tel qu'il est défini dans le *Répertoire des définitions* de l'U.I.T. (n° 04-17); les valeurs sont calculées à une fréquence d'environ 800 Hz.

AVIS P.15 (modifié à Genève, 1964) [1]

DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE

Les différences admissibles, pour une chaîne mondiale de 12 circuits établis chacun sur une seule liaison en groupe primaire, entre la valeur minimale du temps de propagation de groupe, dans toute la bande des fréquences transmises, et le temps de propagation de groupe aux limites inférieure et supérieure de cette bande de fréquences sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

	Limite inférieure de la bande des fréquences	Limite supérieure de la bande des fréquences
	ms	ms
Chaîne internationale	30	15
Chacune des chaînes nationales à quatre fils	15	7,5
Ensemble de la chaîne à quatre fils	60	30

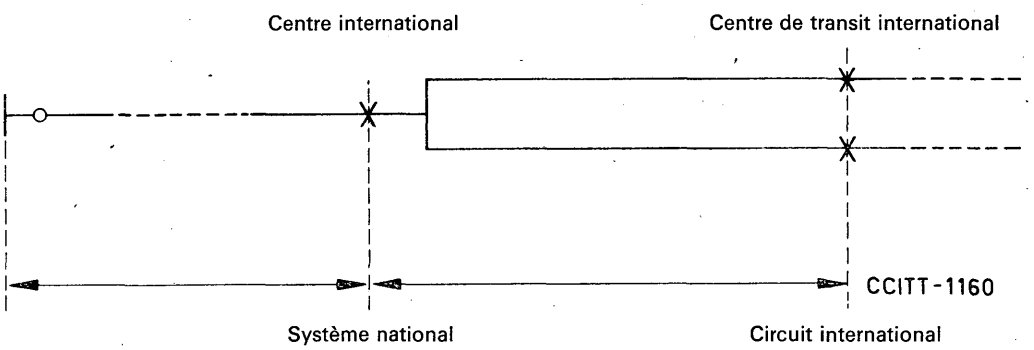
Des valeurs typiques du temps de propagation de groupe à plusieurs fréquences, pour une chaîne de 12 circuits en tandem, sont données dans l'Avis G.232 (tome III du *Livre Blanc*).

[1] Identique à l'Avis G.133 (tome III du *Livre Blanc*).

1.2 Caractéristiques générales des systèmes nationaux faisant partie de communications internationales [1]

La présente sous-section groupe les recommandations que les systèmes nationaux doivent respecter pour assurer une qualité convenable aux communications internationales.

Les principes exposés dans ces recommandations s'appliquent également au cas où un circuit international est commuté en deux fils à une de ses extrémités dans un centre international, cas qui peut se présenter pendant la période de mise en application du plan de transmission du C.C.I.T.T. La figure suivante illustre ce cas.



AVIS G.120 (P.20) [2]

CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES RÉSEAUX NATIONAUX

A. Application dans les réseaux nationaux des avis du C.C.I.T.T. relatifs a la qualité de la transmission téléphonique

Les éléments d'un réseau national susceptible d'intervenir dans une communication internationale doivent permettre de satisfaire aux recommandations générales suivantes:

1. Les systèmes émetteur et récepteur nationaux doivent satisfaire aux limites recommandées:

— dans l'Avis G.121 (P.21) pour l'équivalent de référence;

— dans l'Avis G.133 (P.15) pour la distorsion de temps de propagation de groupe;

— dans l'Avis G.122 pour l'affaiblissement d'équilibrage et les affaiblissements des circuits;

— dans l'Avis G.123 pour les bruits de circuit.

---

[1] Dans cette sous-section, les Avis G.120 (P.20) et G.121 (P.21) font aussi partie du tome V.

[2] Ancien Avis P.21 des tomes V et V*bis* du *Livre Rouge*, modifié à Mar del Plata, 1968; ne figurait pas dans le tome III du *Livre Blanc*. Les avis (série G) cités dans ce texte se trouvent dans le tome III du *Livre Blanc*; on a aussi indiqué les références (série P) de ceux qui se trouvent également dans le tome V du *Livre Blanc*.

Remarque. — Il est également intéressant de se reporter aux Avis G.112 (P.12) et G.113 (P.13).

2. Les circuits interurbains à grande distance, faisant partie des artères principales du réseau national, doivent être des circuits à grande vitesse de propagation permettant de satisfaire aux limites de l'Avis G.114 (P.14). Ils doivent également satisfaire aux Avis G.151 et G.152.

Les circuits chargés doivent satisfaire à l'Avis G.124 et les circuits à courants porteurs à très courte distance à l'Avis G.125.

3. Les circuits interurbains nationaux doivent avoir des caractéristiques qui permettent de satisfaire aux Avis G.131, G.132 et G.134 de la section 1 du tome III du *Livre Blanc* pour les autres caractéristiques de la « chaîne à quatre fils » formée par les circuits téléphoniques internationaux et par les circuits interurbains nationaux de prolongement.

4. Les centres internationaux doivent satisfaire à l'Avis G.142 du tome III du *Livre Blanc*.

Les centraux automatiques nationaux à quatre fils doivent satisfaire aux limites de bruit de l'Avis G.123, C.

Les centraux téléphoniques interurbains manuels doivent satisfaire à l'Avis P.22.

Des indications sur la qualité de transmission des centraux locaux automatiques se trouvent dans la partie II du chapitre V (Transmission) du manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique.*

B. Plan national de transmission

Chaque administration est libre de choisir la méthode de spécification de la qualité de transmission qu'elle juge appropriée et de fixer les limites correspondantes pour assurer une qualité satisfaisante aux communications nationales, étant entendu qu'en outre la recommandation du C.C.I.T.T. relative aux équivalents de référence (Avis G.121-P.21) doit être satisfaite par les communications internationales.

Remarque. — Pour satisfaire à cette double condition, relative aux communications nationales et aux communications internationales, chaque administration est amenée à établir un plan national de transmission, c'est-à-dire à fixer des limites pour chaque partie du réseau national. Le Supplément n° 7 au tome V du *Livre Blanc* décrit les plans de transmission appliqués dans divers pays. A titre d'information, l'annexe ci-après donne quelques indications sur des méthodes qui peuvent être appliquées pour établir un tel plan. Des indications sur les méthodes de planification des réseaux nationaux sont également données, à titre d'information, dans le chapitre V, Transmission, du manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique.*

ANNEXE

(à l'Avis G.120 (P.20))

Indications au sujet de l'organisation d'un réseau téléphonique national

a) *Organisation générale et nomenclature* (voir le chapitre V, Transmission, du manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique*, pp. 4-5).

b) *Choix d'une méthode de spécification de la qualité de transmission*

Diverses méthodes sont employées dans certains pays pour assurer aux communications nationales une qualité de transmission jugée satisfaisante par exemple:

— le Supplément n° 8 au tome V du *Livre Blanc* (ancienne Annexe 1 du tome V du *Livre Rouge*, pp. 167-173) décrit les méthodes, fondées sur des essais d'opinion, employées par l'Administration du Royaume-Uni;

— la « pratique nord-américaine pour les conditions de transmission d'un réseau national » est décrite sous ce titre dans le Supplément n° 7 au tome V du *Livre Blanc*.

— une autre section du même supplément décrit l'application dans le réseau national du Japon de la méthode des A.E.N. qui est décrite dans l'Avis P.12 (G.112).

Toutefois, le procédé le plus simple, employé par beaucoup d'administrations, consiste à fixer pour les communications nationales des limites d'équivalent de référence, puisque de toute façon cette méthode doit être appliquée aux communications internationales. Une fois que l'on connaît les équivalents de référence, à l'émission et à la réception, de chaque type de poste d'abonné utilisé dans un pays, on peut calculer l'équivalent de référence de n'importe quelle communication (ou partie de communication) par les procédés indiqués dans le chapitre V du manuel *Réseaux locaux* (section 5 et Annexe 3).

c) *Amélioration de la qualité de transmission dans les réseaux existants*

Dans les réseaux téléphoniques existants, il est important d'améliorer la qualité de transmission pour les postes défavorisés ayant un fort trafic et spécialement international. Diverses méthodes peuvent être utilisées à cet effet, par exemple:

1) On peut employer des répéteurs sur les lignes d'abonné, les circuits de jonction dans les réseaux des grandes villes et les circuits locaux.

Remarque. — Ces répéteurs peuvent être soit des répéteurs à deux fils du type classique, soit des répéteurs (dipôles ou quadripôles) à impédance négative. Dans chaque cas, on doit vérifier si la stabilité de la transmission reste suffisante.

2) On peut classer les capsules microphoniques et les capsules réceptrices en plusieurs qualités et placer les capsules de meilleure qualité sur les postes desservis par les lignes ayant le plus grand affaiblissement, et inversement.

3) On peut employer des postes téléphoniques spécialement conçus pour des lignes d'abonné particulièrement longues. Ces postes peuvent comporter un amplificateur à l'émission.

AVIS G.121 (P.21) (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE DES SYSTÈMES NATIONAUX

A. Définition

Par définition les extrémités virtuelles du système national sont les points (théoriques) où il se trouve connecté aux extrémités virtuelles des circuits téléphoniques internationaux, c'est-à-dire les points a et b de la figure 1 de l'Avis G.111 (P.11) et de la figure de l'Avis G.122.

Tous les équivalents de référence spécifiés dans le présent avis sont rapportés aux extrémités virtuelles d'un circuit international, dans le CT3 s'il s'agit d'un pays d'étendue moyenne.

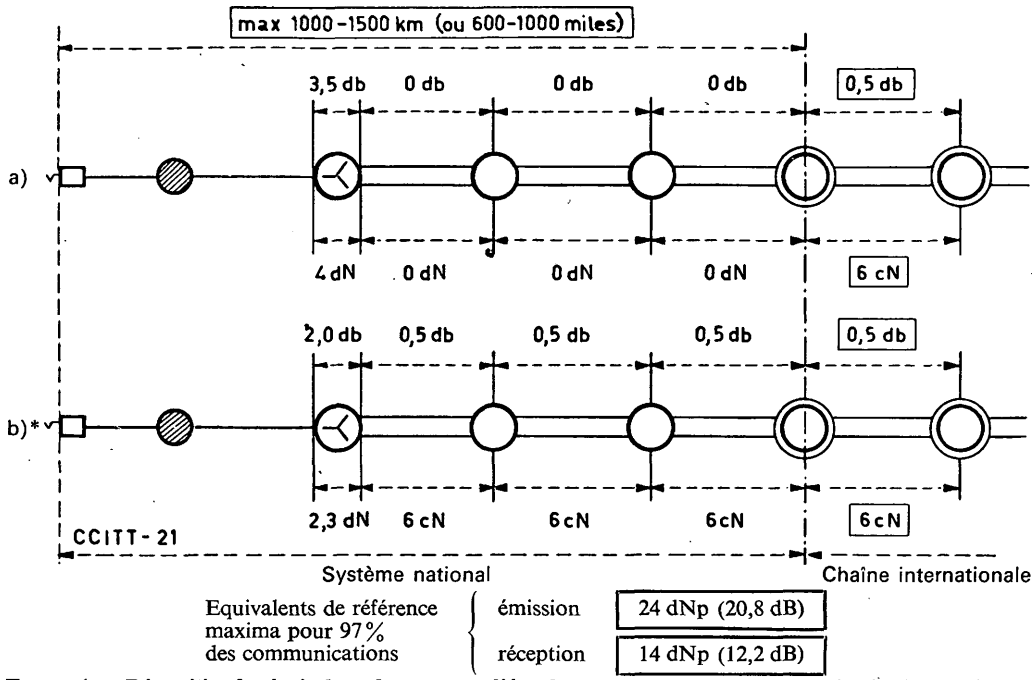


FIGURE 1. — **Répartition des équivalents dans un pays d'étendue moyenne, pour une communication internationale**

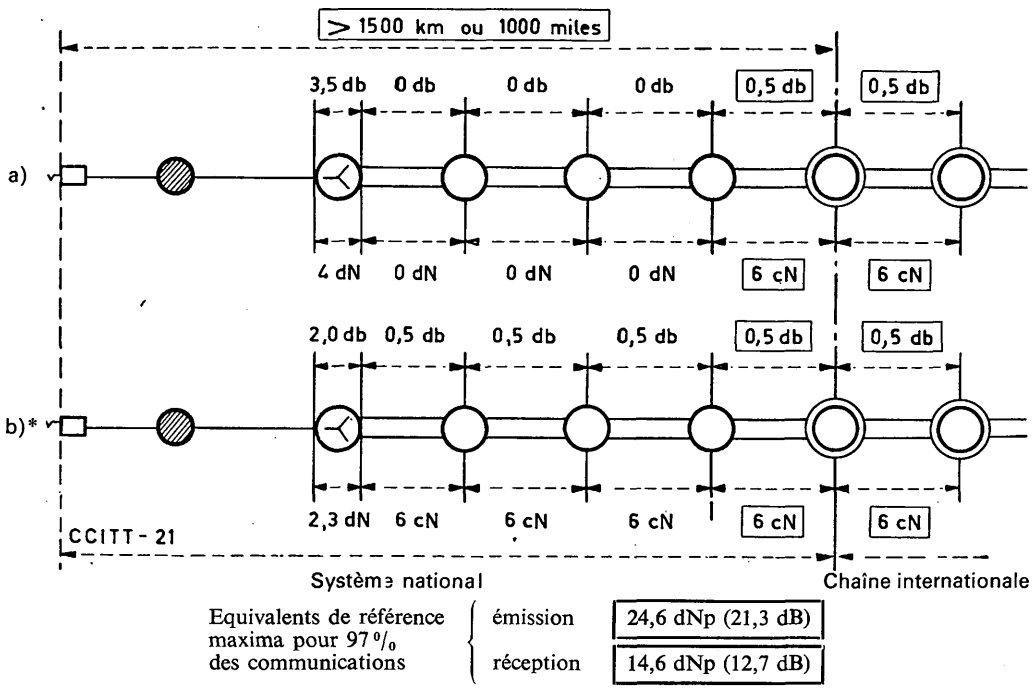


FIGURE 2. — **Répartition des équivalents dans un pays de grande étendue, pour une communication internationale**

* Répartition théorique des affaiblissements nominaux, que l'on peut réaliser par exemple au moyen de compléments de ligne escamotables.

B. Valeurs maximales des équivalents de référence nominaux a l'émission et a la réception

A titre provisoire, les systèmes émetteur et récepteur nationaux servant à établir 97 % des communications réelles de départ ou d'arrivée dans un pays d'étendue moyenne (au sens de l'Avis G.101, B, b) doivent dans chaque cas satisfaire aux deux conditions suivantes:

— l'équivalent de référence nominal du système émetteur entre un abonné et le premier circuit international ne doit pas dépasser 24 dNp (20,8 dB);

— l'équivalent de référence nominal du système récepteur entre les deux mêmes points ne doit pas dépasser 14 dNp (12,2 dB).

Dans un pays de grande étendue, ces limites sont portées respectivement à 24,6 dNp (21,3 dB) et 14,6 dNp (12,7 dB) si un quatrième circuit national fait partie de la chaîne à quatre fils, 25,2 dNp (21,8 dB) et 15,2 dNp (13,2 dB) si cinq circuits nationaux font partie de la chaîne à quatre fils.

Dans les figures 1 et 2, les nombres encadrés sont des valeurs recommandées par le C.C.I.T.T.; les autres ne sont données qu'à titre d'exemples de dispositions possibles dans le cadre de l'Avis G.122.

Remarque 1. — Il est possible que, dans certains réseaux existants qui ont été construits conformément aux anciennes Recommandations du C.C.I.F. (voir l'Appendice à la section 1), on ne puisse pas immédiatement satisfaire aux limites de 24 dNp et 14 dNp, mais on devrait essayer de s'y conformer à l'occasion d'une réorganisation des réseaux ou de l'introduction d'un nouveau type de poste téléphonique.

Remarque 2. — Le pourcentage de 97 % est provisoire et il est souhaitable d'appliquer une valeur plus élevée quand on établit les plans de nouveaux réseaux.

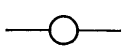
Remarque 3. — Les valeurs indiquées pour les équivalents de référence nominaux des systèmes nationaux comprennent les différences systématiques entre les efficacités du poste d'abonné à l'émission et à la réception et leurs valeurs nominales; toutefois, elles ne comprennent pas les variations en fonction du temps de l'affaiblissement des différentes parties du système national, ni les variations fortuites des valeurs d'équivalent de référence déterminées par des méthodes subjectives.

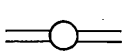
C. Equivalents de référence minimaux

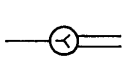
Les administrations doivent veiller à ne pas surcharger les systèmes de transmission internationaux si elles réduisent les affaiblissements de leur réseau national interurbain.

Légende des figures 1 et 2

Poste d'abonné


Centre de commutation à deux fils


Centre de commutation à quatre fils


Centre de commutation avec termineur [1]

Centre local

Centre international

[1] On peut d'autre part utiliser un complément de ligne escamotable pour compenser des affaiblissements du côté deux fils, à condition que les limites données dans l'Avis G.122, A pour la stabilité et l'affaiblissement soient respectées.

Cet aspect du problème demande à être étudié séparément avant qu'une recommandation précise puisse être formulée.

Dans certains pays, un équivalent de référence à l'émission très faible peut être rencontré lorsque des postes téléphoniques sans régulation sont utilisés. La puissance des courants vocaux provenant des postes d'opératrice et envoyés sur les circuits internationaux ne doit pas non plus être trop élevée.

D. Détermination des équivalents de référence d'un système national

Pour s'assurer que les limites indiquées concernant les équivalents de référence ne sont pas dépassées, les administrations et exploitations privées peuvent utiliser diverses méthodes. Par exemple, on peut constituer des maquettes représentant respectivement les principales combinaisons d'appareils téléphoniques commerciaux d'abonné, de lignes d'abonné, de circuits de jonction et d'organes de centraux urbains et interurbains, chacune de ces maquettes représentant un système émetteur national complet ou un système récepteur national complet qui sont comparés, dans une mesure téléphonométrique, au Nouveau Système Fondamental pour la détermination des équivalents de référence (NOSFER) ou à un système étalon de travail comparé au NOSFER ou au S.F.E.R.T.

On peut aussi se borner à mesurer l'équivalent de référence de l'appareil dans certaines conditions spécifiées; on ajoute à cet équivalent de référence la différence systématique entre l'efficacité réelle de l'appareil d'abonné considéré et la valeur nominale de cette efficacité, l'équivalent de référence de la ligne d'abonné, les affaiblissements sur images (calculés ou mesurés à 800 Hz ou à une autre fréquence appropriée) des circuits locaux ou interurbains reliant cet appareil au centre international et les affaiblissements composites (mesurés ou calculés à 800 Hz sur une résistance non réactive de 600 ohms) des organes de centraux téléphoniques situés sur la liaison entre cet appareil et le centre international (y compris les organes du central desservant l'abonné et les organes du centre international).

Mais en tout cas, il est nécessaire de vérifier les résultats des calculs au moyen d'une mesure téléphonométrique effectuée sur des maquettes représentant les systèmes émetteur et récepteur nationaux complets les plus typiques.

Les administrations peuvent avoir besoin, pour les plans de transmission des réseaux locaux, de calculer l'équivalent de référence d'une ligne d'abonné, défini comme il est indiqué dans la remarque 1.

Le C.C.I.T.T. conseille aux administrations qui ne disposent pas elles-mêmes de nombreux résultats de mesure d'appliquer les méthodes de calcul décrites dans l'Annexe 3 au chapitre V du manuel *Réseau téléphoniques locaux* (la méthode décrite au paragraphe 6 de cette annexe est également applicable avec circuits de jonction et avec circuits locaux).

Il est entendu que, dans tous les cas, les administrations qui disposent des moyens nécessaires pour évaluer l'équivalent de référence des divers type de lignes qu'elles utilisent, en présence des types d'appareils téléphoniques employés dans leur réseau, peuvent continuer à appliquer les méthodes simples de calcul qu'elles ont déjà mises au point.

Remarque 1. — On admet que l'équivalent de référence d'une ligne d'abonné a la même valeur q à l'émission et à la réception, définie par

$$q = Q - Q_0 \qquad (1)$$

où Q est l'équivalent de référence global de cette ligne et d'un poste d'abonné,

Q_0 est l'équivalent de référence du même poste, sans ligne;

on suppose que les précautions nécessaires sont prises pour évaluer séparément l'effet des variations du courant d'alimentation.

Remarque 2. — La partie b) de la Question 7/XVI est relative à l'influence éventuelle de l'emplacement du point de niveau relatif zéro dans un réseau national sur les valeurs effectives des équivalents de référence du système émetteur national et du système récepteur national.

Remarque 3. — Le NOSFER a remplacé le Système Fondamental de Référence (S.F.E.R.T.) qui était encore utilisé au Laboratoire du C.C.I.T.T. avant le transfert du Laboratoire dans le nouveau bâtiment de l'U.I.T. Le NOSFER et les autres systèmes pour la détermination des équivalents de référence sont décrits dans l'Avis P.42 (tome V du *Livre Blanc*).

E. Equivalent de référence de l'effet local

On doit éviter tout ce qui pourrait réduire encore la qualité de transmission des communications qui atteignent les limites d'équivalent de référence et de bruit.

Des essais ont montré que dans ces conditions défavorables il serait souhaitable que l'équivalent de référence de l'effet local (pour la parole) soit au moins égal à 2 népers ou 17 dB.

En fait, on ne peut atteindre cette valeur qu'en employant des réseaux additionnels qui augmentent le coût de la ligne et ne sont justifiés que dans le cas d'abonnés qui doivent souvent échanger des conversations dans ces conditions très défavorables. Dans la plupart des cas, on devrait s'attendre à rencontrer des valeurs allant de 0,8 à 1,2 néper (7 à 10,5 dB).

Remarque 1. — Un effet local intense (correspondant à une petite valeur de l'équivalent de référence de l'effet local) réduit la qualité de transmission de deux façons. A l'émission, l'abonné qui entend ses propres paroles à un niveau élevé est tenté de parler bas; à la réception, le bruit de salle qui pénètre par la fuite acoustique entre l'écouteur et l'oreille sur laquelle il est appliqué est capté par le microphone et transmis par la voie d'effet local à l'écouteur et à l'oreille de l'abonné qui écoute, ce qui augmente le bruit total qui est reçu par cet abonné.

Remarque 2. — Même si la valeur de 2 Np ou 17 dB est atteinte, les administrations peuvent juger utile de fixer une limite au bruit de salle (voir l'Avis G.113-P.13).

AVIS G.122 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

INFLUENCE DES RÉSEAUX NATIONAUX SUR LA STABILITÉ ET L'ÉCHO DANS LES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES

La partie nationale d'une communication internationale se présente, par rapport aux extrémités virtuelles *a* et *b* du premier circuit international, selon le schéma de la figure 1.

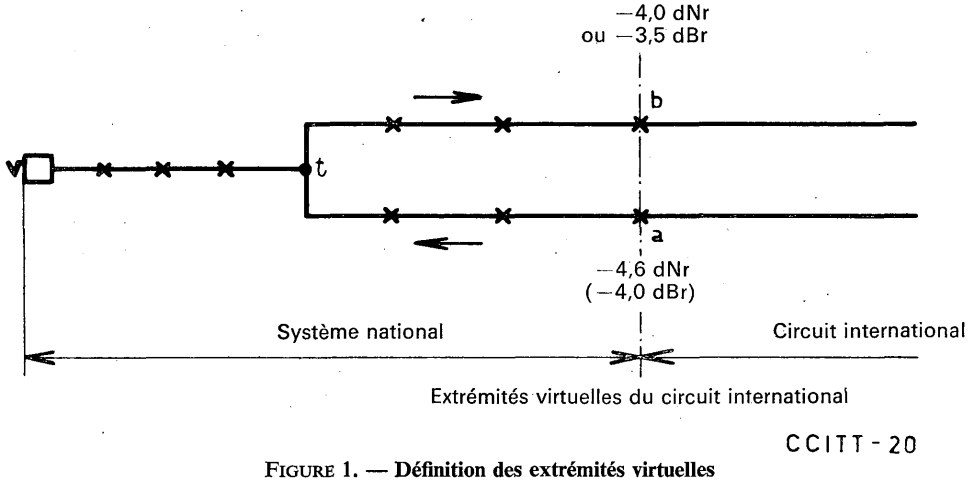


FIGURE 1. — **Définition des extrémités virtuelles**

L'affaiblissement du trajet *a–t–b* (comprenant les deux affaiblissements *a–t* et *t–b*, et l'affaiblissement d'équilibrage au termineur *t* est important à deux points de vue:

a) il conditionne la marge de la chaîne à quatre fils à l'égard de l'instabilité; à ce point de vue, la valeur minimale de l'affaiblissement *a–t–b* dans la bande de 0 à 4 kHz constitue la valeur caractéristique;

b) il conditionne la protection contre les échos qui peuvent circuler sur la chaîne à quatre fils, et il convient de noter que le fonctionnement des suppresseurs d'écho conçus pour les communications à long temps de propagation est perturbé lorsque l'affaiblissement *a–t–b* est faible. Du point de vue de l'écho, la valeur moyenne non pondérée du rapport de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz doit être provisoirement considérée comme étant la quantité qui caractérise l'affaiblissement *a–t–b*.

L'affaiblissement d'équilibrage présenté à un termineur correspond à la partie de l'affaiblissement total introduit par le termineur, entre les voies d'émission et de réception, et qui est imputable au degré d'adaptation entre les impédances de bouclage des bornes « circuit à deux fils » et des bornes « équilibreur » du termineur, soit Z_2 et Z_B respectivement. On l'obtient approximativement en exprimant, en unités de transmission, l'inverse du coefficient de réflexion (courant ou tension) entre ces deux impédances:

$$\left| \frac{Z_2 - Z_B}{Z_2 + Z_B} \right|$$

Lorsque les impédances de bouclage, côté quatre fils (émission et réception) du termineur, sont aussi égales à Z_B, et lorsque les transformateurs sont parfaits, la formule indiquée est exacte.

A. AFFAIBLISSEMENT DU TRAJET *a–t–b* AU POINT DE VUE DE LA STABILITÉ; AFFAIBLISSEMENT DES CIRCUITS NATIONAUX DE PROLONGEMENT

a) Pour assurer une stabilité adéquate aux communications internationales, il convient que l'affaiblissement mesuré ou calculé entre les extrémités virtuelles *a* et *b* de la figure 1,

le long du trajet *a–t–b* dans le réseau national, ait une valeur au moins égale à $(6 + n)$ dB ou $(7 + 1{,}2\ n)$ dNp, n étant le nombre de circuits à quatre fils de la chaîne nationale.

Cette condition devrait être respectée à toute fréquence de la bande comprise entre 0 et 4 kHz.

Lorsqu'on fait cette mesure ou ce calcul, on peut admettre que les circuits ont un affaiblissement égal à sa valeur nominale à 800 Hz. Il convient de tenir compte de toutes les conditions de terminaison rencontrées en exploitation normale.

Remarque. — La stabilité des communications téléphoniques internationales en dehors de la bande des fréquences effectivement transmises (c'est-à-dire au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 3400 Hz) dépend des affaiblissements suivants aux fréquences considérées:

— affaiblissement d'équilibrage aux termineurs;
— affaiblissement des termineurs;
— affaiblissement des circuits à quatre fils.

On trouvera dans le tableau ci-après une estimation de l'affaiblissement supplémentaire minimal susceptible de se produire aux fréquences supérieures et inférieures à celles de la bande de 300 à 3400 Hz:

Affaiblissement nominal minimum du trajet a–t–b dans toutes les conditions normales d'exploitation susceptibles d'être rencontrées en dehors de la bande effectivement transmise

Intervalle de fréquence (Hz)	Affaiblissement par rapport à la valeur à 800 Hz
Au-dessous de 100	Au moins égal à 4 dB (4,6 dNp)
100 – 200	Au moins égal à 1 dB ou 1,1 dNp
200 – 300	Au moins égal à 0 dB (0 dNp)
Au-dessus de 3400	Au moins égal à 0 dB (0 dNp)

Il convient de noter que ces valeurs minimales supposent:

— un affaiblissement d'équilibrage nul dans le termineur, c'est-à-dire aucun *gain* d'équilibrage. On pourrait rencontrer un gain d'équilibrage en pratique si, par exemple, un appareil téléphonique à impédance inductive était relié par une ligne d'abonné courte à un termineur équipé d'un équilibreur capacitif;
— l'emploi de termineurs du type transformateur ayant les caractéristiques d'un filtre passe-haut, ce qui peut ne pas être le cas des termineurs du type à résistance;
— l'existence de circuits nationaux de prolongement à quatre fils n'introduisant aucun gain relatif au-dessus et en dessous de la bande 300-3400 Hz. Il se peut que tel ne soit pas le cas pour les circuits à fréquences vocales non compensés à l'extrémité basse fréquence, ou pour les circuits égalisés.

b) Pour le calcul (par exemple, pour vérifier si un plan de transmission particulier est acceptable), on peut supposer que la valeur moyenne de l'affaiblissement du trajet *a–t–b* pour la distribution des communications réelles est de $(10 + n)$ dB ou $(11{,}4 + 1{,}2\ n)$ dNp dans la bande de 300 à 3400 Hz (aux fréquences extérieures à cette bande, cette valeur peut être augmentée des quantités indiquées dans le tableau de la remarque du paragraphe a) et que les valeurs de cet affaiblissement dans toute la bande sont distribuées autour de la valeur moyenne avec un écart type de $(6{,}25 + 4\ n)^{1/2}$ dB ou $(8{,}3 + 5{,}3\ n)^{1/2}$ dNp. La distribution effective n'est pas normale, mais on peut admettre qu'elle l'est, pour faciliter les calculs. Cette hypothèse comporte une grande marge de sécurité; c'est en se fondant sur elle que les graphiques de la figure de l'Avis G.131-A ont été établis.

La moyenne et l'écart type mentionnés ci-dessus tiennent compte des éléments suivants:

1) somme des valeurs nominales des affaiblissements *a–t* et *t–b*;
2) variation de ces affaiblissements en fonction du temps, en supposant une corrélation unité entre les variations dans les deux sens pour le même circuit;
3) écart, par rapport à la valeur nominale, de la valeur moyenne des affaiblissements des circuits;
4) moyenne et écart type de la répartition des affaiblissements d'équilibrage au termineur *t*, cette répartition étant en principe déterminée pour toutes les communications réelles établies dans le réseau national.

c) Lorsqu'elles auront à formuler de nouveaux plans nationaux d'acheminement et de transmission pour des communications internationales, les administrations sont encouragées à prendre comme objectif, pour l'affaiblissement du trajet *a–t–b* avec la distribution des communications réelles, une valeur moyenne d'au moins $(10 + n)$ dB ou $(11{,}4 + 1{,}2\ n)$ dNp.

d) On peut respecter la limite recommandée sous a) en imposant, par exemple, les conditions simultanées suivantes au réseau national:

1) la somme des affaiblissements nominaux dans chaque sens de transmission *a–t* et *t–b*, mesurés entre l'entrée à deux fils du termineur *t* et l'une ou l'autre des extrémités virtuelles du circuit international, *a* ou *b*, doit être au moins égale à $(4 + n)$ dB ou $(4{,}4 + 1{,}2\ n)$ dNp. Il n'est pas nécessaire que les deux quantités *a–t* et *t–b* soient égales, ce qui autorise l'emploi d'un gain différentiel sur le réseau national. Cette dernière pratique peut être nécessaire pour satisfaire aux clauses de l'Avis G.121-B, mais elle entraîne que les équivalents en service terminal de la chaîne à quatre fils complétée par les termineurs peuvent être différents pour les deux sens de transmission. Lorsqu'on choisit la valeur nominale de l'affaiblissement *t–b*, on doit dans tous les cas garder présent à l'esprit le paragraphe C de l'Avis G.121 relatif à l'équivalent de référence à l'émission minimal à imposer à chaque chaîne nationale pour éviter tout risque de surcharge dans le réseau international;
2) l'affaiblissement d'équilibrage du point de vue de la stabilité, au termineur *t*, doit avoir une valeur au moins égale à 2 dB ou 2,4 dNp dans toutes les conditions de terminaison rencontrées en exploitation normale.

e) L'objectif recommandé sous c) pourrait être atteint si, en plus de la condition prévue sous d).1, la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage du point de vue de la stabilité au termineur était au moins égale à 6 dB ou 7 dNp, ces valeurs se rapportant à la répartition des communications réelles.

Remarque 1. — L'annexe 5 au chapitre V du Manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique* décrit quelques méthodes proposées, et dans certains cas utilisées avec succès, pour améliorer l'affaiblissement d'équilibrage.

Remarque 2. — L'Avis G.131-A indique les risques d'amorçage des communications internationales si les recommandations ci-dessus sont respectées. On peut voir que, même dans la période transitoire actuelle où les répartitions des affaiblissements d'équilibrage du point de vue de la stabilité ne peuvent atteindre qu'une valeur moyenne de 3 dB ou 3,5 dNp et un écart type de 1,5 dB ou 1,7 dNp, la stabilité des communications internationales est encore acceptable, et que par conséquent on peut commencer à mettre en œuvre le plan de transmission décrit dans la section 1 de la première partie de cet ouvrage sans attendre que l'ensemble des réseaux nationaux soit complètement amélioré en ce qui concerne l'affaiblissement d'équilibrage.

Remarque 3. — L'attention est attirée sur la remarque 3 de l'Avis G.141-A relative à l'affaiblissement nominal des circuits à quatre fils de faible longueur.

Remarque 4. — L'attention est attirée sur l'Avis Q.32 (tome VI) relatif aux mesures à adopter pour assurer la stabilité des communications internationales pendant les périodes d'établissementet de libération d'une communication.

B. Affaiblissement du trajet *a–t–b* au point de vue de l'écho

a) On a admis provisoirement que l'affaiblissement du trajet *a–t–b* au point de vue de l'echo a une valeur moyenne au moins égale à $15 + n$ dB ou $17{,}3 + 1{,}2\ n$ dNp avec un écart type par rapport à la valeur moyenne, de $(15{,}25 + 4\ n)^{1/2}$ dB ou $(20{,}13 + 5{,}3\ n)^{1/2}$ dNp, n étant le nombre de circuits à quatre fils de la chaîne nationale.

b) L'affaiblissement du trajet *a–t–b* au point de vue de l'écho est provisoirement défini comme étant l'expression, en unités de transmission, de la valeur moyenne non pondérée du rapport de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz.

Une méthode commode et suffisamment précise pour calculer la valeur moyenne du rapport de puissance dans cette bande consiste à diviser cette bande selon cinq ordonnées équidistantes et à appliquer la règle d'intégration numérique des trapèzes. Cela implique le calcul du quart de la somme des rapports de puissance aux fréquences ci-après, multipliés par les coefficients indiqués:

500 Hz, coefficient = ½
1000 Hz, coefficient = 1
1500 Hz, coefficient = 1
2000 Hz, coefficient = 1
2500 Hz, coefficient = ½

c) La limite provisoire indiquée au précédent paragraphe a) peut être réalisée dans les conditions suivantes, données à titre d'exemple: la valeur moyenne de la somme des affaiblissements *a–t* et *t–b*, au point de vue de l'écho, serait au moins égale à $4 + n$ dB, ou $4{,}4 + 1{,}2\,n$ dNp, avec un écart type par rapport à la moyenne ne dépassant pas $(6{,}25 + 4\,n)^{1/2}$ dB ou $(8{,}3 + 5{,}3\,n)^{1/2}$ dNp; l'affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho, au termineur *t*, serait au moins égal à 11 dB ou 12,7 dNp, avec un écart type par rapport à la moyenne ne dépassant pas 3 dB ou 3,5 dNp.

AVIS G.123 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

BRUITS DE CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX NATIONAUX

A. Bruits induits par des lignes électriques

La force électromotrice psophométrique correspondant aux bruits dus à l'induction magnétique et/ou à l'influence électrique de l'ensemble des lignes électriques agissant sur une ou plusieurs parties de la chaîne des lignes téléphoniques qui relient le poste d'abonné au centre international dont il dépend, ne devrait pas dépasser 1 millivolt, cette valeur étant déterminée aux bornes de « ligne » du poste d'abonné (considéré à la réception) dans l'hypothèse que les installations de télécommunication insérées dans cette chaîne sont symétriques par rapport à la terre, cette symétrie étant aussi parfaite que possible, conformément à la technique la plus moderne de construction des appareils.

Même dans le cas de lignes parfaitement symétriques, l'introduction d'installations présentant un déséquilibre trop important par rapport à la terre peut faire apparaître un bruit inadmissible aux bornes du récepteur de l'abonné.

Dans la pratique, on peut généralement déterminer, dans chaque réseau national, des centres de commutation tels qu'un certain nombre de lignes y aboutissant (lignes en câble établies conformément aux spécifications du C.C.I.T.T.) sont pratiquement exemptes de bruit dû à l'action de lignes électriques voisines. Il suffit alors d'effectuer les calculs des forces électromotrices psophométriques provenant de l'ensemble des lignes électriques agissant sur une ou plusieurs parties de la chaîne des lignes téléphoniques qui relient un tel centre au poste d'abonné.

B. Bruits provenant des systèmes de transmission

a) *Circuits nationaux de prolongement faisant partie de la chaîne à quatre fils*

1. *Circuits à très grande distance* (environ 2500 à 25 000 km)

Si un circuit de prolongement de plus de 2500 km est utilisé dans un pays de grande étendue, il doit satisfaire à toutes les recommandations applicables à un circuit international de même longueur (Avis G.153).

2. *Circuits à grande distance* (environ 250 à 2500 km)

Ces circuits doivent satisfaire à l'Avis G.152. En raison de leur longueur limitée, dans un pays d'étendue moyenne, leur contribution au bruit total sur une communication est également limitée (voir, à titre d'exemple, la communication fictive de référence de la figure 1 de l'Avis G.103).

b) *Circuits nationaux à moyenne distance*

Ces circuits (ayant une longueur d'environ 25 à 250 km) peuvent faire partie de la chaîne à quatre fils, ou bien lui être connectés par commutation en deux fils. Les objectifs de bruit applicables à des systèmes destinés spécialement à procurer de tels circuits sont à l'étude (Question 24/XV).

c) *Circuits à très courte distance*

Voir l'Avis G.125.

C. Bruit dans un central automatique national a quatre fils [1]

a) *Définition d'une « connexion à travers un central »*

Les conditions auxquelles doit satisfaire le bruit dans un central automatique national à quatre fils sont définies par référence à une « connexion à travers ce central ». On entend par cette expression la paire de fils correspondant à un sens de transmission et reliant le point d'entrée d'un circuit qui arrive au central au point de sortie d'un autre circuit qui en part. Ces points d'entrée et de sortie sont souvent pris à la table de coupure.

b) *Puissance moyenne de bruit au cours d'une longue durée*

1) Limites de la puissance *psophométrique* du bruit introduit lors de la traversée d'un central national à quatre fils. — La puissance psophométrique moyenne du bruit au cours de l'heure chargée, mesurée sur une « connexion » à travers un central automatique national à quatre fils et rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne doit pas dépasser 200 pW (soit un niveau de −67 dBm0.

2) Limites de la puissance de bruit *non pondérée* introduite lors de la traversée d'un central national à quatre fils. — Les limites de la puissance de bruit non pondérée au cours de l'heure chargée, mesurée dans les mêmes conditions qu'au paragraphe 1 ci-dessus, sont définies comme suit:

La puissance de bruit non pondérée en un point de niveau relatif zéro ne doit pas dépasser 100 000 pW, soit un niveau de −4,6 Nm0 ou −40 dBm0.

Remarque. — On doit mesurer le bruit non pondéré avec un dispositif ayant une courbe de réponse uniforme dans toute la bande de 30 à 20 000 Hz.

c) *Bruit impulsif*

(A l'étude dans le cadre de la Question 8/XI.)

D. Limite pour le bruit dû a un système national

La planification du réseau doit être telle que la puissance de bruit appliquée au réseau international et attribuable aux systèmes émetteurs nationaux satisfasse aux limites découlant de la règle suivante:

La puissance psophométrique du bruit appliquée par le système émetteur national en un point de niveau relatif zéro du premier circuit international ne doit pas dépasser la plus petite des deux quantités $(400 + L)$ ou $(7000 + 2L)$ pWp, L étant la longueur totale en

[1] Conformément à l'Avis Q.31, les limites recommandées sont les mêmes que dans l'Avis Q.45 (tome VI du *Livre Blanc*).

kilomètres des systèmes à grande distance à multiplexage par répartition en fréquence de la chaîne nationale. Les quantités correspondantes rapportées à l'extrémité virtuelle d'émission sont 1800 + 1,8 L et 3100 + 0,9 L pWp.

La manière dont on parvient à cette règle est expliquée en annexe.

Remarque. — La question d'une règle analogue pour la puissance de bruit engendrée dans les systèmes récepteurs nationaux est encore à l'étude (Question 9/C). Un problème qui s'est déjà posé dans certains réseaux nationaux, au sujet du sens de réception, est que, lorsque les affaiblissements sont réduits, le bruit de circuit devient plus perceptible, en particulier durant les périodes où il n'y a pas de conversation. C'est ce qui se produit notamment dans le cas de pays de grande étendue dans lesquels la contribution au bruit provenant des systèmes de ligne est élevée. Dès lors, si une administration se trouve dans cette situation et, se conformant à un avis concernant les niveaux nationaux de puissance du bruit, améliore par la suite la qualité de transmission, par exemple, en introduisant la commutation en quatre fils dans ses centraux d'ordre inférieur, elle se trouvera peut-être dans une situation plus défavorable en ce qui concerne le bruit. Il s'ensuit qu'il importe de maintenir un équilibre approprié entre le bruit et l'affaiblissement.

ANNEXE

(à l'Avis G.123)

Limite pour le bruit dû à un système national

1. Il est souhaitable d'imposer une limite à la puissance du bruit qui prend naissance dans un réseau national sous forme du niveau apparaissant aux extrémités virtuelles, c'est-à-dire aux points convenus de jonction entre le réseau national et le réseau international. Cela n'est possible qu'à la condition que l'on ait admis quelque répartition particulière des affaiblissements à l'intérieur du réseau national. La solution consiste à adopter une communication de référence convenue afin de spécifier des niveaux maximaux de puissance du bruit provenant de sources nationales, rapportés à l'extrémité virtuelle du circuit international.

2. Pour tenir compte de la manière dont les réseaux nationaux sont construits, il est approprié d'exprimer la limite de bruit sous la forme $A + BL$, A étant une valeur fixe résultant du bruit de centraux et du bruit provenant des systèmes multiplex à courte distance, B étant une tolérance correspondant à un taux de bruit par unité de longueur, provenant des systèmes multiplex à grande distance, et L étant la longueur totale de ces derniers systèmes dans la partie nationale d'une communication internationale. Deux expressions de ce genre sont nécessaires, l'une pour les pays d'étendue moyenne et l'autre pour les pays de grande étendue (au sens de l'Avis G.121).

3. Cette solution, relativement simple dans le cas du système émetteur national, sert à limiter la valeur du bruit injecté dans la communication internationale.

4. *Pays d'étendue moyenne* (la distance entre un CT3 et le central local le plus éloigné est inférieure ou égale à 1500 km)

La figure 1 représente la chaîne fictive de référence établie dans ce cas pour le système émetteur national [1]. On admet que le circuit reliant le central local au centre primaire est établi sur un système à courants porteurs, avec multiplexage par répartition en fréquence, pour courtes distances et qu'il est exploité avec un affaiblissement nominal de 3 dB. Conformément à l'Avis G.125 on admet que la puissance maximale de bruit sur ce circuit est de 2000 pW en un point de niveau relatif zéro. Comme il est envisagé dans l'Avis G.125, on suppose également que le circuit reliant le centre primaire au centre secondaire est établi sur un système à courants porteurs, avec multiplexage par répartition en fréquence, pour courtes distances.

On suppose que le taux de bruit en ligne, pour les deux circuits interurbains à grande distance, est de 4 pW/km et que la longueur de ligne totale correspondant à ces deux circuits ($L_1 + L_2$ dans la figure 1) est voisine de la limite de 1500 km qui définit arbitrairement un pays d'étendue moyenne

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — Les valeurs de bruit qui apparaissent sur cette figure sont des valeurs maximales; voir aussi la partie correspondante de la figure 1 de l'Avis G.103.

LIMITE POUR LE BRUIT DÛ A UN SYSTÈME NATIONAL

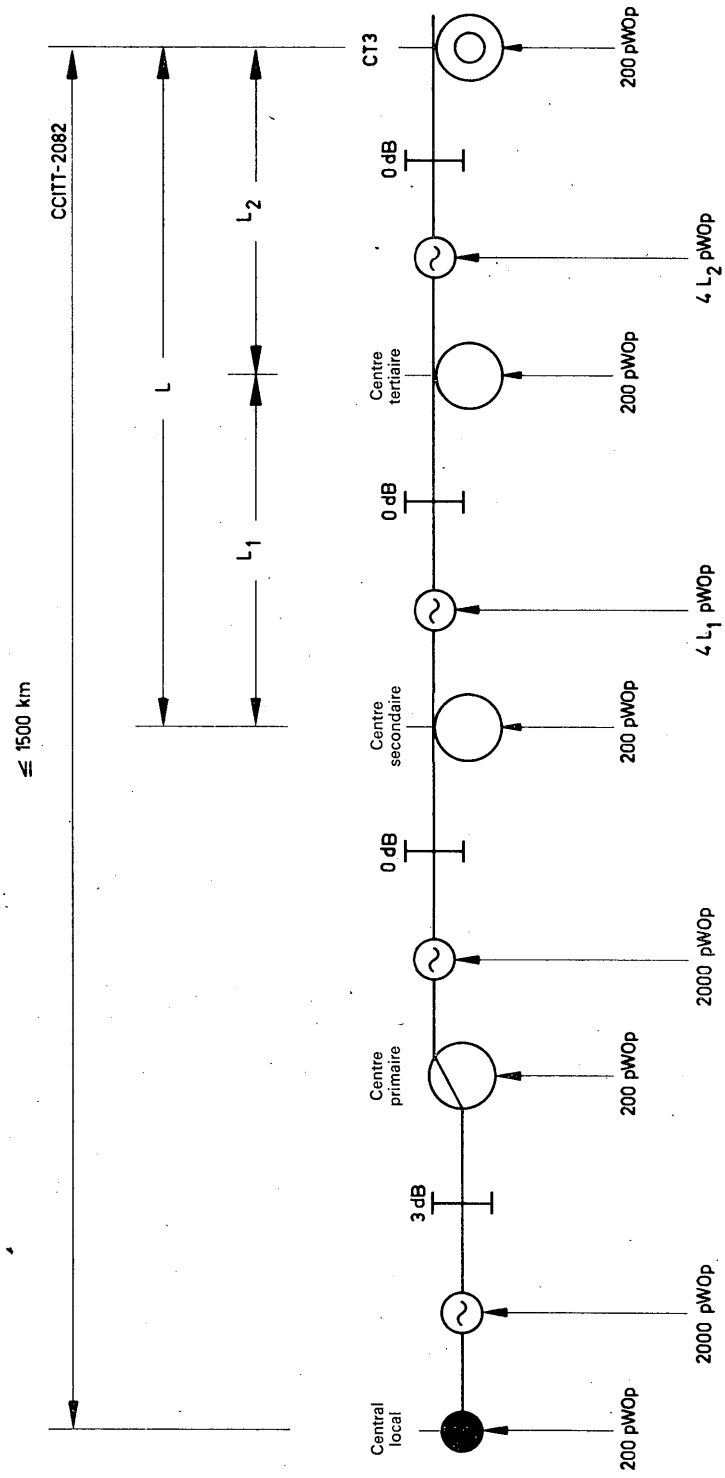
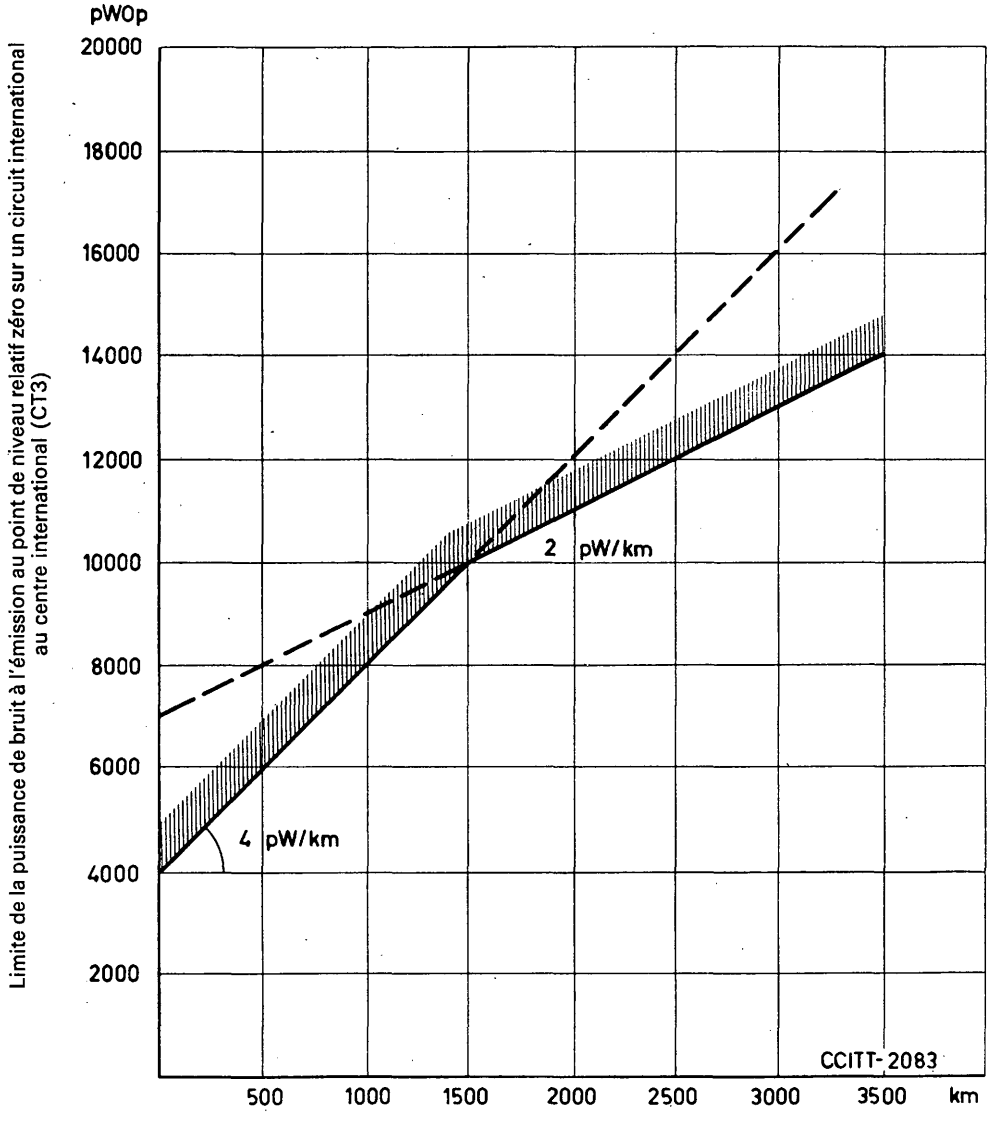


FIGURE 1

LIMITE POUR LE BRUIT DÛ A UN SYSTÈME NATIONAL



Longueur totale des systèmes nationaux à courants porteurs à grande distance, avec multiplexage par répartition en fréquence

FIGURE 2

dans l'Avis G.121. On suppose donc que la distance couverte par les deux systèmes à courte distance ne représente qu'une faible proportion de la longueur totale du système national complet.

Conformément à l'Avis G.123-C ou Q.31, on suppose que chaque central introduit une puissance de bruit de 200 pW0.

La puissance de bruit totale, rapportée à un point de niveau relatif zéro sur le premier circuit international au CT3, est la suivante (on additionne les valeurs des puissances de bruit rencontrées successivement en se dirigeant de la droite vers la gauche):

$200 + 4\,L_2 + 200 + 4\,L_1 + 200 + 2000 + 200 + \frac{1}{2}\,(2000) + \frac{1}{2}\,(200) = 3900 + 4\,L$ pW0 où $L = L_1 - L_2$. Ce résultat peut être arrondi, pour des raisons de commodité, à $4000 + 4\,L$ pW0.

Cette formule convient aux valeurs de L inférieures ou égales à 1500 km; pour cette distance, elle conduit à une puissance de 10 000 pW0.

5. *Pays de grande étendue*

Lorsque L dépasse 1500 km, les circuits à grande distance supplémentaires du réseau national doivent, en principe, être réalisés conformément aux normes internationales. Certains pays de grande étendue, en particulier, ont estimé nécessaire de prévoir, lors de la planification de leurs systèmes nationaux, des puissances de bruit inférieures à 4 pW/km.

Il est commode d'admettre une valeur de 2 pW/km, plus ou moins conforme à la pratique adoptée dans l'un de ces pays de grande étendue et aux indications données dans l'Avis G.153.

La règle applicable aux pays de grande étendue est indiquée dans la figure 2 où la droite $4000 + 4\,L$ passe par le point de coordonnées 1500 km, 10 000 pW. On trace une droite dont la pente est de 2 pW/km et qui passe par le même point; son ordonnée à l'origine est de 7000 pW. La formule applicable aux pays de grande étendue est en conséquence $7000 + 2\,L$ pW0. (Pour simplifier, on n'a pas tenu compte de l'affaiblissement nominal de 0,5 dB pour le dernier circuit national.)

AVIS G.124 (Genève, 1964)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS INTERURBAINS EN CÂBLES CHARGÉS, SUSCEPTIBLES D'ÉCOULER DES CONVERSATIONS INTERNATIONALES

A. Constitution des circuits interurbains nationaux; temps de propagation de groupe

Les artères principales du réseau national devraient être constituées au moyen de lignes à grande vitesse de propagation, pour qu'il soit possible de satisfaire aux limites de l'Avis G.114. Dans cet avis, on a toutefois tenu compte de la présence probable dans le réseau national d'une certaine quantité de câbles chargés (par exemple environ 160 km de câbles à charge H 88/36).

B. Distorsion d'affaiblissement

Pour les projets de réseaux futurs, les circuits reliant les centres internationaux aux centraux urbains doivent être capables de transmettre effectivement la bande de fréquences allant de 300 à 2400 Hz.

La distorsion d'affaiblissement de ces circuits reliant les centres internationaux aux centraux urbains ne doit pas accroître sensiblement la distorsion d'affaiblissement de la chaîne internationale; en conséquence, dans le cas où ces circuits sont chargés, il y a lieu de faire choix d'une fréquence de coupure suffisamment élevée.

C. Caractéristique des câbles

Les circuits interurbains nationaux, susceptibles d'écouler des conversations internationales, peuvent être des circuits à quatre fils ou parfois des circuits à deux fils. Le C.C.I.T.T. recommande aux administrations et exploitations privées téléphoniques des différentes nations, dans la construction de leur réseau de câbles chargés interurbains pour le service intérieur, de suivre de préférence les directives énoncées dans l'Avis G.543.

AVIS G.125 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS NATIONAUX ÉTABLIS SUR DES SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS POUR TRÈS COURTES DISTANCES

Les circuits à courants porteurs très courts (environ 3 à 25 km) qui sont susceptibles de faire partie de communications internationales doivent, en ce qui concerne la distorsion d'affaiblissement, permettre de satisfaire aux recommandations de l'Avis G.132. Ces circuits doivent transmettre tous les types de signaux (par exemple, parole, données, facsimilé) que l'on peut normalement s'attendre à rencontrer, compte tenu des recommandations du C.C.I.T.T., sur une telle partie de communication.

A. Systèmes analogiques [1]

a) *Bruit de circuit*

1. *Objectif*

Dans l'hypothèse où le nombre des circuits faisant partie d'une communication internationale, qui sont établis sur des systèmes à courants porteurs pour très courtes distances, peut être limité à quatre, c'est-à-dire deux pour chacun des réseaux nationaux extrêmes, le C.C.I.T.T. estime que l'objectif suivant serait satisfaisant au point de vue de la qualité des communications internationales.

La valeur moyenne pour l'ensemble des voies d'un même système de la puissance psophométrique moyenne en un point de niveau relatif zéro ne devrait pas dépasser 500 pW pendant une heure quelconque.

2. *Valeurs réalisables actuellement*

Dans l'état actuel de la technique, et compte tenu de considérations économiques, le C.C.I.T.T. peut seulement émettre la recommandation suivante:

La valeur moyenne pour l'ensemble des voies d'un même système de la puissance psophométrique moyenne en un point de niveau relatif zéro ne doit pas dépasser 1000 pW pendant une heure quelconque. En aucun cas, la valeur maximale de cette puissance moyenne sur une heure ne doit dépasser 2000 pW pour une voie quelconque du système.

Ces valeurs tiennent compte des effets de diaphonie.

Remarque. — Dans toute la mesure du possible on ne devrait pas employer des systèmes satisfaisant seulement aux clauses de bruit du paragraphe a) 2 dans des communications internationales, surtout s'il s'agit du circuit le plus rapproché de l'abonné, c'est-à-dire du circuit local allant du centre primaire au central local.

[1] Il s'agit des systèmes classiques à multiplexage par répartition en fréquence et des systèmes à répartition dans le temps sans codage.

Des systèmes satisfaisant à l'objectif du paragraphe a) 1 pourraient être employés pour établir soit le circuit local, soit l'un des circuits interurbains à quatre fils, soit les deux.

B. Systèmes numériques

Le cas de ces systèmes est à l'étude.

1.3 Caractéristiques générales de la « chaîne à quatre fils » formée par les circuits téléphoniques internationaux et par les circuits nationaux de prolongement

La présente sous-section indique les caractéristiques globales recommandées pour la chaîne à quatre fils définie dans l'Avis G.101-B.

AVIS G.131 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

STABILITÉ ET ÉCHOS

A. Stabilité de la transmission téléphonique

Les affaiblissements nominaux des circuits internationaux étant fixés, les principaux autres facteurs qui affectent la stabilité de la transmission téléphonique sur des communications établies par commutation sont les suivants:

- les variations de l'affaiblissement des circuits en fonction du temps et selon les circuits (Avis G.151-C);
- la distorsion d'affaiblissement des circuits (Avis G.151-A);
- la répartition des affaiblissements d'équilibrage pour la stabilité (Avis G.122-A).

On a calculé la stabilité de communications internationales et à l'aide des résultats obtenus, on a établi un graphique (fig. 1) montrant la proportion de communications (parmi toutes les communications possibles) qui présenteront probablement une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3,5 dNp (3 dB) en fonction du nombre de circuits dont se compose la chaîne à quatre fils et des valeurs moyennes de l'affaiblissement d'équilibrage que l'on peut supposer. Bien entendu, la proportion de communications réellement établies qui présenteront une stabilité inférieure ou égale aux valeurs considérées sera beaucoup plus petite.

En interprétant la signification des courbes indiquant la proportion de communications qui auront probablement une stabilité de 3,5 dNp (3 dB) ou moins, on devra tenir compte du fait que les chaînes les plus compliquées comprendront certainement un circuit muni d'un suppresseur d'écho; dans ce cas, la stabilité durant la conversation sera beaucoup plus élevée.

Les présents calculs reposent sur les hypothèses simplificatrices suivantes:

a) Les circuits nationaux sont ajoutés à la chaîne internationale en respectant l'Avis G.122-A.

b) L'écart type de l'affaiblissement parmi les circuits internationaux établis sur des groupes primaires équipés de régulation automatique du gain est de 12 cNp ou 1 dB. Ceci concorde avec les hypothèses de l'Avis G.122-A, b, et les résultats de la 10e série de mesures de la Commission d'études IV indiquent que l'on se rapproche de l'objectif visé (13 cNp ou 1,1 dB était l'écart type des données relevées et la proportion des groupes primaires internationaux non régulés décroît de manière significative).

c) Les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission sont en corrélation complète.

d) L'écart de la valeur moyenne de l'affaiblissement par rapport à la valeur nominale est nul. On ne dispose que de peu de renseignements, jusqu'ici, sur les circuits internationaux dont la maintenance s'effectue entre bornes à quatre fils.

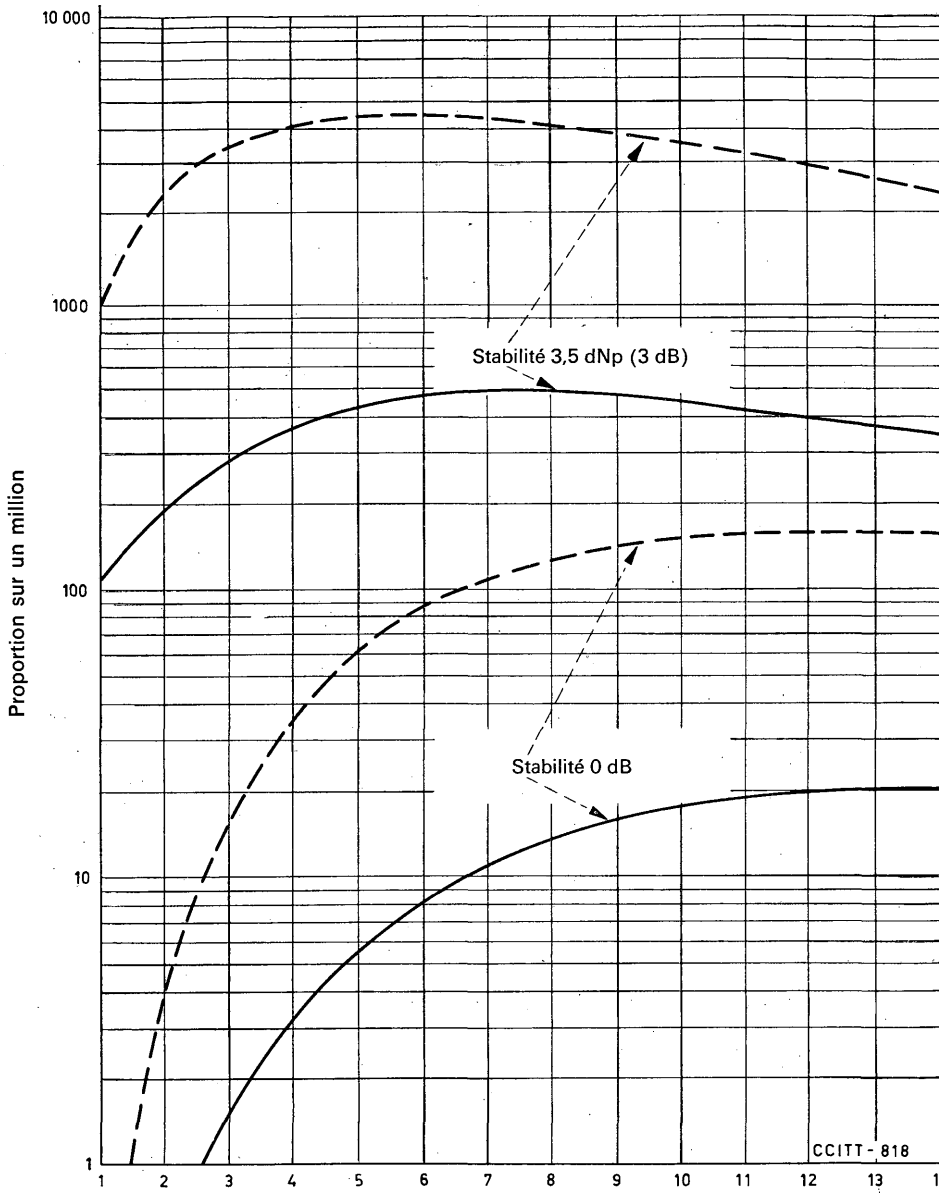


FIGURE 1. — **Proportion de communications possibles présentant une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3 dB**

e) On n'a pas tenu compte des variations et distorsions introduites par les centraux nationaux et internationaux.

f) La variation de l'affaiblissement des circuits à des fréquences autres que la fréquence de mesure est la même qu'à la fréquence de mesure.

g) On n'a pas tenu compte de la distorsion d'affaiblissement. Ceci semble justifiable parce que de faibles valeurs d'affaiblissement d'équilibrage se présentent aux extrémités de la bande transmise et sont, de la sorte, associées à des valeurs plus élevées de l'affaiblissement.

h) Toutes les distributions sont gaussiennes.

Compte tenu de ces hypothèses, on peut conclure que les avis du C.C.I.T.T. constituent un tout logique et que, s'ils sont observés et si la norme de maintenance fixée pour la variation d'affaiblissement des circuits est obtenue, il ne devrait pas y avoir de problèmes d'instabilité dans le plan de transmission. Il est évident également que ceux des réseaux qui ne peuvent présenter un affaiblissement d'équilibrage meilleur que 3,5 dNp en moyenne, avec un écart type de 1,7 dNp (3 dB; 1,5 dB) présentent peu de risques de compromettre sérieusement la stabilité des communications internationales en ce qui concerne l'amorçage d'oscillations. Cependant, la distorsion au voisinage immédiat du point d'amorçage et les effets d'écho qui peuvent en résulter ne justifient pas que l'on se satisfasse de cette situation.

Les détails des calculs sont donnés dans le supplément n° 1 au présent ouvrage.

B. Limitation des échos

Les circuits principaux d'un réseau téléphonique moderne qui écoule des communications internationales sont des circuits à courants porteurs à grande vitesse de transmission sur paires symétriques ou coaxiales ou sur faisceaux hertziens; aucun suppresseur d'écho n'est normalement utilisé sur ces circuits, à moins qu'il ne s'agisse de communications comportant de très longs circuits internationaux. En règle générale, des suppresseurs d'écho sont rarement nécessaires dans les réseaux nationaux, mais ils peuvent l'être même dans le service intérieur pour des pays de grande étendue. On peut également avoir besoin de suppresseurs d'écho sur des circuits en câbles chargés (circuits à faible vitesse de transmission) utilisés pour des communications internationales.

On peut limiter les échos de deux façons: ou bien en réglant l'équivalent de la chaîne de circuits à quatre fils de manière telle que les courants d'écho soient suffisamment affaiblis (ce qui suppose implicitement une valeur donnée et immuable de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho) ou bien en installant un suppresseur d'écho.

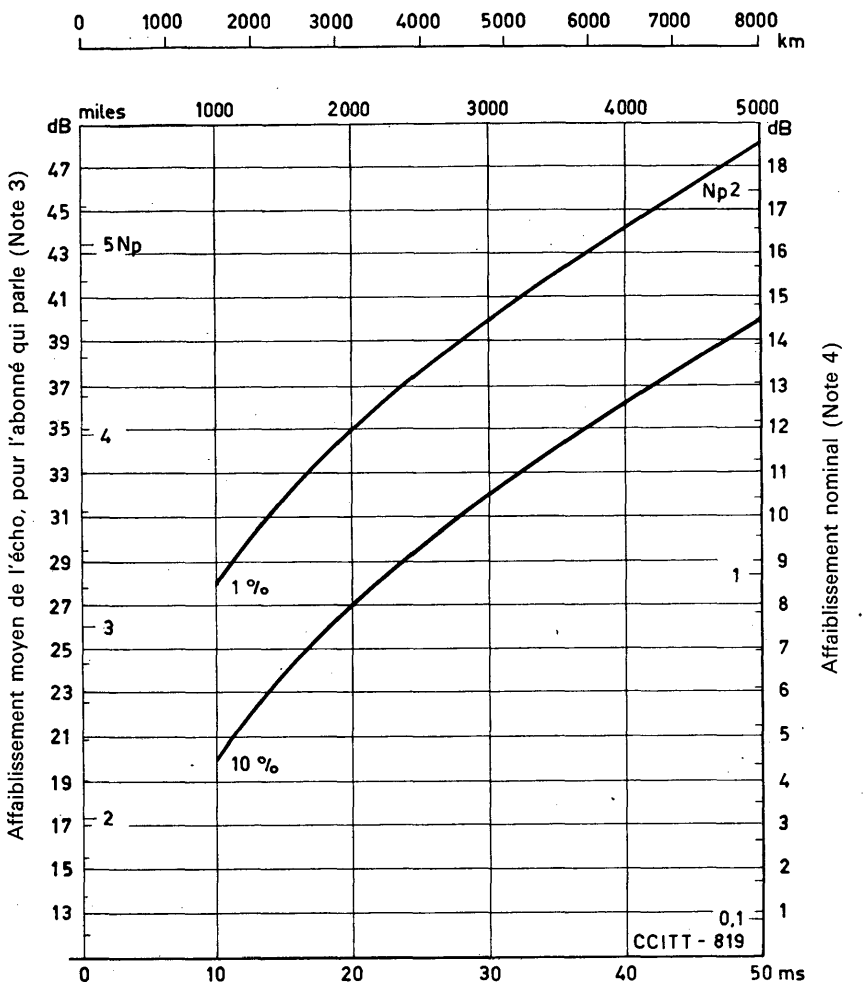
a) *Réglage de l'équivalent*

Les courbes de la figure 2 indiquent la valeur minimale de l'équivalent, mesuré ou calculé entre les extrémités à deux fils des lignes d'abonné dans les centraux locaux extrêmes d'une communication, qu'il faut introduire pour ne pas être obligé de recourir à un suppresseur d'écho. L'affaiblissement est indiqué en fonction du temps de propagation moyen dans un sens. On a ajouté une échelle des distances, qui suppose une vitesse de propagation de 160 km/ms; si une partie quelconque de la chaîne comporte des circuits à faible vitesse de transmission, il convient d'employer l'échelle des temps de propagation. La façon dont cette courbe a été obtenue est expliquée dans le supplément n° 2 au présent ouvrage.

Les courbes s'appliquent à une chaîne de circuits à grande distance interconnectés en quatre fils, mais on peut également les employer pour des circuits interconnectés en deux fils, si l'on a pris les précautions voulues pour assurer un bon affaiblissement d'adaptation aux points d'interconnexion, en deux fils, par exemple une valeur moyenne de 31 dNp ou 27 dB, avec un écart type de 3,5 dNp ou 3 dB.

ÉCHOS

(Note 2)



Note 1. — Les pourcentages indiqués correspondent à la probabilité de rencontrer un écho gênant.

Note 2. — Pour tracer les échelles des distances, on a admis une vitesse de propagation de 160 km/ms ou 100 miles/ms.

Note 3. — L'affaiblissement moyen de l'écho, pour la personne qui parle, est défini ici comme la somme des valeurs moyennes d'affaiblissement dans les deux sens de transmission entre les extrémités à deux fils des lignes d'abonné dans les centraux locaux extrêmes, augmentée de la valeur moyenne de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho, à l'extrémité où se trouve la personne qui écoute.

Note 4. — L'affaiblissement nominal est défini ici comme l'affaiblissement nominal entre les extrémités à deux fils des lignes d'abonné dans les centraux locaux extrêmes en admettant a) qu'il n'y a pas de différence entre la valeur nominale et la valeur moyenne; b) que l'affaiblissement nominal est le même dans les deux sens de transmission et c) que la valeur moyenne de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho, à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, est de 12,7 dNp (11 dB).

Note 5. — Dans le tracé des courbes de tolérance, on a supposé que la chaîne à quatre fils comprenait neuf circuits à quatre fils.

FIGURE 2. — **Courbes de tolérance à l'écho**

Pour les circuits internationaux réservés au service terminal entre deux pays (voir l'appendice qui décrit l'ancien plan), le C.C.I.T.T. ne recommande qu'une valeur maximale de l'affaiblissement nominal. La valeur minimale à partir de laquelle le circuit est exempt d'échos intolérables peut être déterminée en se servant des courbes. Si on trouve que cette valeur est supérieure au maximum recommandé, il convient d'employer un suppresseur d'écho.

Quant un circuit international n'est utilisé que pour des communications internationales relativement courtes et simples, on peut augmenter son affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles en proportion de la longueur du circuit, comme il est indiqué ci-dessous, si cela permet d'éviter l'emploi de suppresseurs d'écho:

jusqu'à 500 km, affaiblissement nominal:	6 cNp ou 0,5 dB
de 500 à 1000 km, affaiblissement nominal:	12 cNp ou 1,0 dB

et 6 cNp ou 0,5 dB en plus chaque fois que la longueur augmente de 500 km, ou pour la dernière fraction inférieure à 500 km.

Cependant, un tel circuit ne peut être incorporé à une chaîne de plusieurs circuits, à moins que son affaiblissement nominal de transit soit ramené à 6 cNp ou 0,5 dB.

b) *Suppresseurs d'écho*

Le type préféré de suppresseur d'écho est un demi-suppresseur d'écho différentiel terminal commandé à distance. Deux types de demi-suppresseurs d'écho sont en service dans le réseau international: l'un qu'il ne convient d'employer que pour des communications dans lesquelles le temps de propagation moyen dans un sens ne dépasse pas 50 ms (appelé « suppresseur d'écho pour courts temps de propagation »), l'autre convenant à des communications qui ont des temps de propagation moyens dans un sens quelconque et en particulier nettement supérieurs à 50 ms (« suppresseurs d'écho pour longs temps de propagation », comme ceux qui sont utilisés sur les circuits établis sur des systèmes à satellites). Il est de toute évidence avantageux de ne laisser en service à l'avenir qu'un seul type de suppresseur d'écho sur tout le réseau international. Les caractéristiques d'un tel suppresseur d'écho, que l'on peut utiliser dans des communications ayant un temps de propagation soit court, soit long, figurent dans l'Avis G.161-B et C de cet ouvrage. Les caractéristiques du suppresseur d'écho pour courts temps de propagation sont spécifiées dans l'ancien Avis G.161-B (*Livre Bleu*, tome III).

c) *Règles régissant l'utilisation des suppresseurs d'écho*

On ne traitera ici que du cas de la téléphonie. Pour la transmission de données, comme d'ailleurs pour toutes les formes de transmission télégraphique, le suppresseur d'écho est une source d'ennuis. Il est recommandé que les suppresseurs d'écho puissent être neutralisés par l'envoi d'une tonalité afin de permettre la transmission de données (voir l'Avis G.161-C).

1. *Règles idéales*

Les conditions techniques fondamentales auxquelles un *schéma idéal* devrait satisfaire sont les suivantes (règles A à D):

Règle A. — La probabilité pour qu'une communication internationale entre deux abonnés quelconques soit le siège d'un écho gênant ne devrait pas être supérieure à 1 %. Si cette probabilité est plus grande, il faut installer un suppresseur d'écho.

Règle B. — Une chaîne de circuits nécessitant un suppresseur ne devrait jamais comprendre plus que ce qui correspond à un suppresseur complet (c'est-à-dire deux demi-

suppresseurs). Lorsqu'il y a plus qu'un suppresseur d'écho complet, il y a risque de mutilation et peut-être même de blocage de la conversation.

Règle C. — Il convient de ne pas insérer de suppresseur d'écho sur les chaînes de circuits qui n'en ont pas besoin, leur présence augmente les probabilités de dérangement et complique la maintenance.

Règle D. — Il convient d'associer les demi-suppresseurs aux termineurs de la chaîne à quatre fils de la communication complète. Cela réduit la probabilité que la parole soit mutilée par les suppresseurs, car les temps de maintien peuvent être très courts.

2. *Règles pratiques*

Chacun sait qu'aucune réalisation pratique ne saurait satisfaire à des règles aussi impératives que les règles idéales (A à D) ci-dessus. Aussi suggère-t-on maintenant quelques règles pratiques (E à L) en espérant que leur application simplifiera les problèmes de commutation et de signalisation, le point de vue économique n'étant pas négligé. Il ne conviendra bien entendu de les appliquer que dans les cas où il n'est pas raisonnablement possible de satisfaire aux règles A à D.

Règle E. — Pour des communications faisant intervenir les plus longs prolongements nationaux à quatre fils de chacun des deux pays, on peut, par accord entre les administrations intéressées, tolérer pour l'écho gênant une probabilité, non plus de 1 % (règle A), mais de 10 %. Cette règle E [1] n'est valable que dans le cas où il serait nécessaire (d'après la règle A [1] d'utiliser un suppresseur d'écho seulement pour ces communications et où il n'y en a pas besoin pour les communications entre les régions situées au voisinage immédiat des deux centres internationaux intéressés.

Règle F. — Dans le cas où l'on estime ne pas pouvoir respecter la règle D, on peut monter le suppresseur d'écho au centre international ou dans un centre de transit national approprié. Dans certaines chaînes comportant plusieurs circuits interconnectés, il peut être impossible d'installer le suppresseur au centre international CT3; en ce cas, il convient de l'installer dans un centre de transit international (CT2 ou CT1).

Pour chacun de ces arrangements, la valeur recommandée pour le temps de maintien est 50 ms. Dans des circonstances exceptionnelles, on peut admettre un temps de maintien de 70 ms, lorsqu'une longue chaîne de circuits prolonge la communication au-delà du point où le demi-suppresseur d'écho est installé. Les valeurs du temps de maintien sont provisoires en ce qui concerne les suppresseurs d'écho pour long temps de propagation.

Règle G. — Dans certains cas d'espèce, on peut monter un suppresseur d'écho complet pour faible temps de propagation à l'extrémité de départ d'un circuit de transit (au lieu de deux demi-suppresseurs aux centres terminaux) à condition qu'aucun des deux temps de maintien ne dépasse 70 ms. L'application de cette règle plus souple peut amener à réduire le nombre des suppresseurs nécessaires et à simplifier les dispositions prises pour la signalisation et la commutation. On insiste sur le fait que les suppresseurs complets ne doivent pas être utilisés sans discernement: la meilleure solution consiste à avoir deux demi-suppresseurs aussi voisins que possible des termineurs. Si l'on emploie un suppresseur complet, il devrait être installé aussi près que possible du point qui constitue le « milieu » de la chaîne au point de vue du temps de propagation, ce qui entraînera une diminution du temps de maintien requis.

---

[1] L'annexe 2 à la Question 2/XI (tome VI du *Livre Bleu*) contient une étude au sujet de l'application des Règles A et E aux relations entre le Royaume-Uni et l'Europe.

On étudie actuellement s'il est possible d'utiliser dans ce cas un suppresseur d'écho complet pour long temps de propagation.

Règle H. — Dans des cas exceptionnels, tels qu'un dérangement grave, on peut être obligé de faire appel à une voie de secours. Il n'y a pas besoin d'équiper la voie de secours de suppresseurs d'écho si les circuits sont utilisables sans suppresseurs d'écho pendant une courte période. Toutefois, si cette voie de secours doit être empruntée pendant plus de quelques heures, il convient d'installer des suppresseurs en se conformant aux Règles A ou E ci-dessus.

Règle J. — On admet, sur une communication ne nécessitant pas de suppresseur d'écho, la présence, même superflue, d'un ou deux demi-suppresseurs ou d'un suppresseur complet. (En fait, on arrive à peine à déceler la présence d'un suppresseur d'écho bien réglé sur un circuit à temps de propagation modéré.)

Règle K. — Sur une communication qui nécessite la suppression de l'écho, on peut admettre jusqu'à ce qui correspond à deux suppresseurs complets (par exemple: trois demi-suppresseurs ou bien deux demi-suppresseurs et un suppresseur complet). Il convient de tout faire pour éviter de recourir à cette tolérance, car la présence sur une communication de deux suppresseurs d'écho complets ou davantage, avec de longs temps de maintien, peut causer de sérieuses mutilations de la parole et augmente très sensiblement le risque de blocage de la conversation.

Règle L. — De façon générale, il n'est pas souhaitable de mettre hors circuit (ou de neutraliser) les suppresseurs d'écho intermédiaires lorsqu'un circuit muni de suppresseurs d'écho pour long temps de propagation est connecté à un circuit muni de suppresseurs d'écho pour court temps de propagation. Il serait toutefois souhaitable de mettre hors circuit (ou de neutraliser) les suppresseurs d'écho intermédiaires si, dans la partie de la communication qui est comprise entre les suppresseurs d'écho terminaux, le temps de propagation moyen dans un sens ne dépasse pas 50 ms, les différents types étant vraisemblablement compatibles.

d) *Introduction des suppresseurs d'écho dans une communication*

Les procédés suivants ont été envisagés:

1. Prévoir un ensemble de suppresseurs à la disposition de plusieurs faisceaux de circuits, un suppresseur quelconque de cet ensemble étant associé à tout circuit sur lequel on a besoin d'un suppresseur (voir l'annexe 2 à la Question 2/XI dans le tome VI du *Livre Bleu*).

2. Monter les suppresseurs en permanence sur les circuits, avec possibilité de les éliminer par commutation (ou de les neutraliser) lorsque leur présence est inutile (voir l'annexe 3 à la Question 2/XI dans le tome VI du *Livre Bleu*).

3. Diviser les circuits d'une artère internationale en deux faisceaux dont l'un est muni de suppresseurs et l'autre non; pour une communication donnée, utiliser selon les besoins un circuit d'un faisceau ou de l'autre. Cependant, on ne doit pas oublier le fait bien connu que des circuits peuvent ne pas être utilisés avec un bon rendement lorsqu'ils sont divisés en faisceaux séparés.

4. On peut imaginer des schémas selon lesquels on divise le pays de départ et le pays d'arrivée en zones, correspondant à des distances radiales moyennes croissantes à partir du centre international. Il est alors possible de déterminer les longueurs nominales des prolongements nationaux en examinant les premiers chiffres de l'indicatif et les circuits d'origine.

Au point de vue de la transmission téléphonique, toutes ces méthodes se valent; la solution économique consiste peut-être dans l'emploi judicieux de chacune d'elles. La nature et le volume du trafic écoulé sur une communication donnée sont également de facteurs économiques qui influent finalement sur le choix de la méthode à adopter.

Le C.C.I.T.T. étudie actuellement quels sont les Avis qu'il est nécessaire de formuler pour garantir que l'insertion de suppresseurs d'écho dans les communications internationales est conforme, dans l'ensemble, aux règles pratiques énoncées au paragraphe c) 2.

On notera qu'il n'est pas nécessaire que la même méthode soit utilisée sur tous les continents. La nécessité de réaliser des communications intercontinentales exige une certaine compatibilité, mais il ne semble pas y avoir de grandes difficultés à y parvenir.

AVIS G.132 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

DISTORSION D'AFFAIBLISSEMENT

L'objectif pour les limites admissibles de la variation, en fonction de la fréquence, de l'équivalent en service terminal d'une chaîne mondiale à quatre fils de 12 circuits (internationaux et nationaux de prolongement) établis chacun sur une seule liaison en groupe primaire, en supposant que des circuits radioélectriques sur ondes décamétriques ou des équipements à 3 kHz ne sont pas employés, est représenté sur le graphique n° 1 de la figure 1.

Remarque 1. — Les conditions imposées aux équipement terminaux à courants porteurs par l'Avis G.232-A garantissent que, pour une chaîne de 12 circuits en tandem (six circuits nationaux et six circuits internationaux), chaque circuit étant muni d'un seul couple d'équipements de modulation de voie, la distorsion d'affaiblissement sera limitée à 1 néper ou 9 dB, seulement entre environ 400 et 3000 Hz. Pour ce qui concerne la chaîne internationale, voir l'Avis G.141-C.

Remarque 2. — C'est seulement dans une petite proportion des communications internationales que la chaîne à quatre fils comprendra réellement 12 circuits.

Remarque 3. — L'évaluation, par des essais subjectifs, de la qualité de transmission de communications comportant des chaînes de circuits longues et compliquées est en cours d'étude dans le cadre de la Question 2/XII.

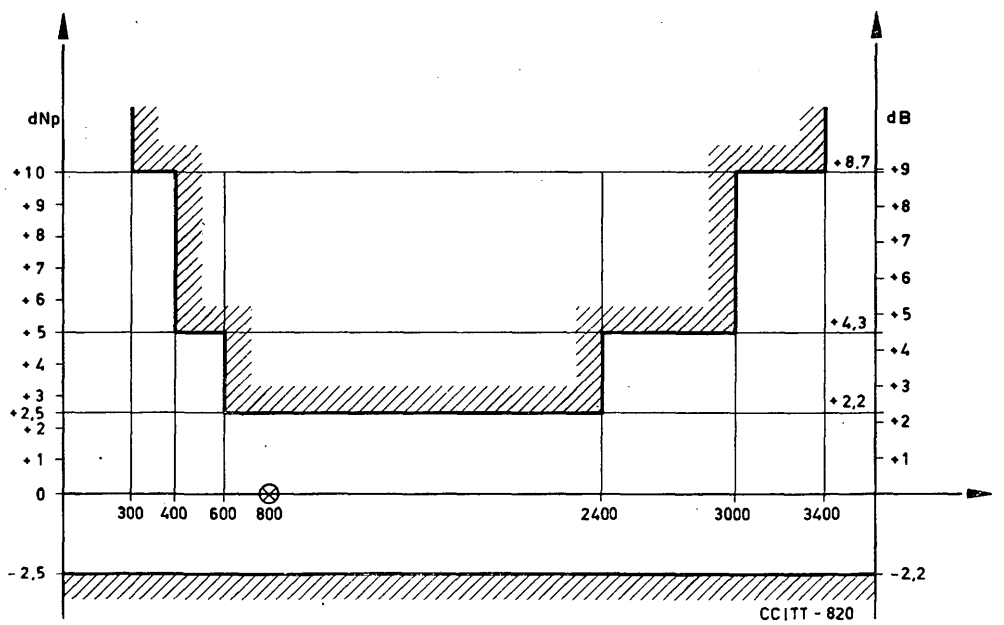


FIGURE 1. — **Graphique n° 1. — Variation admissible de l'affaiblissement, par rapport à sa valeur pour 800 Hz (objectif pour la chaîne mondiale à quatre fils de 12 circuits en service terminal)**

AVIS G.133 (Genève, 1964)

DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE

Les différences admissibles, pour une chaîne mondiale de 12 circuits établis chacun sur une seule liaison en groupe primaire, entre la valeur minimale du temps de propagation de groupe, dans toute la bande des fréquences transmises, et le temps de propagation de groupe aux limites inférieure et supérieure de cette bande de fréquences sont indiquées dans le tableau ci-dessous:

	Limite inférieure de la bande des fréquences	Limite supérieure de la bande des fréquences
	ms	ms
Chaîne internationale	30	15
Chacune des chaînes nationales à quatre fils	15	7,5
Ensemble de la chaîne à quatre fils	60	30

Des valeurs typiques du temps de propagation de groupe à plusieurs fréquences pour une chaîne de 12 circuits en tandem sont données dans l'Avis G.232.

AVIS G.134 (Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968)

DIAPHONIE LINÉAIRE [1]

A. Diaphone linéaire entre différentes chaînes de circuits a quatre fils

L'écart diaphonique entre deux chaînes de circuits à quatre fils comprenant des circuits nationaux et internationaux est limité par l'Avis G.151-D, a, en ce qui concerne les circuits et par l'Avis Q.45 (tome VI du *Livre Blanc*) en ce qui concerne les centres internationaux.

B. Diaphonie linéaire entre les voies d'aller et de retour d'une chaîne de circuits a quatre fils

L'écart diaphonique entre les deux sens de transmission d'une chaîne de circuits à quatre fils est limité par l'Avis G.151-D, b, en ce qui concerne les circuits, et par l'Avis Q.45 en ce qui concerne les centres internationaux.

[1] Les méthodes recommandées pour la mesure de la diaphonie sont décrites dans l'annexe ci-après.

ANNEXE
(à l'Avis G.134)

Méthodes de mesure de la diaphonie dans les centraux, sur les circuits internationaux et sur une chaîne de circuits internationaux

1. La méthode à suivre pour mesurer la diaphonie dépend de la nature de celle-ci. On se trouvera en général en présence de l'une ou de l'autre des deux situations suivantes:

a) Diaphonie dans un central, provenant essentiellement d'une seule source, ou de plusieurs sources voisines.

b) Diaphonie mesurée à l'extrémité d'un circuit ou d'une chaîne de circuits, qui est la résultante des effets de nombreuses sources réparties le long du circuit ou de la chaîne de circuits. La diaphonie totale dépend des phases relatives des diverses contributions et peut par conséquent varier avec la fréquence. Sur les circuits ou chaînes de circuits de grande longueur, on peut rencontrer des difficultés en faisant des mesures de diaphonie à une seule fréquence, par suite de petites variations, au cours de la mesure, de la fréquence des maîtres-oscillateurs qui alimentent les équipements de modulation situés en divers points le long de ces circuits ou chaînes de circuits.

2. Les méthodes dont on dispose pour mesurer la diaphonie sont les suivantes [1]:

a) Mesures à une fréquence unique (par exemple 800 Hz ou 1000 Hz).

b) Mesures à plusieurs fréquences (par exemple 500, 1000 et 2000 Hz), en prenant la moyenne des courants ou tensions mesurés.

c) Mesures faites avec un bruit erratique à spectre uniforme ou avec un signal constitué d'une série d'harmoniques rapprochés, dont la forme soit celle d'une courbe de densité de puissance vocale; ces mesures doivent être effectuées conformément aux dispositions du paragraphe J. b, de l'Avis G.232.

d) Mesures à la voix et à l'oreille, dans lesquelles la source perturbatrice est constituée par des courants vocaux, la diaphonie étant mesurée à l'écoute et son niveau étant comparé à celui d'une source de référence dont le niveau peut être réglé par un réseau d'affaiblissement étalonné.

3. Jusqu'à nouvel avis, on recommande d'appliquer provisoirement les méthodes suivantes pour les « essais de type » et les « essais de recette » impliquant des mesures de diaphonie.

a) *Diaphonie dans les centraux*

La diaphonie doit être mesurée à la fréquence 1100 Hz — ce qui, d'après l'expérience de certaines administrations, équivaut à une mesure faite avec un générateur du signal téléphonique conventionnel (Avis G.227) et un psophomètre.

b) *Diaphonie sur un circuit international ou sur une chaîne de circuits internationaux*

On doit mesurer la diaphonie en utilisant un bruit erratique à spectre uniforme ou un signal constitué d'une série d'harmoniques rapprochés, dont la forme soit celle d'une courbe de densité de puissance vocale; les mesures doivent être effectuées conformément aux dispositions du paragraphe J. b, de l'Avis G.232.

Remarque 1. — Au cas où l'on éprouverait des difficultés à effectuer les mesures selon les méthodes a) ou b) ci-dessus, il est recommandé de faire des essais à la voix et à l'oreille.

---

[1] Il s'agit ici de la (ou des) fréquence(s) de mesure à employer: la mesure de la diaphonie à une fréquence donnée est décrite dans un Supplément du tome IV du *Livre Blanc*.

Remarque 2. — Dans le cas des circuits téléphoniques utilisés pour la télégraphie harmonique, l'écart paradiaphonique entre les deux sens de transmission doit être mesuré à chacune des fréquences porteuses des voies de télégraphie harmonique, c'est-à-dire chaque multiple impair de 60 Hz, de 420 Hz à 3180 Hz compris. Toutefois, on peut rencontrer en pratique des difficultés à cause de l'effet mentionné au paragraphe 1 b) ci-dessus.

AVIS G.135 (Mar del Plata, 1968)

ERREUR SUR LA FRÉQUENCE RESTITUÉE

Etant donné que les voies de n'importe quel circuit téléphonique international devraient pouvoir être utilisées pour la télégraphie harmonique, la précision des fréquences porteuses virtuelles dévrait être telle que, entre une fréquence vocale appliquée à l'origine d'un circuit et celle qui lui correspond à l'autre extrémité, on ait un écart maximum de 2 Hz, quelle que soit la constitution de ce circuit, c'est-à-dire que l'on ait ou non des modulations et démodulations intermédiaires.

A partir de cet objectif, le C.C.I.T.T. a recommandé que les fréquences porteuses des voies et des groupes de divers rangs aient les précisions indiqués dans les clauses correspondantes de l'Avis G.225.

L'expérience montre que si des oscillateurs conçus d'après ces clauses sont soumis en exploitation à des contrôles appropriés, l'écart entre la fréquence appliquée à l'origine d'une voie téléphonique et la fréquence restituée à l'autre extrémité ne dépasse pratiquement jamais 2 Hz si cette voie a la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km pour le système considéré.

Des calculs indiquent que si ces clauses sont respectées dans le cas de la chaîne à quatre fils faisant partie de la communication fictive de référence définie par la figure 1 de l'Avis G.103 [1], il y a une probabilité d'environ 1 % pour que l'écart de fréquence entre l'origine et l'extrémité de cette chaîne dépasse 3 Hz et une probabilité inférieure à 0,1 % pour qu'il dépasse 4 Hz.

[1] En fait, la chaîne considérée pour ces calculs comprenait 16 couples d'équipements de modulation et démodulation de voie (au lieu de 12) pour tenir compte de la présence de câbles sous-marins avec des équipements conformes à l'Avis G.235. Toutefois, on n'a pa tenu compte de la dérive de fréquence par effet Doppler qui serait due à la présence d'un satellite non stationnaire; des valeurs de cette dérive sont indiquées dans le Rapport 214-1 du C.C.I.R. (Volume IV(2), Oslo 1966).

1.4 Caractéristiques générales de la chaîne formée par les circuits internationaux Transit international

AVIS G.141 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

AFFAIBLISSEMENTS, NIVEAUX RELATIFS ET DISTORSION D'AFFAIBLISSEMENT

A. Conventions et définitions

a) *Niveaux relatifs spécifiés aux extrémités virtuelles des circuits internationaux*

Par convention, les extrémités virtuelles d'un circuit téléphonique international (circuit à quatre fils) sont fixées en des points de ce circuit où les niveaux relatifs nominaux à la fréquence de référence sont respectivement:

à l'émission: —4,0 dNr ou —3,5 dBr
à la réception: —4,6 dNr (—4,0 dBr).

L'affaiblissement nominal à la fréquence de référence entre extrémités virtuelles de ce circuit est donc 6 cNp ou 0,5 dB.

Remarque 1. — Voir les définitions du paragraphe b. La position des extrémités virtuelles apparaît sur la figure 2 de l'Avis G.101 et sur la figure de l'Avis G.122.

Remarque 2. — Le termineur faisant partie des systèmes nationaux, et son affaiblissement effectif pouvant dépendre du plan national de transmission adopté par chaque administration, il n'est plus possible de définir les niveaux relatifs sur les circuits internationaux à quatre fils par référence aux bornes à deux fils d'un termineur. En particulier, l'équivalent en service terminal de la chaîne constituée en reliant deux termineurs à un circuit international à quatre fils ne peut être pas fixé à une valeur unique par les recommandations du C.C.I.T.T. Les extrémités virtuelles des circuits auraient donc pu être choisies en des points de niveau relatif arbitraire. Les valeurs adoptées ci-dessus sont telles qu'elles ont permis en général de passer avec le minimum de difficultés de l'ancien plan au nouveau.

Remarque 3. — Si un circuit à quatre fils, faisant partie de la chaîne à quatre fils, présente un temps de propagation et une variation d'affaiblissement en fonction du temps négligeables, on peut le régler à une affaiblissement nominal de zéro décibel (zéro néper) entre extrémités virtuelles. Cette exception s'applique en particulier aux circuits à quatre fils entre centres téléphoniques, par exemple entre un CT3 et un CT2 situés dans la même ville.

b) *Définitions*

1. *Point de référence pour la transmission*

Point fictif servant de point de niveau relatif zéro dans le calcul des niveaux relatifs nominaux. Sur chaque voie d'un circuit qui peut être commuté en quatre fils, il existe un tel point; il est situé en amont de l'extrémité virtuelle à l'émission et sur un circuit international il a par définition un niveau supérieur de + 3,5 dB à celui de cette extrémité virtuelle.

Dans le plan de transmission du C.C.I.T.T., ce point ne coïncide pas nécessairement avec l'extrémité à deux fils, comme c'était le cas dans l'ancien plan. Le niveau de la charge appliquée en ce point fait l'objet de l'Avis G.223.

2. *Niveau relatif de puissance*

Expression en unités de transmission du rapport $\frac{P}{P_0}$, où P représente la puissance au point considéré et P_0 la puissance au point de référence pour la transmission.

3. *Points d'accès pour les mesures de circuit*

La Commission d'études IV a défini les points d'accès pour la mesure du circuit comme « des points d'accès pour les mesures en quatre fils situés de telle manière qu'une partie aussi importante que possible

du circuit international soit comprise entre paires correspondantes de ces points d'accès aux deux centres intéressés ». Ces points et leur niveau relatif (par rapport au point de référence pour la transmission) sont déterminés dans chaque cas par l'administration intéressée. On les prend en pratique comme points dont les niveaux sont connus et auxquels les mesures de transmission seront rapportées. En d'autres termes, pour les mesures et réglages, le niveau en un point d'accès pour les mesures du circuit, convenablement choisi, est le niveau par rapport auquel on règle les autres niveaux.

4. *Fréquence de l'onde de mesure*

Sur tous les circuits internationaux, la fréquence 800 Hz est la fréquence recommandée pour les mesures de maintenance à une seule fréquence. Toutefois, la fréquence 1000 Hz peut être utilisée pour de telles mesures sous réserve d'accord entre les administrations intéressées.

En fait, la fréquence 1000 Hz est largement utilisée actuellement pour les mesures à une seule fréquence sur certains circuits internationaux.

Les mesures à plusieurs fréquences dont l'objet est de déterminer la caractéristique affaiblissement-fréquence comportent une mesure à 800 Hz, aussi la fréquence de référence pour cette caractéristique peut-elle toujours rester celle de 800 Hz.

Remarque. — Les définitions 1 et 2 sont utiles pour les travaux de la Commission XVI. On a reproduit à titre d'information les définitions 3 et 4, extraites des Avis M.64-B et M.58 (tome IV du *Livre Blanc*). L'annexe ci-après donne quelques explications supplémentaires.

B. Interconnexion de circuits internationaux dans un centre de transit

Dans un centre de transit, on considère que les extrémités virtuelles des deux circuits à interconnecter sont reliées entre elles directement, c'est-à-dire sans interposition de ligne d'affaiblissement ou d'amplificateur.

Il en résulte qu'une chaîne de n circuits internationaux présente un affaiblissement nominal en transit de 6 n centinépers ou 0,5 $\times$ n dB dans chaque sens de transmission et cela contribue à assurer la stabilité des communications (voir Avis G.131-A).

C. Distorsion d'affaiblissement

Les conditions imposées aux équipements terminaux à courants porteurs par l'Avis G.232-A garantissent qu'une chaîne de six circuits, chacun équipé d'un seul couple de modulateurs de voie conformes à cet avis, présentera une distorsion d'affaiblissement en service terminal satisfaisant à la condition exprimée par la figure 1 de l'Avis G.132, y compris la distorsion apportée par les sept centres internationaux traversés.

Remarque. — Pour évaluer la distorsion d'affaiblissement de la chaîne internationale, on ne doit pas ajouter les limites indiquées pour les circuits internationaux dans l'Avis G.151-A et pour les centres internationaux dans l'Avis Q.45. En effet, d'une part, certains équipements des centraux seraient comptés deux fois si l'on procédait à cette addition; d'autre part, les limites de spécification de l'Avis Q.45 s'appliquent à la plus mauvaise connexion à travers un central international et les limites de l'Avis G.151-A au plus mauvais circuit international. En fait, les spécifications des divers équipements sont telles que la qualité moyenne sera sensiblement meilleure que celle que l'on pourrait estimer par une telle addition.

ANNEXE
(à l'Avis G.141)

Textes explicatifs complétant les définitions du paragraphe A.b

1. *Niveau relatif en un point d'un équipement de transmission*
(contribution de l'Administration française)

Les recommandations du C.C.I.T.T. sont rédigées de telle sorte que le niveau absolu de puissance des signaux de mesure à appliquer à l'entrée d'un équipement de transmission déterminé,

pour vérifier sa conformité à ces recommandations, est parfaitement défini dès lors que le « niveau relatif » en ce point se trouve fixé.

Il appartient donc au constructeur de préciser à l'utilisateur la valeur de ce niveau relatif pour chaque type d'équipement particulier.

Dans la construction d'un « système de transmission », les équipements doivent être assemblés de manière à assurer la compatibilité des niveaux relatifs imposés par chacun d'eux. Le diagramme des niveaux des circuits établis sur un système se trouve ainsi défini par les équipements utilisés pour sa construction.

2. *Charge conventionelle au point de niveau relatif zéro*
(contribution de Siemens et Halske)

Les conventions du C.C.I.T.T. au sujet de la charge produite par un signal multiplex et rapportée à un point de niveau relatif zéro (Avis G.223) doivent être respectées dans la construction d'un réseau national.

On peut admettre que tel est le cas si les équivalents de référence des systèmes émetteurs nationaux (du poste d'abonné à l'extrémité virtuelle) ont dans toutes les communications des valeurs comprises entre 7 et 24 dNp ou 6 et 21 dB (avec une moyenne d'environ 16 dNp ou 14 dB). Il doit être bien entendu que la charge conventionnelle comprend aussi des composantes provenant d'un certain pourcentage de circuits utilisés comme supports de télégraphie harmonique, pour la transmission de données, le fac-similé, etc., ou provenant de la signalisation et des tonalités produites par les centraux, de résidus de courants porteurs et d'ondes pilotes de groupes.

AVIS G.142 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION D'UN CENTRE INTERNATIONAL (GT)

L'Avis Q.45 (tome VI du *Livre Blanc*) indique les caractéristiques de transmission à respecter pour les essais de recette d'un centre international. La Commission d'études XVI est en train d'étudier l'influence de ces caractéristiques sur le plan de transmission.

AVIS G.143 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

BRUIT DE CIRCUIT ET UTILISATION DE COMPRESSEURS-EXTENSEURS

A. Objectif de bruit pour la téléphonie

a) *Principe*

Compte tenu du bruit attribué aux réseaux nationaux (Avis G.123), il est désirable que, lorsque le nouveau plan de transmission sera appliqué, la puissance psophométrique moyenne, sur une heure quelconque, du bruit total engendré par une chaîne de six circuits internationaux, dont certains peuvent dépasser 2500 km de longueur, sur une communication utilisée pour des conversations téléphoniques internationales, ne dépasse pas une valeur de 50 000 picowatts rapportée au point de niveau relatif zéro du premier circuit de cette chaîne (niveau de −5 Nm0 ou de −43 dBm0).

Bien entendu, on obtiendra une valeur inférieure pour le bruit total lorsque la chaîne internationale ne comprendra qu'un petit nombre de circuits internationaux ne dépassant

pas 2500 km de longueur et conformes aux dispositions de l'Avis G.152 (en particulier, de tels circuits n'introduisent pas, au cours d'une heure quelconque, une puissance psophométrique moyenne d'un niveau supérieur à —58 dNm ou —50 dBm en un point de niveau relatif zéro du circuit).

Cependant, comme on établira des communications de plus de 25 000 km, le C.C.I.T.T. recommande, à titre d'objectif, de fournir, sur les sections d'une longueur supérieure à 2500 km, des équipements de ligne produisant un bruit qui ne dépasse pas beaucoup L picowatts sur un circuit de L kilomètres utilisé pour le trafic international (voir les Annexes B et C du tome V*bis* du *Livre Rouge*). Il n'y aurait d'ailleurs que des avantages à adopter le même objectif pour les sections plus courtes, chaque fois que l'on peut le faire raisonnablement.

Remarque. — A strictement parler, l'objectif de bruit pour les systèmes de télécommunications par satellites (voir l'Avis G.153-C) ne peut être exprimé sous la forme d'un nombre de picowatts par km.

b) *Bruit produit par les équipements*

On peut évaluer le bruit produit par les équipements de modulation contenu dans la chaîne la plus longue [1] des circuits internationaux de la communication fictive de référence en supposant qu'ils comprennent:

— 6 couples de modulation de voie, ou 8 à 10 si des équipements à 3 kHz sont utilisés sur des artères transocéaniques;

— 12 à 14 couples de modulation de groupe primaire;

— 18 à 24 couples de modulation de groupe secondaire,

pour l'ensemble desquels, il suffit largement de prévoir une puissance psophométrique totale de 5000 à 7000 pW (au point de niveau relatif zéro du premier circuit de la chaîne à quatre fils).

L'objectif de —7,7 Nm (—67 dBm) pour la puissance psophométrique horaire moyenne en chaque point de commutation international (Avis Q.45) est équivalent à environ 2000 pW au point de niveau relatif zéro du premier circuit de la chaîne à quatre fils.

On peut donc constater que le bruit produit par les équipements ne contribue pas de façon substantielle au bruit total engendré par la chaîne internationale.

c) *Division de l'objectif d'ensemble*

Les sections terrestres comprises dans la chaîne internationale et établies sur des systèmes à courants porteurs en câble ou sur des faisceaux hertziens devraient, en principe, procurer des circuits ayant la qualité définie ci-dessus. En pratique, par accord entre administrations, on peut partager l'objectif de bruit entre les systèmes sous-marins et les systèmes terrestres, de telle sorte que les sytèmes en câble sous-marin produisent un bruit par unité de longueur un peu plus petit, par exemple 1 pW/km et les systèmes terrestres un bruit par unité de longueur un peu plus grand, par exemple 2 pW/km au maximum. On peut arriver à ce résultat soit en établissant des systèmes spéciaux, soit en choisissant convenablement les voies de systèmes construits d'après l'objectif de 3 pW/km.

Remarque. — Dans certains pays on a établi des systèmes terrestres qui constituent une partie importante d'un circuit de longueur sensiblement supérieure à 2500 km (par exemple 5000 km ou davantage) avec le même objectif de bruit que pour le système en câble sous-marin, par exemple 1 pW/km.

d) *Circuits exploités avec des concentrateurs de communications* [2]

Il serait souhaitable que tous les circuits formant un groupe qui doivent être exploités avec un concentrateur de communications présentent approximativement le même niveau de puissance de bruit.

---

[1] Voir la figure 1 de l'Avis G.103.

[2] Par exemple TASI (Time Assignment Speech Interpolation) ou CELTIC (Concentrateur exploitant les temps d'inoccupation des circuits); voir l'Avis G.163.

B. Emploi de compresseurs-extenseurs syllabiques [1]

La limite recommandée dans la section A pour le niveau de puissance du bruit au point de niveau relatif zéro du premier circuit d'une chaîne de six circuits internationaux est un objectif destiné à guider ceux qui font les projets de systèmes sur ligne ou en faisceaux hertziens: en conséquence, cet objectif de bruit est normalement traduit sous forme de taux de bruit par unité de longueur, notion plus appropriée aux projets de construction.

Cependant, pendant longtemps encore, on continuera à établir des circuits internationaux (et nationaux) sur des systèmes de transmission existants conçus en fonction de normes différentes, par exemple 4 pW/km, ainsi qu'il est indiqué dans l'Avis G.152. De plus, le bruit de circuit produit par des systèmes de transmission peut s'élever au-dessus des valeurs atteintes au début, à cause des effets du vieillissement et de changements de charge du système. Il est donc nécessaire de pouvoir appliquer un critère simple aux fins de la planification pour déterminer si, en ce qui concerne la puissance de bruit, un circuit international est approprié pour établir des communications téléphoniques mondiales à plusieurs circuits, ou s'il peut être rendu apte à cet emploi par l'installation de compresseurs-extenseurs syllabiques [1].

A l'heure actuelle il est recommandé de limiter l'emploi systématique de compresseurs-extenseurs conformes à l'Avis G.162 dans le réseau national et international à grande distance.

Il convient de souligner que l'action d'un compresseur-extenseur double l'effet des variations d'équivalent qui prennent leur source dans la partie du circuit comprise entre le compresseur et l'extenseur et que, pour cette raison, si des compresseurs-extenseurs sont nécessaires, ils doivent être montés aux extrémités de sections de circuit établies sur des systèmes de transmission en ligne stables par nature, tels que des systèmes en câble sous-marin.

La règle suivante de planification est recommandée par le C.C.I.T.T. à titre de directive pour savoir si un circuit international nécessite un compresseur-extenseur:

Si le niveau de la puissance psophométrique moyenne horaire du bruit de circuit sur un circuit international de longueur nettement supérieure à 2500 km (par exemple, 5000 km minimum) est inférieur à −5 Nm ou −44 dBm (en un point de niveau relatif zéro de ce circuit), aucun compresseur-extenseur n'est nécessaire.

Si le niveau de puissance du bruit de circuit est supérieur à −5 Nm ou −44 dBm, il convient d'installer un compresseur-extenseur.

Si le niveau de puissance du bruit de circuit est supérieur à −4,15 Nm (−36 dBm), le circuit, même s'il est muni d'un compresseur-extenseur, ne devrait pas être admis à faire partie d'une chaîne de six circuits. Il reste naturellement entendu que les circuits de longueur inférieure ou égale à 2500 km doivent dans tous les cas respecter les objectifs généraux de bruit de l'Avis G.222 sans utiliser de compresseurs-extenseurs.

Remarque 1. — Cette règle a été élaborée en vue de permettre la planification du réseau téléphonique international en utilisant les circuits actuellement disponibles. Elle ne doit en aucun cas être interprétée comme un assouplissement des objectifs, pour les projets de construction, recommandés dans la section A du présent avis. On ne doit pas non plus l'appliquer pour la maintenance.

Remarque 2. — Les compresseurs-extenseurs utilisés devraient respecter les limites recommandées dans l'Avis G.162.

C. Limites de bruits pour la télégraphie

Sur une liaison pour télégraphie harmonique à modulation de fréquence, pour l'exploitation à 50, 100 ou 200 bauds et avec le niveau d'émission recommandé par le C.C.I.T.T.

---

[1] Les compresseurs-extenseurs instantanés associés à certains systèmes de transmission sont considérés comme une partie intégrante de ces systèmes.

(135 pW en un point de niveau relatif zéro), la puissance psophométrique moyenne, rapportée au point de niveau relatif zéro, ne doit pas dépasser 80 000 pW (niveau de −4,7 Nm0p ou −41 dBm0p).

Cette limite figure dans l'Avis H.22 de la deuxième partie du présent ouvrage. Bien entendu, on obtiendra sur beaucoup de liaisons une valeur de bruit conforme aux objectifs de la section A du présent avis, donc meilleure que cette limite.

Remarque. — Si l'on a recours à l'exploitation synchrone, on peut tolérer un niveau de bruit plus élevé (par exemple −3,5 Nm0p ou −30 dBm0p pour un système télégraphique particulier).

D. Objectifs de bruit pour la transmission de données

Les objectifs qui suivent sont acceptables pour la transmission de données à des débits binaires ne dépassant pas 1200 bits par seconde. Bien entendu, on rencontrera sur beaucoup de circuits et de communications des valeurs conformes aux objectifs de la section A du présent avis, donc meilleures que les objectifs qui suivent.

a) *Circuits loués pour transmission de données*

En admettant que l'on évite des circuits sujets aux perturbations par bruits impulsifs et que l'on applique une rapidité de modulation aussi élevée que possible sans entraîner pour autant un taux d'erreurs critique, il semble que −4,6 Nm0p (−40 dBm0p) constitue un objectif raisonnable pour le bruit aléatoire à répartition spectrale uniforme sur les circuits *loués* par la transmission de données.

b) *Communications établies par commutation*

Dans le cas de communications établies par commutation, on peut admettre un objectif pour les projets de construction de circuits intercontinentaux (s'il faut prévoir l'emploi de compresseurs-extenseurs) qui serait de −4,15 Nm0p (−36 dBm0p) sans compresseurs-extenseurs.

1.5 Caractéristiques des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement

AVIS G.151 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES APPLICABLES A TOUS LES CIRCUITS MODERNES INTERNATIONAUX ET NATIONAUX DE PROLONGEMENT

A. Distorsion d'affaiblissement

Les circuits internationaux et les circuits nationaux de prolongement doivent avoir chacun une caractéristique de distorsion d'affaiblissement telle que les conditions de l'Avis G.132 soient respectées. L'Avis G.232 donne des recommandations pour les équipements terminaux (de modulation de voie) à fréquences porteuses espacées de 4 kHz qui permettent d'atteindre ce but.

Il résulte des recommandations citées ci-dessus que la bande des fréquences effectivement transmises par un circuit téléphonique, suivant la définition adoptée par le C.C.I.T.T. (c'est-à-dire la bande où la distorsion d'affaiblissement, par rapport à la valeur pour 800 Hz,

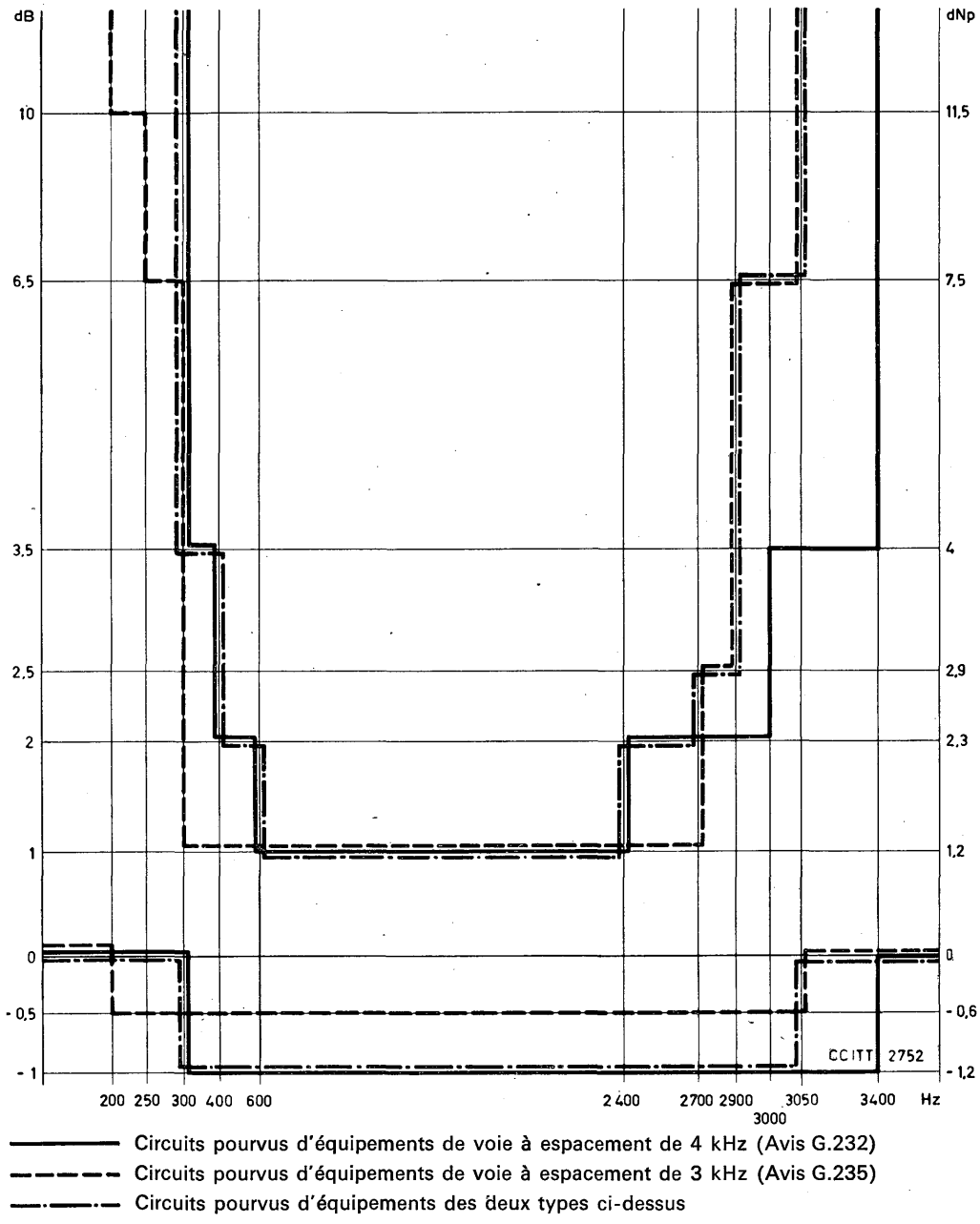


FIGURE 1. — **Caractéristiques affaiblissement-fréquence de circuits pourvus d'équipements de voie à 3 kHz et 4 kHz**

ne dépasse pas 1 néper ou 9 dB) sera un peu plus large que la bande de 300 à 3400 Hz; pour un seul couple d'équipements de modulation et de démodulation de voie de ce type la distorsion d'affaiblissement à 300 Hz et à 3400 Hz ne dépassera jamais 3,5 dNp (3 dB) et sa moyenne sur un grand nombre d'équipements ne dépassera pas 2 dNp ou 2 dB (voir les graphiques nos 2A et 2B de l'Avis G.232). Même les circuits de constitution plus compliquée, ainsi que ceux qui utilisent des équipements terminaux à voies espacées de 3 kHz conformes à l'Avis G.235, doivent satisfaire aux limites de la figure 1; pour que ces limites soient respectées, on insère des égaliseurs au moment de l'établissement des circuits, si cela est nécessaire (Avis M.58, tome IV du *Livre Blanc*).

Remarque 1. — Le C.C.I.T.T. a examiné s'il était possible de recommander de façon précise une fréquence inférieure à 300 Hz comme limite inférieure de la bande des fréquences effectivement transmises, compte tenu des considérations suivantes:

1. Des résultats d'essais subjectifs effectués par certaines administrations indiquent qu'il est possible d'améliorer la qualité de transmission si la limite inférieure de la bande des fréquences transmises est portée de 300 Hz à 200 Hz. Ces essais indiquent une amélioration notable de la force des sons vocaux reçus, ainsi que de la qualité de transmission jugée d'après des essais d'opinion; l'amélioration de la netteté est par contre très faible.
2. Par contre, une telle extension aurait probablement les inconvénients suivants:
   - 2.1 elle augmenterait quelque peu le prix de revient des équipements;
   - 2.2 elle produirait quelques difficultés pour l'équilibrage aux termineurs de la chaîne à quatre fils, si l'on veut exploiter les circuits à quatre fils sans dépasser les affaiblissements nominaux recommandés dans le nouveau plan de transmission;
   - 2.3 elle augmenterait la sensibilité éventuelle au bruit, notamment à 250 Hz;
   - 2.4 l'amélioration de la force des sons vocaux entraînerait un risque de surcharge des systèmes à courants porteurs;
   - 2.5 cette extension rendrait impossible l'utilisation des systèmes de signalisation hors bande reconnus par le C.C.I.T.T.

Compte tenu de ces considérations, le C.C.I.T.T. a émis les avis cités ci-dessus, qui sont relatifs aux signaux transmis à des fréquences comprises entre 300 et 3400 Hz.

Remarque 2. — Tout en appliquant les recommandations du C.C.I.T.T., les administrations peuvent, par entente mutuelle, décider de transmettre des signaux à des fréquences inférieures à 300 Hz sur des circuits internationaux. Bien entendu, chaque administration peut décider de transmettre des signaux à des fréquences inférieures à 300 Hz sur ses circuits nationaux de prolongement si, dans ces conditions, elle est en mesure d'appliquer le nouveau plan de transmission du C.C.I.T.T. aux communications internationales.

B. Temps de propagation de groupe

Les circuits internationaux et les circuits nationaux de prolongement doivent avoir chacun des caractéristiques de temps de propagation de groupe telles que les conditions des Avis G.114 et G.133 soient respectées.

C. Variation d'affaiblissement en fonction du temps

Le C.C.I.T.T. recommande les objectifs suivants (on a employé l'objectif a) pour évaluer la stabilité des communications internationales — voir l'Avis G.131-A):

a) L'écart type de la variation d'affaiblissement d'un circuit ne doit pas dépasser 12 cNp ou 1 dB. Cet objectif peut être atteint dès maintenant pour les circuits établis sur une seule liaison en groupe primaire équipée de régulateurs automatiques, et doit l'être pour chaque circuit national, régulé ou non.

Pour les autres circuits internationaux, cet écart type ne doit pas dépasser 17 cNp ou 1,5 dB.

b) L'écart entre la valeur moyenne et la valeur nominale de l'affaiblissement de chaque circuit ne doit pas dépasser 6 cNp ou 0,5 dB.

D. Diaphonie linéaire [1]

a) *Entre circuits*

L'écart télé/ ou paradiaphonique correspondant seulement à la diaphonie intelligible, mesuré en basse fréquence au central interurbain entre deux circuits complets, en position de service terminal, ne doit pas être inférieur à 6,7 Np ou 58 dB. Cette valeur pourrait être modifiée à la suite de l'étude de la Question 11/XII.

b) *Entre les voies aller et retour d'un circuit à quatre fils*

1. *Circuits téléphoniques ordinaires (voir la remarque 1 ci-après)*

Etant donné que tous les circuits téléphoniques ordinaires peuvent être utilisés également comme supports de télégraphie harmonique, l'écart paradiophonique entre les deux sens de transmission doit être au moins égal à 5 Np ou 43 dB.

2. *Circuits utilisés avec un concentrateur de communications*

Pour les circuits ou sections de circuit utilisés pour interconnecter des équipements terminaux munis de concentrateurs de communications, la paradiaphonie entre couples de voie apparaîtra sous forme de diaphonie entre circuits; l'écart paradiaphonique total entre les concentrateurs de communications ne doit donc pas être inférieur à 6,7 Np ou 58 dB. (Voir les remarques 2 et 4 ci-après.)

3. *Circuits utilisés avec des suppresseurs d'écho modernes, par exemple circuits par satellite à haute altitude*

L'écart paradiaphonique de tout circuit équipé de demi-suppresseurs d'écho terminaux, de construction moderne, commandés de l'extrémité éloignée, ne doit pas être inférieur à 6,3 Np ou 55 dB. Cette clause vise à empêcher l'annihilation de l'effet de blocage introduit par des suppresseurs d'écho modernes. (Voir les remarques 2, 3 et 4.)

Remarque 1. — Le paragraphe 1 ci-dessus se rapporte à des circuits téléphoniques non équipés de suppresseurs d'écho modernes conçus pour de longs temps de propagation (ou n'impliquant pas l'utilisation de tels suppresseurs d'écho). Les circuits qui peuvent faire partie de communications avec commutation à long temps de propagation, et qui de ce fait sont compris entre des demi-suppresseurs d'écho terminaux de construction moderne, doivent autant que possible satisfaire aux normes plus élevées du paragraphe 3.

Remarque 2. — L'équipement de modulation de voie constitue le principal trajet de diaphonie entre les voies aller et retour, sur les circuits ou sections de circuit établis sur des systèmes à courants porteurs munis d'équipement modernes de modulation et de transmission en ligne (à ce sujet, voir la remarque 4). On notera que les trajets de diaphonie entre l'entrée et la sortie haute fréquence, et également entre l'entrée et la sortie aux fréquences vocales des équipements de modulation de voie, contribuent à l'écart diaphonique entre les voies aller et retour des circuits et sections de circuit. Il convient de tenir compte de ces deux trajets lorsqu'on envisage des circuits ou sections de circuit utilisés entre des équipements terminaux à concentrateurs de communications ou entre des suppresseurs d'écho modernes. Les cas suivants peuvent se présenter.

Concentrateurs de communications

Les trajets à haute fréquence et à basse fréquence contribuent tous deux à l'écart diaphonique.

Suppresseurs d'écho

1) Circuit comprenant une section entre demi-suppresseurs d'écho commandés de l'extrémité éloignée: c'est le trajet à haute fréquence qui prédomine.
2) Circuit comprenant plus d'une section entre les suppresseurs: aux points où les équipements de modulation de voie sont interconnectés aux fréquences vocales, le trajet de diaphonie aux fréquences vocales de l'un des équipements est en parallèle avec le trajet de diaphonie à haute fréquence de l'autre, de sorte qu'il importe de tenir compte des deux trajets.
3) Plus d'un circuit entre les suppresseurs: cette situation existe lorsque les demi-suppresseurs d'écho adjacents intermédiaires sont déconnectés par commutation (ou neutralisés); la diaphonie entre les

[1] Les méthodes recommandées pour mesurer la diaphonie sont décrites dans l'annexe à l'Avis G.134.

voies aller et retour se produit alors de la même manière que dans le cas 2 ci-dessus, les circuits remplaçant les sections de circuit.

Remarque 3. — Si des équipements de modulation de voie conformes aux spécifications des Avis G.232 ou G.235 sont utilisés pour les circuits ou les sections de circuit, il ne devrait normalement y avoir aucune difficulté à réaliser la valeur limite de 6,3 Np ou 55 dB même sur un circuit composé de trois sections de circuit (c'est-à-dire un circuit comportant trois couples d'équipements de modulation de voie). Cependant, la marge est faible et, pour tenir compte de la situation décrite dans la remarque 2 ci-dessus (cas 3 en présence de suppresseurs d'écho), il faut prévoir une valeur un peu plus élevée d'écart paradiaphonique pour les circuits.

Remarque 4. — Certains systèmes de transmission en ligne à paires symétriques donnent lieu, sur des circuits dérivés, à des valeurs particulièrement faibles de l'écart diaphonique entre les voies aller et retour. On doit autant que possible éviter d'employer de tels systèmes pour fournir des circuits ou des sections de circuit à utiliser avec des concentrateurs de communications ou avec des suppresseurs d'écho modernes.

E. Distorsion de non-linéarité

L'expérience a montré que les circuits téléphoniques établis sur des systèmes faisant l'objet de recommandations actuelles du C.C.I.T.T. — et dont les éléments, pris séparément, satisfont aux conditions de non-linéarité correspondantes — sont convenables, en ce qui concerne la distorsion de non-linéarité, tant pour la transmission téléphonique que pour celle de la télégraphie harmonique.

Remarque. — Dans les circuits téléphoniques à courants porteurs on peut négliger la distorsion de non-linéarité produite par les amplificateurs de ligne et par les étages de modulation autres que les équipements de modulation et démodulation de voie. Pour cette raison le texte précédent s'applique à des circuits de longueur quelconque.

F. Erreur sur la restitution des fréquences

Voir l'Avis G.135.

AVIS G.152 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DES CIRCUITS A GRANDE DISTANCE NE DÉPASSANT PAS 2500 KM

La présent avis s'applique à tous les circuits internationaux modernes dont la longueur ne dépasse pas 2500 km, ainsi qu'aux circuits interurbains nationaux situés dans un pays d'étendue moyenne et qui peuvent faire partie de la chaîne à quatre fils d'une communication internationale.

Il est entendu que, si un circuit de prolongement de plus de 2500 km est utilisé dans un pays de grande étendue, il doit satisfaire à toutes les recommandations applicables à un circuit international de même longueur.

A. Circuits établis sur câble terrestre ou sous-marin, ou sur faisceau hertzien en visibilité directe

Les circuits considérés sont établis sur des systèmes tels que les objectifs de bruit de l'Avis G.222 sont atteints pour un circuit ayant la constitution d'un circuit fictif de référence de 2500 km.

Il en résulte en particulier que, pour un circuit de L kilomètres ($L \leqq 2500$), la puissance psophométrique moyenne du bruit au cours d'une heure quelconque doit être de l'ordre

de 4 *L* picowatts, en excluant les circuits très courts et ceux qui ont une constitution très compliquée, ce dernier cas étant traité dans l'Avis G.226.

B. Circuits établis sur faisceau hertzien transhorizon

Le C.C.I.R. a défini un circuit fictif de référence et fixé des objectifs de bruit dans ses Avis 396-1 et 397-1, reproduits dans les Avis G.433 et G.444.

C. Circuits établis sur lignes en fils aériens

L'Avis G.311 contient dans son paragraphe h) des objectifs de bruit.

AVIS G.153 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DES CIRCUITS INTERNATIONAUX DE LONGUEUR SUPÉRIEURE A 2500 KM

Ces circuits doivent satisfaire aux clauses générales de l'Avis G.151 et en outre, suivant le type du système sur lequel ils sont établis, aux clauses particulières des sections A, B, C ou D ci-après.

Remarque. — Certains circuits, qui ne satisfont pas aux objectifs de bruit du présent avis, peuvent néanmoins être utilisés pour la téléphonie (si on les munit de compresseurs-extenseurs), pour la télégraphie ou pour la transmission de données (sections B, C et D de l'Avis G.143; le tableau ci-après résume ces recommandations).

CIRCUITS DE PLUS DE 2500 KM

Limites ou objectifs de bruit[1] *pour des circuits de grande longueur assurant divers services*[2]

Puissance psophométrique		Nature de l'objectif ou limite	
pW0p	dBm0p	pour une communication, une chaîne de circuits ou un circuit loué	pour un circuit pouvant faire partie d'une communication avec commutation
40 000	−44		Limite pour un circuit téléphonique utilisé sans compresseur-extenseur (Avis G.143-B).
50 000	−43	Objectif pour une chaîne de six circuits internationaux, obtenu en pratique par une combinaison de circuits à 1, à 2 ou à 4 pW/km (Avis G.143-A).	
80 000	−41	Limite pour télégraphie harmonique à modulation de fréquence, selon normes C.C.I.T.T. (Avis G.143-C).	
100 000	−40	Objectif pour transmission de données sur circuit loué (Avis G.143-D.a).	
250 000	−36		Tolérable pour transmission de données sur le réseau à commutation (Avis G.143-D.b). Un circuit dépassant cette limite sans compresseur-extenseur ne peut pas être utilisé dans une chaîne de six circuits téléphoniques, même si on le munit d'un compresseur-extenseur (Avis G.143-B).
10^6	−30	Tolérable pour un certain système de télégraphie synchrone (Avis G.143-C).	

[1] On a seulement indiqué la puissance psophométrique moyenne sur une heure, rapportée au point de niveau relatif zéro du circuit international, ou du premier circuit de la chaîne.

[2] Limites ou objectifs déterminés d'après les exigences minimales de chaque service. Les objectifs (souvent meilleurs) pour divers systèmes de transmission sont récapitulés dans le tableau 1 *bis* du présent ouvrage.

A. CIRCUITS DE PLUS DE 2500 KM EN CÂBLE OU SUR FAISCEAU HERTZIEN, NE COMPORTANT PAS DE LONGUE SECTION SOUS-MARINE

Il semble certain que des circuits de ce type, dont la longueur sera comprise entre 2500 km et environ 25 000 km, seront établis sur la majorité de leur parcours sur des systèmes sur câbles terrestres ou sur faisceaux hertziens en visibilité directe, déjà utilisés pour procurer des circuits internationaux dont la longueur ne dépasse pas 2500 km et dont les projets de construction ont été établis à partir des objectifs déjà recommandés par l'Avis G.222.

D'autre part, il est à prévoir que le nombre de démodulations de voie ne sera guère supérieur à celui qui est envisagé dans la partie correspondante de la communication internationale la plus longue envisagée dans l'Avis G.103.

Dans ces conditions, le C.C.I.T.T. émet les recommandations suivantes:

a) *Variation de l'affaiblissement en fonction du temps*

Le C.C.I.T.T. recommande d'employer une régulation automatique de niveau sur chacune des liaisons en groupe primaire sur lesquelles le circuit est établi. En outre, on

devrait prendre toutes autres mesures qui peuvent être appliquées, en vue de réduire les variations d'affaiblissement en fonction du temps.

b) *Bruit de circuit*

Il est recommandé provisoirement d'établir les projets de construction des systèmes procurant de tels circuits internationaux, dont la longueur ne dépasse pas 25 000 km, à partir des objectifs de bruit actuellement recommandés pour des circuits fictifs de référence de 2500 km.

Il en résulte que la puissance psophométrique moyenne, au cours d'une heure quelconque, du bruit dû à la ligne ne doit dépasser sur aucune voie téléphonique d'un tel système la valeur de 3 picowatts par kilomètre de ligne (rapportée au point de niveau relatif zéro). Chaque fois que ce sera possible, on devrait obtenir une valeur plus faible (2 pW/km, ou de préférence encore moins) en choisissant convenablement les voies téléphoniques entrant dans la constitution de ces circuits. D'autre part, comme il a été indiqué ci-dessus, il est probable que le nombre d'équipements de modulation intervenant dans la constitution d'un tel circuit sera relativement moins élevé (par rapport à sa longueur) que pour un circuit fictif de référence de 2500 km.

Remarque. — Dans certains pays on a établi des systèmes terrestres qui constituent une partie importante d'un circuit de longueur sensiblement supérieure à 2500 km (par exemple 5000 km ou davantage) avec le même objectif de bruit que pour le système en câble sous-marin, par exemple, 1 pW/km.

Les valeurs précédentes sont des valeurs moyennes sur une heure. Les objectifs de bruit pendant de courtes périodes de temps pour des circuits de ce type d'une longueur atteignant environ 7500 km sont, à titre provisoire, les suivants:

La puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 50 000 pW (−5 Nm0p ou −43 dBm0p) pendant plus de 0,3 % d'un mois quelconque et la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration de 5 ms, ne doit pas dépasser 10^6 pW (−3,5 Nm0 ou −30 dBm0) pendant plus de 0,03 % d'un mois quelconque. Ces objectifs sont dérivés des objectifs pour les circuits de longueur 2500 km (Avis G.222); pour des longueurs comprises entre 2500 et 7500 km, on prendra des valeurs intermédiaires proportionnelles.

Le C.C.I.T.T. n'est pas encore en état de recommander des objectifs pour le bruit pendant de courtes périodes de temps pour les circuits de ce type de longueur supérieure à 7500 km.

B. CIRCUITS DE PLUS DE 2500 KM COMPORTANT UNE LONGUE SECTION EN CÂBLE SOUS-MARIN

a) *Distorsion d'affaiblissement*

Un circuit de ce type peut comporter, pour des raisons d'économie, des équipements terminaux à voies espacées de 3 kHz, conformes à l'Avis G.235.

Si l'on utilise des équipements terminaux à fréquences porteuses espacées de 4 kHz, ceux-ci doivent au moins satisfaire à l'Avis G.232. Comme l'indique une remarque de cet Avis, quelques pays emploient des équipements terminaux améliorés, pour les circuits affectés en permanence à l'exploitation intercontinentale.

b) *Bruit de circuit sur la section sous-marine*

1. *Sans compresseur-extenseur*

Un système en câble sous-marin de grande longueur conçu pour être exploité sans compresseurs-extenseurs et sans aucune limitation pour la téléphonie, la télégraphie harmo-

nique et la transmission de données devrait être étudié en sorte que le bruit horaire moyen ne dépasse pas 3 pW/km sur la voie la plus mauvaise. Pour chaque sens de transmission, la valeur moyenne de bruit prise sur l'ensemble des voies utilisées pour les circuits les plus longs, ne devrait pas dépasser 1 pW/km.

Remarque. — Toutefois, il est désirable que les circuits d'un faisceau qui doit être exploité avec un concentrateur de communications [1] présentent tous à peu près le même niveau de bruit.

2. *Avec compresseur-extenseur*

A l'heure actuelle, le C.C.I.T.T. ne se propose pas d'étudier des systèmes avec des objectifs de bruit très différents de ceux du paragraphe b) 1 en comptant sur l'emploi *systématique* de compresseurs-extenseurs.

c) *Bruit de circuit sur les autres sections*

Les autres sections de ce circuit doivent satisfaire aux recommandations de la section A du présent avis; la remarque du paragraphe A. b), s'applique encore à ce cas.

C. Circuits établis sur des systèmes de télécommunication par satellites

Le C.C.I.R. et le C.C.I.T.T. sont en train d'étudier dans quelle mesure des circuits établis sur des systèmes de télécommunication par satellites peuvent être incorporés au réseau mondial; certaines restrictions à l'emploi de tels circuits sont mentionnées dans l'Avis Q.13 (tome VI du *Livre Blanc*).

En ce qui concerne le bruit, le C.C.I.R. a défini, dans son Avis 352, un circuit fictif de référence et, dans son Avis 353-1, la puissance de bruit admissible. Ces avis sont reproduits dans les Avis G.434 et G.445.

D. Circuits de plus de 2500 km sur lignes en fils aériens

Dans l'état actuel de la technique, les systèmes modernes à courants porteurs sur fils aériens permettraient de franchir toutes les portées qui peuvent se présenter en pratique pour des circuits terrestres à grande distance, à condition toutefois de prendre des précautions spéciales concernant notamment:

— la régularité de construction de la ligne;

— la précision du fonctionnement des dispositifs de régulation automatique de la ligne;

— la possibilité de modifier éventuellement l'hypsogramme des circuits téléphoniques, pour faire face à des conditions climatiques particulières (givre, etc.).

En outre, il faut considérer avec soin les bruits dans chaque cas particulier et déterminer l'espacement des répéteurs afin d'avoir un écart convenable entre signal et bruit pendant un grand pourcentage du temps.

Dans les projets de tels systèmes, on prendra pour objectif que la puissance psophométrique moyenne, au cours d'une heure quelconque, à l'extrémité d'un circuit d'environ 10 000 km (en un point de niveau relatif zéro), compte tenu de tous les bruits existants, à l'exception des perturbations dues à des stations radioémettrices, ne dépasse pas 50 000 pW (niveau de −5 Nm0p ou −43 dBm0p).

---

[1] Voir la note [2] au bas de la page 2 de l'Avis G.143.

Remarque 1. — L'objectif indiqué ci-dessus correspond à une répartition raisonnable du temps pluvieux dans les régions traversées par le circuit; cette valeur de 50 000 pW peut être dépassée quand il y a des conditions climatiques très défavorables.

Remarque 2. — Cet objectif pourrait sembler plus sévère, en proportion de la longueur, que celui qui figure au paragraphe g de l'Avis G.311. Il convient de remarquer que, pour des circuits de longueur nettement supérieure à 2500 km munis d'équipements dont les projets de construction ont été établis sur la base du circuit fictif de référence, les valeurs de bruit et de diaphonie peuvent augmenter moins vite que la longueur du circuit. D'une part, il est recommandé ci-dessus de prendre des précautions spéciales en ce qui concerne la construction de la ligne et le réglage des niveaux sur le système; d'autre part, il est peu vraisemblable qu'un circuit de 10 000 km soit soumis sur toute sa longueur aux mêmes conditions climatiques.

Remarque 3. — Si l'on appliquait à la lettre l'Avis G.143-B, il faudrait munir d'un compresseur-extenseur tout circuit de ce type satisfaisant tout juste à l'objectif de 50 000 pW. En pratique, étant donné qu'il s'agit d'un circuit de 10 000 km, cette valeur de bruit est tolérable sans compresseur-extenseur.

1.6 Dispositifs associés à des circuits téléphoniques de grande longueur

AVIS G.161 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

SUPPRESSEURS D'ÉCHO POUR CIRCUITS A TEMPS DE PROPAGATION COURT OU LONG

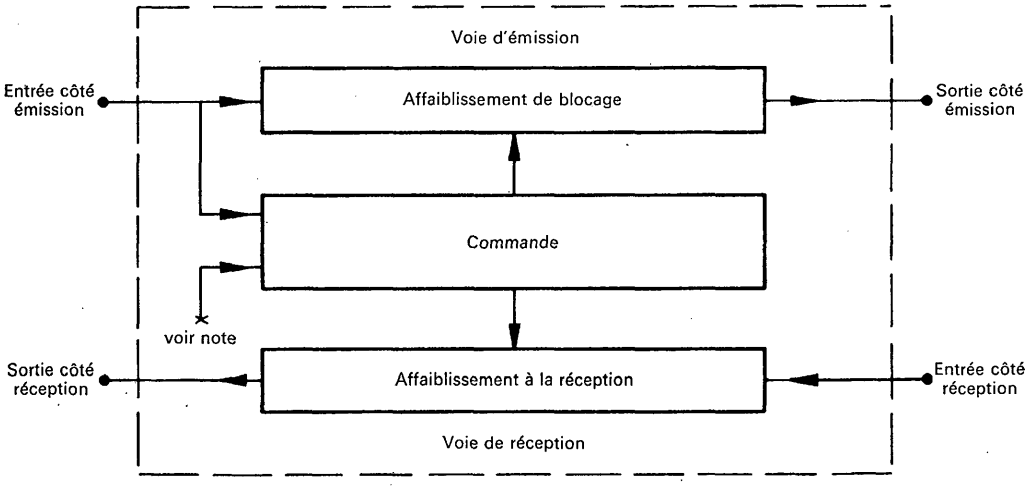
A. Définitions relatives aux suppresseurs d'écho

a) *Suppresseur d'écho* (voir figure 1)

Dispositif commandé par la voix, placé dans la partie à quatre fils d'un circuit et servant à insérer un affaiblissement dans le trajet des courants d'écho, afin de supprimer l'écho.

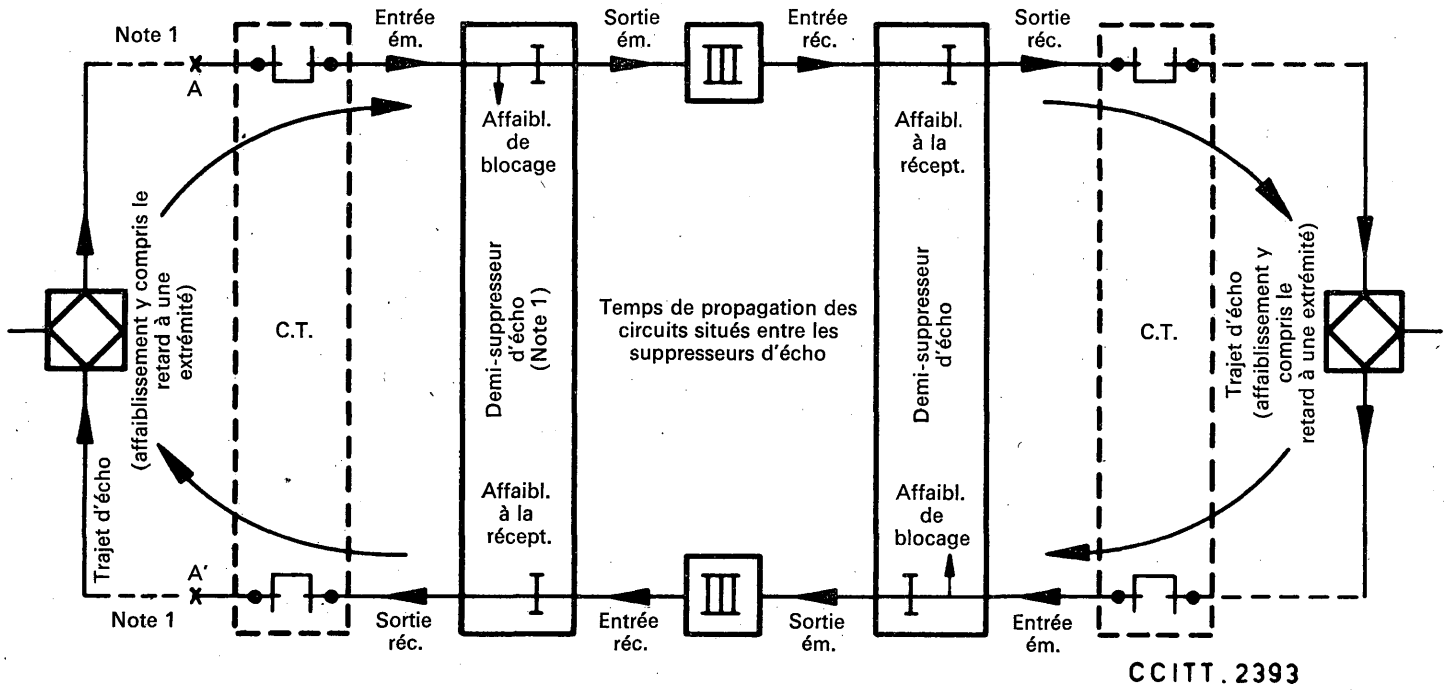
b) *Suppresseur d'écho complet*

Suppresseur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un quelconque des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens.



Note. — Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble "affaiblissement à la réception", selon la manière dont est câblé l'ensemble "commande".

FIGURE 1



Note 1. — Dans certaines applications, le suppresseur d'écho est inséré au point A, A'.

FIGURE 2

c) *Demi-suppresseur d'écho*

Suppresseur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens, cette action n'étant pas réciproque.

d) *Suppresseur d'écho différentiel*

Suppresseur d'écho dont l'action est déterminée par la différence des niveaux des signaux transmis dans les deux sens de transmission.

e) *Affaiblissement de blocage*

Valeur spécifiée minimale de l'affaiblissement qu'un suppresseur d'écho introduit dans la voie d'émission (du suppresseur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho.

f) *Affaiblissement à la réception*

Valeur spécifiée de l'affaiblissement qu'un suppresseur d'écho introduit dans la voie de réception (du suppresseur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho pendant l'intervention.

g) *Suppresseur d'écho terminal* (voir figure 2)

Suppresseur d'écho conçu de façon à fonctionner à une extrémité d'un circuit, ou aux deux extrémités.

h) *Temps de fonctionnement pour la suppression*

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est introduit dans la voie d'émission du suppresseur d'écho.

i) *Temps de maintien pour la suppression*

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est retiré de la voie d'émission.

j) *Temps de fonctionnement pour l'intervention*

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à faire cesser la suppression et le moment où la suppression cesse. L'insertion d'un affaiblissement dans la voie de réception se produit pratiquement en même temps.

k) *Temps de maintien pour l'intervention*

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à rétablir la suppression et le moment où la suppression est rétablie. La suppression d'un affaiblissement dans la voie de réception se produit pratiquement en même temps.

l) *Sensibilité différentielle*

Différence, en dB, entre le niveau des signaux d'essai appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception, au moment où se produit l'intervention.

B. Caractéristiques des suppresseurs d'écho pour circuits a temps de propagation court ou long

a) *Généralités*

La spécification ci-après s'applique au projet de construction de demi-suppresseurs d'écho terminaux pour circuits à temps de propagation élevé (par exemple circuits par satellites synchrones). Les suppresseurs d'écho conformes à ces spécifications conviennent également aux circuits à temps de propagation plus court sur lesquels on utilise des demi-suppresseurs d'écho. Tous les modèles de suppresseurs d'écho pour circuits à long temps de propagation devraient répondre aux conditions spécifiées dans les paragraphes qui

suivent. On laisse toute liberté pour les détails de construction qui n'y sont pas traités. Les suppresseurs d'écho construits conformément à ces dispositions seront compatibles.

La *compatibilité* se définit comme suit:

Si l'on suppose: 1) qu'un certain type de suppresseur d'écho (type A) a été conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante, lorsque n'importe quelle communication à un ou plusieurs circuits est entièrement équipée d'un ou de plusieurs couples de demi-suppresseurs d'écho de ce type;

2) qu'un autre type de suppresseur d'écho (type B) a été conçu de façon analogue;

on dit que le suppresseur du type B est *compatible* avec celui du type A s'il est possible de remplacer un ou plusieurs des demi-suppresseurs d'écho situés en un point quelconque de la communication par des demi-suppresseurs de l'autre type sans que la qualité de la communication en soit diminuée de façon appréciable.

Il convient de définir la diminution de qualité, puis de déterminer son ampleur, en effectuant des essais dans lesquels on recherchera quelles sont les réactions des usagers dans les conditions de service, ou dans lesquels on utilisera des dispositifs ou des méthodes permettant de faire au laboratoire des mesures objectives équivalentes de la diminution de qualité introduite par les deux suppresseurs d'écho différents. Deux de ces méthodes sont décrites dans les suppléments 3 et 4 au présent ouvrage.

Il existe en service des suppresseurs d'écho qui ont été construits selon l'ancien Avis G.161 tel qu'il figure dans le tome III du *Livre Bleu*; ces suppresseurs d'écho ne conviennent que pour les circuits dont le temps de propagation dans un sens est inférieur à 50 ms. On notera que ce n'est que sur de tels circuits que ces anciens suppresseurs d'écho seront compatibles avec les nouveaux. Les dispositions typiques représentées sur la figure 3 sont donc acceptables du point de vue de la compatibilité.

Des méthodes d'essai objectives sont très importantes pour permettre de mesurer les caractéristiques de fonctionnement essentielles des suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation élevé. L'annexe au présent avis décrit des modes opératoires utilisables à cet effet.

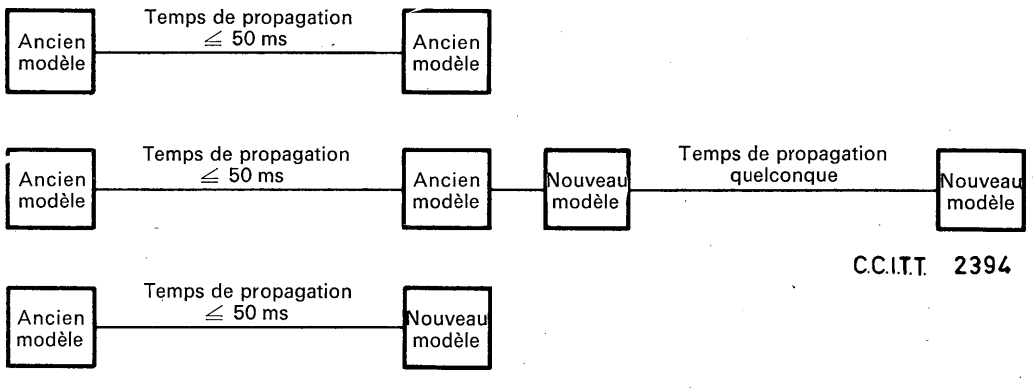


FIGURE 3. — **Dispositions typiques de suppresseurs d'écho**

b) *Objet, mode de fonctionnement et cadre de fonctionnement*

C'est le défaut d'adaptation des impédances qui provoque l'apparition d'échos dans les circuits téléphoniques à deux fils et dans toutes les combinaisons possibles de circuits à deux et à quatre fils. Normalement, la plus grande partie de l'écho est due à des réflexions à l'intérieur de la partie à deux fils du réseau national. On peut rendre l'écho tolérable en introduisant un affaiblissement dans le circuit lorsque le temps de propagation de l'écho dans un sens est inférieur à environ 25 ms. Pour des temps de propagation plus longs, il faudrait un affaiblissement du circuit beaucoup trop grand, aussi fait-on appel à des « suppresseurs d'écho ».

Lorsqu'un suppresseur d'écho est dans le mode de suppression, il introduit un affaiblissement important dans la voie de retour; cet affaiblissement non seulement supprime l'écho mais empêche les paroles prononcées par l'autre interlocuteur de parvenir au premier lorsque les deux interlocuteurs viennent à parler simultanément. Pour éviter cet effet de « hachage » qui risque de se produire lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément, le suppresseur d'écho doit pouvoir alors fonctionner selon un autre mode. D'après la terminologie normalement utilisée, le deuxième interlocuteur doit pouvoir « intervenir », ou annuler l'action de suppression lorsqu'il interrompt le premier.

L'intervention a donc pour résultat de transformer un circuit permettant la transmission de la parole dans un seul sens en un circuit permettant la transmission simultanée de la parole dans les deux sens et a automatiquement pour conséquence de laisser passer l'écho sans le supprimer. Si l'action d'intervention est réglée de manière qu'elle diminue l'écho, les paroles de l'un ou des deux interlocuteurs qui parlent simultanément demeurent « hachées » dans une certaine mesure lorsque la commande du suppresseur d'écho passe de l'un des interlocuteurs à l'autre. De ce fait, la construction d'un suppresseur d'écho se fonde sur deux conditions fondamentales:

1) assurer une suppression suffisante de l'écho lorsqu'un seul des interlocuteurs parle;
2) assurer une intervention souple et discrète lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément.

La deuxième de ces conditions implique deux fonctions qui s'excluent mutuellement:

1) éviter tout hachage des paroles lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément;
2) supprimer l'écho pendant que les deux interlocuteurs parlent simultanément et immédiatement après.

On utilise un circuit différentiel pour reconnaître la condition dans laquelle il doit y avoir intervention. Le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est comparé à celui de la voie de réception pour déterminer s'il s'agit de l'écho de paroles prononcées par un interlocuteur ou des paroles prononcées par l'autre. Le niveau de l'écho est diminué de l'affaiblissement du trajet d'écho, l'écho étant lui-même retardé d'un temps égal au double du temps de propagation entre le suppresseur d'écho et le point de réflexion. (Le temps de propagation aller-retour sur le trajet d'écho est appelé « retard aux extrémités ».) Pour la conception du circuit différentiel, il faut tenir compte à la fois de l'affaiblissement minimal du trajet d'écho et du retard maximal aux extrémités. Si le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est inférieur au niveau de l'écho prévu (compte tenu des conditions les plus mauvaises pour l'affaiblissement du trajet d'écho et le retard aux extrémités), la suppression est maintenue. Si au contraire ce niveau dépasse celui de l'écho prévu, il se produit une intervention et l'action de suppression est annulée.

Les suppresseurs d'écho sont placés dans la partie à fréquences vocales d'un circuit à quatre fils qui a une impédance nominale de 600 ohms. Les voies d'émission (central vers ligne) et de réception (ligne vers central) ont des niveaux relatifs différents selon les réseaux nationaux, par exemple:

1) émission: —16 dBr; réception: +7 dBr
2) émission: —4 dBr; réception: +4 dBr.

L'affaiblissement du trajet d'écho (pour lequel on prend la valeur moyenne de l'affaiblissement dans la bande de fréquences de 500 à 2500 Hz) aura vraisemblablement une valeur telle que l'affaiblissement minimal entre les bornes de sortie côté réception et les bornes d'entrée côté émission du suppresseur d'écho soit égal à la différence entre les niveaux relatifs en ces deux points augmentée de 6 dB, par exemple à 29 dB pour le cas 1, et à 14 dB pour le cas 2. Les suppresseurs d'écho doivent être conçus de manière à fonctionner de façon satisfaisante dans de telles conditions.

Les suppresseurs d'écho pour circuits à long temps de propagation doivent être des demi-suppresseurs d'écho terminaux, une protection contre des retards aux extrémités pouvant atteindre jusqu'à 25 ms environ (aller et retour) est assurée dans les modèles qui satisferont aux conditions indiquées ci-après.

Dans des conditions défavorables, le bruit de circuit qui pénètre dans les voies d'émission ou de réception d'un suppresseur d'écho peut atteindre —40 dBm0p.

Il est vraisemblable que les niveaux des courants vocaux aux bornes d'entrée côté émission et aux bornes d'entrée côté réception seront d'environ —15 dBm0, avec un écart type de 6 dB.

c) *Conditions de fonctionnement dans le cas de signaux d'entrée en régime permanent appliqués indépendamment sur les voies d'émission et de réception*

1. *Qualité de transmission*

Les valeurs qui figurent au paragraphe c.1 (de 1.1 à 1.11) sont provisoires.

Sauf avis contraire, les caractéristiques de qualité s'appliquent séparément à la voie d'émission et à celle de réception.

1.1 *Affaiblissement d'insertion*

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) d'un suppresseur d'écho en position de repos doit être de 0 $\pm$ 0,3 dB, pour un niveau de la fréquence de mesure inférieur ou égal à 0 dBm0.

Ces limites doivent être observées dans toute la gamme de températures de + 10 °C à + 40 °C ainsi que dans tout l'intervalle de variation admissible de l'alimentation en énergie.

1.2 *Caractéristiques affaiblissement/fréquence*

La caractéristique affaiblissement/fréquence doit être telle que si l'affaiblissement à 800 Hz (ou à 1000 Hz) est Q dB, l'affaiblissement à une fréquence quelconque de la bande 300-3400 Hz soit compris entre Q + 0,3 dB et Q — 0,2 dB.

1.3 *Distorsion de temps de propagation*

La distorsion de temps de propagation, mesurée entre deux fréquences quelconques de la bande 500-3000 Hz, ne doit pas dépasser 100 μs.

1.4 *Impédance*

1) La valeur nominale des impédances d'entrée et de sortie doit être 600 ohms (non réactives).

2) L'affaiblissement d'adaptation par rapport à l'impédance nominale ne doit pas être inférieur à 20 dB dans toute la bande de fréquences de 300 à 3400 Hz.

3) Le déséquilibre d'impédance de chaque borne par rapport à la terre ne doit pas être inférieur à 40 dB dans toute la bande de fréquences de 300 à 3400 Hz.

1.5 *Surcharge*

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) ne doit pas augmenter de plus de 0,2 dB lorsque le niveau de la fréquence de mesure passe de 0 dBm0 à + 10 dBm0.

1.6 *Distorsion harmonique*

La puissance totale de distorsion harmonique, pour une onde sinusoïdale pure de 800 Hz (ou de 1000 Hz) à un niveau de 0 dBm0, ne doit pas dépasser —34 dBm0.

1.7 *Intermodulation*

Si des affaiblisseurs insérés dans la voie de réception fonctionnent au rythme des syllabes, les produits d'intermodulation qu'ils provoquent doivent être conformes aux dispositions du paragraphe e.2) de l'Avis G.162 relatif aux compresseurs-extenseurs.

1.8 *Réponse transitoire*

Si des affaiblisseurs insérés dans la voie de réception fonctionnent au rythme des syllabes, leur réponse transitoire doit être conforme aux dispositions du paragraphe g) de l'Avis G.162, qui traite de la réponse transitoire globale d'un compresseur-extenseur.

1.9 *Bruit*

La puissance psophométrique moyenne introduite par un suppresseur d'écho ne doit pas dépasser —70 dBm0p.

La puissance moyenne non pondérée de bruit introduite par un suppresseur d'écho dans une bande allant de 300 à 3400 Hz ne doit pas dépasser —50 dBm0p.

1.10 *Diaphonie*

L'affaiblissement diaphonique entre la voie d'émission et la voie de réception ne doit pas être inférieur à 70 dB.

1.11 *Signaux parasites dus aux suppresseurs d'écho*

Les diverses conditions de fonctionnement d'un suppresseur d'écho ne doivent pas provoquer l'apparition de signaux parasites appréciables tels que des impulsions formées dans le suppresseur et résultant d'états transitoires. En particulier, ces signaux ne doivent pas avoir une ampleur telle qu'ils puissent entraîner le fonctionnement intempestif ou l'intervention intempestive d'un autre suppresseur d'écho présent sur la communication. A cet égard, il faut tenir compte des communications comportant plusieurs circuits et plusieurs couples de suppresseurs d'écho en tandem.

Pour éviter tout fonctionnement intempestif des autres suppresseurs d'écho dans une chaîne de circuits, la tension (mesurée de zéro à la valeur de crête) des signaux transitoires, produits dans les voies de réception ou d'émission (bouclées sur 600 ohms) et dus à un fonctionnement des suppresseurs d'écho provoqué par des signaux sur la voie opposée, ne doit pas dépasser 20 mV en un point de niveau relatif zéro (—34 dBV0) après filtrage du signal parasite dans la bande de 500 à 3000 Hz. De plus, la durée de ces transitoires doit être telle qu'ils ne soient pas audibles en présence de niveaux de bruit normaux (par exemple, —50 dBm0p).

2. *Fonctionnement d'un suppresseur d'écho en régime permanent*

L'action d'un suppresseur d'écho présentant les caractères généraux décrits au paragraphe b) est expliquée ci-après à l'aide du diagramme de fonctionnement théorique de la figure 4. Les combinaisons significatives des signaux d'entrée sont représentées par les zones X, Y, Z, W et V.

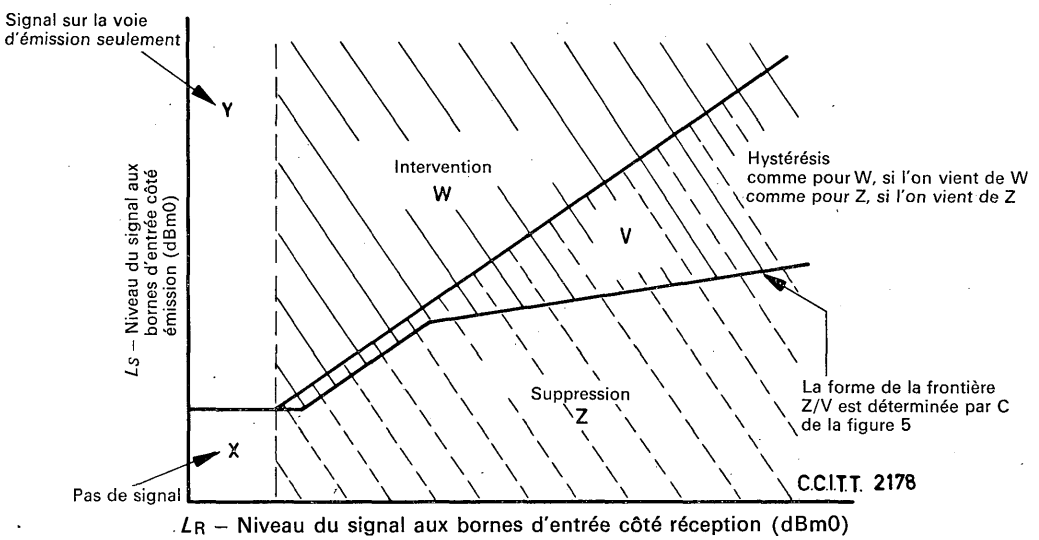


FIGURE 4. — **Diagramme explicatif du fonctionnement des suppresseurs d'écho dans des conditions idéales**

TABLEAU 1

Explications pour le diagramme de fonctionnement de la figure 4

Zone	Affaiblissement dans la voie d'émission (dB)	Affaiblissement dans la voie de réception (dB)
X	0	0
Y	0	7 maximum
W	0	Dans les limites indiquées pour *C* à la figure 5
Z	50 minimum	0
V	Comme pour W si l'on vient de W Comme pour Z si l'on vient de Z	

La zone X correspond à l'absence de tout signal appréciable sur la voie d'émission ou sur la voie de réception. La zone Y correspond à la présence de signaux sur la seule voie d'émission. La zone Z représente les combinaisons de niveaux des signaux pour lesquelles le suppresseur d'écho doit assurer la suppression sur la voie d'émission. La zone W correspond à l'intervention où la suppression doit être annulée. La zone V correspond à l'hysté-

résis qui doit assurer le maintien de la position d'intervention si le signal sur la voie d'émission est tombé légèrement au-dessous du niveau minimal pour lequel l'intervention doit se produire. De ce fait, la zone V représente une condition bistable. Le tableau 1 indique les valeurs d'affaiblissement qu'il convient d'introduire dans les deux voies lorsque chacune des cinq zones X, Y, Z, W et V est occupée en permanence. La figure 5 indique les valeurs limites de l'affaiblissement à la réception, C, qu'il convient d'introduire dans la voie de réception pendant l'intervention. Les indications contenues dans les figures 4 et 5 et dans le tableau 1 sont valables pour des signaux en régime permanent, et dans les cas où les frontières entre les zones sont franchies très lentement.

Les éléments indiqués dans la figure 4 concernent seulement les caractéristiques que l'on peut déterminer sans qu'il soit nécessaire de connaître les circuits internes du suppresseur d'écho ou d'avoir accès à ces circuits, mais tout simplement en appliquant des signaux d'essai aux bornes externes du suppresseur d'écho et en observant son état par des mesures externes. On trouvera, dans l'annexe au présent avis, la description des méthodes d'essai à mettre en œuvre pour vérifier par des mesures la conformité aux spécifications.

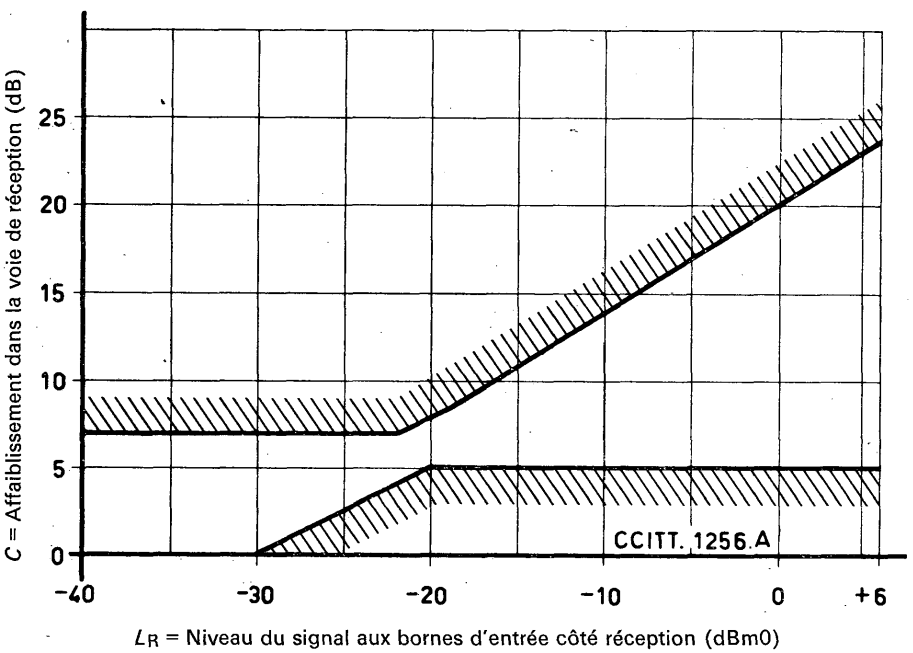


FIGURE 5. — **Valeurs recommandées pour l'affaiblissement *C* à introduire dans la voie de réception pendant l'intervention**

d) *Caractéristiques dynamiques lorsque des signaux sont appliqués, supprimés ou modifiés indépendamment sur les voies d'émission et de réception*

On peut spécifier les caractéristiques dynamiques en indiquant le temps qui s'écoule, lorsque les valeurs des signaux passent d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre zone, avant que l'état propre à la deuxième zone soit établi (figures 4 et 9). Si l'on passe de X à Z, on appelle ce temps le temps de fonctionnement pour la suppression; en

sens inverse, on l'appelle temps de maintien pour la suppression. Si l'on passe de Z à W ou à Y par l'intermédiaire de V, ce temps est appelé le temps de fonctionnement pour l'intervention; pour le passage en sens inverse, il s'agit du temps de maintien pour l'intervention. Dans la pratique, les frontières V/W et V/Z peuvent être franchies sous des angles quelconques. Les conditions indiquées dans le tableau 3 concernent des passages verticaux ou horizontaux.

Lorsqu'on fait varier brusquement les niveaux des signaux d'essai sinusoïdaux à la fréquence de 1000 Hz, les temps de fonctionnement maxima indiqués dans le tableau 3 sont valables, ainsi que les valeurs recommandées pour les temps de maintien indiqués dans le tableau 4. Pour chacun de ces tableaux, la partie droite se rapporte aux essais décrits dans l'annexe.

Les niveaux du signal qui définissent les divers seuils sont indiqués dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Niveaux de seuil entre les zones

Frontière	Symbole	A 1000 Hz à 20 ± 5°C dBm0	A 1000 Hz entre 10 et 40°C dBm0	Variation avec la fréquence
Suppression				
X à Z	Txz	$-33 \leqq T\text{xz} \leqq -29$ pour $L_S = -40$	$T'\text{xz} = T\text{xz} \pm 1$	
Z à X	$T\text{zx}_{max}$	Txz – 0 dB	T'xz – 0 dB	Figure 6
	$T\text{zx}_{min}$	Txz – 3 dB	T'xz – 3 dB	
X à Y	Txy	$-36 \leqq T\text{xy} \leqq -29$ pour $L_R = -40$	$T'\text{xy} = T\text{xy} \pm 1$	
Y à X	$T\text{yx}_{max}$	Txy – 0 dB	T'xy 0 dB	Figure 7
	$T\text{yx}_{min}$	Txy – 3 dB	T'xy – 3 dB	
Intervention				
V à W (en provenance de Z)	Tvw	$L_S = L_R \pm 1{,}5$ dB ($-26{,}5 \leqq L_R \leqq +4{,}5$)		$T'\text{vw} = T\text{vw} \pm 1{,}5$ dB entre 500 et 3000 Hz (Note 2)
V à Z (en provenance de W)	$T\text{vz}_{max}$	Tvw – C dB		$T'\text{vz} = T\text{vz} \pm 1{,}5$ dB entre 500 et 3000 Hz (Note 2)
	$T\text{vz}_{min}$	Tvw – C – 3 dB (Note 1) ($-26{,}5 \leqslant L_R \leqslant +4{,}5$)		

L_S = niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée côté émission.

L_R = niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée côté réception.

C = affaiblissement introduit dans la voie de réception pendant l'intervention. Cette caractéristique doit être conforme aux limites indiquées dans la figure 5.

[1] La dimension de la zone V en dB dans le sens vertical ne devrait pas dépasser de plus de 3 dB l'affaiblissement inséré dans la voie de réception lorsque l'intervention est établie.

[2] Il faut tenir compte des tolérances sur les caractéristiques affaiblissement/fréquence des deux filtres du détecteur d'intervention, mais il est souhaitable que le seuil d'intervention soit aussi indépendant que possible de la fréquence; une tolérance de ± 1,5 dB doit être respectée si L_S et L_R varient simultanément dans la bande de fréquences de 500 à 3000 Hz.

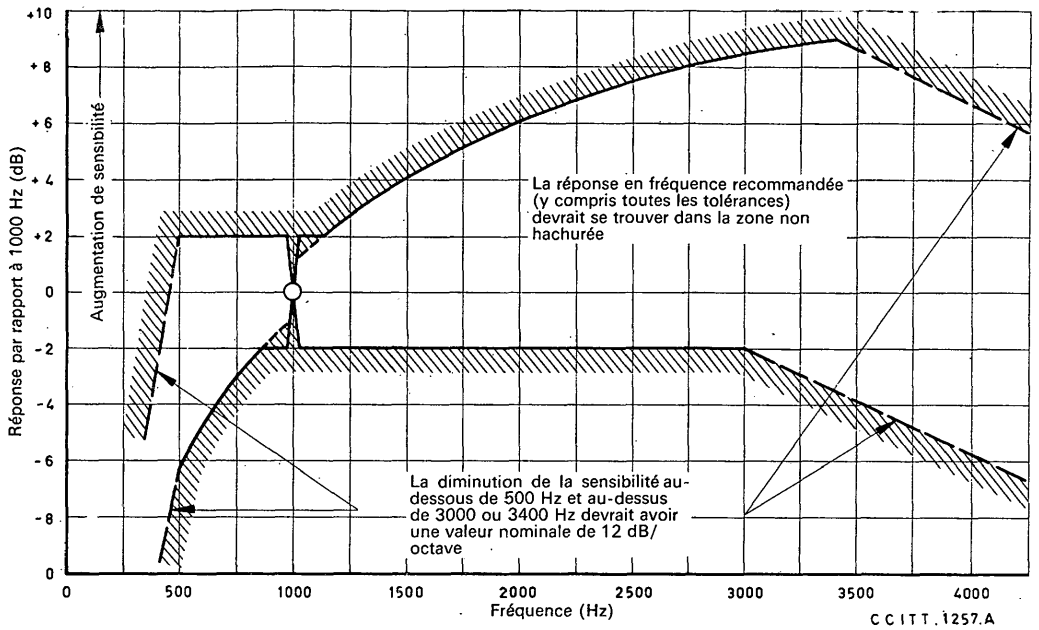


FIGURE 6. — **Réponse en fréquence recommandée pour la voie de commande du blocage d'un suppresseur d'écho**

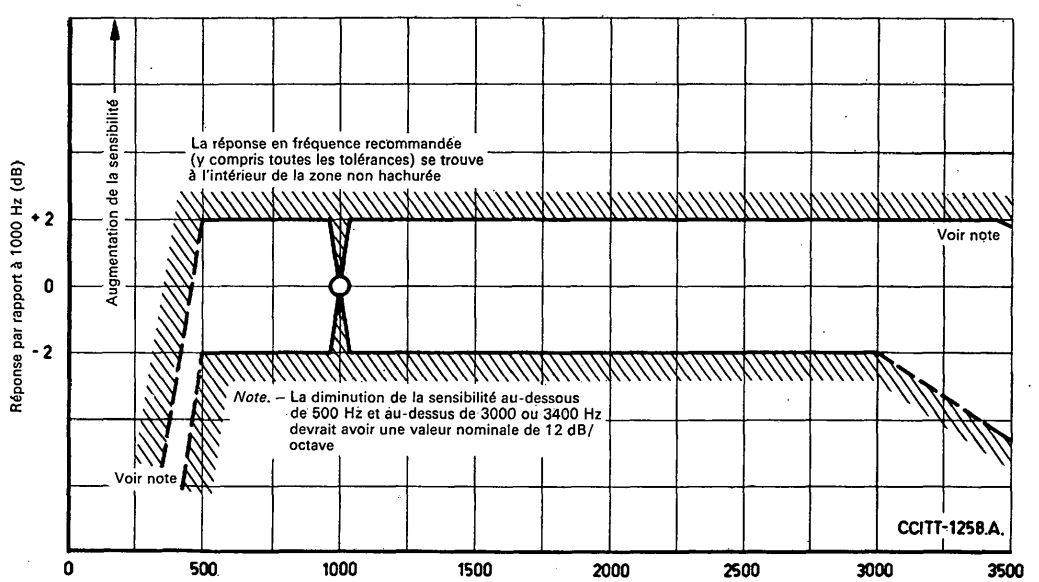


FIGURE 7. — **Réponse en fréquence recommandée pour chaque voie de commande du détecteur d'intervention d'un suppresseur d'écho**

TABLEAU 3

Valeurs maximales du temps de fonctionnement

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (maximum) (ms) (voir note 1)	Essai n°	Excursion (voir fig. 9)	Montage utilisé pour les essais (voir fig. n°)	Trace sur l'oscilloscope (voir fig. n°)
	Emission L_S dBm0	Réception L_R dBm0	Emission L_S dBm0	Réception L_R dBm0					
Suppression	−40	−40	−40	−25	5	4	a → b	11	14
X/Z	−40	−40	−40	−11	5		a → d		
Intervention Z/V/W	−40	−25	−19	−25	30 Note 2	6	b → k	13	16
L_R constant	−40	−15	− 9	−15	30		c → j		
Intervention Z/V/W/Y	−25	−22	−25	−40	40 Note 3	5	h → i	11 ou 12	15
	−25	−19	−25	−40	60		g → i		
L_S constant	−25	−16	−25	−40	70		f → i		
	−25	− 9	−25	−40	75		e → i		

Note 1 — La mise en action des suppresseurs d'écho par des signaux de courte durée, comme le bruit de circuit impulsif, est indésirable.

Note 2 — Des considérations théoriques conduisent à penser que ce temps doit être court. Avec certains suppresseurs d'écho, il est de l'ordre de 10 ms. On a observé que, dans des conversations en anglais, l'emploi de suppresseurs d'écho ayant un temps de fonctionnement de 30 ms n'avait aucun effet nuisible.

Note 3 — Il est souhaitable que ces valeurs soient aussi faibles que possible, compte tenu de la nécessité d'assurer la protection contre une intervention intempestive provoquée par l'écho dans le cas, décrit au paragraphe e), ou le retard aux extrémités est maximal et l'affaiblissement du trajet d'écho minimal. Quelques administrations pensent que l'on pourrait ramener respectivement les valeurs de 40 et 60 ms à 30 et 50 ms.

TABLEAU 4

Temps de maintien

(Note 3)

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (ms)	Essai n°	Excursion (voir fig. 9)	Montage utilisé pour les essais (voir fig. n°)	Trace sur l'oscilloscope (voir fig. n°)
	Emission L_S dBm0	Réception L_R dBm0	Emission L_S dBm0	Réception L_R dBm0					
Suppression Z/X	−40	−25	−40	−40	40 à 75	4	b ⟶ a	11	14
	−40	−11	−40	−40	40 à 75 (Note 2)		d ⟶ a		
Intervention W/V/Z	−19	−25	−40	−25	dans la gamme 150 – 350	6	k ⟶ b	13	16
L_R constant	− 9	−15	−40	−15	(Note 1)		j ⟶ c		

Note 1 — La durée du temps de maintien pour l'intervention qui est nécessaire dépend de la valeur de l'hystérésis (largeur de la région V) utilisée en position d'intervention (voir la figure 1). Si cette valeur est faible, le temps de maintien doit être voisin de la limite supérieure de la gamme; si elle est élevée, le temps de maintien peut être voisin de la limite inférieure de la gamme.

Note 2 — La limite supérieure du temps de maintien pour la suppression (Z/X) peut atteindre 240 ms, pourvu que soient respectées les conditions concernant le temps de fonctionnement pour l'intervention (Z/V/W/Y) pour L_S constant (tableau 3).

Note 3 — Bien que l'on ne juge pas nécessaire de mesurer le temps de maintien Y/X, il est souhaitable que les suppresseurs d'écho soient conçus de manière telle que ce temps ne soit pas inutilement élevé, par exemple qu'il ne soit pas de beaucoup supérieur à celui qui est applicable pour l'intervention.

e) *Fonctionnement en présence d'un affaiblissement du trajet d'écho peu important et, éventuellement, de retard aux extrémités*

Les clauses qui précèdent sont valables lorsque le suppresseur d'écho est soumis aux essais dans des conditions telles que les signaux sur les voies d'émission et de réception sont indépendants. Dans la pratique, on doit également maintenir un fonctionnement satisfaisant lorsque la voie d'émission est reliée à la voie de réception par un trajet d'écho pouvant présenter un retard aux extrémités et un affaiblissement peu élevé. Dans ces conditions, il faut contrôler trois caractéristiques du fonctionnement dynamique. L'annexe au présent avis décrit des dispositifs d'essai appropriés pour la mesure de ces caractéristiques dont la description est donnée ci-dessous:

1) Aucun écho (fuite par le trajet d'écho) ne doit provoquer l'apparition intempestive de la position d'intervention si l'affaiblissement du trajet d'écho est peu important et si le retard aux extrémités est nul. Cet inconvénient pourrait être dû à un choix malheureux des constantes de temps du trajet de commande; il se manifesterait alors comme une apparition temporaire intempestive de la position d'intervention, ne persistant que pendant la durée du temps de maintien de l'intervention, lorsqu'un signal serait brusquement appliqué aux bornes d'entrée côté réception (voir l'essai n° 7).
2) Si une protection insuffisante contre le retard aux extrémités est incorporée au suppresseur d'écho, le circuit d'intervention peut fonctionner sur le front arrière de l'écho. Ce phénomène peut se produire lors de l'interruption brusque d'un signal aux bornes d'entrée côté réception lorsque l'affaiblissement du trajet d'écho est faible et que le retard aux extrémités est important (voir l'essai n° 8).
3) Dans certains modèles, il se peut que l'hystérésis représentée par la zone bistable V (voir figure 4) soit trop importante par rapport à l'affaiblissement inséré dans la voie de réception. Ceci peut entraîner un maintien intempestif de l'intervention par l'écho dans les conditions suivantes: un signal permanent est présent aux bornes d'entrée côté réception et est compté aux bornes d'entrée côté émission par l'intermédiaire du trajet d'écho. Un signal d'amplitude et de durée suffisantes pour provoquer l'intervention est alors appliqué aux bornes d'entrée côté émission. Lors de l'interruption de ce signal, l'écho du signal maintient indûment la position d'intervention (voir l'essai n° 9).

f) *Mise en action sous l'effet d'une cause extérieure*

Le suppresseur d'écho devrait, au choix, permettre la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre extérieure ayant son origine dans le circuit interurbain. Cet élément aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal du suppresseur d'écho.

C. CARACTÉRISTIQUES DES DISPOSITIFS DE NEUTRALISATION DES SUPPRESSEURS D'ÉCHO

a) *Généralités*

Tout suppresseur d'écho devrait être muni d'un dispositif de neutralisation par tonalité ayant pour effet d'éviter l'application de l'affaiblissement de blocage et de l'affaiblissement à la réception lorsque ce suppresseur est traversé par des signaux de données ou par d'autres signaux ayant certaines fréquences spécifiées. Le dispositif de neutralisation devrait donc agir sous l'effet de certaines fréquences spécifiées mais pas sous l'effet des fréquences de la parole.

b) *Caractéristiques de neutralisation* (voir la figure 8)

La tonalité de neutralisation transmise est à la fréquence 2100 Hz ± 15 Hz; son niveau est −12 ± 6 dBm0. La fréquence de la tonalité appliquée au dispositif de neutralisation est 2100 Hz ± 21 Hz (voir l'Avis V.21, tome VIII). La bande de la voie de neutralisation devrait être suffisamment large pour englober cette tonalité, ainsi que toutes les autres tonalités de neutralisation utilisées dans des réseaux nationaux; elle devrait en outre être telle que, sous l'effet conjugué de l'action de garde et de temporisation, on dispose d'une

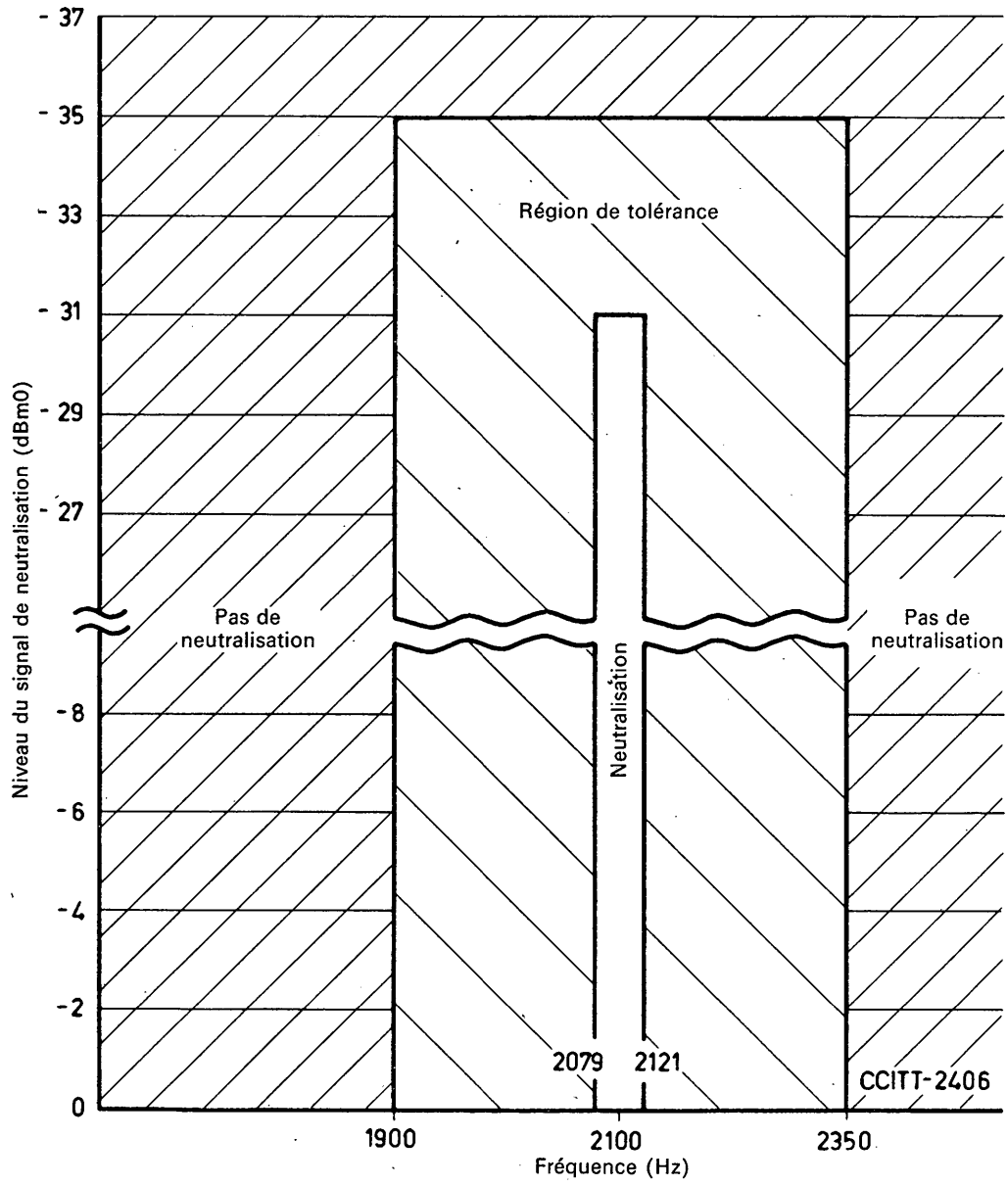


FIGURE 8. — **Caractéristiques requises dans la bande de neutralisation**

protection suffisante contre le fonctionnement intempestif du neutralisateur sous l'action des courants de conversation. La sensibilité de la voie de neutralisation (niveau de seuil) doit être telle que le dispositif de neutralisation fonctionne pour le niveau minimal de la tonalité de neutralisation attendu. Les caractéristiques de la bande représentées sur la figure 8 rendent possible la neutralisation par la fréquence 2100 Hz aussi bien que par d'autres fréquences utilisées en Amérique du Nord. A la condition que seule soit utilisée sur le plan international la fréquence de neutralisation recommandée, à savoir 2100 Hz, il n'y aura pas de perturbations des équipements de signalisation. On estime que la neutralisation intempestive d'un suppresseur d'écho par une fréquence de signalisation n'est pas nuisible, puisque le suppresseur d'écho ne joue aucun rôle pendant les périodes où les fréquences de signalisation sont transmises en ligne.

c) *Caractéristiques de la bande de garde*

L'énergie contenue dans la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation doit être utilisée pour s'opposer à la fonction de neutralisation, de manière que la parole ne provoque pas un fonctionnement intempestif du dispositif de neutralisation. La bande de garde doit être suffisamment large, et la sensibilité doit y être assez grande pour que l'énergie de la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation soit utilisée. La sensibilité, ainsi que la forme de la bande de garde, ne doivent pas être telles que le niveau maximum de bruit de circuit (au repos ou occupé) interdise la neutralisation. Dans ce qui suit, on suppose que l'on emploie un bruit blanc pour simuler les courants vocaux ainsi que le bruit de circuit. D'où la condition suivante:

Un bruit blanc (bande approximative: 200-3400 Hz) est appliqué au dispositif de neutralisation en même temps qu'un signal à 2100 Hz. Ce dernier est appliqué avec un niveau supérieur de 3 dB au niveau de seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande. L'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation ne doit pas être supérieure à celle du signal à 2100 Hz et ne doit pas lui être inférieure de plus de 5 dB. Le niveau du signal à 2100 Hz étant progressivement augmenté jusqu'à 30 dB au-dessus du niveau du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, le niveau d'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation doit rester inférieur à celui du signal à 2100 Hz.

Les valeurs numériques précitées sont provisoires.

d) *Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation*

Après avoir fonctionné, le dispositif de neutralisation doit maintenir le suppresseur neutralisé pour les fréquences d'une certaine bande. La largeur de cette bande doit englober toutes les fréquences actuelles, ou envisagées pour l'avenir, de transmission de données. La sensibilité pour la libération doit être suffisante pour que la neutralisation subsiste pour les signaux de données du niveau le plus faible prévu, mais doit être telle que le dispositif de neutralisation soit libéré pour le niveau maximal de bruit de circuit (au repos ou occupé). D'où la condition suivante:

Le dispositif de neutralisation doit rester dans la position « neutralisation » pour toute onde sinusoïdale de la bande 390-3000 Hz, d'un niveau supérieur ou égal à −27 dBm0. Il doit se libérer en présence du bruit de circuit maximal prévu. La sensibilité requise pour cette dernière condition est à l'étude. La spécification de la forme de la caractéristique de la bande de maintien doit faire l'objet d'une étude plus poussée.

e) *Temps de fonctionnement*

Ce temps doit être suffisamment long pour assurer une protection contre les périodes de silence, tout en étant inférieur à la limite de 400 ms recommandée par le C.C.I.T.T. La condition à fixer est donc que le dispositif de neutralisation fonctionne dans des limites de 300 ± 100 ms après réception d'un signal de neutralisation dont le niveau soit compris

entre 0 dBm0 et celui du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, majoré de 3 dB.

f) *Temps de remise en route*

La protection contre les périodes de silence doit également être assurée par la remise en route. En d'autres termes, si les courants vocaux qui simulent le signal de neutralisation sont interrompus, du fait des périodes qui séparent les syllabes, avant que la neutralisation ait eu lieu, le mécanisme de temporisation devrait se remettre en route. Cependant, ni une disparition momentanée, ni une variation du niveau d'un véritable signal de neutralisation ne doivent remettre en route le dispositif de temporisation.

Ainsi donc, le dispositif de neutralisation doit se remettre en route en cas de disparition du signal de neutralisation pendant une durée de plus de 60 ms et ceci à tout instant antérieur à sa durée de fonctionnement. Ceci implique que, après remise en route, la durée du signal de neutralisation requise pour provoquer la neutralisation soit égale au temps de fonctionnement.

En cas de disparition du signal de neutralisation pendant une durée inférieure à 3 ms, il convient que le dispositif de neutralisation ne se remette pas complètement en route. Ceci implique qu'après la disparition du signal, la durée du signal de neutralisation nécessaire pour provoquer la neutralisation soit inférieure au temps de fonctionnement.

Les conditions ci-dessus doivent être remplies pour des signaux de neutralisation dont le niveau est compris entre 0 dBm0 et une valeur égale au seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, majorée de 3 dB.

Les valeurs numériques précitées sont provisoires.

g) *Temps de libération*

Le dispositif de neutralisation ne doit pas se libérer pour des disparitions du signal d'une durée inférieure à la valeur recommandée par le C.C.I.T.T., à savoir 100 ms. Il doit se libérer dans un délai de 250 $\pm$ 150 ms après que le niveau d'un signal situé dans la bande de maintien est tombé à au moins 3 dB au-dessous de la sensibilité maximale de maintien, de manière à ne causer qu'un minimum de dégradation en cas de neutralisation accidentelle par les courants vocaux.

h) *Méthodes à utiliser pour l'essai des dispositifs de neutralisation*

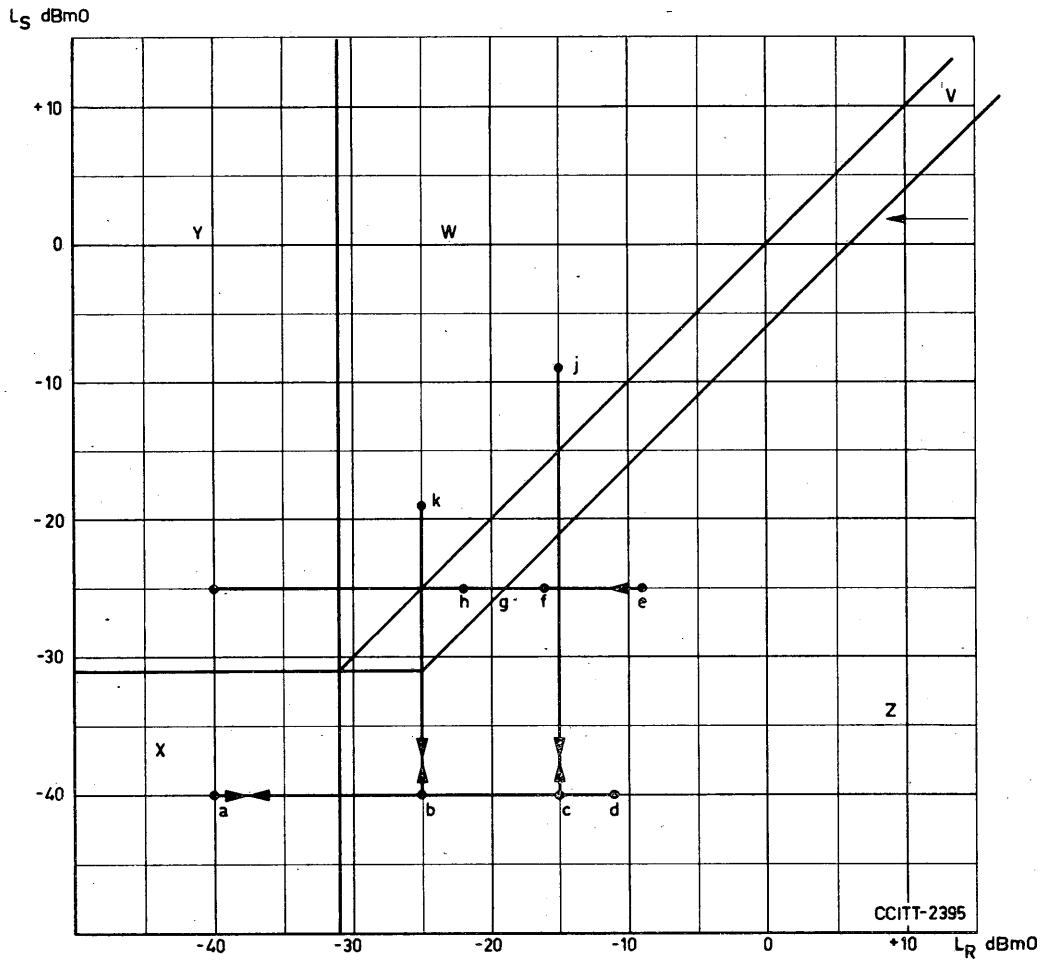
Ces méthodes sont à l'étude.

ANNEXE
(à l'Avis G.161, section B)

Méthodes d'essai à mettre en œuvre pour mesurer les principales caractéristiques de fonctionnement des suppresseurs d'écho

a) *Considérations générales*

Un suppresseur d'écho aux bornes d'entrée d'émission et de réception duquel sont appliqués des signaux sinusoïdaux se trouve placé dans un état qui dépend des niveaux relatifs de ces deux signaux. Toute combinaison des niveaux des deux signaux d'entrée peut être représentée par un point d'un diagramme typique de fonctionnement (figure 9). Chaque zone de ce diagramme correspond, en régime permanent, à un état particulier, caractérisé par les affaiblissements dans les deux voies de conversation et par l'organisation interne de sa logique.



Note. — Les frontières ci-contre n'ont qu'une valeur d'exemple.

FIGURE 9. — **Diagramme de fonctionnement représentant les niveaux utilisés lors des essais dynamiques (Voir tableaux 3 et 4)**

On spécifie les *caractéristiques statiques* d'un suppresseur d'écho en indiquant les frontières entre les zones ainsi que les affaiblissements des deux voies de conversation lorsque les signaux passent lentement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre.

On spécifie les *caractéristiques dynamiques* en précisant le temps qui s'écoule lorsqu'un signal passe brusquement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre zone, avant que l'état correspondant à cette dernière soit établi.

b) *Mesure des caractéristiques statiques*

Les caractéristiques statiques que l'on mesure sont les affaiblissements dans les voies d'émission et de réception ainsi que les niveaux de seuil entre zones (tableaux 1 et 2). Le matériel nécessaire est le suivant:

— un oscillateur avec sortie symétrique 600 ohms;
— deux affaiblisseurs symétriques 600 ohms;
— un circuit mélangeur 600 ohms;

— deux hypsomètres avec entrée symétrique 600 ohms.

Le montage est représenté sur la figure 10.

Essai n° 1 — Seuil de suppression et affaiblissement de blocage

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.
2. Régler *A* de manière que $L_S = -40$ dBm0.
3. Régler *B* de manière que $L_R = -40$ dBm0.
4. Augmenter L_R jusqu'à ce que la suppression se produise; noter la valeur de L_R ainsi que l'affaiblissement de blocage.
5. Diminuer L_R jusqu'à ce que la suppression disparaisse; noter la valeur de L_R.
6. Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées sur la figure 6 sont respectées et répéter les opérations 2 à 5.

Essai n° 2 — Seuil X/Y et affaiblissement éventuel dans la voie de réception

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.
2. Régler *A* de manière que $L_S = -40$ dBm0.
3. Régler *B* de manière que $L_R = -40$ dBm0.

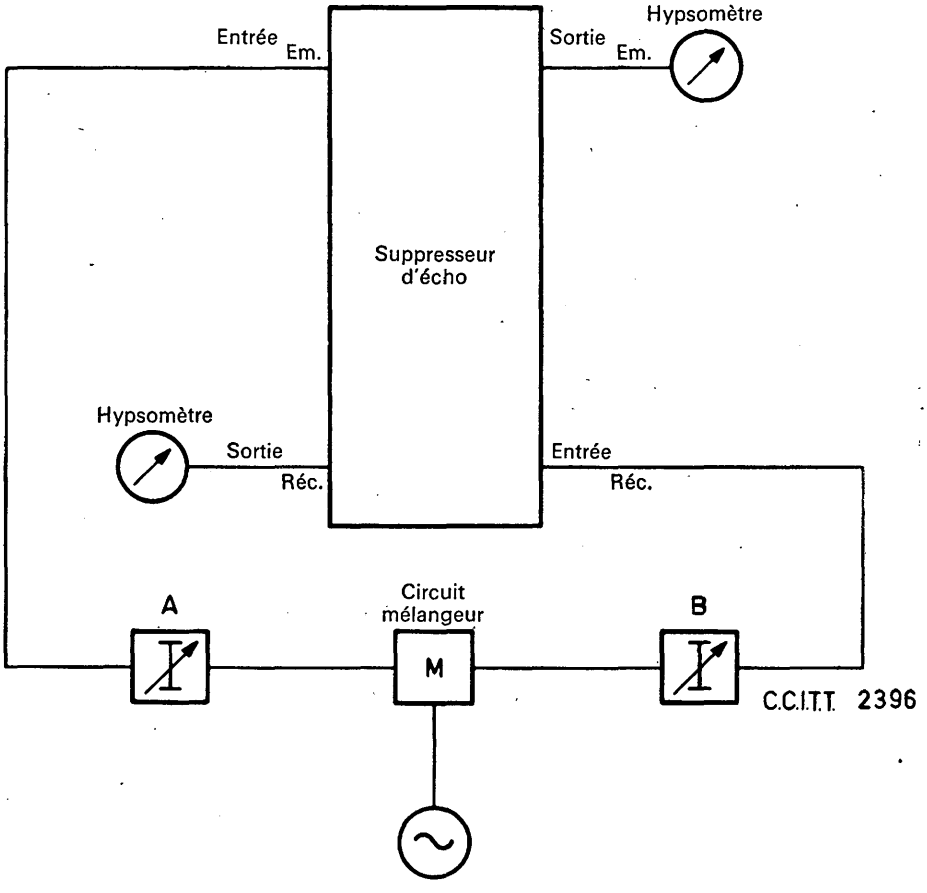


FIGURE 10. — **Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques statiques**

4. Augmenter L_S jusqu'à ce que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception (éventuelle); noter la valeur de L_S ainsi que l'affaiblissement à la réception.

5. Diminuer L_S jusqu'à ce que l'affaiblissement soit supprimé; noter la valeur de L_S.

6. Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées sur la figure 7 sont respectées et répéter les opérations 2 à 5.

Essai n° 3 — Sensibilité différentielle pour l'intervention et affaiblissement à la réception

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.

2. Régler *A* de manière que $L_S = -40$ dBm0.

3. Régler *B* de manière que $L_R = -26{,}5$ dBm0.

4. Augmenter L_S jusqu'à ce que la suppression disparaisse et que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception; noter la valeur de L_S ainsi que l'affaiblissement à la réception.

5. Diminuer L_S jusqu'à ce que la suppression se produise et que l'affaiblissement soit supprimé de la voie de réception; noter la valeur de L_S.

6. Augmenter L_R par bonds appropriés jusqu'à + 4,5 dBm0 et répéter les opérations 4 et 5.

7. Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées sur la figure 7 sont respectées et répéter les opérations 2 à 6.

c) *Mesure des caractéristiques dynamiques lorsque L_R et L_S sont appliqués indépendamment*

Les caractéristiques dynamiques que l'on mesure sont les temps de fonctionnement et de maintien pour la suppression et pour l'intervention (tableaux 3 et 4). Le matériel nécessaire est le suivant:

— un oscillateur avec sortie symétrique 600 ohms, accordé sur 1000 Hz;

— trois affaiblisseurs symétriques 600 ohms;

— trois circuits mélangeurs 600 ohms;

— deux générateurs de paquets d'impulsions ayant chacun une durée maximale de fonctionnement d'au moins 400 ms et de repos d'au moins 400 ms, pouvant être maintenus dans l'un et l'autre état par réglage manuel. Les impédances d'entrée et de sortie doivent être de 600 ohms dans les deux états. L'un de ces générateurs est déclenché par l'autre avec un retard de 100 ms, de sorte qu'il entre en fonctionnement 100 ms après l'autre. On trouvera aussi la description d'une variante, dans laquelle on ne met en œuvre qu'un seul générateur de paquets d'impulsions;

— deux résistances terminales de 600 ohms;

— un oscilloscope à double faisceau, de préférence avec écran à longue persistance.

c.1) *Essais dans lesquels L_S est maintenu constant*

Essai n° 4 — Temps de fonctionnement et de maintien pour la suppression

1. Régler les affaiblisseurs *P*, *Q* et *R* (figure 11) de manière à obtenir les valeurs de L_R et L_S indiquées dans les tableaux 3 et 4.

2. Lire les temps comme indiqué sur la figure 14.

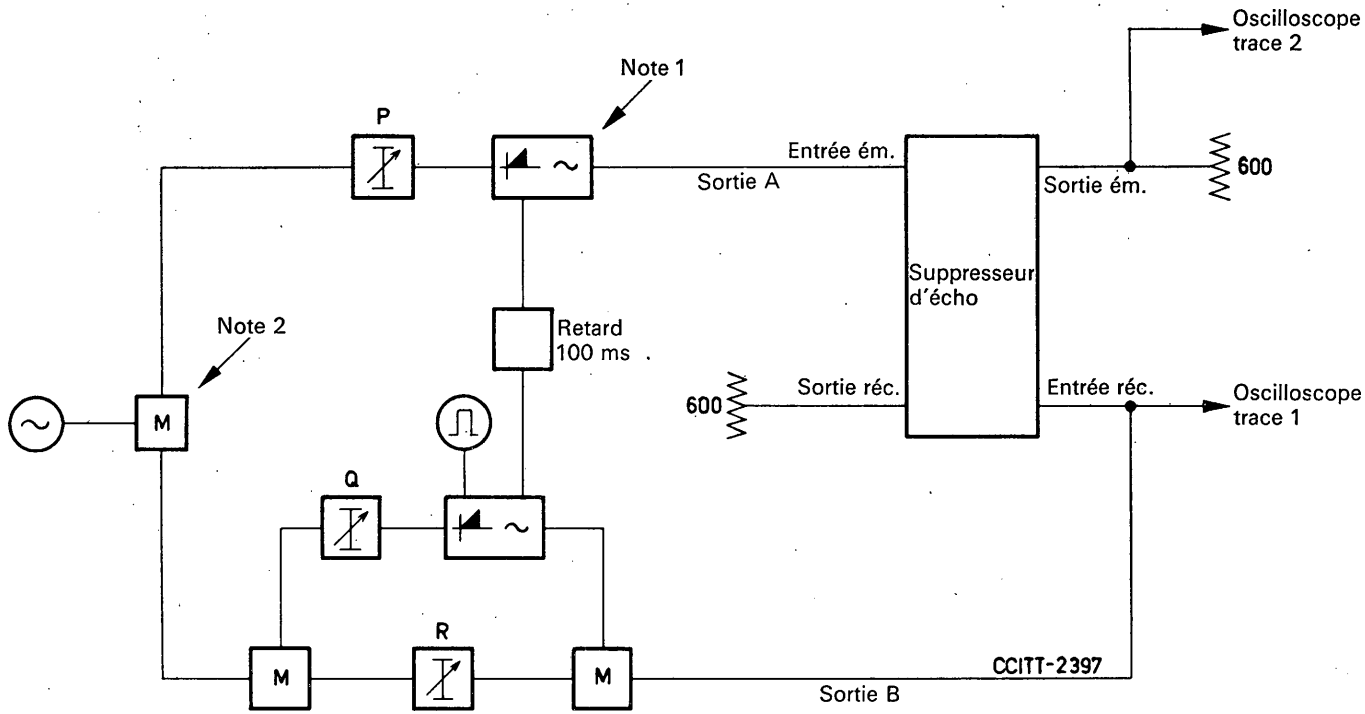
Essai n° 5 — Temps de fonctionnement pour l'intervention (L_S constant)

1. Régler les affaiblisseurs *P*, *Q* et *R* (figure 11) de manière à obtenir les valeurs de L_R et L_S indiquées dans le tableau 3.

2. Lire les temps comme indiqué sur la figure 11.

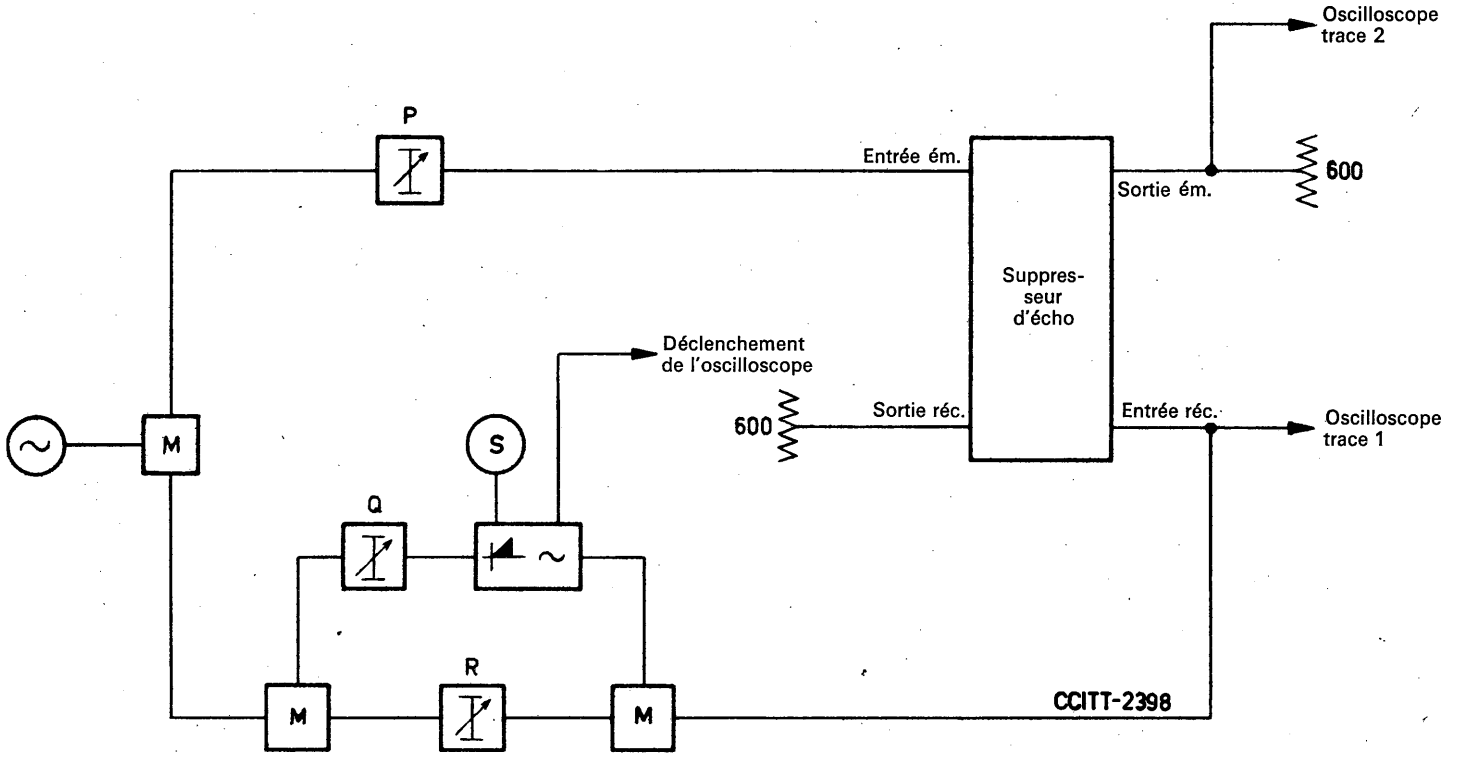
Essai n° 5 (variante)

Le montage est représenté par la figure 12. Le matériel nécessaire est le même que pour l'essai n° 5 précédent, mais il suffit d'un seul générateur de paquets d'impulsions, lequel est commandé



Notes — 1. Pour les temps de fonctionnement et de maintien pour la suppression, ce modulateur est maintenu en activité.
2. M = circuit mélangeur.

FIGURE 11. — **Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques (suppression, X/Z et intervention Z/V/W/Y, Ls constant)**



Notes — 1. Le commutateur S permet de choisir une des positions suivantes:
a) paquet d'impulsions répété
b) tonalité soutenue
c) pas de tonalité

2. M = circuit mélangeur

FIGURE 12. — **Autre montage possible pour la mesure des caractéristiques dynamiques (intervention Z/V/W/Y, LS constant)**

manuellement par le commutateur *S*. L'oscilloscope doit être à longue persistance, sinon on doit pouvoir prendre des oscillogrammes. L'ordre dans lequel on fait les réglages suivants est important.

1. Régler *P* de manière que L_S soit inférieur à −40 dBm0.
2. Régler *R* de manière que L_R ait la valeur finale indiquée dans le tableau 3.
3. Régler *Q* de manière que L_R ait la valeur initiale indiquée dans le tableau 3.
4. Régler *P* de manière que L_S ait la valeur indiquée dans le tableau 3.
5. Manœuvrer le commutateur *S* de manière à éliminer le générateur de paquets d'impulsions.
6. Lire le temps de fonctionnement pour l'intervention comme indiqué sur la figure 15.
7. Répéter les opérations 1 à 6 pour les valeurs initiales de L_R indiquées dans le tableau 3.

c.) *Essai dans lequel L_R est maintenu constant*

Essai n° 6 — Temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention L_R (constant)

1. Régler les affaiblisseurs *P*, *Q* et *R* (figure 13) de manière à obtenir les valeurs de L_R et L_S indiquées dans les tableaux 3 et 4.
2. Lire les temps comme indiqué sur la figure 16.

d) *Mesure du fonctionnement du suppresseur d'écho lorsque les bornes d'entrée côté émission sont reliées aux bornes de sortie côté réception avec un affaiblissement de trajet d'écho pouvant comporter un retard et un affaiblissement*

L'objet de cette mesure est d'étudier le comportement du suppresseur du point de vue d'une intervention intempestive provoquée par le retour de l'écho.

Essai n° 7 — Intervention intempestive lorsque le retard aux extrémités est nul

Le montage est celui de la figure 17. Le matériel nécessaire est le suivant:

— un oscillateur avec sortie symétrique 600 ohms,
— deux affaiblisseurs symétriques 600 ohms,
— une résistance terminale de 600 ohms,
— un générateur de paquets d'impulsions,
— un oscilloscope à double faisceau.

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.
2. Régler *Y* de telle manière que $L_R = -28$ dBm0.
3. Régler *X* à une valeur égale à la différence entre les niveaux relatifs sur les voies de réception et d'émission, majorée de 6 dB.
4. Vérifier l'absence de tout signal sur la trace 2 de l'oscilloscope ce qui prouve l'absence d'intervention intempestive. Diminuer *X* jusqu'à ce qu'une intervention intempestive se produise et noter la marge.
5. Répéter les opérations 2 à 4 pour $L_R = -16$ dBm0 et $L_R = 0$.

Essai n° 8 — Intervention intempestive dans le cas de retard aux extrémités

Le montage est celui de la figure 18; le matériel nécessaire est le même que pour l'essai n° 7, aucuqel il convient d'ajouter une ligne à fréquences vocales à retard réglable. On peut d'ailleurs remplacer cette ligne par un élément logique à retard variable (voir la figure 19); dans ce cas, il faut un deuxième générateur de paquets d'impulsions.

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.
2. Régler *Y* de manière que $L_R = -28$ dBm0.
3. Régler le retard sur 25 ms.

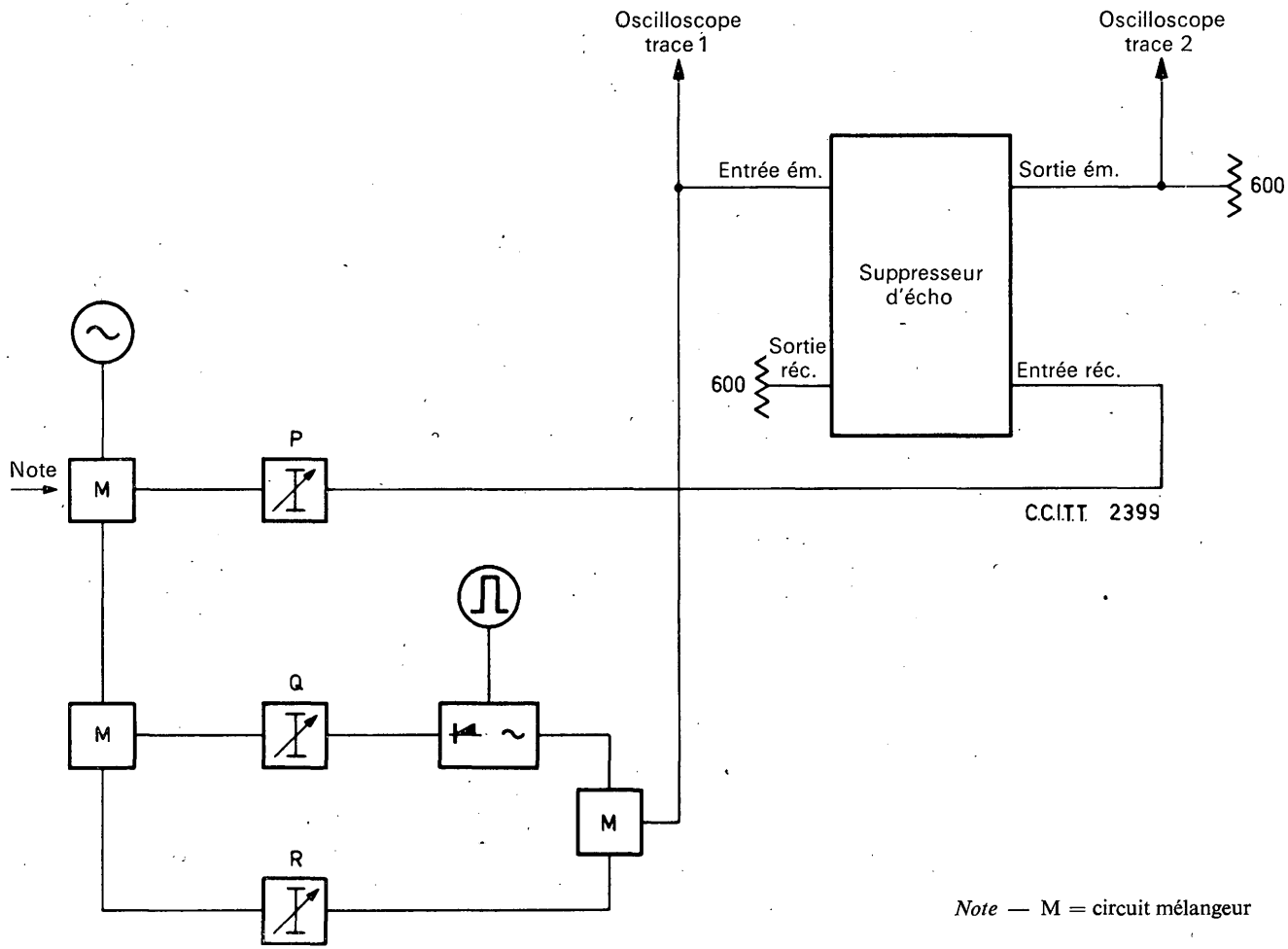


FIGURE 13. — **Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques (intervention, Z/V/W, L_R constant)**

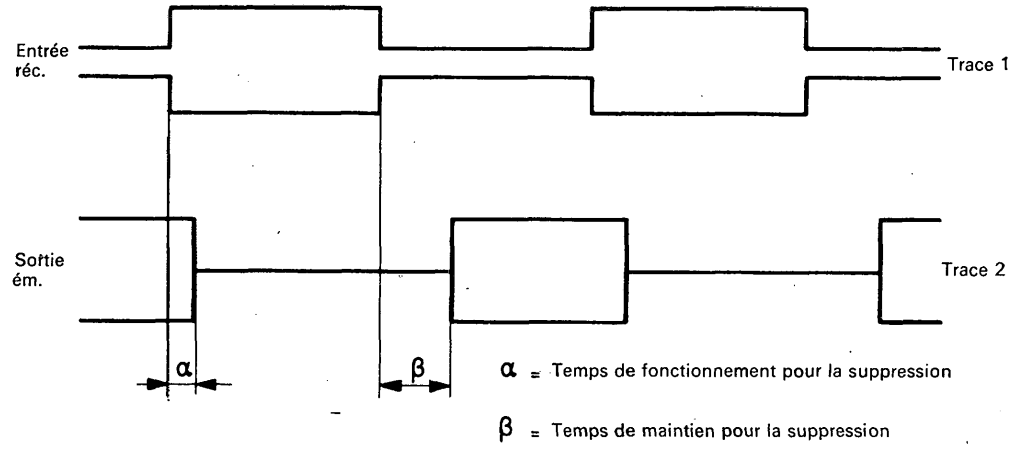


FIGURE 14. — **Trace de l'oscilloscope pour les temps de fonctionnement et de maintien pour la suppression**

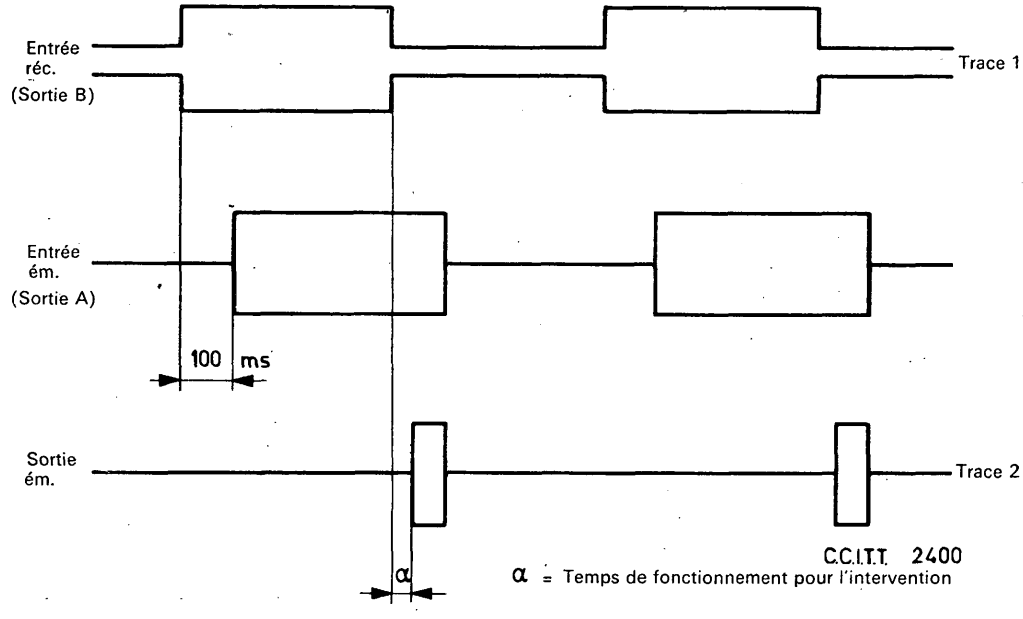


FIGURE 15. — **Trace de l'oscilloscope pour le temps de fonctionnement pour l'intervention, LS constant**

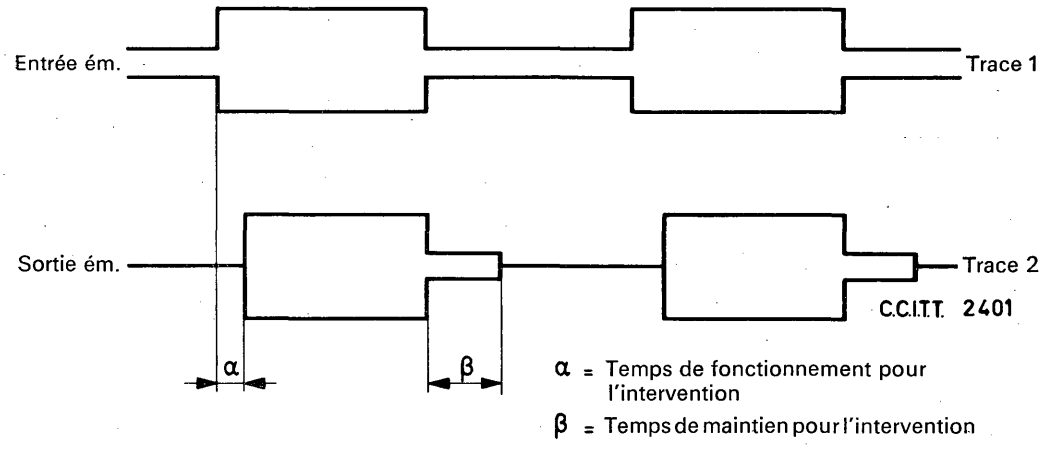


FIGURE 16. — **Trace de l'oscilloscope pour les temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention, L_R constant**

4. Régler X à une valeur égale à la différence entre les niveaux relatifs sur les voies de réception et d'émission, majorée de 6 dB. (Tout affaiblissement inhérent au dispositif à retard doit être déduit de la valeur de X, ou bien compensé par un gain équivalent.)
5. Vérifier l'absence de tout signal sur la trace 2 de l'oscilloscope, ce qui prouve l'absence d'intervention intempestive. Diminuer X jusqu'à ce qu'une intervention intempestive se produise et noter la marge.
6. Répéter les opérations 1 à 5 pour $L_R = -16$ dBm0 et $L_R = 0$.

Essai n° 9 — Maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérisis

Le montage est celui de la figure 20; le matériel nécessaire est le suivant:

— un oscillateur avec sortie symétrique 600 ohms;
— trois affaiblisseurs symétriques 600 ohms;
— deux circuits mélangeurs 600 ohms;
— une résistance terminale de 600 ohms;
— un générateur de paquets d'impulsions;
— un amplificateur, servant de séparateur;
— un oscilloscope à double faisceau.

1. Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz.
2. Régler Q de manière que l'affaiblisssement de la voie entre Sortie réc. et Entrée ém. soit égal à la différence entre les niveaux relatifs en ces points, majorée de 6 dB.
3. Régler R de manière que $L_R = -28$ dBm0.
4. Régler P de manière que $L_S = L_R + 3$ dB.
5. Vérifier que le signal sur la trace 2 de l'oscilloscope (figure 21) est convenable, ce qui prouve l'absence de tout maintien intempestif de l'intervention.
6. Répéter les opérations 3 à 5 pour $L_R = -16$ dBm0 et $L_R = 0$.

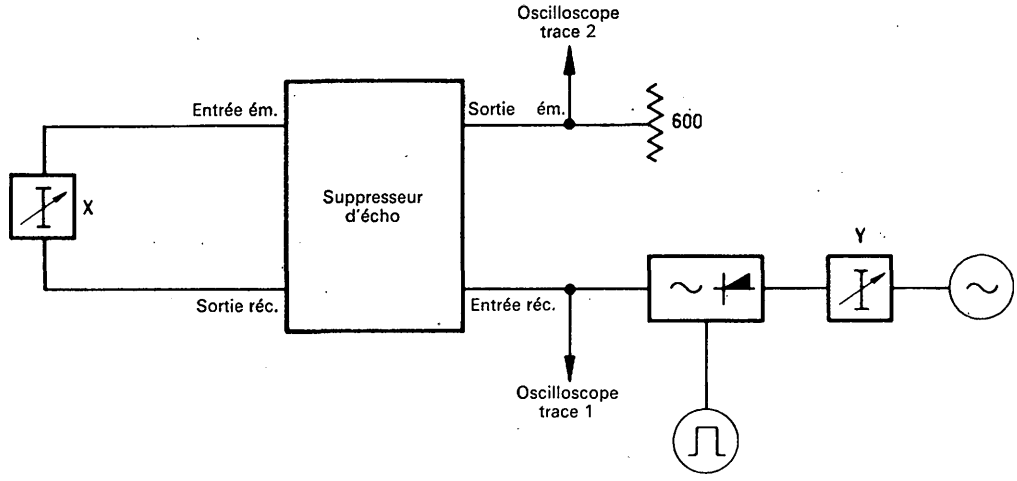


FIGURE 17. — **Montage réalisé pour étudier l'intervention intempestive, sans retard aux extrémités**

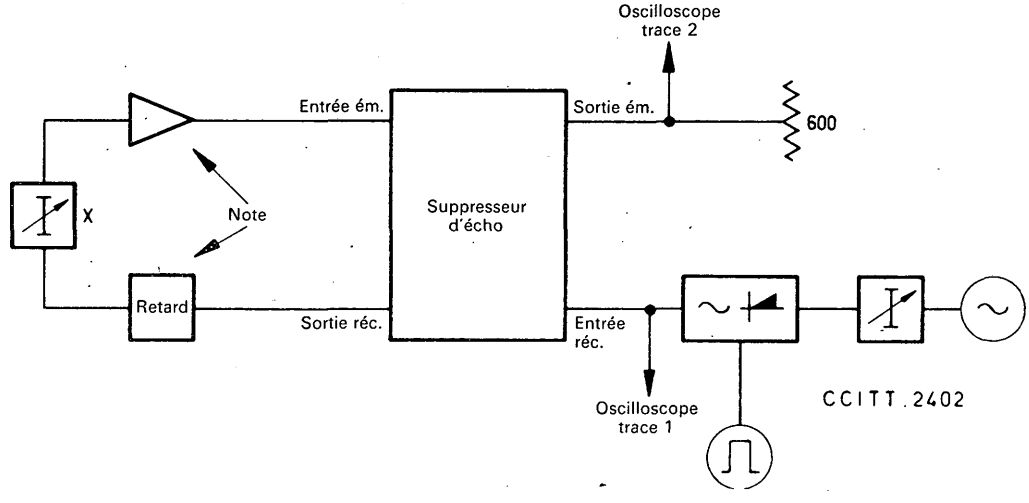


FIGURE 18. — **Montage réalisé pour étudier l'intervention intempestive, avec retard aux extrémités**

Note — L'affaiblissement inhérent au dispositif à retard peut être compensé, ou bien on peut en tenir compte dans le réglage de X

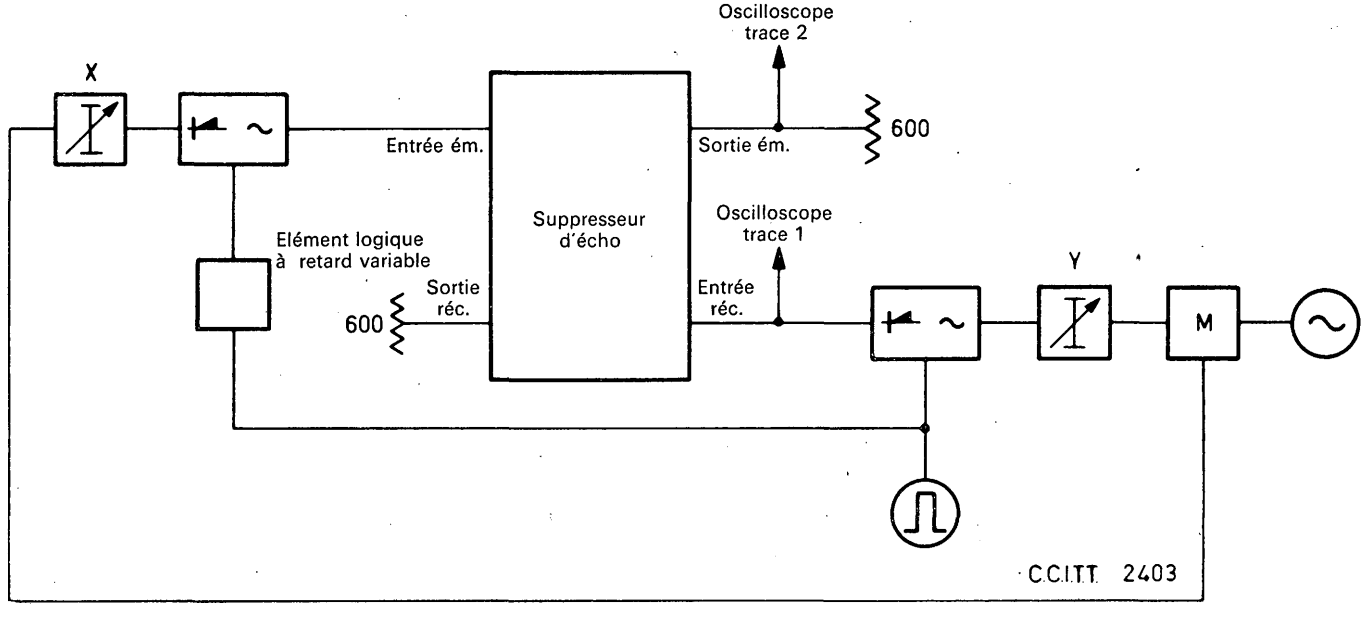


FIGURE 19. — **Autre montage possible pour étudier l'intervention intempestive en cas de retard aux extrémités**

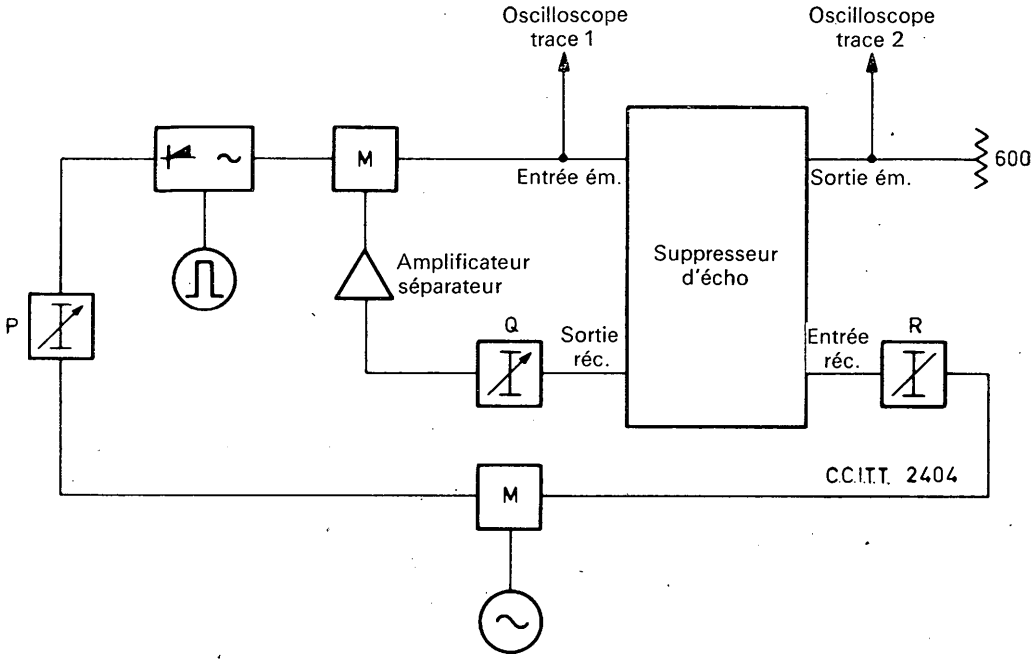
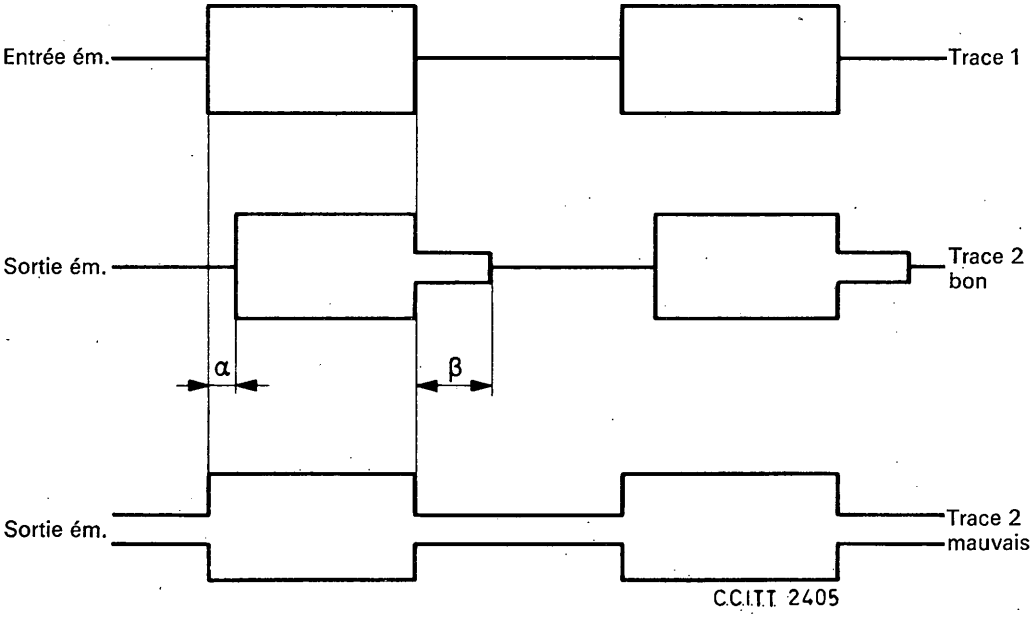


FIGURE 20. — **Montage réalisé pour étudier le maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis**



α = Temps de fonctionnement pour l'intervention

β = Temps de maintien pour l'intervention

FIGURE 21. — **Traces obtenues en cas de maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis**

AVIS G.162 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES COMPRESSEURS-EXTENSEURS POUR LA TÉLÉPHONIE

Ces caractéristiques sont applicables aux compresseurs-extenseurs de construction moderne, utilisables soit sur des circuits internationaux de grande longueur, soit sur des circuits nationaux et internationaux de longueur modérée.

Certaines des clauses qui suivent spécifient les caractéristiques conjuguées d'un compresseur et d'un extenseur dans le même sens de transmission d'un circuit à quatre fils. Les caractéristiques spécifiées de cette manière peuvent être le plus aisément atteintes si les compresseurs et les extenseurs sont de construction analogue; en certains cas, une étroite collaboration entre les administrations intéressées pourra être nécessaire.

On doit encore observer que le matériel fabriqué jusqu'à présent et destiné aux circuits de longueur modérée, même s'il est complètement satisfaisant pour ces circuits, peut ne pas répondre complètement aux clauses du présent avis.

a) *Définition et valeur du « niveau inchangé »*

Le « niveau inchangé » est le niveau absolu en un point de niveau relatif zéro de la ligne située entre le compresseur et l'extenseur, d'un signal à 800 Hz qui reste inchangé, que le circuit soit exploité avec le compresseur ou non.

Le « niveau inchangé » est ainsi défini afin de ne pas imposer les valeurs du niveau relatif à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur.

Le niveau inchangé doit en principe être égal à 0 Nm0 (0 dBm0). Toutefois, pour tenir compte de l'augmentation de la puissance moyenne apportée par le compresseur, et pour éviter l'augmentation du bruit d'intermodulation et la surcharge qui risquent d'en résulter, on pourra, dans certains cas, réduire ce niveau inchangé d'une valeur pouvant atteindre 5,8 dNp (5 dB). Cette réduction du niveau inchangé entraîne, toutefois, une diminution de l'amélioration du rapport signal/bruit due au compresseur-extenseur. Cette réduction éventuelle devra se faire par accord direct entre les administrations intéressées. En règle générale, aucune réduction n'est nécessaire pour les systèmes de moins de 60 voies.

Remarque. — L'augmentation de la puissance moyenne dans la bande transmise déterminée par le compresseur dans la voie téléphonique résulte de la valeur du niveau inchangé, des temps d'établissement et de retour au repos, de la distribution des volumes vocaux et de la puissance moyenne de la parole transmise. Lorsqu'on adopte pour le niveau inchangé la valeur 0 Nm0 (0 dBm0), il semble que l'augmentation effective de la puissance moyenne reste de l'ordre de 2,3 à 3,5 dNp (2 ou 3 dB).

b) *Taux de compression et d'extension*

1. *Définition et valeur préférée du taux de compression.* — Le taux de compression d'un compresseur est défini par le rapport:

$$\alpha = \frac{n_e - n_{e0}}{n_s - n_{s0}}$$

où: n_e est le niveau à l'entrée,
n_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à 0 Nm0 (0 dBm0),
n_s est le niveau à la sortie,
n_{s0} est le niveau à la sortie qui correspond à un niveau à l'entrée de n_{e0}.

La valeur préférée de α est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles, à condition que l'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera

pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre $\pm$ 10 °C et $\pm$ 40 °C.

2. *Définition et valeur préférée du taux d'extension.* — Le taux d'extension d'un extenseur est défini par le rapport:

$$\beta = \frac{n_s - n_{s0}}{n'_e - n'_{e0}}$$

où: n'_e est le niveau à l'entrée,
n'_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à 0 Nm0 (0 dBm0),
n'_s est le niveau à la sortie,
n_{s0} est le niveau à la sortie qui correspond à un niveau à l'entrée n'_{e0}.

La valeur préférée de β est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles, à condition que l'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre + 10 °C et + 40 °C.

3. *Intervalle de variation de niveau.* — L'intervalle de variation du niveau dans lequel on doit respecter les valeurs de α et de β adoptées, doit s'étendre au moins:

de + 5,8 à −52 dNm0 (+ 5 à −45 dBm0) pour le niveau d'entrée du compresseur,
de + 5,8 à −58 dNm0 (+ 5 à −50 dBm0) pour le niveau nominal de sortie de l'extenseur.

4. *Variation du gain du compresseur.* — Le niveau à la sortie du compresseur, mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau de 0 Nm0 (0 dBm0) ne devrait pas varier de plus de $\pm$ 6 cNp ou $\pm$ 0,5 dB par rapport à sa valeur nominale, pour une température comprise entre + 10 °C et + 40 °C et une variation de la tension d'alimentation de $\pm$ 5% par rapport à sa valeur nominale.

5. *Variation du gain de l'extenseur.* — Le niveau à la sortie de l'extenseur, mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau d'entrée de 0 Nm0 (0 dBm0) ne devrait pas varier de plus de $\pm$ 12 cNp ou $\pm$ 1 dB par rapport à sa valeur nominale, pour une température comprise entre + 10 °C et + 40 °C et une variation de la tension d'alimentation de $\pm$ 5% par rapport à sa valeur nominale.

Remarque. — Il est souhaitable, surtout pour les compresseurs-extenseurs destinés aux circuits de grande longueur, d'imposer des limites plus rigoureuses que les valeurs de $\pm$0,5 dB et de $\pm$1 dB qui figurent aux points b.4 et b.5; les valeurs de + 0,25 dB et de +0,5 dB respectivement, sont à préférer.

6. *Condition de stabilité.* — L'insertion d'un compresseur-extenseur ne doit pas diminuer de façon appréciable la marge de stabilité. Afin d'être sûr que cette condition soit remplie, dans une combinaison de l'extenseur et du compresseur appartenant au même circuit à quatre fils dans la même station, l'erreur du niveau de sortie du compresseur, par rapport à un niveau d'entrée quelconque dans l'extenseur, ne doit pas être supérieure à + 6 cNp ou + 0,5 dB. Cette erreur est rapportée au niveau qu'on a à la sortie du compresseur, pour un niveau à l'entrée de l'extenseur de 0 dBm0. Cette limite doit être respectée à toute fréquence comprise entre 200 et 4000 Hz et pour toute température comprise entre + 10 °C et + 40 °C. Aucune limite négative n'est fixée pour l'erreur. Dans cet essai on doit insérer, entre l'extenseur et le compresseur, un affaiblisseur dont le réglage est déterminé selon les indications données par la remarque suivante:

Remarque 1. — Cette clause concerne l'influence d'un compresseur-extenseur sur le gain de la boucle d'un circuit à quatre fils et sur la stabilité.

Pour examiner ce problème, on considère une liaison constituée de trois circuits à quatre fils *AB*, *BC* et *CD* qui relient les stations terminales *A* et *D* (où se trouvent les termineurs) à travers les stations inter-

médiaires *B* et *C*. On suppose que le circuit *BC* est équipé d'un compresseur-extenseur. On désire établir des tolérances pour le gain de l'ensemble de l'extenseur et du compresseur qui se trouvent en *C* afin de limiter la réduction de la stabilité due à leur insertion. Pour faciliter l'examen de cette question, on suppose que la sortie de l'extenseur et l'entrée du compresseur se trouvent normalement en deux points ayant le même niveau relatif.

On a alors l'expression suivante pour l'affaiblissement entre la sortie de l'extenseur en *C* et l'entrée du compresseur en *C* :

$$a_S = a_0 + a_r + a_x + a_y \text{ dB}$$

avec

a_0 = affaiblissement nominal de la chaîne de circuits entre les bornes « deux fils » en *A* et *D*;
a_r = affaiblissement d'équilibrage au termineur en *D*;
a_x = écart de l'affaiblissement de la voie *CD* par rapport à sa valeur nominale;
a_y = écart de l'affaiblissement de la voie *DC* par rapport à sa valeur nominale.

Les deux dernières grandeurs peuvent être positives ou négatives.

On peut conclure que, afin que la mesure du gain de l'ensemble d'un extenseur et d'un compresseur se trouvant dans la même station puisse déterminer d'une façon satisfaisante l'effet global sur la stabilité, on doit observer les conditions suivantes:

L'extenseur sera suivi du compresseur à travers un affaiblisseur dont le réglage tiendra compte de la gamme entière des valeurs de a_s qu'on trouve en pratique quand il y a danger d'instabilité. Pour inclure toutes les conditions pratiques, il faudrait probablement considérer une gamme très large.

Cependant, si l'on considère seulement le cas important d'un compresseur-extenseur terminal et un affaiblissement d'équilibrage égal à zéro, alors $a_S = a_0$, valeur recommandée en général pour le réglage de l'affaiblisseur placé entre l'extenseur et le compresseur dans cet essai.

Toutefois, dans les cas particuliers où il est possible de déterminer avec précision les valeurs de a_r, a_x, a_y correspondant à la condition la plus probable d'amorçage, on peut spécifier la valeur exacte de a_S.

On a supposé que la sortie de l'extenseur et l'entrée du compresseur se trouvent normalement en des points ayant le même niveau relatif. Si cela n'est pas vrai et si le niveau relatif à la sortie de l'extenseur est supérieur de a_c dB au niveau relatif à l'entrée du compresseur, la valeur de réglage de l'affaiblisseur doit être augmentée de a_c (qui peut être positif ou négatif).

Remarque 2. — Les connexions croisées entre les circuits de commande de l'extenseur et du compresseur peuvent présenter des avantages en ce qui concerne les échos sur le circuit; par conséquent, leur utilisation devrait être permise; cette utilisation, qui donne lieu à des inconvénients au point de vue de la signalisation et de la conversation bilatérale, sera certainement limitée à des cas exceptionnels. Par conséquent, il ne semble pas justifié d'émettre des recommandations particulières du C.C.I.T.T. à ce sujet.

7. *Tolérance sur les niveaux de sortie de l'ensemble compresseur-extenseur d'un même sens de transmission d'un circuit à quatre fils.* — Le compresseur et l'extenseur sont connectés en cascade. Un affaiblissement (ou un gain) est inséré entre la sortie du compresseur et l'entrée de l'extenseur; il est égal à l'affaiblissement (ou au gain) nominal entre ces points dans le circuit réel sur lequel ils seront utilisés. La figure 1 indique, en fonction du niveau du signal de 800 Hz, à l'entrée du compresseur, les limites admissibles de la différence entre le niveau à la sortie de l'extenseur et le niveau à l'entrée du compresseur. (Des valeurs positives indiquent que le niveau à la sortie de l'extenseur dépasse le niveau à l'entrée du compresseur.)

Ces limites doivent être observées pour toutes les combinaisons de température du compresseur et de l'extenseur entre + 10 °C et + 40 °C.

Elles seront également respectées si l'essai est fait alors que l'affaiblissement (ou que le gain) entre le compresseur et l'extenseur est augmenté ou diminué de 2,3 dNp (2 dB).

Remarque. — La variation de gain (ou d'affaiblissement) de 2,3 dNp (2 dB), citée dans la clause 7 est égale à deux fois l'écart type recommandé dans l'Avis G.151, C, comme objectif pour les circuits internationaux établis sur une seule liaison en groupe primaire.

c) *Impédances et affaiblissements d'adaptation*

Les impédances nominales du compresseur et de l'extenseur devraient être égales à 600 ohms (résistance pure).

A titre provisoire, l'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, à l'entrée et à la sortie du compresseur et de l'extenseur, ne devrait pas être inférieur à

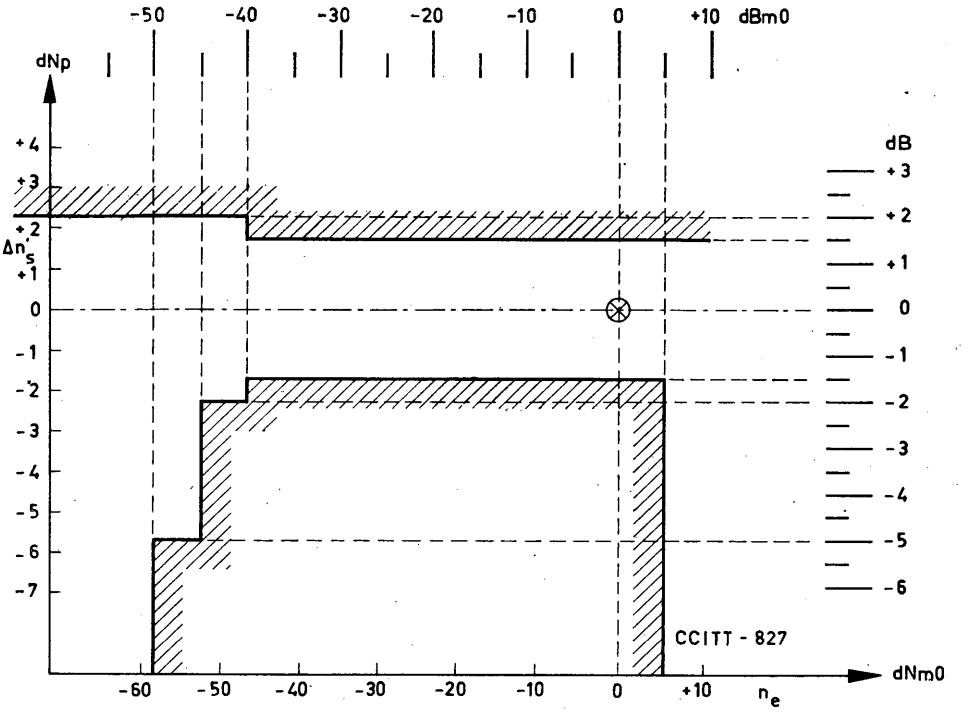


FIGURE 1

16 dNp (14 dB), entre 300 et 3400 Hz et pour un niveau de mesure quelconque compris entre + 5,8 et —52 dNm0 (+ 5 et —45 dBm0) à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur.

d) *Caractéristiques de fonctionnement aux différentes fréquences*

1. *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande bloqué.* —

On considère le circuit de commande comme bloqué quand le courant (ou la tension) de commande. obtenu en redressant le signal, est remplacé par un courant (ou tension) continu provenant d'une source extérieure. Pour l'application de cette clause, la valeur de ce courant (ou de cette tension) doit être égale à la valeur du courant ou de la tension de commande que l'on obtient quand le niveau du signal d'entrée est de 0 Nm0 (0 dBm0) à 800 Hz.

Pour le compresseur et pour l'extenseur pris séparément, les variations d'équivalent en fonction de la fréquence doivent être comprises dans les limites d'un gabarit qui peut être déduit de la figure de l'Avis G.132 en divisant par 8 les tolérances indiquées, la mesure étant faite avec un signal à niveau d'entrée constant correspondant au niveau 0 Nm0 (0 dBm0).

Ces limites doivent être respectées pour toute température comprise entre + 10 °C et + 40 °C.

2. *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande en fonctionnement normal.* — Le gabarit donné en d) 1 doit être tenu par le compresseur, quand le circuit de commande est en fonctionnement normal, la mesure étant faite avec un niveau d'entrée constant correspondant au niveau de 0 Nm0 (0 dBm0).

Pour l'extenseur, dans les mêmes conditions de mesure, on appliquera un gabarit qui peut être déduit de la figure de l'Avis G.132, en divisant par 4 les tolérances indiquées.

Ces gabarits doivent être tenus pour toute température comprise entre + 10 °C et + 40 °C.

e) *Distorsion de non-linéarité*

1. *Distorsion harmonique.* — Le coefficient de distorsion harmonique, mesuré avec une onde sinusoïdale de fréquence 800 Hz, au niveau de 0 Nm0 (0 dBm0), doit être inférieur ou égal à 4 %, pour le compresseur et l'extenseur pris séparément.

Remarque. — Dans un compresseur, même parfait, le signal de sortie présente des valeurs de crête élevées lorsque le niveau du signal varie brusquement d'un niveau faible à un niveau plus élevé. Le cas le plus critique semble être celui de la signalisation à fréquence vocale, bien que ce même phénomène puisse également se produire pendant la transmission de la parole. Il peut être désirable, dans des cas exceptionnels, d'associer un limiteur d'amplitude au compresseur, afin d'éviter les perturbations produites par les réponses transitoires consécutives à des impulsions de signalisation à fréquence vocale.

2. *Mesures d'intermodulation.* — Il est nécessaire d'ajouter, à la mesure de la distorsion harmonique, une mesure d'intermodulation, chaque fois que les compresseurs-extenseurs sont destinés à équiper des circuits internationaux (quel que soit le système de signalisation employé), de même que dans les cas où les compresseurs-extenseurs sont destinés à équiper des circuits nationaux pour lesquels on envisage l'utilisation de la signalisation à plusieurs fréquences, ou la transmission de données utilisant un système de transmission de type analogue.

Les produits d'intermodulation ayant un intérêt pour le fonctionnement des récepteurs de signaux à plusieurs fréquences, sont ceux de troisième ordre des types $(2f_1 - f_2)$ et $(2f_2 - f_1)$, où f_1 et f_2 sont deux fréquences de signalisation.

Pour les mesures, on recommande pour les fréquences f_1 et f_2 les valeurs 900 Hz et 1020 Hz.

Il convient de prévoir deux conditions de mesure: la première où le niveau de chacune des deux fréquences de mesure, f_1 et f_2, est de −5,8 dNm0 (−5 dBm0); la seconde avec un niveau de −1,7 Nm0 ou −15 dBm0, pour chacune des deux fréquences de mesure. Ces niveaux doivent s'entendre à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur (niveaux non comprimés).

Les limites pour les produits d'intermodulation sont définies comme écart entre le niveau de chacune des deux ondes de mesure, à la fréquence f_1 ou f_2, et le niveau de chacun des produits d'intermodulation, à la fréquence $(2f_1 - f_2)$ ou $(2f_2 - f_1)$.

La valeur de cet écart qui semble suffisante pour les exigences de la signalisation à plusieurs fréquences (y compris la signalisation de bout en bout sur trois circuits interconnexés, chacun muni d'un compresseur-extenseur) est 3,0 Np (26 dB), pour le compresseur et pour l'extenseur considérés séparément.

Remarque 1. — Ces valeurs semblent convenables pour le système de signalisation n° 5, qui va être employé sur quelques longs circuits internationaux.

Remarque 2. — Les mesures effectuées sur l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur, en cascade, ne semblent pas à conseiller. En effet, on pourrait avoir un compresseur et un extenseur qui donnent individuellement des niveaux d'intermodulation assez élevés, mais qui, grâce à la bonne complémentarité des caractéristiques, donnent beaucoup moins d'intermodulation dans les mesures en cascade. La compensation qui se rencontre dans les mesures avec compresseur et extenseur en cascade peut, en effet, ne pas se rencontrer en pratique, soit à cause de la distorsion de phase possible de la ligne, soit parce que le compresseur et l'extenseur aux deux extrémités de la ligne peuvent présenter des caractéristiques moins complémentaires que celles du compresseur et de l'extenseur mesurés en cascade.

Par conséquent, la mesure devrait être effectuée séparément sur le compresseur et sur l'extenseur. Les deux signaux aux fréquences f_1 et f_2 doivent être appliqués en même temps et les niveaux devront être mesurés à la sortie du compresseur et de l'extenseur avec un appareil sélectif.

f) *Tensions parasites*

La valeur efficace de la somme de toutes les tensions parasites, mesurée en un point de niveau relatif zéro, l'entrée et la sortie étant fermées sur des résistances de 600 ohms, devra être inférieure ou égale aux valeurs suivantes:

à la sortie du compresseur: (10 mV non pondérée −4,4 Nm0 ou −38 dBm0);
(7 mV pondérée −4,7 Nm0p ou −41 dBm0p);
à la sortie de l'extenseur: (0,5 mV pondérée −9,7 Nm0p ou −84 dBm0p);

On a jugé inutile de spécifier une valeur de tension parasite non pondérée pour l'extenseur.

g) *Réponse transitoire*

On doit vérifier de la façon suivante la réponse transitoire globale de l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur qui doivent être utilisés dans le même sens de transmission sur un circuit à quatre fils muni d'un compresseur-extenseur:

Le compresseur et l'extenseur sont reliés en cascade, l'affaiblissement (ou le gain) approprié étant inséré entre eux comme il est indiqué dans la clause b) 7.

Un signal en échelon de 14 dNp ou 12 dB, à la fréquence 2000 Hz, est appliqué à l'entrée du compresseur; en fait, on produit une variation de −18,5 à −4,5 dNm0 ou −16 à −4 dBm0 pour l'établissement et de −4 à −16 dBm0 (−4,5 à −18,5 dNm0) pour le retour au repos. On observe l'enveloppe du signal à la sortie de l'extenseur. Le dépassement balistique (positif ou négatif) après l'application d'un échelon croissant de 14 dNp ou 12 dB, exprimé en pourcentage de la tension finale en régime permanent, mesure la distorsion transitoire globale de l'ensemble du compresseur et de l'extenseur pour l'établissement. Le dépassement balistique (positif ou négatif) après l'application d'un échelon décroissant de 14 dNp ou 12 dB, exprimé en pourcentage de la tension finale en régime permanent, mesure la distorsion transitoire globale de l'ensemble du compresseur et de l'extenseur pour le retour au repos. Les limites admissibles pour ces deux valeurs sont $\pm$ 20%. On doit respecter ces limites pour les mêmes conditions de température et de variation de l'affaiblissement (ou du gain) entre le compresseur et l'extenseur que pour la mesure qui fait l'objet de la clause b) 7.

En outre, on doit mesurer de la façon suivante les temps d'établissement et de retour au repos du compresseur seul.

Utilisant respectivement pour l'établissement ou pour le retour au repos les mêmes échelons de 14 dNp ou 12 dB que ci-dessus, on définit le temps d'établissement comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 1,5 fois sa valeur en régime permanent. Le temps de retour au repos est défini comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 0,75 fois sa valeur en régime permanent.

Les valeurs recommandées sont les suivantes:

Le temps d'établissement ne doit pas dépasser 5 ms;
le temps de retour au repos ne doit pas dépasser 22,5 ms.

On propose la mesure supplémentaire suivante pour vérifier l'influence du compresseur-extenseur sur certains systèmes de signalisation qui peuvent être sensibles à la distorsion de l'enveloppe du signal qui suit immédiatement l'application brusque d'un signal sinusoïdal.

La réponse transitoire globale de la combinaison d'un compresseur et d'un extenseur, qui doivent être utilisés dans le même sens de transmission d'un circuit à quatre fils, est mesurée avec un échelon croissant infini, c'est-à-dire en appliquant une onde sinusoïdale après une période où aucun signal n'est appliqué à l'entrée.

Le niveau de l'onde sinusoïdale à appliquer est —5,8 dNm0 (—5 dBm0).

A condition d'effectuer la mesure avec un intervalle entre impulsions au moins égal à 50 ms, on doit respecter pour le dépassement balistique de la tension finale V_1 les limites représentées par un trait continu dans la figure 2 et dans la plupart des cas respecter autant que possible les limites plus serrées, indiquées en trait interrompu dans la même figure.

Ces limites doivent être respectées pour les mêmes conditions de température et d'affaiblissement (ou de gain) entre le compresseur et l'extenseur que pour les mesures effectuées avec des échelons de 14 dNp ou 12 dB.

Remarque 1. — Les mesures de distorsion transitoire décrites impliquent la mesure du dépassement balistique (positif ou négatif) de l'enveloppe du signal sinusoïdal appliqué. Il se peut que, du fait de faibles déséquilibres dans le dispositif d'affaiblissement variable, des composantes à très basse fréquence du courant de commande apparaissent à la sortie. Il ne s'agit pas d'une modulation de la fréquence du signal, mais il en résulte une forme d'onde dissymétrique et des difficultés pour déterminer le dépassement balistique (positif ou négatif) de l'enveloppe. S'il n'est pas désirable que ces composantes à basse fréquence aient une telle importance qu'elles augmentent de manière importante le danger de surcharge des équipements de ligne, elles n'ont aucune importance en ce qui concerne la transmission des courants vocaux et n'affectent nullement les récepteurs de signaux accordés. Néanmoins, il est désirable d'examiner si ces composantes peuvent affecter les circuits de garde de certains récepteurs de signaux. Si tel est le cas, il pourrait être nécessaire de spécifier une valeur maximale pour ces composantes et d'incorporer au présent avis une mesure appropriée.

Pour simplifier la mesure de la véritable amplitude de l'enveloppe du signal, en présence de ces composantes de dissymétrie, il est possible et commode d'insérer à l'entrée de l'oscillographe de mesure un filtre passe-haut ayant une fréquence de coupure d'environ 300 Hz. Toutefois, un filtre qui est efficace pour supprimer les composantes de dissymétrie peut lui-même introduire une distorsion transitoire supplémentaire de l'enveloppe du signal. Pour éviter cette difficulté, on peut adopter la méthode de calcul suivante, avec laquelle on n'a pas besoin de filtre.

Soient, à un instant quelconque, $+E_1$ l'amplitude de l'enveloppe dans le sens positif et $-E_2$ son amplitude dans le sens négatif, la véritable amplitude de l'enveloppe est alors

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1)-(-E_2)\right] \equiv \frac{1}{2}\left[|E_1|+|E_2|\right]$$

et la composante de dissymétrie est

$$\frac{1}{2}\left[(+E_1)+(-E_2)\right] \equiv \frac{1}{2}\left[|E_1|-|E_2|\right].$$

Cette méthode est simple et permet de s'affranchir du problème de distorsion transitoire qui se pose lorsqu'on emploie un filtre; en outre, elle fournit des renseignements directs sur la dissymétrie qui, comme il a été indiqué ci-dessus, peut être importante.

Remarque 2. — En principe, les constantes de temps du circuit de commande de l'extenseur doivent être égales à celles du circuit de commande du compresseur dans le but d'éviter tout dépassement balistique, positif ou négatif, dans la réponse transitoire.

Remarque 3. — Si certaines administrations préfèrent avoir recours à une méthode de mesure directe des temps d'établissement et de retour au repos de l'extenseur, on pourra se référer à la méthode suivante:

Pour définir les temps d'établissement et de retour au repos de l'extenseur, il est proposé d'appliquer à son entrée une variation brusque de niveau de —9,2 à —2,3 dNm0 (—8 à —2 dBm0) pour la mesure du temps d'établissement et de —2,3 à —9,2 dNm0 (—2 à —8 dBm0) pour la mesure du temps de retour au repos. Le temps d'établissement est représenté par le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où la tension de sortie atteint une valeur égale à x fois la valeur finale. Le temps de retour au repos est représenté par le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où la tension de sortie atteint une valeur égale à y fois la valeur finale — les temps ainsi mesurés devraient être compris entre les mêmes limites que celles qui ont été indiquées pour le compresseur. Compte tenu des différences entre les détails de construction des divers compresseurs-extenseurs actuellement en usage, il n'est pas possible de donner des valeurs précises pour x et y; chaque administration devra donc choisir les valeurs de x et y en relation avec le type de compresseur-extenseur adopté.

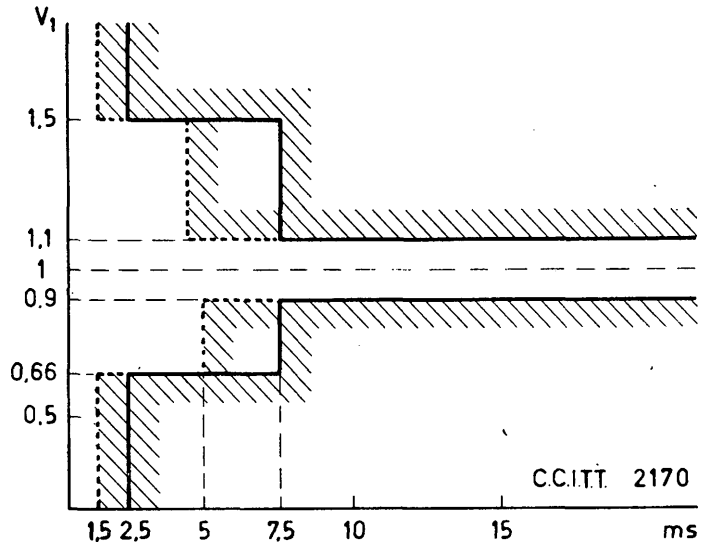


FIGURE 2

Les valeurs de x et de y valables pour un extenseur idéal sont respectivement 0,57 et 1,51 : à titre d'exemple l'Administration italienne a trouvé pour x la valeur 0,65 et pour y la valeur 1,35 pour un certain type de construction.

Certaines administrations ont fait remarquer qu'il pourrait être préférable de spécifier pour tous les types d'extenseurs, des valeurs fixes de x et de y, en laissant aux administrations le choix des valeurs limites des temps d'établissement et de retour au repos, selon les différents types d'extenseur. Pour cette méthode de mesure, les valeurs conseillées pour x et y sont 0,75 et 1,5.

Remarque 4. — Les mesures de la réponse transitoire à l'échelon infini s'appliquent à l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur connectés en cascade; plusieurs administrations ont d'autre part vérifié la possibilité de répondre aux limites de la figure, même pour une chaîne de trois compresseurs-extenseurs en cascade, en faisant intervenir dans la liaison aussi les équipements de modulation et de démodulation de voie. Ces équipements de modulation et de démodulation peuvent faire apparaître un phénomène transitoire indésirable dans l'onde en échelon à la sortie de l'extenseur; ce phénomène et l'intermodulation du troisième ordre qui y est associée, peuvent avoir un effet sur la signalisation multifréquence.

AVIS G.163 (Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES DE CONCENTRATION DES COMMUNICATIONS

a) *Caractéristiques*

Les références bibliographiques [1] et [2] donnent les caractéristiques du système TASI qui fonctionne actuellement sur les câbles sous-marins.

Les caractéristiques du système CELTIC sont exposées dans la référence [3].

L'ATIC (assignation dans le temps avec interpolation d'échantillons) est un système d'assignation dans le temps pour la transmission par modulation par impulsions et codage. Une description de son principe de fonctionnement se trouve dans la référence [4] et un autre article, au sujet de son efficacité statistique, est cité sous la référence [5].

Remarque. — L'utilisation de ces systèmes de concentration entraîne diverses restrictions; par exemple, elle peut obliger à employer un système de signalisation spécial.

b) *Possibilité d'interconnexion*

Si l'on veut obtenir une qualité satisfaisante dans la transmission de la parole, lorsqu'on fait fonctionner en cascade plusieurs systèmes de concentration des communications du type TASI, il faut que chacun de ces concentrateurs introduise une très faible diminution de qualité de la parole à la pointe de l'heure chargée. Les systèmes TASI utilisés actuellement ont été conçus avec l'objectif suivant: la valeur moyenne de la perte de signaux vocaux à la pointe de l'heure chargée est d'environ 0,5 %. De plus, le processus d'interpolation mis en œuvre dans le système TASI est conçu de telle manière qu'il y ait une très faible probabilité pour que la perte de signaux vocaux, dans toute émission de parole, dépasse la durée d'une syllabe moyenne (environ 250 ms). On a effectué des essais subjectifs [6] sur un certain nombre de systèmes TASI en exploitation; les résultats, fournis par des enquêtes auprès des usagers, montrent que la réduction de qualité imputable à un TASI convenablement chargé et faisant l'objet d'une maintenance appropriée est pratiquement imperceptible pour l'usager. Ces essais n'ont pas été faits avec des concentrateurs fonctionnant en cascade.

En raison des problèmes d'ordre subjectif qui se posent, il faut appliquer une méthode qualitative — sans essais subjectifs — pour estimer la réduction de qualité de la parole introduite par des systèmes concentrateurs fonctionnant en cascade. Même dans un système comportant trois concentrateurs en cascade, l'heure chargée étant la même pour les trois, on peut faire en sorte que la probabilité de coupure excessive soit maintenue à une valeur satisfaisante; pour ce faire, il faut concevoir le système de telle façon que la réduction de qualité introduite par chaque concentrateur soit faible, ce qui est le cas du système TASI actuel. Si les concentrateurs en cascade sont installés dans des fuseaux horaires différents ou dans des zones dont les heures chargées ne coïncident pas, les concentrateurs les moins chargés introduiront une réduction additionnelle de qualité qui sera négligeable.

Si l'on admet que les concentrateurs actuels et futurs fonctionneront et seront conçus pour satisfaire à la condition d'une très faible réduction de qualité à la pointe de l'heure chargée, il est recommandé de ne pas imposer de restrictions, pour le moment, au fonctionnement en cascade des concentrateurs. De plus, il est recommandé de ne pas effectuer d'essais sur le mode de fonctionnement en cascade tant que celui-ci ne sera pas utilisé couramment dans la pratique. Lorsque le fonctionnement en cascade sera devenu pratique courante, on pourra effectuer des essais dans les conditions réelles d'exploitation pour déterminer l'influence de concentrateurs en cascade sur la transmission de la parole, et pour savoir s'il y a lieu d'ajuster le rapport: nombre de conversations simultanées/nombre de voies, pour réduire la coupure de la parole à une valeur négligeable.

On trouvera dans le Supplément n° 2, au tome VI du *Livre Blanc* une estimation de la probabilité pour que le signal d'intervention (système de signalisation n° 5 du C.C.I.T.T.) subisse une mutilation pendant une certaine durée, dans un, deux ou trois systèmes TASI fonctionnant en cascade.

BIBLIOGRAPHIE

[1] FRASER, J. M., BULLOCK, D. B. et LONG, N. G.: Overall characteristics of a TASI system. *Bell System Technical Journal*, Vol. XLI, n° 4, juillet 1962.

[2] MIDEMA, H. et SCHACHTMAN, M. G.: TASI quality-effect of speech detectors and interpolation. *B.S.T.J.*, même numéro.

[3] DAYONNET, F. D., JOUSSET, A. et PROFIT, A.: Le CELTIC: Concentrateur Exploitant Les Temps d'Inactivité des Circuits. *L'Onde Electrique*, Vol. XLII, n° 426, septembre 1962, p. 675-687.

[4] LYGHOUNIS, E.: Il sistema A.T.I.C. *Telecomunicazioni*, n° 26, mars 1968, p. 21-29.

[5] BONATTI, M. et MOTOLESE, F.: Probabilità di attività delle giunzioni di un doppio fascio telefonico. *Telecomunicazioni*, n° 23, juin 1967, p. 24-28.

[6] HELDER, G. K.: Customer evaluation of telephone circuits with delay. *B.S.T.J.*, Vol. XLV, n° 7, septembre 1966.

APPENDICE A LA SECTION 1

Ancien plan de transmission

On a regroupé dans cet appendice le texte des avis qui ont été périmés ou modifiés à la suite de l'adoption du plan de transmission qui figure dans la section 1 du tome III du *Livre Blanc*. Seuls les passages qui peuvent être utiles aux administrations pour passer de l'ancien plan au nouveau ont été cités.

(Ces textes proviennent des paragraphes 1.1.1, 1.2.6, 1.2.7 et 1.3.2 du tome III *bis* du *Livre Vert* du C.C.I.F.)

Interconnexion des circuits internationaux et interurbains

a) *Méthode d'interconnexion*

L'interconnexion de deux circuits à quatre fils doit être effectuée de telle manière que l'équivalent et la stabilité de l'ensemble constitué par les deux circuits internationaux soient pratiquement les mêmes que s'il existait un seul circuit à quatre fils direct ayant ses termineurs aux deux centres tête de ligne internationale extrêmes.

Cas des circuits à exploitation semi-automatique

Pour éviter les perturbations que pourraient produire dans la signalisation les réflexions prenant naissance au point d'interconnexion de deux circuits internationaux à quatre fils, il est recommandé que l'interconnexion de ces circuits soit toujours effectuée par raccordement direct des fils de ligne. En outre, il faut prendre soin de mettre hors circuit, au point d'interconnexion, les filtres passe-bas éventuels qui seraient utilisés pour des raisons de stabilité de la transmission quand on emploie exclusivement l'un des circuits internationaux à interconnecter.

Cette recommandation ne concerne pas la méthode de connexion entre deux circuits interurbains nationaux utilisés dans les communications internationales. Il appartient aux administrations et exploitations privées intéressées de prendre les dispositions nécessaires pour la connexion de ces circuits. De même, le mode de connexion entre un circuit national et le circuit international peut être choisi par les administrations ou exploitations privées nationales, étant entendu que le récepteur de signaux est relié à l'extrémité à quatre fils du circuit international et que la connexion avec le réseau national ne provoquera pas de réflexions pendant le temps où des signaux pourront être transmis entre deux enregistreurs.

b) *Emploi de répéteurs terminaux associés à des lignes artificielles de complément*

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que l'emploi de répéteurs terminaux et de lignes artificielles de complément mises automatiquement en circuit ou hors circuit, présente sur l'utilisation de répéteurs sur cordon un avantage notable au point de vue de la transmission et un certain avantage au point de vue de l'exploitation,

émet, à l'unanimité, l'avis,

que l'utilisation de répéteurs terminaux et de lignes de complément est à recommander pour l'équipement des futurs centraux interurbains de transit, chaque fois que les conditions économiques le permettent.

Remarque. — Cependant il y a encore un service dans certains pays de répéteurs sur cordon.

Impédance des circuits internationaux et interurbains

Tous les circuits aboutissant à un même central interurbain doivent avoir la même valeur nominale de l'impédance, vue du commutateur interurbain (ou du sélecteur interurbain), qu'il s'agisse de circuits internationaux ou de circuits interurbains nationaux à deux fils ou à quatre fils. Pour un central donné, cette valeur nominale doit être soit 800 ohms, soit 600 ohms.

Equivalent nominal

Pour tous les circuits internationaux, l'équivalent nominal doit être le même pour les deux sens de transmission.

Pour les circuits internationaux à exploitation manuelle, l'équivalent nominal (affaiblissement d'insertion entre des résistances pures terminales de 600 ohms) entre les jacks des commutateurs tête de ligne internationale extrêmes, y compris les transformateurs de ligne, mesuré à 800 Hz, ne doit pas dépasser 0,8 néper ou 7 décibels. En particulier, cette limite tient compte de l'affaiblissement d'insertion du cordon de connexion intercalé entre deux circuits internationaux dans un centre de transit international.

Pour les circuits internationaux à exploitation semi-automatique, il est nécessaire de normaliser l'équivalent nominal, et la valeur recommandée par le C.C.I.F., *dans l'état actuel de la technique*, est 0,8 néper ou 7 décibels dans chaque sens de transmission. Cette valeur tient compte de l'affaiblissement d'insertion des équipements de commutation de départ et d'arrivée, ainsi que de tout complément de ligne inséré dans le circuit en position de service terminal.

Etant donné que dans l'avenir on pourra juger désirable de réduire la valeur normalisée de 0,8 néper ou 7 décibels, il y a lieu de prévoir dans les équipements des dispositions pour pouvoir éventuellement changer cette valeur sans inconvénients.

L'interconnexion de quatre fils à quatre fils, dans un centre de transit, de deux circuits internationaux à exploitation semi-automatique, doit être effectuée de telle sorte que l'équivalent de la chaîne constituée par ces deux circuits interconnectés possède la même valeur nominale normalisée que l'équivalent d'un circuit unique.

Cet équivalent est mesuré dans les mêmes conditions que pour un circuit unique; il tient compte de l'affaiblissement d'insertion des équipements de commutation de transit, ainsi que de tout complément de ligne inséré dans la chaîne de circuits internationaux.

Equivalents de référence

Limites pratiques de l'équivalent de référence entre deux abonnés, de l'équivalent de référence du système émetteur national et de l'équivalent de référence du système récepteur national

Dans toute communication téléphonique internationale entre deux abonnés situés à l'intérieur d'un même continent, l'équivalent de référence entre les deux abonnés ne doit pas dépasser 4,6 népers (40 décibels).

L'équivalent de référence du système émetteur national (à partir des extrémités du circuit international) ne doit pas dépasser 2,1 népers (18,2 décibels).

L'équivalent de référence du système récepteur national (à partir des extrémités du circuit international) ne doit pas dépasser 1,5 néper (13 décibels).

Si un gain est introduit dans le centre tête de ligne internationale (par exemple par l'adjonction d'un répéteur pour compenser l'affaiblissement dans le circuit entre le centre tête de ligne internationale et le central urbain extrême), ce gain sera compris dans les équivalents de référence susmentionnés des systèmes nationaux.

Si, dans certaines interconnexions, l'équivalent nominal du circuit international est réduit d'un certain montant dans le centre tête de ligne internationale intéressé, cette réduction sera considérée comme équivalente à un gain correspondant apporté aux systèmes nationaux.

Remarque 1. — On doit s'efforcer de faire en sorte que la limite maximum de 4,6 népers pour l'équivalent de référence entre les deux abonnés dans une communication internationale quelconque soit une limite

supérieure absolue, y compris les variations de tous genres. Elle doit donc comprendre aussi bien les variations en fonction du temps que les tolérances, par rapport aux valeurs nominales, des équivalents de référence des lignes et appareils. A ce sujet, les administrations ou exploitations privées doivent tenir compte du fait qu'il est possible d'avoir des variations dans un intervalle d'environ 0,35 néper (3 décibels) des valeurs des équivalents de référence mesurées au Laboratoire du C.C.I.T.T., mais on ne pense pas, pour le moment, pouvoir spécifier aucune tolérance pour les variations possibles imputables à ces causes dans l'élaboration des plans pour les réseaux téléphoniques nationaux.

Remarque 2. — Les conditions limites de transmission indiquées ci-dessus ne concernent que l'équivalent de référence (4,6 népers pour l'ensemble du système de transmission) et ne tiennent aucun compte des réductions de qualité de transmission dues aux effets du bruit et de la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises.

Remarque 3. — Dans l'ancien plan de transmission du C.C.I.T.T., le point de référence pour la transmission (défini dans l'Avis G.141) était appelé « l'origine » du circuit et par convention coïncidait par exemple avec le jack de mesure en deux fils. Les valeurs d'équivalent de référence recommandées ci-dessus étaient rapportées aux extrémités *à deux fils* du circuit international.

Limites pratiques de l'équivalent de référence entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné

Dans une communication téléphonique internationale, l'équivalent de référence entre deux opératrices, ou entre une opératrice et un abonné, ne doit pas dépasser les valeurs contenues dans le tableau suivant:

Communications entre deux opératrices		Communications entre une opératrice et un abonné			
Equivalent de référence de la liaison entre deux opératrices		Equivalent de référence de la liaison entre une opératrice et un abonné situés à une même extrémité de la ligne internationale		Equivalent de référence de la liaison entre une opératrice et un abonné situés aux deux extrémités de la ligne internationale	
Lignes des abonnés déconnectées	Lignes des abonnés connectées	Circuit international déconnecté	Circuit international connecté	Ligne d'abonné déconnectée	Ligne d'abonné connectée
2,5 népers (21,8 décibels)	3,3 népers (28,7 décibels)	2,55 népers (22,2 décibels)	2,96 népers (25,7 décibels)	3,55 népers (30,9 décibels)	3,95 népers (34,4 décibels)

Remarque. — Pour s'assurer que les limites indiquées concernant les équivalents de référence ne sont pas dépassées, les administrations et exploitations privées peuvent utiliser diverses méthodes. Par exemple, on peut constituer des maquettes représentant respectivement les principales combinaisons d'appareils téléphoniques commerciaux d'abonné, de lignes d'abonné, de lignes auxiliaires et d'organes de centraux urbains et interurbains, chacune de ces maquettes représentant un système émetteur national complet ou un système récepteur national complet qui sont comparés dans une mesure téléphonométrique, au Système Fondamental de Référence (S.F.E.R.T.) sans distorsion ou à un système étalon de travail déjà comparé au S.F.E.R.T. On peut aussi se borner à mesurer l'équivalent de référence de l'appareil d'abonné dans certaines conditions spécifiées: on ajoute à cet équivalent de référence la tolérance de réception en usine de l'appareil d'abonné considéré, les affaiblissements sur images (calculés ou mesurés à 800 hertz) des lignes d'abonné, lignes auxiliaires et circuits reliant cet appareil au centre tête de ligne internationale et les affaiblissements composites (mesurés ou calculés à 800 Hz sur une résistance pure de 600 ohms) des organes de centraux téléphoniques situés sur la liaison entre cet appareil et le centre tête de ligne internationale (y compris les organes du central desservant l'abonné et les organes du centre tête de ligne internationale). Mais, en tout cas, il est nécessaire de vérifier les résultats des calculs au moyen d'une mesure téléphonométrique effectuée sur des maquettes représentant les systèmes émetteur et récepteur nationaux complets les plus typiques.

SECTION 2

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES A TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES A COURANTS PORTEURS

2.1 Définitions et généralités

AVIS G.211 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

CONSTITUTION D'UNE LIAISON A COURANTS PORTEURS

On doit prévoir, dans le réseau téléphonique international, l'interconnexion de divers systèmes à courants porteurs, sur paires symétriques en câble, sur lignes en fils aériens, sur paires coaxiales ou sur faisceaux hertziens. Il est donc souhaitable que ceux des équipements à courants porteurs employés dans ces divers systèmes, qui ne sont pas spécifiques du type de ligne utilisé, satisfassent à des recommandations communes du C.C.I.T.T.

Ces équipements comprennent essentiellement des équipements de modulation et des filtres de transfert.

a) *Equipements de modulation*

Ces équipements sont classifiés ci-dessous suivant le procédé qui est utilisé pour la constitution de systèmes de grande capacité à partir du groupe secondaire de base.

Deux procédés sont en usage:

1er procédé : dit « par groupes tertiaires et quaternaires »;

2e procédé : dit « par assemblages de 15 groupes secondaires »; leur usage est décrit dans les avis relatifs aux divers systèmes de ligne.

Pour des liaisons internationales, le 2e procédé ne peut être utilisé au-dessus de 4 MHz que par accord entre les administrations intéressées, y compris, le cas échéant, celui des administrations du ou des pays de transit.

Dans les avis du C.C.I.T.T., on emploie aussi les désignations des équipements définis ci-après pour les équipements qui effectuent la transposition d'un groupe (primaire, secondaire ou tertiaire) de base ou d'un assemblage de base (no 1) de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Les équipements de modulation utilisés dans le 1er procédé sont:

— les « équipements de modulation de voie », qui effectuent la transposition de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base B et inversement[1] (voir les Avis G.232, G.234 et G.235);

— les « équipements de modulation de groupe primaire », qui effectuent la transposition de 5 groupes primaires de base B dans le groupe secondaire de base et inversement;

— les « équipements de modulation de groupe secondaire », qui effectuent la transposition de 5 groupes secondaires de base dans le groupe tertiaire de base et inversement;

— les « équipements de modulation de groupe tertiaire », qui effectuent la transposition de 3 groupes tertiaires de base dans le groupe quaternaire de base et inversement;

— les « équipements de modulation de groupe quaternaire », qui effectuent la transposition du groupe quaternaire de base dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Remarque. — La figure 1, a) et b), récapitule les bandes de fréquences de base utilisées dans le 1er procédé dans lesquelles sont prévues les possibilités de transfert décrites dans l'Avis G.242.

Les équipements de modulation utilisés dans le 2e procédé sont:

— les « équipements de modulation de voie » et les « équipements de modulation de groupe primaire », tels qu'ils sont définis pour le 1er procédé;

— les « équipements de modulation de groupe secondaire », qui effectuent la transposition de 15 groupes secondaires de base dans l'assemblage de base (no 1) de 15 groupes secondaires et inversement;

— les « équipements de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires » qui effectuent la transposition de l'assemblage de base (no 1) de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences de l'assemblage no 3 de 15 groupes secondaires et inversement;

— les « équipements de modulation de groupe quaternaire », qui effectuent la transposition de l'assemblage no 3 de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Remarque 1. — Lorsqu'un assemblage de base de 15 groupes secondaires est transposé dans la bande de l'assemblage no 3 de 15 groupes secondaires, il se trouve compris dans la bande des fréquences du groupe quaternaire de base.

Remarque 2. — La figure 1 a) et c) récapitule les bandes de fréquences de base utilisées dans le 2e procédé dans lesquelles sont prévues les possibilités de transfert décrites dans l'Avis G.242.

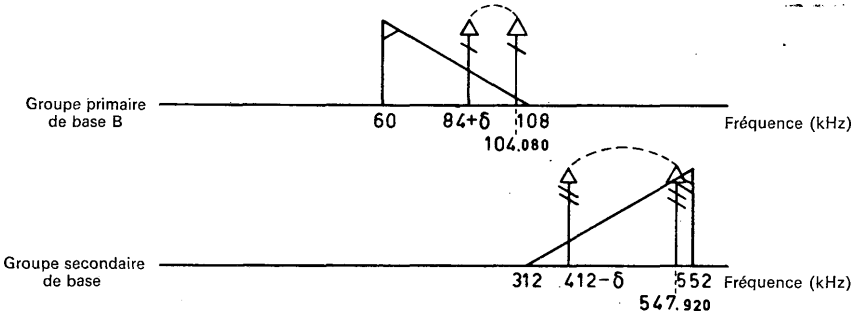
Remarque 3. — La bande des fréquences occupée par l'assemblage no 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande des fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz). Les équipements de modulation qui effectuent la transposition dans la bande de fréquences transmises en ligne et inversement peuvent donc être identiques.

Pour ce motif, ces équipements portent la même désignation d'« équipements de modulation de groupe quaternaire ».

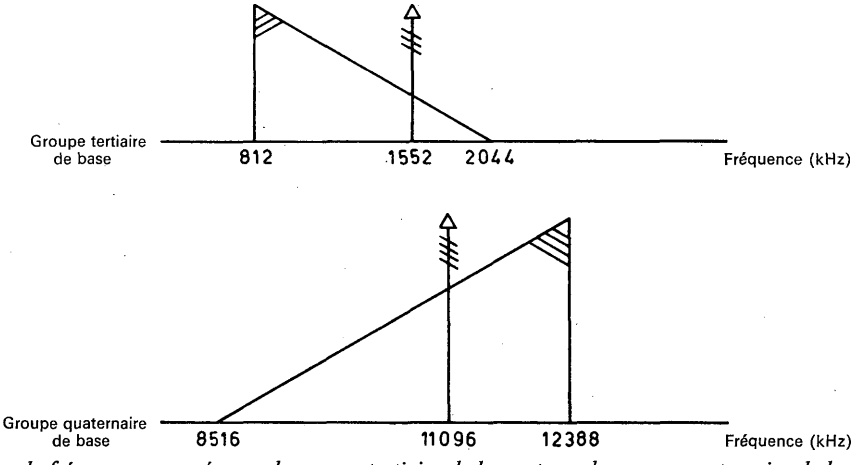
b) *Filtres de transfert*

Filtres de transfert de groupe primaire, secondaire, etc. et filtres de transfert direct (voir l'Avis G.242).

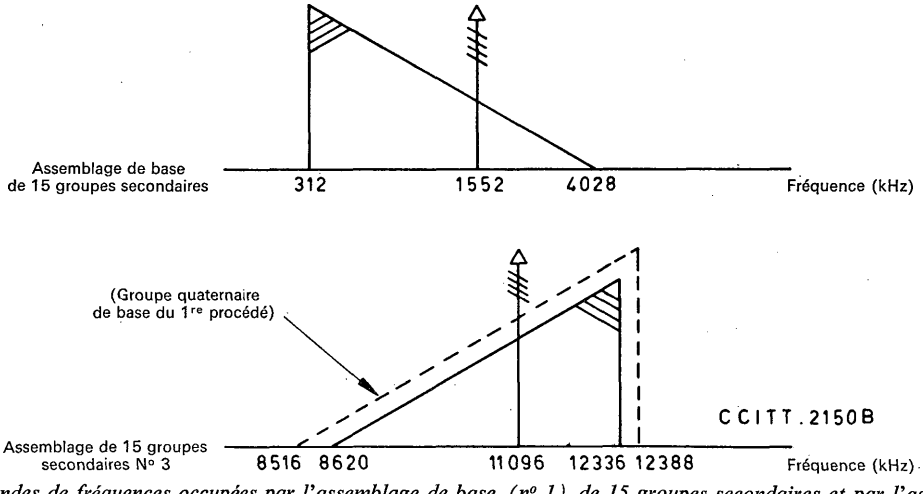
[1] La IVe Assemblée plénière (Mar del Plata, 1968) a décidé de ne plus mentionner le groupe primaire de base A (12-60 kHz) dans les recommandations du C.C.I.T.T.



a) *Bandes de fréquences occupées par les groupes primaires et secondaires de base*



b) *Bandes de fréquences occupées par le groupe tertiaire de base et par le groupe quaternaire de base dans le 1er procédé (exploitation en groupes tertiaires)*



c) *Bandes de fréquences occupées par l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires et par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires*

FIGURE 1. — **Bandes de fréquences occupées par les groupes primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire de base et par l'assemblage de base de 15 groupes secondaires, et l'assemblage de 15 groupes secondaires n° 3, avec les ondes pilotes associées**

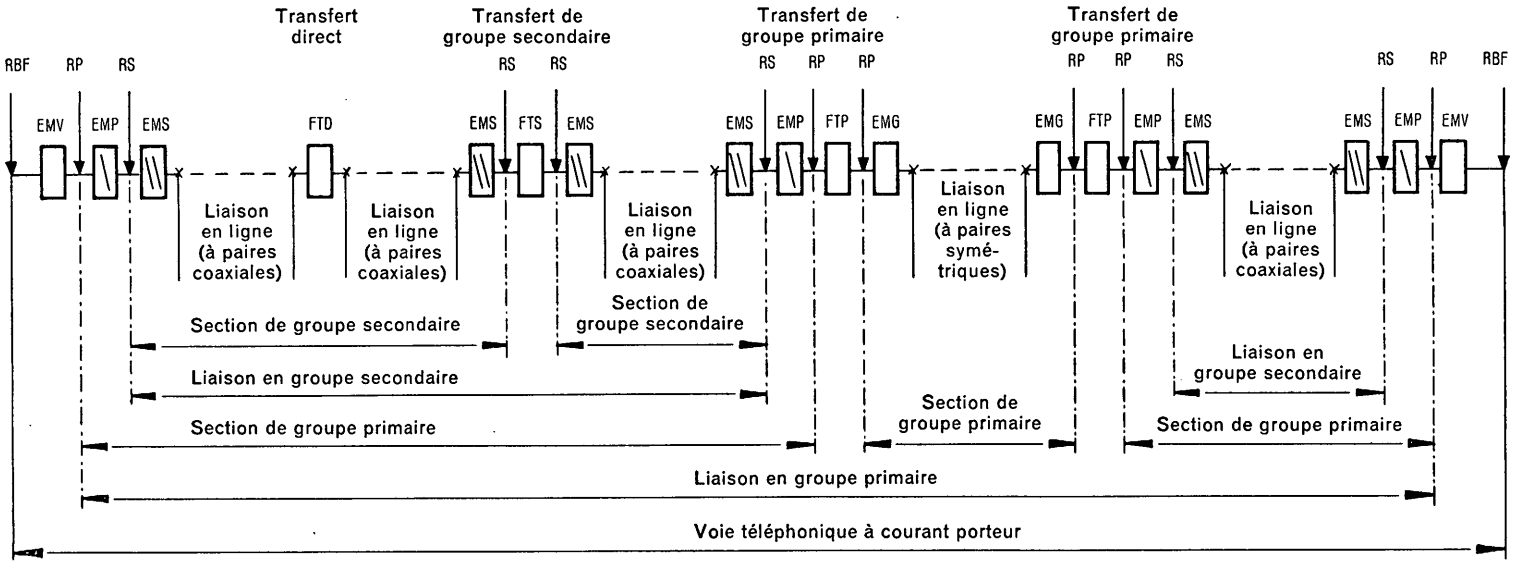


FIGURE 2

EMV — Equipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement)
EMP — Equipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et inversement)
EMS — Equipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans la bande de fréquences transmises sur la paire coaxiale et inversement)
EMG — Equipement de modulation de groupe
FTD — Filtre de transfert direct
FTS — Filtre de transfert de groupe secondaire
FTP — Filtre de transfert de groupe primaire
RBF — Répartiteur basse fréquence
RP — Répartiteur de groupes primaires
RS — Répartiteur de groupes secondaires

(Cette figure ne représente qu'un sens de transmission)

Les équipements énumérés sous a) et b) ci-dessus peuvent être interconnectés de manière à établir des groupes primaires, secondaires, etc., de grande longueur, empruntant plusieurs systèmes à courants porteurs. La figure 2 donne un exemple d'une telle liaison et indique la façon dont les expressions suivantes, qu'il est recommandé d'utiliser dans un tel cas, s'appliquent aux parties constitutives d'un circuit établi sur ce groupe primaire, secondaire, etc. [1].

En outre, la figure 3 se réfère aux définitions 2 à 11.

1. *Liaison en ligne (à paires symétriques, à paires coaxiales, etc.) (line link)*

Ligne de transmission quelconque avec les équipements associés, mais telle que la largeur de bande disponible, sans que des limites précises lui soient assignées, reste la même sur toute sa longueur.

Il n'y a pas, à l'intérieur de cette liaison, de points de transfert, ni de points de transfert par filtrage direct de groupes primaires, secondaires, etc. et les stations terminales de la liaison sont celles où la bande de fréquences transmises en ligne est modifiée d'une manière ou d'une autre.

2. *Liaison en groupe primaire (group link)*

Ensemble des moyens de transmission, utilisant une bande de fréquences de largeur définie (48 kHz), reliant deux répartiteurs de groupes primaires ou deux points équivalents. Elle s'étend depuis le point où le groupe primaire est constitué jusqu'au point où il est décomposé. Cette expression s'applique d'habitude à l'ensemble des deux sens de transmission.

3. *Liaison en groupe secondaire (supergroup link)*

Ensemble des moyens de transmission, utilisant une bande de fréquences de largeur définie (240 kHz), reliant deux répartiteurs de groupes secondaires ou deux points équivalents. Elle s'étend depuis le point où le groupe secondaire est constitué jusqu'au point où il est décomposé. Cette expression s'applique d'habitude à l'ensemble des deux sens de transmission.

4. *Liaison en groupe tertiaire (mastergroup link)*

Ensemble des moyens de transmission, utilisant une bande de fréquences de largeur définie (1232 kHz), reliant deux répartiteurs de groupes tertiaires ou deux points équivalents. Elle s'étend depuis le point où le groupe tertiaire est constitué jusqu'au point où il est décomposé. Cette expression s'applique d'habitude à l'ensemble des deux sens de transmission.

Remarque. — Comme le 2e procédé de modulation décrit sous a) ci-dessus ne permet pas la constitution de groupes tertiaires, la notion de « liaison en groupe tertiaire » ne s'applique qu'au 1er procédé.

5. *Liaison en groupe quaternaire (supermastergroup link)*

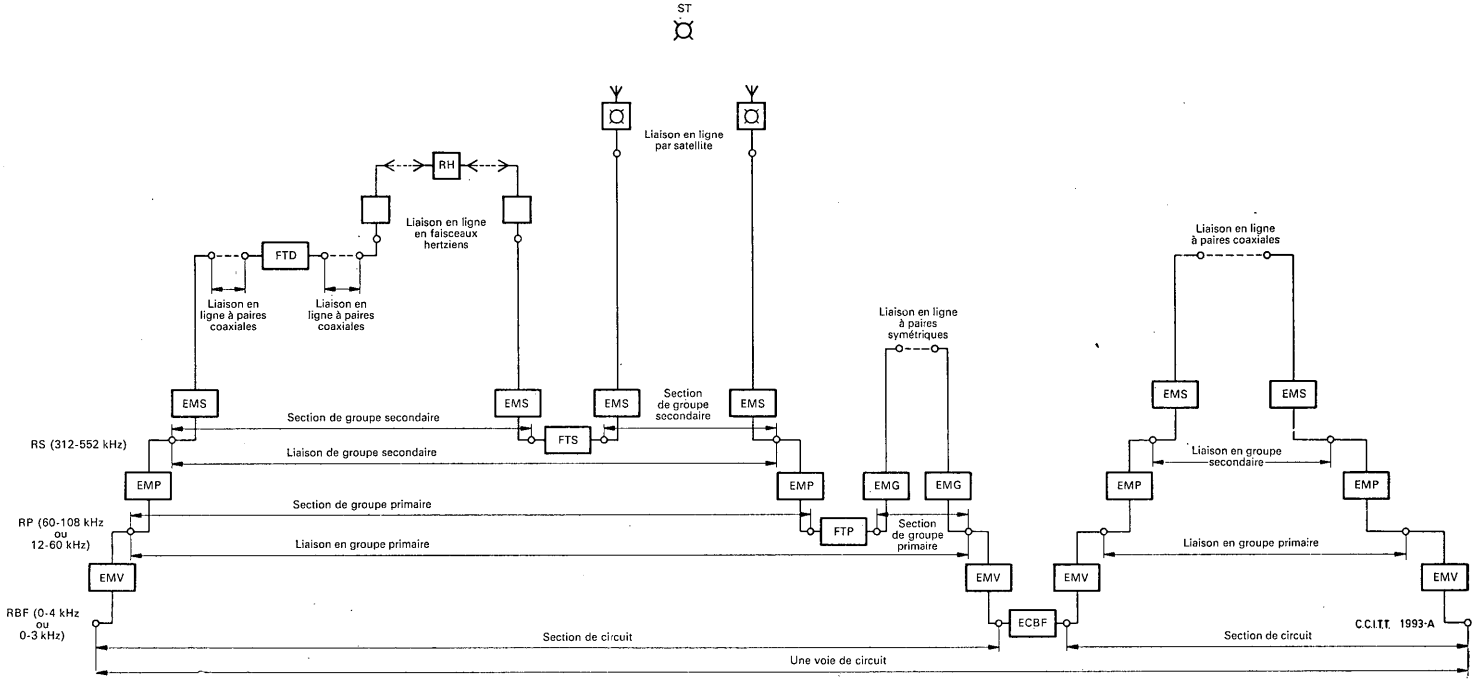
Ensemble des moyens de transmission, utilisant une bande de fréquences de largeur définie (3872 kHz), reliant deux répartiteurs de groupes quaternaires ou deux points équivalents. Elle s'étend depuis le point où le groupe quaternaire est constitué jusqu'au point où il est décomposé. Cette expression s'applique d'habitude à l'ensemble des deux sens de transmission.

Remarque. — Comme la bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande des fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz), la liaison en groupe quaternaire peut transmettre un groupe quaternaire ou un assemblage de 15 groupes secondaires.

6. *Liaison en assemblage de 15 groupes secondaires (15-supergroup link)*

Ensemble des moyens de transmission, utilisant une bande de fréquences de largeur définie (3716 kHz), reliant deux répartiteurs d'assemblages de 15 groupes secondaires ou deux points

[1] Des définitions légèrement différentes figurant dans le tome IV du *Livre Blanc :* une question est à l'étude pour faire disparaître ces différences (Question 27/XV).



ECBF — Equipement de connexion basse fréquence
EMV — Equipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base ou inversement)
EMP — Equipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base ou inversement)
EMS — Equipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans la bande de fréquences transmise sur la paire coaxiale ou le faisceau hertzien ou inversement
EMG — Equipement de modulation de groupe
FTD — Filtre de transfert direct
FTS — Filtre de transfert de groupe secondaire
FTP — Filtre de transfert de groupe primaire
RBF — Répartiteur basse fréquence
RP — Répartiteur de groupes primaires
RS — Répartiteur de groupes secondaires
RH — Relais hertzien
ST — Satellite de télécommunication

FIGURE 3. — **Voie de transmission d'un groupe primaire établi sur plusieurs liaisons en ligne en cascade**

équivalents. Elle s'étend depuis le point où l'assemblage de 15 groupes secondaires est constitué jusqu'au point où il est décomposé. Cette expression s'applique d'habitude à l'ensemble des deux sens de transmission.

Remarque. — La notion de « liaison en assemblage de 15 groupes secondaires » est relative au 2e procédé de modulation décrite sous a) ci-dessus. Elle est équivalente à la notion de « liaison en groupe quaternaire » du 1er procédé de modulation (900 voies téléphoniques).

7. *Section de groupe primaire (group section)*

Partie d'une « liaison en groupe primaire » comprise entre deux répartiteurs de groupes primaires consécutifs ou entre deux points équivalents.

Une « liaison en groupe primaire » est en général composée de plusieurs « sections de groupe primaire » reliées en cascade par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe primaire ».

8. *Section de groupe secondaire (supergroup section)*

Partie d'une « liaison en groupe secondaire » comprise entre deux répartiteurs de groupes secondaires consécutifs ou entre deux points équivalents.

Une « liaison en groupe secondaire » est en général composée de plusieurs « sections de groupe secondaire » reliées en cascade par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe secondaire ».

9. *Section de groupe tertiaire (mastergroup section)*

Partie d'une « liaison en groupe tertiaire » comprise entre deux répartiteurs de groupes tertiaires consécutifs ou entre deux points équivalents.

Une « liaison en groupe tertiaire » est en général composée de plusieurs « sections de groupe tertiaire » reliées en cascade par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe tertiaire ».

Remarque. — Comme le 2e procédé de modulation décrit sous a) ci-dessus ne permet pas la constitution de groupes tertiaires, la notion de « section de groupe tertiaire » ne s'applique qu'au 1er procédé.

10. *Section de groupe quaternaire (supermastergroup section)*

Partie d'une « liaison en groupe quaternaire » comprise entre deux répartiteurs de groupes quaternaires consécutifs ou entre deux points équivalents.

Une « liaison en groupe quaternaire » est en général composée de plusieurs « sections de groupe quaternaire » reliées en cascade par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe quaternaire ».

Remarque. — Comme la bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande des fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz), la section de groupe quaternaire peut transmettre un groupe quaternaire ou un assemblage de 15 groupes secondaires.

11. *Section d'assemblage de 15 groupes secondaires (15-supergroup section)* (applicable à l'exploitation selon le procédé 2)

Partie d'une « liaison en assemblage de 15 groupes secondaires » comprise entre deux répartiteurs d'assemblage de 15 groupes secondaires consécutifs ou entre deux points équivalents. Au répartiteur d'assemblage de 15 groupes secondaires, l'interconnexion s'effectue dans la bande de fréquences de l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires (312-4028 kHz).

Une « liaison en assemblage de 15 groupes secondaires » est en général composée de plusieurs « sections d'assemblage de 15 groupes secondaires » reliées en cascade par l'intermédiaire de « filtres de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires ».

Remarque. — Dans un pays faisant usage du 1er procédé, un assemblage de 15 groupes secondaires peut être transféré au répartiteur de groupes quaternaires sans inconvénients. Dans ce cas, l'assemblage de 15 groupes secondaires est transféré dans la position *3* (8620-12 336 kHz) au lieu de la position *1* (312-4028 kHz) exigée par la définition du point de transfert d'un tel assemblage (voir l'Avis G.242,f). Par conséquent, ce point de transfert ne répond pas à cette définition et n'est pas l'extrémité d'une section d'assemblage de 15 groupes secondaires.

12. *Point de transfert de groupe primaire*

Quand une liaison en groupe primaire est composée de plusieurs « sections de groupe primaire » ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire « d'équipements de transfert de groupe primaire » en des points dits « points de transfert de groupe primaire ».

13. *Point de transfert de groupe secondaire*

Quand une « liaison en groupe secondaire » est composée de plusieurs « sections de groupe secondaire » ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire « d'équipements de transfert de groupe secondaire » en des points dits « points de transfert de groupe secondaire ».

14. *Point de transfert de groupe tertiaire*

Quand une « liaison en groupe tertiaire » est composée de plusieurs « sections de groupe tertiaire » ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe tertiaire » en des points dits « points de transfert de groupe tertiaire ».

15. *Point de transfert de groupe quaternaire*

Quand une « liaison en groupe quaternaire » est composée de plusieurs « sections de groupe quaternaire » ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de « filtres de transfert de groupe quaternaire » en des points dits « points de transfert de groupe quaternaire ».

16. *Point de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires*

Quand une « liaison en assemblage de 15 groupes secondaires » est composée de plusieurs « sections d'assemblage de 15 groupes secondaires», ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de « filtres de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires » en des points dits « points de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires ».

A titre de variante, lorsque l'équipement d'assemblage de 15 groupes secondaires produit un filtrage suffisant (ce qui correspond à la définition des équipements de transfert – voir le paragraphe f de l'Avis G.242), on peut se passer de « filtres de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires ».

Remarque. — Lorsqu'on fait le transfert, au moyen de filtres de transfert de groupe quaternaire, d'un assemblage de 15 groupes secondaires, le point où s'effectue ce transfert constitue un « point de transfert de groupe quaternaire » et non un « point de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires ».

17. *Section de régulation de ligne* (à paires symétriques ou coaxiales ou sur faisceau hertzien, etc.).

Dans un système à courants porteurs, section de ligne sur laquelle la ou les ondes pilotes de régulation de ligne sont transmises de bout en bout sans subir, en des points intermédiaires, une régulation d'amplitude qui leur soit particulière.

18. *Station principale de répéteurs*

Station, toujours située à l'extrémité d'une « liaison en ligne » (voir 1 ci-dessus), où peut avoir lieu, soit un filtrage direct en ligne, soit une démodulation, ou les deux à la fois; on dispose donc d'égaliseurs dans une telle station et il est possible d'y trouver des points à niveau relatif uniforme (indépendant de la fréquence).

Une « station principale terminale » est une station où tous les groupes secondaires, par exemple, sont démodulés et amenés dans la position du groupe secondaire de base et qui se trouve donc nécessairement à l'extrémité d'une « section de régulation de ligne »; une « station principale intermédiaire » est une station située à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, où a lieu un transfert direct.

AVIS G.212

CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE

Définitions générales

Circuit fictif de référence. — C'est un circuit hypothétique de longueur définie et qui comporte un certain nombre d'équipements terminaux et intermédiaires, ce nombre étant assez grand mais non excessif.

Il constitue un élément nécessaire pour l'étude de certaines caractéristiques de circuits à grande distance (bruit, par exemple).

Circuit fictif de référence pour la téléphonie. — C'est un circuit téléphonique complet (entre bornes à fréquences vocales et bornes à fréquences vocales), établi sur un système hypothétique de téléphonie internationale à courants porteurs, qui a une longueur définie et comporte un nombre défini de modulations et démodulations de groupes primaires, groupes secondaires et groupes tertiaires, ces nombres étant raisonnablement grands mais n'ayant pas leurs valeurs extrêmes possibles.

Divers « circuits fictifs de référence pour la téléphonie » ont été définis pour permettre de coordonner les différentes spécifications concernant les parties constitutives de systèmes de téléphonie multiple à courants porteurs, afin que les circuits téléphoniques complets établis sur ces systèmes satisfassent aux normes du C.C.I.T.T.

Le C.C.I.T.T. a ainsi défini des circuits fictifs de référence pour la téléphonie:

— sur paires symétriques en câble (voir l'Avis G.322),

— sur paires coaxiales en câble pour systèmes à 4 MHz (voir l'Avis G.338) et pour systèmes à 12 MHz (voir l'Avis G.332),

— sur lignes en fils aériens (voir l'Avis G.311).

De même, le C.C.I.R. a défini les circuits fictifs de référence suivants pour la téléphonie:

1) sur faisceaux hertziens en visibilité directe:

— à répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques ou de plus de 60 voies téléphoniques (voir l'Avis G.431),

— à répartition dans le temps, ayant une capacité inférieure ou égale à 60 voies téléphoniques (voir l'Avis G.432).

2) sur faisceaux hertziens transhorizon (voir l'Avis G.433);

3) pour systèmes à satellites (voir l'Avis G.434).

Ces divers circuits fictifs de référence correspondent à la même longueur totale [1] et aux mêmes conditions d'exploitation. Ils constituent seulement un guide pour les projets de construction des systèmes à courants porteurs.

En outre, du fait de l'introduction de trois couples de modulation de voie [2], ces circuits fictifs de référence pour la téléphonie peuvent servir à étudier non seulement le cas d'un circuit de 2500 kilomètres établi sur un système ou des systèmes à courants porteurs, mais

[1] A l'exception du circuit fictif de référence pour systèmes à satellites.

[2] Sauf dans le cas du circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à répartition dans le temps, qui comporte six couples de modulation de voie.

aussi celui d'une liaison internationale ayant au total cette longueur et formée de trois circuits, établis sur des voies de systèmes à courants porteurs différents et interconnectés dans deux centres de transit international.

Section homogène. — C'est une section sans dérivation ni modulation d'aucun groupe tertiaire, groupe secondaire, groupe primaire ou voie établi sur le système considéré, à l'exception de celles qui sont définies à l'extrémité de la section.

Tous les circuits fictifs de référence définis ci-dessus sont composés de sections homogènes d'égale longueur (6 ou 9 sections [1] suivant le cas).

On admet qu'à l'extrémité de chaque section homogène l'interconnexion des voies, des groupes primaires, des groupes secondaires ou des groupes tertiaires, selon le cas, s'effectue au hasard.

Puissance psophométrique. — Dans le cas où l'on peut admettre que les bruits s'ajoutent suivant la loi quadratique (addition des puissances), on a trouvé commode, pour le calcul et les projets de construction des circuits internationaux, d'employer la notion de « puissance psophométrique » définie par les formules:

$$\text{puissance psophométrique} = \frac{(\text{tension psophométrique})^2}{600}$$

ou

$$\text{puissance psophométrique} = \frac{(\text{force électromotrice psophométrique})^2}{4 \times 600}$$

Une unité commode est le micro-microwatt ou picowatt (pW), et cette relation peut donc se mettre sous la forme suivante:

$$\text{puissance psophométrique (en picowatts)} = \frac{(\text{force électromotrice psophométrique en mV})^2}{0{,}0024}$$

AVIS G.213 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

INTERCONNEXION DE SYSTÈMES DANS UNE STATION PRINCIPALE DE RÉPÉTEURS

Le C.C.I.T.T. juge nécessaire de définir des points de séparation entre divers types d'équipements, à la fois dans les systèmes en câble et dans les faisceaux hertziens. Ces points de séparation sont définis dans les paragraphes qui suivent et le C.C.I.R. a adopté les mêmes définitions dans son Avis 380-1 (voir aussi l'Avis G.423).

a) *Définitions des points d'entrée et de sortie, pour la téléphonie, d'une liaison en ligne* [2]

Ce sont des points (marqués T et T' sur la figure 1) situés, en principe dans une station principale de répéteurs [2], points d'entrée et de sortie d'une liaison en ligne constituée

[1] Le nombre n'est pas spécifié pour les faisceaux hertziens transhorizon.

[2] Voir les définitions de l'Avis G.211.

par un faisceau hertzien ou un système en câble, où les conditions normales ci-dessous se rencontrent. Ces conditions normales permettent l'interconnexion avec une autre liaison en ligne ou avec des équipements téléphoniques comprenant, selon le cas, des filtres de transfert direct ou des équipements de modulation, ou les deux.

Au point *T*, côté réception, s'appliquent les conditions suivantes:

1. On trouve tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) assemblés, dans le spectre de fréquence, dans la position qu'ils occupent en ligne.

2. Toutes les ondes pilotes de régulation, de surveillance ou de comparaison de fréquence transmises en ligne sont, ou peuvent être, supprimées, selon que la station est à l'extrémité ou non d'une section de régulation de ligne [1].

3. Toutes les voies téléphoniques ont un niveau relatif indépendant de la fréquence, c'est-à-dire que le réseau de désaccentuation éventuel est compris dans les équipements de ligne.

4. Il n'est pas prévu de supprimer les ondes additionnelles de mesure (Avis G.423 du C.C.I.T.T. pour les systèmes en câble. Avis 381-1 du C.C.I.R. pour les faisceaux hertziens).

On définit un point *T'*, côté émission, où sont remplies les conditions suivantes:

1. On trouve tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) assemblés, dans le spectre de fréquence, dans la position qu'ils occupent en ligne, sauf lorsque des filtres de transfert direct ont été prévus dans l'équipement de ligne.

2. (Résulte de la situation en *T*, selon la condition 2 ci-dessus.)

3. Toutes les voies téléphoniques ont un niveau relatif indépendant de la fréquence, c'est-à-dire que le réseau de préaccentuation éventuel est compris dans les équipements de ligne.

4. Les ondes additionnelles de mesure sont transmises.

Remarques générales

1. La figure 1 est donnée seulement à titre d'exemple.

2. Si la station est à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, on doit prévoir le passage des ondes pilotes de régulation de ligne, soit à travers le filtre de transfert direct, soit à travers des filtres spéciaux de transfert d'onde pilote. Pour ce dernier cas, ainsi que pour le cas où la station est une frontière entre deux sections de régulation de ligne, des points d'entrée et de sortie de la liaison en ligne pour les ondes pilotes, différents des points d'entrée et de sortie de la liaison en ligne pour la téléphonie (*T* et *T'*), doivent avoir été prévus; ce sont les points *P* et *P'* de la figure.

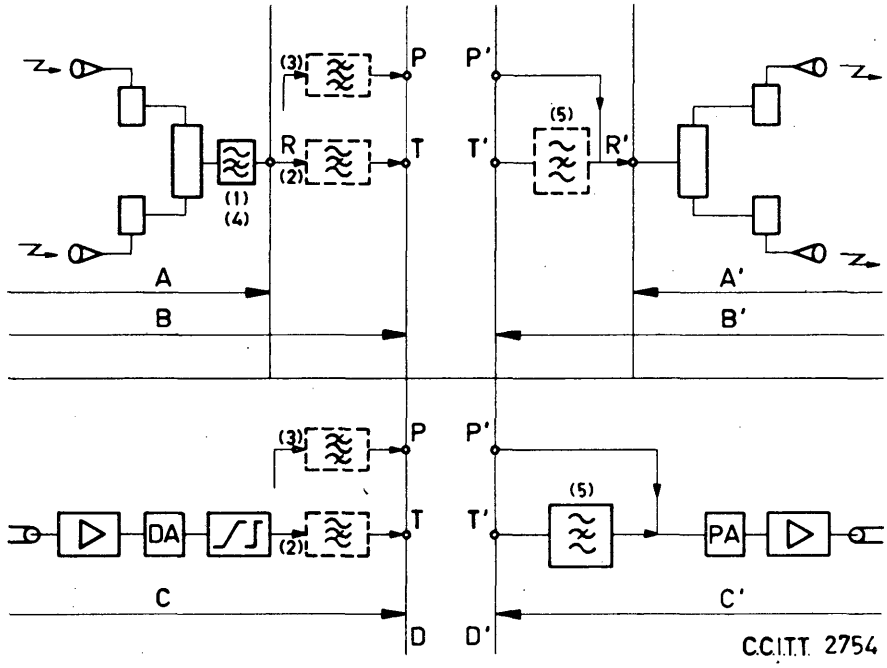
3. (Applicable à tous les systèmes, quel que soit le nombre de voies):

Lorsque le transfert direct d'une partie des groupes secondaires ou tertiaires est pratiqué à l'aide de filtres de transfert direct prévus à cet effet dans les équipements de ligne, il appartient à chaque administration de fixer les valeurs de niveaux relatifs aux accès de ces filtres (accès différents des points *T* et *T'* mentionnés ci-dessus).

4. Les niveaux aux points *T* et *T'* ont été choisis de façon à permettre d'insérer divers équipements de transfert direct et de modulation qui peuvent être nécessaires dans la station principale de répéteurs. La différence de niveau entre les points *R* et *T*, ainsi qu'entre les points *T'* et *R'*, permet d'insérer les câblages reliant ces points, qui peuvent se trouver à une certaine distance l'un de l'autre et, dans des circonstances favorables, un filtre de blocage n'ayant qu'un petit affaiblissement dans la bande passante.

[1] Le point d'interconnexion entre un faisceau hertzien et un long système en câble est toujours l'extrémité d'une section de régulation de ligne (Avis 381-1 du C.C.I.R.) et par conséquent toutes ces ondes pilotes y sont supprimées.

INTERCONNEXION EN STATION PRINCIPALE



A, A′	Equipements radioélectriques
B, B′	Systèmes sur faisceaux hertziens
C, C′	Systèmes en câble
D, D′	Frontières des équipements de lignes à haute fréquence
Point P′	Prévu pour injection éventuelle des ondes pilotes de régulation
Entre T et T′	Equipements téléphoniques de modulation et/ou de transfert direct
DA	Réseau de désaccentuation
PA	Réseau de préaccentuation
(1)	Blocage des ondes pilotes de continuité, etc., et des ondes pilotes de régulation (éventuellement)
(2)	Blocage des ondes pilotes de régulation (éventuellement, et des autres ondes pilotes non autorisées à sortir de la liaison en ligne
(3)	Filtre de transfert des ondes pilotes de régulation (éventuel); un filtre de transfert direct pour des groupes téléphoniques (éventuel) peut être inséré
(4)	Blocage des ondes pilotes non spécifiées ou de signaux de surveillance
(5)	Filtre pour le blocage de toute onde parasite avant injection d'une onde pilote, assurant avec (2) la protection requise contre une onde pilote (ou autre) provenant d'une autre section de régulation de ligne (système B ou C suivant le cas)

FIGURE 1

b) *Définitions des points d'entrée et de sortie des équipements radioélectriques dans la bande de base*

Ce sont les points (marqués R et R' sur la figure 1) de sortie et d'entrée des équipements radioélectriques conformes aux recommandations du C.C.I.T.T. (Avis G.423) et du C.C.I.R. (Avis 380-1).

Au point de sortie des équipements radioélectriques (point R), les conditions suivantes se rencontrent, dans la bande de base du faisceau hertzien:

1. Tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) et les ondes pilotes de régulation, de comparaison de fréquence, de surveillance, inclus dans la « bande de base « se trouvent, dans le spectre de fréquence, dans la position dans laquelle ils sont transmis, d'après les recommandations du C.C.I.T.T. et du C.C.I.R. mentionnées ci-dessus.

2. Les ondes pilotes de continuité et les ondes pilotes de commutation, particulières aux équipements radioélectriques et transmises hors de la bande de base, sont toutes supprimées, conformément à l'Avis 381-1 du C.C.I.R.

3. Les équipements de commutation sur canal radioélectrique de secours et de diversité se trouvent du même côté que les équipements radioélectriques par rapport au point R.

4. Les niveaux relatifs des voies téléphoniques sont indépendants de la fréquence (c'est-à-dire que les réseaux de désaccentuation éventuels font partie des équipements radioélectriques).

On définit un point R' d'entrée des équipements radioélectriques dans la bande de base où sont remplies les mêmes conditions (mutatis mutandis).

c) *Niveaux relatifs recommandés par le C.C.I.T.T. aux points d'entrée et de sortie pour le téléphone* (points T et T' de la figure 1)

Le tableau suivant indique les niveaux relatifs recommandés aux points T et T' pour la téléphonie, pour les systèmes en câble, définis par le nombre maximum de voies téléphoniques que chacun de ces systèmes peut procurer. Des niveaux identiques sont recommandés par le C.C.I.T.T. pour les faisceaux hertziens de même capacité (voir l'Avis G.423).

Les systèmes en câble auxquels ces recommandations s'appliquent sont des systèmes modernes dont les équipements sont munis de transistors, et les versions nouvelles d'autres systèmes déjà définis par le C.C.I.T.T.

Les niveaux recommandés en T et T' permettent d'insérer tous les équipements de modulation ou de transfert direct qui peuvent être nécessaires; ceci ne définit pas les niveaux relatifs dans les équipements de modulation et de transfert direct, qui dépendent d'autres considérations.

TABLEAU

Niveaux relatifs recommandés pour l'interconnexion de divers systèmes en câbles

Nombre maximum de voies téléphoniques	Impédance (ohms)	Niveau relatif de puissance par voie dans une station principale				Notes
		Réception Point T		Emission Point T'		
		dBr	Nr	dBr	Nr	
24, 36, 48	150 (sym.)	— 23	— 2,6	— 36	— 4,1	
60 120	150 (sym.) ou 78 (dis.)	— 23	— 2,6	— 36	— 4,1	
300	75 (dis.)	— 23	— 2,6	— 36	— 4,1	
600, 960, 1200, 1260	75 (dis.)	— 32 ou — 33	— 2,6 ou — 3,8	— 36 ou — 33	— 4,1 ou — 3,8	Note 1
2700	75 (dis.)	— 33	— 3,8	— 33	— 3,8	Voir aussi Avis G.333 et J.73
10 800	75 (dis.)	— 33	— 3,8	— 33	— 3,8	A titre provisoire

Note 1. — Systèmes à 600, 960, 1200 et 1260 voies

Les administrations ont le choix entre les couples de valeurs de niveau indiquées à titre de variantes, aux points T et T' et qui s'appliquent dans les circonstances suivantes:

1. Les niveaux suivants sont applicables quand il est nécessaire de se conformer aux niveaux analogues déjà employés par des équipements dont l'usage est bien établi:
— 2,6 Nr ou — 23 dBr au point T
— 4,1 Nr ou — 36 dBr au point T'.

2. Les niveaux suivants sont applicables dans les autres cas, par exemple à de nouvelles stations entièrement munies d'équipements transistorisés:
— 3,8 Nr (— 33 dBr) en chacun des points T et T'.

AVIS G.214 (Mar del Plata, 1968)

STABILITÉ EN LIGNE DE SYSTÈMES EN CÂBLE

L'objet de la régulation de ligne est triple:

a) maintenir les niveaux relatifs réels en ligne entre des limites telles que les bruits d'agitation thermique ou d'intermodulation n'atteignent jamais des valeurs inadmissibles;

b) maintenir les niveaux à l'extrémité de chaque section de régulation de ligne dans des limites permettant le fonctionnement des régulateurs de groupe primaire;

c) obtenir une régulation assez précise pour qu'il ne soit généralement pas nécessaire de munir d'un régulateur automatique de groupe primaire et/ou secondaire, les liaisons en groupe primaire, secondaire, etc., établies sur une seule section de régulation de ligne.

Il semble que ces trois objectifs seront atteints si l'on est assuré, à l'extrémité de la section de régulation la plus longue que l'on envisage, d'une stabilité des niveaux, à toute fréquence de la bande transmise, de $\pm 0{,}115$ Np (± 1 dB).

Compte tenu de ces considérations, le C.C.I.T.T. *émet à l'unanimité l'avis suivant :*

Les ingénieurs chargés de concevoir les systèmes de régulation en ligne doivent tenir compte des variations journalières et saisonnières de température auxquelles le câble et les répéteurs sont susceptibles d'être soumis, du vieillissement prévisible des éléments composants (par exemple tubes à vide), ainsi que de la gamme nominale de variation des tensions d'alimentation, dans l'hypothèse où toutes les précautions voulues sont prises pour la pose du câble, la construction des bâtiments et la régulation des sources d'alimentation.

A titre d'objectif pour les effets résiduels des variations de l'alimentation, de la température et du vieillissement prévisible des éléments composants (par exemple tubes à vide) dans les intervalles de variation auxquels il y a lieu de s'attendre pendant une période quelconque séparant deux réglages manuels successifs, la variation du gain d'insertion d'une section de régulation de ligne à une fréquence quelconque de la bande transmise ne devrait pas dépasser 0,115 néper (1 dB).

Pour l'application de cet avis, il est admis que la longueur d'une section de régulation de ligne ne dépassera pas celle d'une section homogène du circuit fictif de référence applicable au type de système considéré et qu'il doit s'écouler au moins 15 jours entre deux réglages manuels successifs.

Les variations du gain d'une section de régulation de ligne en service sont également affectées par les défaillances et les remplacements des tubes, les opérations de maintenance et les réglages. L'objectif pour les projets exclut ces effets.

De plus, la stabilité dynamique du système de régulation devrait être telle que toute oscillation du gain s'amortisse à un rythme convenable à la suite d'une variation brusque du niveau de l'onde pilote. Si par exemple on augmente brusquement de 2 dB le niveau d'une onde pilote à l'origine de la section de régulation de ligne, le niveau de cette onde pilote ne doit pas augmenter ou diminuer de plus de 2 dB à l'extrémité de la section de régulation de ligne. Les fluctuations résultantes du niveau de l'onde pilote doivent diminuer progressivement.

Remarque 1. — Il peut être désirable de spécifier la protection du système de régulation contre les perturbations provenant des signaux de télévision, lorsque ces derniers sont transmis.

Remarque 2. — La stabilité dynamique d'un système de régulation est à l'étude au C.C.I.T.T. (Question 26/XV).

2.2 Recommandations générales

AVIS G.221

RECOMMANDATIONS GLOBALES RELATIVES AUX SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS

a) *Caractéristiques des circuits complets*

Les caractéristiques des circuits complets pris entre bornes à fréquences vocales (équivalents en service terminal et en service de transit, bande des fréquences effectivement

transmises et distorsion d'affaiblissement, variation d'équivalent en fonction du temps, distorsion de phase, stabilité, diaphonie, etc.) doivent satisfaire aux conditions générales indiquées dans la Section 1 pour les circuits téléphoniques à quatre fils.

b) *Diaphonie linéaire*

L'écart paradiaphonique entre les deux sens de transmission, aux fréquences utilisées pour toutes les ondes pilotes ou ondes additionnelles de mesure des systèmes à courants porteurs, doit être au moins égal à 4,6 népers (40 décibels).

AVIS G.222 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DES SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS DE 2500 KM

a) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne les bruits produits par la ligne et par l'équipement de modulation par répartition en fréquence, sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie de 2500 km*

Afin que les systèmes à courants porteurs à nombreuses voies établis sur câbles ou sur faisceaux hertziens aient la même qualité de transmission en ce qui concerne le bruit, on devrait adopter dans les projets de construction les objectifs suivants pour le bruit *en un point de niveau relatif zéro*, sur toute voie téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence sur le système considéré.

1. Pour obtenir une qualité satisfaisante en ce qui concerne la transmission téléphonique et la signalisation:

1.1 la puissance psophométrique moyenne ne doit pas dépasser 10 000 pW au cours d'une heure quelconque [1],

1.2 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 10 000 pW pendant plus de 20 % d'un mois quelconque,

1.3 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 50 000 pW pendant plus de 0,1 % d'un mois quelconque,

1.4 la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intrégration de 5 ms, ne doit pas dépasser 1 000 000 pW (10^6 pW) pendant plus de 0,01 % (10^{-4}) d'un mois quelconque.

2. Mais s'il est prévu d'utiliser des équipements de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude pour 50 bauds conformes aux avis de la série R du C.C.I.T.T. (tome VII

[1] Cette clause, qui n'indique aucune répartition statistique au cours du temps, s'applique bien aux systèmes en câble, mais il se présente des difficultés pour l'appliquer aux faisceaux hertziens. Pour cette raison, un certain nombre d'administrations n'ont pas tenu compte de cette clause jusqu'à présent dans les projets de construction de faisceaux hertziens. En conséquence, son interprétation et son application pratique aux faisceaux hertziens sont à l'étude.

du *Livre Blanc*) en vue d'obtenir des communications télégraphiques de la qualité indiquée dans l'Avis F.10 du C.C.I.T.T. (tome II-B du *Livre Blanc*), la puissance moyenne non pondérée du bruit sur 5 ms ne devrait pas dépasser 10^6 pW pendant plus de 0,001 % (10^{-5}) d'un mois quelconque, ni pendant plus de 0,1 % d'une heure quelconque.

Si l'on utilise des équipements de télégraphie harmonique à modulation par déplacement de fréquence fonctionnant à 50 bauds, on s'attend à ce que la qualité spécifiée au paragraphe 1 ci-dessus soit satisfaisante en ce qui concerne la transmission télégraphique.

On trouvera au paragraphe b) ci-après les conditions dans lesquelles s'appliquent ces objectifs pour les projets de construction.

b) *Conditions d'application des objectifs pour les projets de construction relatifs aux circuits fictifs de référence*

1. Les valeurs mentionnées au paragraphe a) du présent avis sont des objectifs pour les projets de construction et ne sont pas destinées à être citées dans des spécifications pour les équipements, ni utilisées pour des essais de réception. La question du bruit sur une section homogène d'un système à courants porteurs réel fait l'objet de l'Avis G.226.

On trouvera dans les avis suivants les conditions d'application de ces objectifs généraux aux différents types de systèmes, compte tenu des caractéristiques particulières de chacun de ces systèmes:

— systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des transistors (Avis G.322);

— systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des tubes à vide (Avis G.324);

— systèmes sur paires symétriques en câble du type « 12 + 12 » utilisant des transistors (Avis G.326);

— systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm à 4 MHz (Avis G.338, à 12 MHz (Avis G.332) et à 40-60 MHz (Avis G.333);

— systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm (Avis G.341);

— faisceaux hertziens en visibilité directe à répartition en fréquence (Avis 393-1 du C.C.I.R. reproduit dans l'Avis G.441 ci-après) et à répartition dans le temps (Avis 300 et 394 du C.C.I.R., voir l'Avis G.443).

En particulier, l'Avis G.442 indique les objectifs pour l'emploi de la télégraphie harmonique à modulation d'amplitude sur les faisceaux hertziens en visibilité directe.

Les faisceaux hertziens transhorizon doivent satisfaire, soit aux objectifs du présent avis, soit à d'autres objectifs, selon les conditions d'exploitation (voir l'Avis 397-1 du C.C.I.R., reproduit dans l'Avis G.444).

Des objectifs différents sont recommandés pour les systèmes procurant 12 circuits à courants porteurs sur une paire de fils aériens (voir l'Avis G.311).

2. On s'attend à ce que les ingénieurs qui font les projets de construction adaptent les courbes de distribution qu'ils utiliseront, de façon à les faire passer au-dessous des deux points correspondant aux alinéas 1.2 et 1.3 du paragraphe a) du présent avis.

3. En ce qui concerne l'alinéa 1.3, le C.C.I.T.T. aurait préféré indiquer une valeur de 100 000 pW (puissance psophométrique moyenne sur une minute au point de niveau relatif zéro) qui n'aurait pas dû être dépassée pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque. En raison des difficultés de mesure, on a indiqué une valeur de 50 000 pW pour 0,1 % d'un mois quelconque.

4. A l'intérieur de chaque section homogène d'un circuit fictif de référence, les voies téléphoniques occupent la même position relative les unes par rapport aux autres. Si, à l'intérieur de ces sections, certains produits d'intermodulation (ceux d'ordre impair) ten-

dent à se composer suivant une loi d'addition linéaire des tensions, on peut par contre considérer qu'entre sections intervient uniquement pour le bruit une loi d'addition en puissance.

Dans une partie d'un circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, la puissance moyenne de bruit sur une heure quelconque [1] et la puissance moyenne du bruit sur une minute qui n'est pas dépassée pendant plus de 20% d'un mois quelconque seront considérées comme proportionnelles au nombre de sections homogènes considérées.

5. Dans les parties d'un circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, les faibles pourcentages d'un mois quelconque pendant lesquels la puissance de bruit moyenne sur une minute pourra dépasser l'objectif fixé pour 0,1% du temps ou moins seront considérés comme proportionnels au nombre de sections homogènes considérées. Le même principe s'applique à l'objectif fixé à l'alinéa 1.4 du paragraphe a) du présent avis.

6. Bien qu'en principe les objectifs généraux de bruit doivent tenir compte de tous les facteurs, on peut se trouver en présence de bruit supplémentaire dû à des sources extérieures de bruit. Le niveau de ce bruit restera souvent dans la marge prévue lors de l'étude du système. Dans d'autres cas, on pourra le négliger, tant que sa contribution au bruit total prévu dans les objectifs généraux de bruit reste faible (par exemple: moins de 10% en puissance ou en pourcentage de temps, selon la clause intéressée).

Dans tous les cas, toutes les précautions doivent être prises, pendant l'installation et la mise en œuvre des systèmes, pour être assuré que l'apport de bruit d'origine externe est réduit à une valeur négligeable, par exemple inférieure à 10% des limites autorisées par les objectifs généraux.

7. L'Avis G.223 indique les autres hypothèses qu'il est recommandé de faire pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.

c) *Circuits de plus de 2500 km*

Le circuit fictif de référence élémentaire pour systèmes par satellites est défini et les objectifs provisoires de bruit correspondants sont recommandés dans les Avis 352 et 353-1 du C.C.I.R. (reproduits dans les Avis G.434 et G.445).

Pour les autres systèmes suceptibles de procurer des circuits de très grande longueur, on n'a pas jugé utile de définir de nouveaux circuits fictifs de référence; des objectifs de bruit sont recommandés dans l'Avis G.153. La communication mondiale de référence est définie dans l'Avis G.103.

d) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit produit par les équipements de modulation*

Dans les objectifs généraux mentionnés au paragraphe a) est inclus le bruit produit par les équipements de modulation [2]. La puissance psophométrique moyenne, correspondant

[1] Lorsque la puissance moyenne horaire du bruit varie, par exemple dans les faisceaux hertziens, la subdivision de cet objectif de bruit entre les sections sur la base de leur longueur n'est pas appropriée, car les heures les plus défavorables de toutes les sections ne présentent pas de corrélation. Des bases plus appropriées pour opérer cette subdivision sont à l'étude.

[2] Désignés dans les avis du C.C.I.R. par l'expression « équipements de multiplexage par répartition en fréquence ». Le paragraphe d) ne s'applique évidemment pas aux faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps.

au bruit produit par tous les équipements de modulation mentionnés dans la définition du circuit fictif de référence considéré, ne doit pas dépasser 2500 picowatts au point de niveau relatif zéro. Cette puissance psophométrique correspond à l'ensemble des bruits provenant de différentes sources (bruit thermique, intermodulation, diaphonies, alimentation, ...). Sa répartition entre les différents équipements peut être laissée dans une certaine mesure à la discrétion des ingénieurs chargés des projets. Cependant, pour assurer une certaine harmonie entre les répartitions adoptées par les différentes administrations, les nombres suivants sont indiqués comme objectifs pour servir de guide lors de projets:

pour 1 couple de modulateurs de voie:	200 à 400 pW
pour 1 couple de modulateurs de groupe primaire:	60 à 100 pW
pour 1 couple de modulateurs de groupe secondaire:	60 à 100 pW
En outre, les valeurs suivantes sont recommandées à titre provisoire:	
pour 1 couple de modulateurs de groupe tertiaire:	40 à 60 pW
pour 1 couple de modulateurs de groupe quaternaire:	40 à 60 pW
pour 1 couple de modulateurs d'assemblage de base de 15 groupes secondaires:	40 à 60 pW

L'affectation d'une part importante du bruit aux équipements de modulation de voie se justifie parce que ces équipements sont les plus nombreux dans un réseau, et qu'il y a intérêt à les rendre aussi économiques que possible.

AVIS G.223 (Note de l'Avis G.222 du tome III du *Livre Rouge*, modifiée à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

HYPOTHÈSES POUR LE CALCUL DU BRUIT SUR LES CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE POUR LA TÉLÉPHONIE

1. *Puissance moyenne nominale des signaux à l'heure chargée*

Afin de faciliter les calculs lors des projets d'établissement de systèmes à courants porteurs en câble ou sur faisceaux hertziens, le C.C.I.T.T. a fixé une valeur *conventionnelle* représentative du *niveau absolu de puissance moyenne* (en un point de niveau relatif zéro) des signaux (courants vocaux + courants de signalisation, etc.) transmis sur une voie téléphonique (dans un seul sens de transmission) au cours de l'heure chargée.

La valeur fixée pour ce niveau absolu de puissance moyenne, rapporté au point de niveau relatif zéro, est de −1,73 Nm0 (−15 dBm0) (puissance moyenne = 31,6 microwatts); il s'agit à la fois d'une moyenne au cours du temps et d'une moyenne pour un large ensemble de circuits.

Remarque 1. — Cette valeur conventionnelle a été adoptée par le C.C.I.F. en 1956 à la suite d'une série de mesures et de calculs effectués entre 1953 et 1955 par diverses administrations. L'Annexe 6 (4e partie du tome III du *Livre Bleu*) reproduit la documentation recueillie à cette époque. La valeur adoptée, correspondant à environ 32 microwatts, tenait compte des hypothèses suivantes:

— puissance moyenne de 10 microwatts pour l'ensemble des signaux électriques et tonalités;

— puissance moyenne de 22 microwatts pour les autres courants:

— courants vocaux, échos inclus, en supposant un coefficient d'activité moyen de 0,25 pour une voie

téléphonique dans un sens de transmission,

— résidus de courants porteurs,

— signaux télégraphiques, en supposant que peu de voies téléphoniques sont utilisées pour la télégraphie harmonique ou la phototélégraphie.

On a, par contre, estimé négligeable la puissance des ondes pilotes dans la charge des systèmes à courants porteurs modernes.

Remarque 2. — La question s'est posée en 1968 d'une révision des hypothèses qui conduisent à cette valeur conventionnelle, pour les raisons suivantes:

— Modification de la puissance effective des signaux vocaux, provenant de l'utilisation de postes téléphoniques plus modernes, d'un plan de transmission différent et également peut-être d'un certain changement dans les habitudes des abonnés.

— Modification du coefficient d'activité moyen d'une voie téléphonique, due entre autres à un changement des méthodes d'exploitation.

— Augmentation du nombre de circuits supports de télégraphie harmonique et de circuits pour transmissions radiophoniques.

— Apparition de circuits utilisés pour la transmission de données et augmentation rapide de leur nombre.

Une étude limitée de mesures sur la puissance des signaux vocaux a été faite par diverses administrations en 1966 et 1967 et a donné les résultats qui figurent dans le Supplément n° 5 (du présent ouvrage). Ces résultats sont trop fragmentaires pour qu'on ait pu, à leur examen, décider de modifier la valeur conventionnelle de −15 dBm0. Il a été admis à la IV[e] Assemblée plénière du C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) de conserver cette valeur, en estimant que l'augmentation de la charge des systèmes à courants porteurs due à l'accroissement des utilisations non téléphoniques (pour lesquelles les niveaux admis sont généralement supérieurs à −15 dBm0) est probablement compensée par une diminution de la puissance des courants vocaux et que, d'autre part, la marge avec laquelle sont en fait calculés les systèmes à courants porteurs permet de tolérer sans inconvénient notable un léger accroissement de la puissance moyenne transmise par voie.

Cependant cette situation favorable risque de ne pas se perpétuer ou de ne pas être valable pour tous les systèmes. C'est pourquoi la Question 11/C a été mise à l'étude pour essayer de traiter ce problème sous tous ses aspects.

Remarque 3. — En attendant les conclusions de l'étude évoquée à la fin de la remarque 2 ci-dessus, le C.C.I.T.T. a, en ce qui concerne le nombre maximal admissible de circuits supports de télégraphie harmonique, admis les règles suivantes:

1. *Pour un système à 12 voies*, la capacité de charge et les conditions d'intermodulation sont toutes deux déterminées d'après des statistiques sur la parole. Il n'y a donc aucune raison de limiter le nombre des voies d'un système à 12 voies qui peuvent être utilisées comme supports de télégraphie harmonique.
2. *Pour un système à 60 voies*, la capacité de charge est déterminée d'après des statistiques sur la parole, mais les conditions d'intermodulation pour une charge mixte (télégraphie harmonique et parole) deviennent prédominantes lorsque le nombre des circuits supports de télégraphie harmonique dépasse environ 30% du total. On peut donc, sans modifier les spécifications, admettre un maximum de 20 voies d'un tel système comme supports de télégraphie harmonique.
3. *Pour un système à 120 voies*, on peut admettre environ 12% du total comme supports de télégraphie harmonique.

Tant pour les systèmes à 60 voies que pour les systèmes à 120 voies, le nombre des circuits de réserve pour la télégraphie harmonique est exclus de ces limites. Les nombres de voies admis aux paragraphes 2 et 3 doivent être répartis à peu près uniformément dans toute la bande transmise en ligne.

4. *Pour les systèmes à 300 voies et davantage*, le C.C.I.T.T. n'a pas pu définir pour le moment de limite précise, car il faut tenir compte d'un grand nombre de facteurs compliqués, tels que puissance moyenne, puissance de crête, capacité de surcharge, intermodulation, conditions de bruit, préaccentuation, etc.
5. *Pour les groupes primaires et secondaires*, on n'est arrivé à aucune conclusion. D'après les renseignements dont on dispose, il ne serait pas prudent de dépasser, sans précaution spéciale, deux systèmes de télégraphie harmonique par groupe secondaire dans un système à large bande.

2. *Charge conventionnelle*

2.1 On admettra, pour le calcul du bruit d'intermodulation au-dessous du point de saturation, que le signal multiplex, au cours de l'heure chargée, peut être représenté par un

signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme dont le niveau absolu de puissance moyenne, en un point de niveau relatif zéro, $10 \log_{10} \overline{P}(n)$ est donné par les formules suivantes:

$$10 \log_{10} \overline{P}(n) = -15 + 10 \log_{10} n \text{ dB pour } n \geqslant 240$$
$$\text{et } 10 \log_{10} \overline{P}(n) = -1 + 4 \log_{10} n \text{ dB pour } 12 \leq n < 240,$$

n étant le nombre total des voies téléphoniques du système.

A titre d'exemple, pour quelques valeurs typiques de n, ces formules donnent les résultats indiqués dans le tableau 1.

TABLEAU 1

n	12	24	36	48	60	120	...
$10 \log_{10} \overline{P}(n)$	3,3	4,5	5,2	5,7	6,1	7,3	
...	240	300	600	960	1800	2700	
	8,8	9,8	12,8	14,8	17,5	19,3	

Ces valeurs ne sont applicables qu'aux systèmes fonctionnant sans préaccentuation et où l'on emploie des amplificateurs différents pour les deux sens de transmission.

2.2 Dans le cas de systèmes à deux fils ayant des amplificateurs communs aux deux sens de transmission (systèmes $n + n$), il est nécessaire d'admettre une charge conventionnelle différente. Lorsque les niveaux relatifs sont les mêmes pour les deux sens de transmission, la charge conventionnelle est donnée par les formules suivantes:

$$10 \log_{10} \overline{P}(n) = -15 + 10 \log_{10} 2n \text{ dB pour } n \geqslant 120$$
$$\text{et } 10 \log_{10} \overline{P}(n) = -1 + 4 \log_{10} 2n \text{ dB pour } 12 \leqslant n < 120$$

où $10 \log_{10} \overline{P}(n)$ est défini comme au paragraphe 2.1 et n est le nombre de voies dans chaque sens de transmission.

Remarque 1. — La valeur du niveau absolu de puissance moyenne d'un signal de mesure constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, déduite de ces formules, est utilisable pour le calcul du bruit sur un circuit fictif de référence en l'absence de saturation. On estime que ces formules fournissent une bonne approximation pour le calcul du bruit d'intermodulation quand $n \geqslant 60$. Toutefois, pour des systèmes à petit nombre de voies, les résultats de mesures effectuées avec un bruit erratique à spectre uniforme sont plus éloignés de la réalité, en raison de la grande différence qui existe alors entre la nature du signal réel et celle du signal de mesure.

Remarque 2. — Compte tenu du caractère conventionnel de ces calculs, on n'a pas jugé utile de tenir compte de la puissance transmise pour des transmissions radiophoniques sur le système à courants porteurs. En outre, on a admis la valeur moyenne de 0,25 pour le coefficient d'activité d'une voie téléphonique et l'on n'a pas jugé utile d'étudier les écarts possibles par rapport à cette valeur moyenne.

Remarque 3. — Il faut interpréter avec précaution les résultats de mesures effectuées avec un signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, particulièrement pour les systèmes dans lesquels la principale source de bruit, sur certaines voies téléphoniques, est constituée par un produit d'intermodulation de type particulier (par exemple A-B). Dans de tels cas, il faut déterminer avec soin le facteur de pondération employé pour établir une relation entre le bruit mesuré sur une voie et celui qui serait observé dans les conditions réelles d'exploitation. La courbe donnée par la fonction de transfert du réseau utilisé pour définir le signal téléphonique conventionnel (voir Avis G.227) peut être utilisée en ce cas pour déterminer le facteur de pondération du signal à large bande.

Remarque 4. — Les formules du paragraphe 2.2 ci-dessus pour les systèmes à 12 voies du type $n + n$ sont les mêmes que celles du paragraphe 2.1 (systèmes à 4 fils) en supposant que le nombre de voies est

doublé, mais qu'il n'y a aucune corrélation entre les activités des voies dans chaque sens de transmission. En faisant cette hypothèse, on néglige le fait que dans un système du type $n + n$ les deux sens de transmission d'un même circuit téléphonique ne sont pas actifs au même moment. Des calculs ont montré que l'erreur ainsi commise est négligeable et en tout cas dans le sens de la sécurité.

3. *Caractéristiques des éléments et niveaux*

On emploiera dans les calculs les valeurs nominales des caractéristiques des éléments de circuit et les valeurs nominales des niveaux.

Remarque. — Quand il s'agira de spécifier des équipements, on devra introduire une marge raisonnable pour tenir compte du vieillissement des éléments et des tolérances sur les niveaux, les tensions d'alimentation, la température, etc.

4. *Poids psophométriques et facteur de pondération*

Pour le calcul de la puissance psophométrique, on doit utiliser le *Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux* qui est reproduit à la fin du présent avis.

Si un bruit erratique à spectre uniforme est mesuré dans une bande de 3,1 kHz à caractéristique « affaiblissement-fréquence » plate, le niveau de ce bruit doit être diminué de 2,5 décibels pour obtenir le niveau de puissance psophométrique. Pour une autre largeur de bande B, le facteur de pondération sera égal à:

$$2{,}5 + 10 \log_{10} \frac{B}{3{,}1} \text{ dB};$$

par exemple, pour $B = 4$ kHz, cette formule donne un facteur de pondération de 4,1 dNp (3,6 dB).

5. *Calcul du bruit dans les équipements de modulation*

5.1 *Dans les équipements de modulation de groupe* on prendra, pour le calcul du *bruit d'intermodulation* (au-dessous du point de saturation), les valeurs conventionnelles de charge suivantes, déjà admises, en un point de niveau relatif zéro:

pour les modulateurs de groupe primaire (12 voies): 0,38 Np (3,3 dB)
pour les modulateurs de groupe secondaire (60 voies): 0,70 Np (6,1 dB)
pour les modulateurs de groupe tertiaire (300 voies): 1,12 Np (9,8 dB)

5.2 Pour calculer le bruit de diaphonie, dans les équipements de modulation de voie, dû aux voies adjacentes à la voie perturbée, on appliquera la méthode suivante. Dans l'ensemble des équipements terminaux faisant partie du circuit fictif de référence, une voie téléphonique est exposée 6 fois à des perturbations provenant de voies adjacentes. On admettra que 5 de ces voies perturbatrices transmettent des signaux correspondant à une charge analogue à celle des courants vocaux, avec une puissance moyenne de 32 μW soit un niveau absolu de puissance de $-1{,}73$ Np (-15 dB) sur chaque voie au point de niveau relatif zéro; on admettra d'autre part que la 6e voie perturbatrice sert de support pour la télégraphie, la phototélégraphie ou la transmission de données, avec une charge conventionnelle de 135 μW au point de niveau relatif zéro, soit un niveau absolu de puissance de $-1{,}0$ Nm0 ($-8{,}7$ dBm0), l'énergie étant uniformément répartie dans toute la bande de fréquences de 380 à 3220 Hz.

Pour simuler les signaux vocaux transmis dans les voies perturbatrices, on emploiera le signal téléphonique conventionnel défini dans l'Avis G.227.

Remarque. — La diaphonie produite par les voies adjacentes à la voie perturbée est limitée par une clause supplémentaire qui figure dans la spécification des équipements de voie (voir le paragraphe J de l'Avis G.232). D'autre part, la puissance des impulsions de signalisation est limitée par l'Avis G.224.

5.3 Dans tous les cas, il faut naturellement tenir compte du bruit thermique.

6. *Puissance équivalente de crête du signal multiplex et niveau de saturation des amplificateurs*

6.1 *Niveau de saturation. — Le niveau de saturation d'un amplificateur* (ou niveau de puissance utilisable) est le niveau absolu de puissance à la sortie pour lequel le niveau absolu de puissance du troisième harmonique augmente de 2,3 népers (20 dB) quand le niveau du signal appliqué à l'entrée de cet amplificateur augmente d'un décinéper ou d'un décibel.

Cette définition n'est plus applicable quand la fréquence de mesure est si élevée que le troisième harmonique tombe hors de la bande transmise par l'amplificateur. On peut alors appliquer la définition suivante:

Seconde définition. — Le niveau de saturation (ou niveau de puissance utilisable) d'un amplificateur est supérieur de 0,7 néper ou 6 dB à la valeur commune, à la sortie de l'amplificateur, des niveaux absolus de puissance de deux ondes sinusoïdales de même amplitude et de fréquences respectives A et B quand on les règle de telle sorte que, si l'on augmentait de 1 décinéper ou de 1 dB le niveau de chacune à l'entrée de l'amplificateur, le niveau de sortie du produit d'intermodulation de fréquence (2 A-B) augmenterait de 2,3 népers (20 dB).

6.2 *Puissance équivalente de crête d'un signal multiplex.* — C'est la puissance d'un signal sinusoïdal ayant comme amplitude la valeur de la tension de crête du signal multiplex. La figure 1 représente le niveau de puissance équivalente de crête en fonction du nombre de voies du système pour un système à quatre fils; elle est établie en partant de la courbe B, figure 7 de l'article de Holbrook et Dixon [1] et en tenant compte de la valeur conventionnelle que le C.C.I.T.T. a admise (−1,73 Nm0, soit −15 dBm0) pour la puissance moyenne au lieu de −16 dBm0, soit un accroissement de 1 dB. Le tableau 2 indique les valeurs numériques correspondantes pour quelques valeurs typiques du nombre de voies.

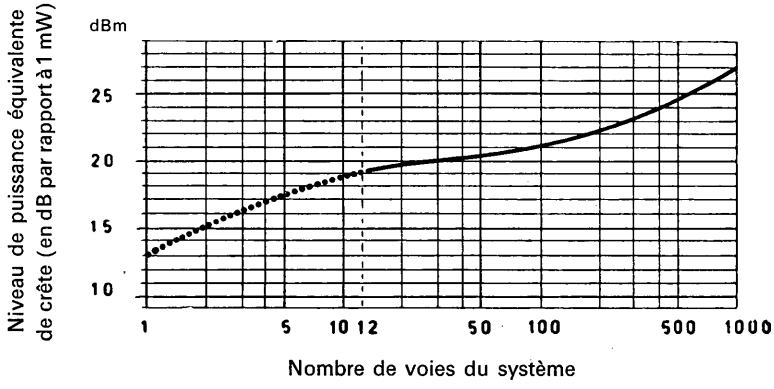


FIGURE 1. — **Niveau absolu de puissance équivalente de crête d'un signal multiplex au point de niveau relatif zéro, en fonction du nombre de voies téléphoniques du système, sans préaccentuation ni limitation d'amplitude dans l'hypothèse d'un niveau de puissance moyenne par voie de −1,73 Nm0 (−15 dBm0), avec un écart type de 6,7 dNp (5,8 dB)**

[1] HOLBROOK, B. D. et DIXON, J. T.: Load rating theory for multichannel amplifiers, *Bell System Technical Journal*, 18, 1939, n° 4, octobre, p. 624-644.

TABLEAU 2

Nombre de voies	12	24	36	48	60	120	300	600	900	1800	2700
Puissance équivalente de crête dBm0	19	19,5	20	20,5	20,8	21,2	23	25	27	30	32

Cette courbe est établie pour le cas où il n'y a pas de limiteur d'amplitude à l'entrée de la voie, et dans le cas où il n'y a pas de préaccentuation dans la bande totale du signal multiplex; les autres cas sont à l'étude. A titre d'exemple du cas où il y a seulement limitation, voir l'Annexe.

6.3 *Marge contre la saturation.* — Dans les projets, on conservera une marge de quelques décibels ou décinépers entre le niveau absolu de puissance équivalente de crête du signal multiplex et le niveau de saturation des amplificateurs, pour tenir compte des variations de niveau, du vieillissement des organes, etc.

7. *Méthodes de calcul du bruit*

Le Supplément n° 6 du présent ouvrage décrit, à titre d'exemple, une méthode proposée par certaines administrations pour effectuer un tel calcul.

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Fréquences Hz	Poids			
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en népers	Valeurs en décibels
16,66	0,056	0,003136	−9,79	−85,0
50	0,71	0,5041	−7,25	−63,0
100	8,91	79,3881	−4,72	−41,0
150	35,5	1 260 ,25	−3,34	−29,0
200	89,1	7 938,81	−2,42	−21,0
250	178	31 684	−1,73	−15,0
300	295	87 025	−1,22	−10,6
350	376	141 376	−0,98	− 8,5
400	484	234 256	−0,73	− 6,3
450	582	338 724	−0,54	− 4,7
500	661	436 921	−0,41	− 3,6
550	733	537 289	−0,31	− 2,7
600	794	630 436	−0,23	− 2,0
650	851	724 201	−0,16	− 1,4
700	902	813 604	−0,10	− 0,9
750	955	912 025	−0,046	− 0,4
800	1 000	1 000 000	0,000	0,0
850	1 035	1 071 225	+0,034	+ 0,3
900	1 072	1 149 184	+0,069	+ 0,6
950	1 109	1 229 881	+0,103	+ 0,9
1 000	1 122	1 258 884	+0,115	+ 1,0
1 050	1 109	1 229 881	+0,103	+ 0,9
1 100	1 072	1 149 184	−0,069	+ 0,6
1 150	1 035	1 071 225	+0,034	+ 0,3
1 200	1 000	1 000 000	0,000	0,0
1 250	977	954 529	−0,023	− 0,20
1 300	955	912 025	−0,046	− 0,40
1 350	928	861 184	−0,075	− 0,65
1 400	905	819 025	−0,100	− 0,87
1 450	881	776 161	−0,126	− 1,10
1 500	861	741 321	−0,150	− 1,30
1 550	842	708 964	−0,172	− 1,49
1 600	824	678 976	−0,193	− 1,68
1 650	807	651 249	−0,214	− 1,86
1 700	791	625 681	−0,234	− 2,04
1 750	775	600 625	−0,255	− 2,22
1 800	760	577 600	−0,275	− 2,39
1 850	745	555 025	−0,295	− 2,56
1 900	732	535 824	−0,311	− 2,71
1 950	720	518 400	−0,329	− 2,86
2 000	708	501 264	−0,345	− 3,00
2 050	698	487 204	−0,359	− 3,12
2 100	689	474 721	−0,373	− 3,24
2 150	679	461 041	−0,386	− 3,36
2 200	670	448 900	−0,400	− 3,48
2 250	661	436 921	−0,414	− 3,60
2 300	652	425 104	−0,428	− 3,72
2 350	643	413 449	−0,442	− 3,84

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux (suite)

Fréquences Hz	Poids			
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en népers	Valeurs en décibels
2 400	634	401 956	−0,456	− 3,96
2 450	626	390 625	−0,470	− 4,08
2 500	617	380 689	−0,484	− 4,20
2 550	607	368 449	−0,499	− 4,33
2 600	598	357 604	−0,513	− 4,46
2 650	590	348 100	−0,528	− 4,59
2 700	580	336 400	−0,544	− 4,73
2 750	571	326 041	−0,560	− 4,87
2 800	562	315 844	−0,576	− 5,01
2 850	553	305 809	−0,593	− 5,15
2 900	543	294 849	−0,610	− 5,30
2 950	534	285 156	−0,627	− 5,45
3 000	525	275 625	−0,645	− 5,60
3 100	501	251 001	−0,691	− 6,00
3 200	473	223 729	−0,748	− 6,50
3 300	444	197 136	−0,812	− 7,05
3 400	412	169 744	−0,886	− 7,70
3 500	376	141 376	−0,979	− 8,5
3 600	335	112 225	−1,09	− 9,5
3 700	292	85 264	−1,23	−10,7
3 800	251	63 001	−1,38	−12,0
3 900	214	45 796	−1,54	−13,4
4 000	178	31 684	−1,73	−15,0
4 100	144,5	20 880,25	−1,93	−16,8
4 200	116,0	13 456	−2,15	−18,7
4 300	92,3	8 519,29	−2,38	−20,7
4 400	72,4	5 241,76	−2,62	−22,8
4 500	56,2	3 158,44	−2,88	−25,0
4 600	43,7	1 909,69	−3,13	−27,2
4 700	33,9	1 149,21	−3,38	−29,4
4 800	26,3	691,69	−3,64	−31,6
4 900	20,4	416,16	−3,89	−33,8
5 000	15,9	252,81	−4,14	−36,0
>5 000	<15,9	<252,81	<−4,14	<−36,0

Remarque. — Si pour l'établissement de certains systèmes de transmission téléphonique on doit faire des calculs à partir des valeurs des poids psophométriques et qu'il paraisse alors utile d'adopter pour les fréquences supérieures à 5000 Hz des valeurs plus précises que celles du tableau précédent, on pourra adopter les valeurs suivantes:

5 000 à 6 000	<15,9	<252,81	<−4,14	<−36,0
>6 000	< 7,1	< 50,41	<−4,96	<−43,0

ANNEXE

(à l'Avis G.223)

(fournie par l'Administration du Royaume-Uni)

La présente Annexe indique, à titre d'exemple, la puissance d'une onde sinusoïdale dont la tension de crête serait la même que celle du signal multiplex, avec un limiteur d'amplitude ayant une certaine caractéristique.

La probabilité d'apparition de cette tension de crête est de 10^{-5}, ce qui concorde assez bien avec les hypothèses formulées par Holbrook et Dixon.

Nombre de voies (*n*)	Puissance de l'onde sinusoïdale équivalente dBm0
12	12,7
24	14
50	15,9
100	18
200	20,4
500	23,6
1000	26,6

Pour calculer les valeurs ci-dessus, on a supposé que la voie de transmission était équipée d'un limiteur ayant les caractéristiques suivantes aux points de vue de la charge due à l'onde sinusoïdale et de l'augmentation de l'affaiblissement équivalent:

Charge, dBm0	Affaiblissement supplémentaire, dB
+ 4	négligeable
+ 5,5	0,5
+ 6,5	1
+ 8	2
+ 9,5	3
+ 13	6

AVIS G.224

VALEUR MAXIMUM ADMISSIBLE POUR LE NIVEAU ABSOLU DE PUISSANCE D'UNE IMPULSION DE SIGNALISATION [1]

Le C.C.I.T.T. recommande que, pour des raisons de diaphonie, le niveau absolu de puissance de chaque composante d'un signal de courte durée ne dépasse pas les valeurs définies dans le tableau suivant:

[1] Cet avis est identique à l'Avis Q.16 (tome VI du *Livre Blanc*); il s'applique à la fois aux systèmes nationaux et internationaux de signalisation.

TABLEAU 1

Valeurs de niveau absolu de puissance, en un point de niveau relatif zéro

Fréquence de signalisation (Hz)	Puissance maximum admissible pour le signal au point de niveau relatif zéro (microwatts)	Niveau absolu de puissance correspondant	
		Décinépers par rapport à 1 mW	Décibels par rapport à 1 mW
800	750	−1,1	−1
1200	500	−3,5	−3
1600	400	−4,5	−4
2000	300	−5,7	−5
2400	250	−7	−6
2800	150	−9	−8
3200	150	−9	−8

Remarque 1. — Si les signaux sont constitués par deux ondes de fréquences différentes transmises simultanément, les valeurs maxima admissibles pour les niveaux absolus de puissance sont 3,5 dNp ou 3 dB au-dessous des nombres ci-dessus.

Remarque 2. — Les valeurs qui figurent dans ce tableau résultent d'un compromis entre les caractéristiques de divers filtres de voie existants.

AVIS G.225 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA PRÉCISION DES FRÉQUENCES PORTEUSES

a) *Précision des fréquences porteuses virtuelles sur un circuit international ou sur une chaîne de circuits*

Etant donné que les voies de n'importe quel circuit téléphonique international devraient pouvoir être utilisées pour la télégraphie harmonique, la précision des fréquences porteuses virtuelles devrait être telle que, entre une fréquence vocale appliquée à l'origine d'un circuit et celle qui lui correspond à l'autre extrémité, on ait un écart maximum de 2 Hz, quelle que soit la constitution de ce circuit, c'est-à-dire que l'on ait ou non des modulations et démodulations intermédiaires.

A partir de cet objectif, le C.C.I.T.T. recommande que les fréquences porteuses des voies et des groupes de divers rangs aient les précisions suivantes:

Fréquences porteuses virtuelles des voies dans un groupe primaire	$\pm\ 10^{-6}$
Fréquences porteuses des groupes primaires et secondaires	$\pm\ 10^{-7}$
Fréquences porteuses des groupes tertiaires et quaternaires	
— pour le système à 12 MHz	$\pm\ 5{\cdot}10^{-8}$
— pour le système à 60 MHz (dans la bande au-dessus de 12 MHz)	$\pm\ 10^{-8}$

L'expérience montre que si des oscillateurs conçus d'après ces clauses sont soumis en exploitation à des contrôles appropriés, l'écart entre la fréquence appliquée à l'origine d'une voie téléphonique et la fréquence restituée à l'autre extrémité ne dépasse pratiquement jamais 2 Hz si cette voie a la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km pour le système considéré.

Des calculs indiquent que si ces clauses sont respectées dans le cas de la chaîne à quatre fils faisant partie de la communication fictive de référence définie par la figure 1 de l'Avis G.103 [1], il y a une probabilité d'environ 1 % pour que l'écart de fréquence entre l'origine et l'extrémité de cette chaîne dépasse 3 Hz et une probabilité inférieure à 0,1 % pour qu'il dépasse 4 Hz.

Remarque 1. — Dans les petites stations, c'est-à-dire dans des stations qui n'ont pas besoin de fréquences porteuses de groupe secondaire, la précision des fréquences porteuses de groupe primaire peut être de $\pm 10^{-6}$, c'est-à-dire la même que pour les fréquences porteuses des voies.

Remarque 2. — Les fréquences de transposition propres aux systèmes *(n + n)* doivent avoir les stabilités recommandées dans les avis relatifs à ces systèmes:

Avis G.311 pour les systèmes à 12 voies sur fils aériens;

Avis G.361 pour les systèmes à 3 voies sur fils aériens;

Avis G.326 et G.327 pour les systèmes à (12 + 12) voies en câble.

b) *Coordination des « oscillateurs de base »*

La recommandation a) ci-dessus ne peut être satisfaite dans la pratique sans une certaine coordination des « oscillateurs de base » situés dans les différentes stations où l'on effectue des modulations.

Les systèmes à courants porteurs sont groupés en « réseaux partiels » qui s'étendent sur l'ensemble du territoire d'un pays ou sur une partie de ce territoire. La coordination des « oscillateurs de base » d'un réseau partiel s'effectue normalement par des comparaisons nationales de fréquences; on peut avoir recours, si cela est nécessaire, à des comparaisons internationales.

Comparaisons nationales de fréquences. — Il est nécessaire qu'à l'intérieur d'un « réseau partiel » de câbles à paires coaxiales les « oscillateurs de base », dans les stations où l'on engendre des fréquences, soient coordonnés. Cette coordination peut être un « asservissement » d'un oscillateur à un autre avec trois modalités:

1) synchronisation, c'est-à-dire égalité des fréquences et concordance des phases;

2) isochronisation, c'est-à-dire seulement égalité des fréquences;

3) commande différentielle en vue de rattraper de temps en temps les écarts entre les fréquences.

On peut aussi avoir recours à un dispositif différentiel de surveillance automatique permanente, qui donne une alarme si la différence entre la fréquence de l'onde pilote de contrôle des fréquences et la fréquence d'un oscillateur local dépasse une certaine valeur fixée.

Le C.C.I.T.T. n'a pas recommandé une méthode d'asservissement des « oscillateurs de base » des différentes stations à l'un d'eux, et l'on peut se contenter du « contrôle périodique des fréquences » des oscillateurs de base, ce contrôle étant suivi ultérieurement d'un réglage manuel ou automatique, étant entendu que dans chaque réseau partiel, les

[1] En fait, la chaîne considérée pour ces calculs comprenait 16 couples d'équipements de modulation et démodulation de voie (au lieu de 12) pour tenir compte de la présence de câbles sous-marins avec des équipements conformes à l'Avis G.235. Toutefois, on n'a pas tenu compte de la dérive de fréquence par effet Doppler qui serait due à la présence d'un satellite non stationnaire; des valeurs de cette dérive sont indiquées dans le Rapport 214-1 du C.C.I.R., Volume IV (2), Oslo 1966.

oscillateurs de base seront comparés périodiquement à un étalon national de fréquence si cela est possible.

La comparaison périodique des fréquences engendrées par les oscillateurs de base s'effectue au moyen d'une « onde pilote de contrôle des fréquences » transmise en ligne à cet effet. Il n'est pas nécessaire de procéder à des comparaisons des phases.

Comparaisons internationales de fréquences. — Le cas peut se présenter soit d'un pays qui dispose d'un étalon national de fréquence sans pouvoir distribuer cette fréquence étalon dans toute l'étendue du pays, et notamment dans une région où l'on doit établir un système à courants porteurs sur paires coaxiales, soit d'un pays qui ne possède pas d'étalon national de fréquence. L'Avis M.54 (tome IV du *Livre Blanc*) décrit des méthodes qui permettent à ce pays de recevoir d'un autre pays une fréquence étalon, par voie radioélectrique, ou une fréquence stabilisée transmise sur un circuit téléphonique.

AVIS G.226 (Avis G.223 du tome III du *Livre Rouge*)

BRUIT SUR UNE LIAISON RÉELLE

a) *Cas des systèmes en câble*

Il convient d'observer qu'en général les ingénieurs chargés des projets de construction ont à se préoccuper, non pas de certains circuits ou de liaisons particulières, mais du matériel qui servira à établir de nombreuses liaisons. Il n'est pas commode pour le C.C.I.T.T. de spécifier quelle doit être la qualité de chaque liaison réelle qui peut être établie, ni pour l'ingénieur d'envisager d'avoir à modifier ses projets selon les diverses longueurs ou toutes autres conditions à remplir sur les diverses liaisons réelles. C'est pour cette raison que le C.C.I.T.T. a défini des circuits fictifs de référence; son but était que les ingénieurs puissent s'assurer que, si le matériel dont ils ont conçu le projet est utilisé dans toutes les parties d'un circuit réel ayant la constitution du circuit fictif de référence, la qualité spécifiée par le C.C.I.T.T. pour le circuit fictif de référence sera obtenue sur ce circuit réel.

Les liaisons internationales réelles ont généralement une constitution différente de celle du circuit fictif de référence et comprennent souvent des équipements de conceptions différentes; pour chacune de ces raisons, on ne peut pas se baser uniquement sur les avis relatifs aux circuits fictifs de référence pour en déduire la qualité que l'on peut espérer obtenir d'une liaison réelle.

Cependant, sur une section homogène réelle, on doit s'attendre à ce que la puissance du bruit, mesurée lors de la mise en service et en appliquant la charge conventionnelle définie au paragraphe 2 de l'Avis G.223, soit du même ordre de grandeur que la puissance de bruit calculée, compte tenu de la constitution particulière de la section homogène réelle et des valeurs réelles des paramètres; il n'y a lieu de s'inquiéter que si la valeur mesurée dépasse notablement la valeur calculée, ce qui indiquerait un défaut probable dans une partie des équipements. Dans ce cas, on doit s'efforcer d'obtenir une puissance de bruit mesurée du même ordre de grandeur que la valeur calculée.

b) *Cas des faisceaux hertziens*

Voir l'Avis 395-1 du C.C.I.R. (reproduit à la suite de l'Avis G.441).

AVIS G.227 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

SIGNAL TÉLÉPHONIQUE CONVENTIONNEL

a) *Principe*

Pour les calculs ou les mesures de bruit, de diaphonie entre voies adjacentes et d'une façon plus générale lorsqu'il s'agit de simuler les courants vocaux transmis par une voie téléphonique, le C.C.I.T.T. recommande l'emploi d'un signal téléphonique conventionnel caractérisé essentiellement par un réseau de pondération en fonction de la fréquence.

Ce réseau est défini par le coefficient de transfert suivant en fonction de la fréquence

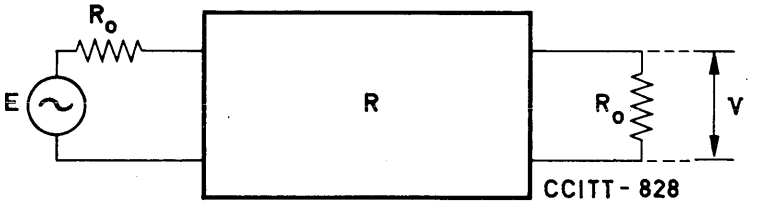


FIGURE 1

$$\frac{E}{2V} = \frac{18\,400 + 91\,238\,p^2 + 11\,638\,p^4 + p\,[67\,280 + 54\,050\,p^2]}{400 + 4001\,p^2 + p^4 + p\,[36\,040 + 130\,p^2]}$$

où $p = \mathrm{j}\dfrac{f\,(\mathrm{Hz})}{1000}$, E et V sont définies par la figure 1.

La courbe de réponse d'un tel réseau est représentée sur la figure 2 et un exemple de réalisation est donné par la figure 3 et les valeurs suivantes:

b) *Exemple de réalisation du réseau*

Le réseau est constitué de trois sections en T ponté d'impédance caractéristique constante et égale à R_0 ohms.

La figure 3 représente le réseau et indique les valeurs normées à R_0 des différents éléments. Une tolérance de $\pm 1\,\%$ peut être admise sur la valeur de chacun des éléments.

Remarque. — Si θ_1, θ_2, θ_3 sont respectivement les exposants composites de transfert des cellules 1, 2 et 3 on a:

$$\frac{E}{2V} = e^{\theta} = e^{\theta_1+\theta_2+\theta_3}$$

avec

$$e^{\theta_1} = \frac{46 + 90p + 46p^2}{1 + 90p + p^2}$$

$$e^{\theta_2} = \frac{20 + 11p}{20 + p}$$

$$e^{\theta_3} = \frac{20 + 23p}{20 + p}$$

avec

$$p = \mathrm{j}\frac{f(\mathrm{Hz})}{1000}$$

L'affaiblissement composite minimal du réseau complet se situe vers 600 Hz et vaut $a_0 \simeq 0{,}34$ néper dans le cas de cet exemple.

La courbe de la figure 2 représente, en fonction de la fréquence, l'affaiblissement composite du réseau de la figure 3 rapporté à l'affaiblissement minimal a_0.

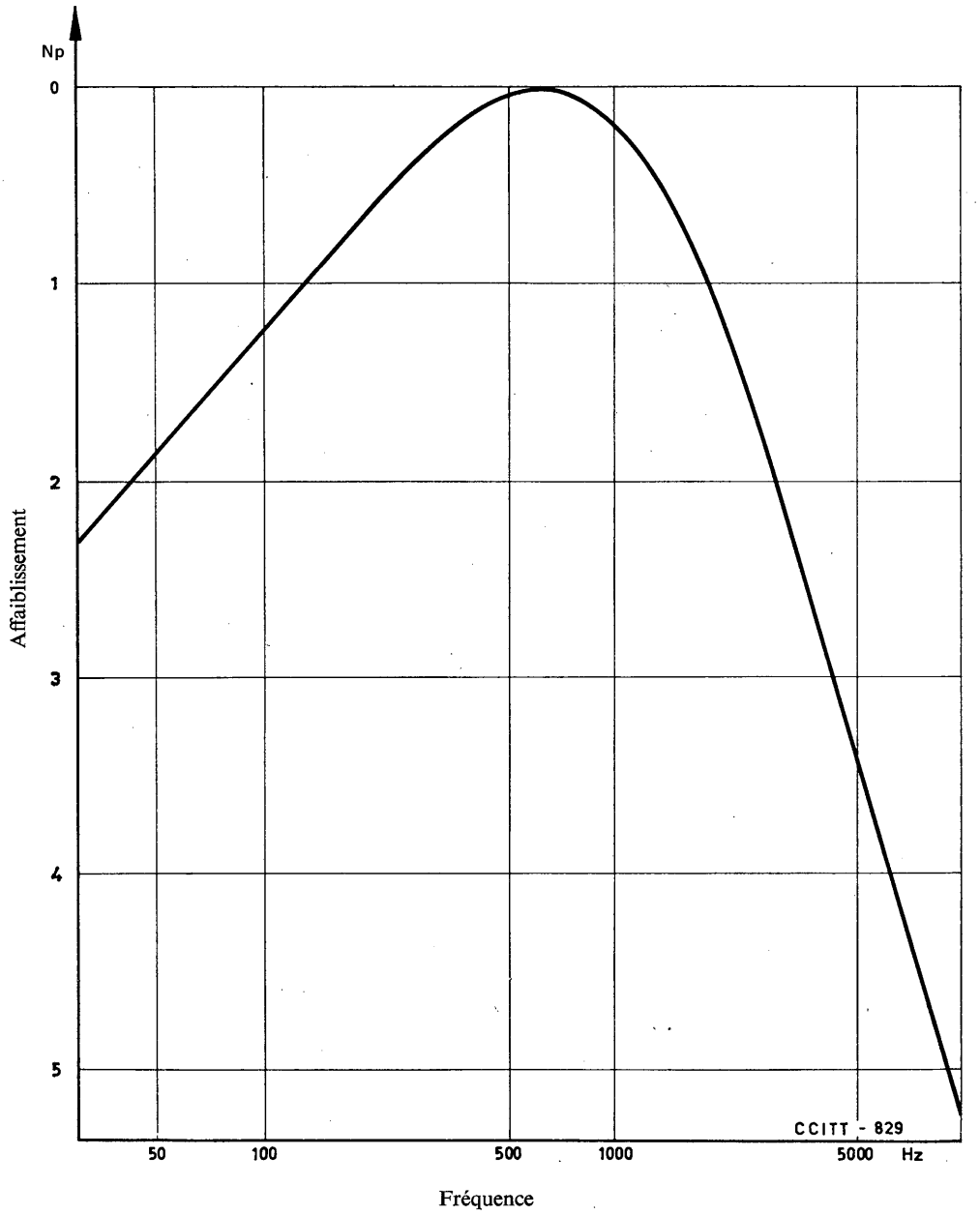
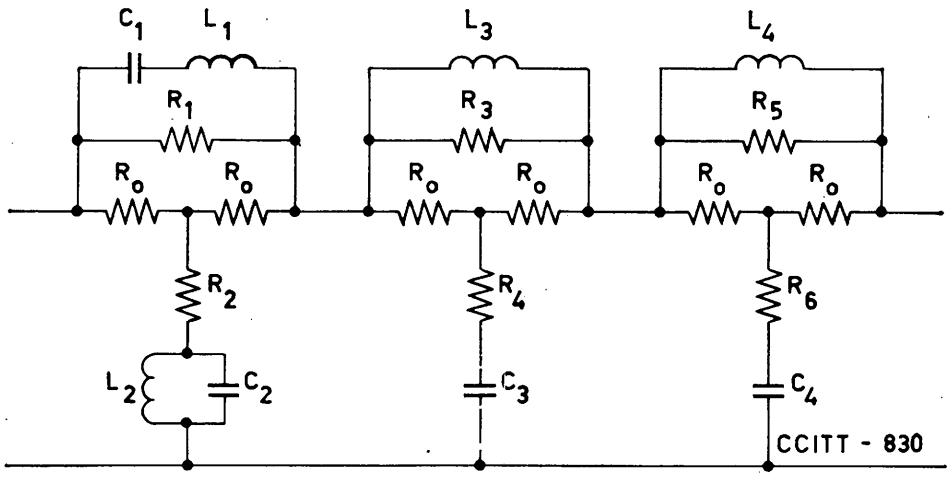


FIGURE 2. — **Courbe de réponse relative du réseau pondérateur du générateur de signal téléphonique conventionnel**



Cellule (1)	Cellule (2)	Cellule (3)
$\frac{R_1}{R_0} = 45$	$\frac{L_1\,\omega_0}{R_0} = 0{,}5$	$R_0C_1\,\omega_0 = 2$
$\frac{R_2}{R_0} = 0{,}0222$	$\frac{L_2\,\omega_0}{R_0} = 2$	$R_0C_2\,\omega_0 = 0{,}5$
$\frac{R_3}{R_0} = 10$	$\frac{L_3\,\omega_0}{R_0} = 0{,}5$	$R_0C_3\,\omega_0 = 0{,}5$
$\frac{R_4}{R_0} = 0{,}1$	$\frac{L_4\,\omega_0}{R_0} = 1{,}11$	$R_0C_4\,\omega_0 = 1{,}11$
$\frac{R_5}{R_0} = 22$		
$\frac{R_6}{R_0} = 0{,}0455$	avec $\omega_0 = 2\pi \times 10^3 \times$ seconde $^{-1}$	

FIGURE 3. — **Réseau pondérateur du générateur de signal téléphonique conventionnel**

c) *Signal appliqué à l'entrée du réseau*

Ce réseau peut être excité soit par un signal de bruit erratique de spectre uniforme, soit par une série d'harmoniques rapprochés. Dans ce dernier cas, il faut prendre les précautions suivantes:

1) l'espacement des harmoniques ne doit pas dépasser 50 Hz;

2) l'appareil de mesure doit avoir un temps d'intégration suffisant par rapport à la période fondamentale de la série d'harmoniques. On estime que les types d'appareils couramment utilisés par le C.C.I.T.T. (tels que le psophomètre) doivent donner satisfaction à cet égard;

3) le rapport valeur de crête/valeur efficace du signal ne doit pas dépasser 3,5. Dans le cas d'un générateur donné, il est possible de respecter cette condition au moyen d'un réseau modificateur de phase associé;

4) ces deux méthodes (bruit erratique de spectre uniforme et série d'harmoniques) pourraient donner des résultats différents si l'on faisait des mesures subjectives (à l'oreille par exemple) et de telles mesures doivent en conséquence éviter l'emploi du générateur de signal téléphonique conventionnel. Cet appareil sera utilisé uniquement pour des mesures objectives, utilisant un psophomètre comme appareil de mesure.

AVIS G.228 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

MESURE DU BRUIT DE CIRCUIT SUR LES SYSTÈMES EN CÂBLE AVEC UN SIGNAL DE CHARGE CONSTITUÉ PAR UN BRUIT ERRATIQUE A SPECTRE UNIFORME

a) *Principe*

Le principe de la méthode de mesure décrite dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R., dont le texte est reproduit ci-dessous, présente également un intérêt notable pour le C.C.I.T.T. parce qu'il correspond bien aux hypothèses faites pour le calcul du bruit (voir l'Avis G.223) et que son application aux faisceaux hertziens a donné de bons résultats.

L'objectif pour la précision globale de l'équipement de mesure utilisé pour la maintenance courante est de ± 2 dB. Il est souhaitable d'avoir une plus grande précision si l'on désire évaluer la qualité de fonctionnement d'un système au point de vue du bruit, par rapport à la qualité requise.

Pour ce genre de mesures, il est recommandé d'utiliser les méthodes suivantes et d'introduire les corrections indiquées plus loin.

b) *Méthodes de mesure*

1. *Réglage de la charge des signaux*

La puissance de charge doit être réglée à sa valeur nominale à l'aide d'un hypsomètre indiquant la valeur efficace réelle. L'erreur maximale, y compris l'erreur de lecture, ne devrait pas dépasser $\pm 0{,}15$ dB.

2. *Etalonnage du récepteur*

Le récepteur doit être étalonné par rapport au signal reçu immédiatement avant l'insertion d'un filtre éliminateur de bande.

3. *Insertion de filtres éliminateurs de bande*

On doit insérer un seul filtre éliminateur de bande à la fois, ce qui permet de limiter les erreurs de mesure du bruit d'intermodulation.

4. *Reréglage du signal de charge*

Normalement, le signal de charge doit être reréglé à sa valeur nominale après l'insertion d'un filtre éliminateur de bande. Si l'objet des mesures est précisément d'étudier l'intermodulation du deuxième ordre, ou si l'on sait que cette intermodulation domine, on obtient une meilleure précision si l'on procède au reréglage en ne tenant compte que de l'affaiblissement d'insertion spécifié dans la bande passante du filtre éliminateur de bande.

5. *Mesures à la réception*

Le rapport de densité du bruit est alors mesuré comme étant le changement qu'il faut apporter au réglage d'un affaiblisseur pour ramener à la valeur d'étalonnage l'aiguille d'un instrument indicateur.

On répète cette opération pour chaque fréquence de mesure.

c) *Corrections*

1. *Etalonnage du récepteur*

On doit appliquer des corrections pour les effets ci-dessous:

Irrégularité du générateur de bruit. — La tolérance admise sur la régularité du spectre est de $\pm$0,5 dB. Chaque générateur de bruit devrait être muni d'un tableau (ou courbe) d'étalonnage.

Erreurs sur la largeur de bande effective. — Cette correction tient compte: 1) de la différence entre la largeur de bande nominale occupée par les systèmes soumis aux mesures et la largeur de bande réelle (celle-ci étant comprise entre les fréquences de coupure effectives des filtres limiteurs de bande), 2) de la différence entre la largeur de bande nominale occupée et la largeur de bande totale réellement occupée par les voies téléphoniques (soit 4 N kHz).

Discrimination pour la bande passante des filtres limiteurs de bande, à la fréquence de mesure. — Ces corrections devraient permettre d'atteindre une précision d'étalonnage de $\pm$ 0,2 dB.

2. *Effets des filtres éliminateurs de bande*

La largeur réelle du filtre éliminateur de bande donne lieu à une erreur par défaut (lecture trop basse) dans la mesure du bruit d'intermodulation du troisième ordre. Cette erreur est proportionnelle à la largeur effective (à peu près les points à 3 dB) du filtre par rapport à la largeur de bande du système. Dans le cas d'un système n'utilisant aucune préaccentuation, une largeur de fenêtre équivalant à 1 % de la largeur de bande du système détermine une erreur par défaut d'environ 0,05 dB. Lorsqu'il est fait usage de la préaccentuation, sans modification de la puissance totale du signal, l'erreur croît en fonction de l'accroissement de la densité de puissance du signal à la fréquence de mesure. En conséquence, il est possible d'apporter des corrections approximatives pour cette erreur, une fois déterminée la proportion du bruit d'intermodulation du troisième ordre.

3. *Bruit imputable à l'équipement de mesure*

Des corrections peuvent s'avérer nécessaires si le rapport signal/densité de bruit mesuré est supérieur à environ 55 dB (dans l'hypothèse où la charge due au signal correspond à la valeur conventionnelle) ou si le niveau relatif au point de mesure est très bas.

d) *Précision globale*

Une fois introduites les corrections indiquées sous c.1, on peut effectuer des mesures très précises du bruit thermique pur (précision supérieure à $\pm$ 0,5 dB).

Dans l'hypothèse où on procède également à des corrections pour la largeur réelle de la fenêtre de mesure (voir paragraphe c.2), la précision globale des mesures devrait être meilleure que $\pm$ 1 dB.

e) *Limites de la méthode de mesure avec charge par un bruit*

Bien que les mesures effectuées à des fréquences spécifiées puissent atteindre le degré de précision défini ci-dessus, il n'est pas toujours possible de déduire avec précision de ces mesures quelle sera, dans les intervalles entre ces fréquences, la qualité de fonctionnement d'un système au point de vue du bruit. Il est nécessaire de déterminer si cette interpolation est justifiée ou non pour le système examiné.

Sur certains systèmes en câble, le bruit d'intermodulation, et plus particulièrement le bruit du deuxième ordre, peut varier de plusieurs décibels en fonction de la fréquence, surtout à l'extrémité inférieure de la bande des fréquences transmises. La qualité globale d'un système, au point de vue du bruit, peut s'évaluer, le cas échéant, en effectuant des mesures avec variation continue de la fréquence à l'aide d'appareils de mesure additionnels.

AVIS 399-1 DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS DE TÉLÉPHONE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

Mesure de la qualité à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme

Le C.C.I.R., (1956 — 1959 — 1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) qu'il est souhaitable de mesurer la qualité des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans des conditions aussi voisines que possible des conditions d'exploitation;

b) qu'un signal à spectre continu uniforme (bruit blanc), quand le nombre de voies n'est pas trop faible, a des propriétés statistiques voisines de celles d'un signal multiplex;

c) que l'emploi d'un signal à spectre continu uniforme pour mesurer la qualité de tels faisceaux hertziens de téléphonie est déjà largement répandu;

d) qu'il est nécessaire de normaliser les fréquences et les largeurs de bande des voies de mesure à employer pour un tel essai;

e) qu'il est nécessaire de normaliser l'affaiblissement minimal et les largeurs de bande des filtres coupe-bande dont on peut avoir besoin dans le générateur de bruit blanc;

f) que le C.C.I.T.T. a indiqué, pour les projets de liaisons téléphoniques, une valeur moyenne de la puissance des courants vocaux, dans une voie téléphonique, à prendre en considération au cours de l'heure chargée (Avis G.222 du C.C.I.T.T., *Livre Rouge*, Tome III),

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que la mesure de la qualité des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence devrait être effectuée avec un signal à spectre continu uniforme dans la bande de fréquence utilisée pour la transmission des voies téléphoniques;

2. que la puissance nominale du signal de mesure à spectre uniforme devrait correspondre à la charge conventionnelle spécifiée dans l'Avis G.222 du C.C.I.T.T. S'il est appliqué au point d'interconnexion du système, correspondant au point T′ de l'Avis 380 du C.C.I.R., les niveaux absolus de puissance qui présentent un intérêt particulier sont indiqués dans la colonne 4 du Tableau I;

TABLEAU I

1	2	3	4
Nombre de voies téléphoniques	Niveau relatif de puissance au point T' (dBr)	Niveau de la charge conventionnelle (dBm0)	Niveau de puissance nominale du signal de mesure au point T' (dBm)
60	−36	6,1	−29,9
120	−36	7,3	−28,7
300	−36	9,8	−26,2
600	−36 −33	12,8	−23,2 −20,2
960	−36 −33	14,8	−21,2 −18,2
1260	−33	16,0	−17,0
1800	−33	17,5	−15,5
2700	−33	19,3	−13,7

2.1 que l'équipement émetteur devrait permettre d'obtenir, à la sortie d'un filtre éliminateur de bande inséré, un niveau de charge pouvant atteindre au moins + 10 dB par rapport au niveau de puissance nominale indiqué ci-dessus;

2.2 que, dans la largeur de bande correspondant à la bande de base du système soumis aux mesures, la tension efficace du bruit blanc mesurée dans une bande d'environ 2 kHz ne devrait pas varier de plus de ± 0,5 dB. On devrait obtenir ce degré de régularité du spectre dans une gamme de niveaux atteignant + 6 dB par rapport au niveau de puissance indiqué dans la colonne 4 du Tableau I. Ceci permettrait d'assurer un étalonnage sûr du récepteur à l'aide du signal de mesure;

2.3 qu'à la sortie de l'équipement émetteur, le facteur de crête du signal de mesure à spectre uniforme devrait être d'environ 12 dB par rapport à la valeur efficace;

3. que la spécification des fréquences de coupure nominales effectives (fréquences de coupure d'un filtre théorique ayant une caractéristique de coupure rectangulaire idéale et transmettant la même puissance que le filtre réel) et celle des tolérances, pour les filtres limiteurs de bande, qui sont proposés pour les diverses largeurs de bande des systèmes à mesurer, devrait être celle indiquée dans le Tableau II. (Afin de réduire le nombre des filtres nécessaires, on a, dans certains cas, adopté des compromis entre la fréquence de coupure nominale effective et la fréquence limite de la largeur de bande des systèmes. Compte tenu des tolérances spécifiées, les erreurs d'étalonnage résultant de ces compromis ne dépassent pas ± 0,1 dB et les erreurs commises dans la mesure du bruit d'intermodulation ne dépassent pas ± 0,2 dB, dans l'hypothèse où le système fonctionne avec une préaccentuation conforme à l'Avis 275-1);

3.1 que la discrimination d'un filtre passe-bas doit être d'au moins 20 dB sur une fréquence supérieure de plus de 10% à la fréquence de coupure nominale et d'au moins 25 dB sur les fréquences supérieures de plus de 20% à cette même fréquence. La discrimination d'un filtre passa-haut doit être d'au moins 25 dB sur les fréquences inférieures de plus de 20% à la fréquence de coupure nominale;

3.2 que, pour pouvoir limiter la discrimination à l'égard des voies de mesure, la dispersion des valeurs de l'affaiblissement introduit par un couple quelconque de filtres passe-haut et passe-bas ne devrait pas dépasser 0,2 dB dans une gamme de fréquence englobant les voies de mesure extrêmes;

3.3 que l'on pourrait remplacer les fréquences précédemment recommandées (8002 et 12 150 kHz) ou proposées (5450 kHz) par de nouvelles fréquences (5340, 7600 et 11 700 kHz). Ceci a pour but de permettre d'obtenir une plus grande précision et un espacement raisonnable entre les voies de mesure, tout en abaissant le coût de l'équipement;

TABLEAU II

Capacité du système (voies)	Limites de la bande de fréquence occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences de coupure équivalentes des filtres limiteurs de bande (kHz)		Fréquences des voies de mesures disponibles (kHz)
		Passe-haut	Passe-bas	
60	60-300	60 ± 1	300 ± 2	70 270
120	60-552	60 ± 1	552 ± 4	70 270 534
300	60-1300 64-1296	60 ± 1	1296 ± 8	70 270 534 1248
600	60-2540 64-2660	60 ± 1	2600 ± 20	70 270 534 1248 2438
960	60-4028 64-4024	60 ± 1	4100 ± 30	70 270 534 1248 2438 3886
900	316-4188	316 ± 5	4100 ± 30	534 1248 2438 3886
1260	60-5636 60-5564	60 ± 1	5600 ± 50	70 270 534 1248 2438 3886 5340
1200	316-5564	316 ± 5	5600 ± 50	534 1248 2438 3886 5340
1800	312-8120 312-8204 316-8204	316 ± 5	8160 ± 75	534 1248 2438 3886 5340 7600
2700	312-12 336 316-12 388 312-12 388	316 ± 5	12 360 ± 100	534 1248 2438 3886 5340 7600 11 700

4. que le Tableau III contient les valeurs recommandées, à titre provisoire, pour les caractéristiques de discrimination du bruit dans chaque bande éliminée, à la sortie d'un équipement émetteur; ces caractéristiques sont valables dans l'intervalle de température compris entre 10 et 40 °C;

5. que, lorsqu'il est relié directement à un appareil émetteur pourvu de filtres éliminateurs de bande qui satisfont tout juste aux exigences du § 4 ci-dessus, l'appareil récepteur devrait indiquer un rapport signal/densité de bruit au moins égal à 67 dB; cette condition s'applique lorsqu'on utilise une charge conventionnelle nominale;

5.1 que la largeur de bande effective minimale du récepteur devrait être égale à 1,7 kHz;

6. que l'on peut utiliser des voies de mesure supplémentaires après accord entre les administrations intéressées.

Note. — On suppose que les mesures effectuées sur les faisceaux hertziens en service se font avec une précision globale d'au moins ± 2 dB. On pourra se reporter également à l'Avis G.228 du C.C.I.T.T., qui traite de la méthode de mesure.

TABLEAU III

Fréquence centrale f_c (kHz)	Largeur de bande (kHz) par rapport à f_c sur laquelle la discrimination devrait être au moins égale à:			Largeur de bande (kHz) par rapport à f_c en dehors de laquelle la discrimination ne devrait pas dépasser	
	70 dB	55 dB	30 dB	3 dB	0,5 dB
70	± 1,5	± 2,2	± 3,5	± 12	
270	± 1,5	± 2,3	± 2,9	± 8	
534	± 1,5	± 3,5	± 7,0	± 15	
1248	± 1,5	± 4,0	± 11,0	± 35	
2438	± 1,5	± 4,5	± 19,0	± 60	
3886	± 1,5	± 15,0	± 30,0	± 110	
		± 1,8	± 3,5	± 12	± 100
5340	± 1,5	± 2,2	± 4,0	± 14	± 140
7600	± 1,5	± 2,4	± 4,6	± 16	± 200
11 700	± 1,5	± 3,0	± 7,0	± 20	± 300

Note 1. — Les valeurs indiquées pour la discrimination sont des valeurs relatives, rapportées à l'affaiblissement des filtres éliminateurs de bande à la fréquence la plus basse de la bande de base.

Note 2. — Les caractéristiques recommandées pour les filtres de 70 kHz à 2438 kHz, inclusivement, sont établies pour des filtres du type à inductance et capacité. Les caractéristiques recommandées pour les filtres à 5340 kHz (et fréquences plus élevées) supposent l'emploi de filtres à quartz. Des caractéristiques facultatives sont recommandées pour le filtre à 3886 kHz, permettant de choisir soit le filtre à inductance et capacité, soit le filtre à quartz.

Note 3. — La sélectivité du récepteur à 3886 kHz doit être déterminée en fonction des caractéristiques du filtre éliminateur de bande du type à quartz.

2.3 Equipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs

AVIS G.231 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

AGENCEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE TRANSMISSION

A. BÂTIS DES SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que les pays qui n'ont pas d'industrie nationale de construction de systèmes à courants porteurs sont obligés de se fournir dans des usines différentes et que la variation des dimensions des bâtis d'un type de fabrication à l'autre ne permet pas une pose simple et économique des câblages et l'utilisation efficace des locaux,

émet, à l'unanimité, l'avis,

qu'à l'avenir les dimensions des bâtis des systèmes à courants porteurs satisfassent pour un tel usage aux conditions suivantes:

Espacement entre les travées. — L'espacement minimum entre les travées doit être tel que l'on puisse déplacer (entre deux travées) des appareils portatifs de mesure sur chariot et aussi qu'un opérateur puisse travailler commodément entre deux travées. Il semble que comme ordre de grandeur on puisse recommander 75 centimètres au moins.

Hauteur totale. — La hauteur totale d'une baie au-dessus du plancher (non compris l'espace destiné au chemin des câbles supérieurs) ne doit pas dépasser 320 centimètres.

Il faut prévoir, en principe, 30 centimètres pour la hauteur du chemin des câbles supérieurs et en outre environ 30 centimètres pour accéder à ces câbles, ce qui ferait au maximum 60 centimètres entre le sommet de la baie et le plafond; toutefois, certaines administrations estiment qu'une hauteur totale de 40 centimètres entre le sommet de la baie et le plafond est suffisante dans certains cas. Dans les stations de répéteurs (ou d'équipements terminaux) importantes, où l'on doit prévoir, en plus des câbles reliant une baie à l'autre, des câbles généraux de distribution, il est recommandé que la hauteur du bâtiment entre le plancher et le plafond soit d'au moins 4 mètres, afin de faciliter l'accès aux divers câbles.

Epaisseur. — L'épaisseur d'une travée ne doit pas dépasser 45 cm.

B. Emploi d'éléments normalisés dans les installations de transmission [1]

Tout en reconnaissant que la Commission électrotechnique internationale (C.E.I.) compétente pour préparer des normes relatives aux éléments ou aux dispositifs employés d'une façon générale en électrotechnique, le C.C.I.T.T. se réserve néanmoins le droit d'émettre des recommandations relatives à des équipements et à des systèmes de transmission qu'il n'est peut-être pas possible de réaliser en employant des éléments normalisés par la C.E.I.

D'autre part, les constructeurs et les administrations qui désirent utiliser des éléments spécifiés par la C.E.I. ou par une autre organisation conservent la responsabilité de s'assurer que l'on peut ainsi satisfaire aux recommandations du C.C.I.T.T.

En conséquence, le C.C.I.T.T. émet la recommandation suivante:

Les administrations et les constructeurs devraient s'assurer que tous les éléments utilisés dans les équipements et les systèmes de transmission, même si ces éléments ont été normalisés par un autre organisme national ou international, permettront de remplir les clauses des avis du C.C.I.T.T. dans les conditions d'emploi envisagées et pendant toute la durée de vie admise pour les équipements ou pour le système, par exemple 20 ans ou davantage.

C. Alimentation en énergie

Pour les équipements des systèmes à courants porteurs modernes qui sont munis de transistors, il est recommandé que les équipements d'alimentation en énergie fournissent une alimentation sans coupure lorsque le secteur de distribution d'énergie électrique présente des interruptions.

---

[1] Cet avis s'applique à la fois aux systèmes à courants porteurs et aux équipements à fréquences vocales.

D. Câblage des stations de répéteurs [1]

Les administrations dont la liste est déposée au Secrétariat du C.C.I.T.T. sont disposées à fournir, aux autres administrations et aux experts de l'Assistance technique qui reçoivent leurs directives de l'U.I.T., des renseignements sur les normes nationales qu'elles appliquent aux câblages des stations de répéteurs. Elles attirent toutefois l'attention des utilisateurs sur le fait que les spécifications de câbles et les diagrammes de câblage ne sont pas toujours le meilleur moyen de leur fournir les renseignements qu'ils désirent. La documentation disponible est très volumineuse et il est souhaitable que les demandes de renseignements soient suffisamment précises, la forme de la réponse à donner à une demande de renseignements ne pouvant être fixée qu'après examen du point précis sur lequel elle porte.

En ce qui concerne les méthodes d'installation des câblages dans les stations de répéteurs, la fourniture d'une documentation ne suffit pas et il est souhaitable que les intéressés prennent contact avec les administrations citées afin de voir la mise en œuvre pratique de ces méthodes.

Les administrations sont invitées à fournir des renseignements pour que cette liste déposée au Secrétariat du C.C.I.T.T. soit toujours mise à jour.

AVIS G.232 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX A 12 VOIES

Le C.C.I.T.T. recommande que, sauf dans les cas particuliers cités dans les Avis G.234 et G.235, les équipements de modulation de voie procurent dans un groupe primaire 12 voies téléphoniques, avec fréquences porteuses espacées de 4 kHz, conformes aux spécifications du présent avis.

A. Distorsion d'affaiblissement

Les trois conditions suivantes doivent être satisfaites simultanément:

1. La variation en fonction de la fréquence de la moyenne des équivalents des 12 couples d'équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal ne devrait pas dépasser les limites du graphique n° 2 A de la figure 1.

2. Pour chaque couple d'équipement d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal, la variation d'équivalent en fonction de la fréquence ne devrait pas dépasser les limites du graphique n° 2 B de la figure 1.

3. Pour l'équipement d'émission d'une voie quelconque, la distorsion d'affaiblissement ne devrait pas dépasser les limites du graphique n° 2 C de la figure 2 où:

— les fréquences portées en abscisses sont les fréquences vocales avant modulation,

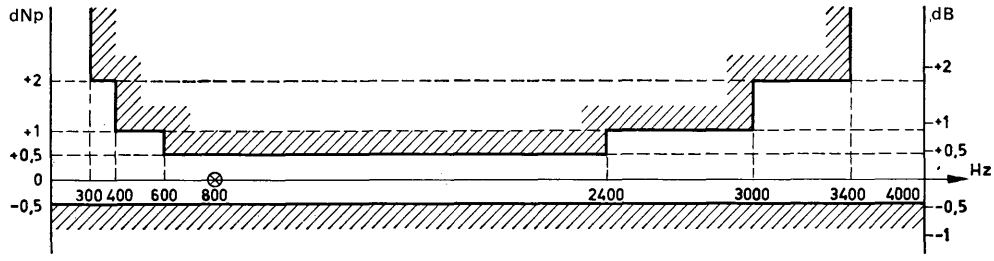
— les ordonnées donnent les limites du niveau relatif de puissance mesuré en haute fréquence.

[1] Cet avis s'applique à la fois aux systèmes à courants porteurs et aux équipements à fréquences vocales.

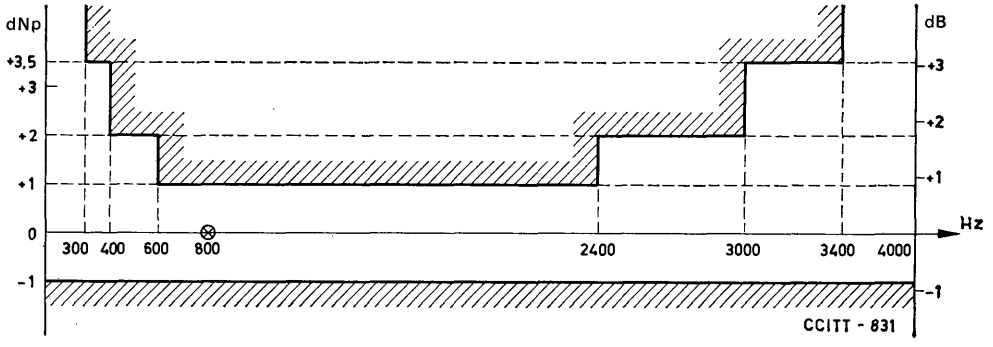
Pour l'équipement de réception d'une voie quelconque, la distorsion d'affaiblissement ne devrait pas dépasser les limites du même graphique nº 2 C où cette fois:

— les fréquences portées en abscisses sont les fréquences vocales après démodulation,

— les ordonnées donnent les limites du niveau relatif de puissance mesuré, à chacune de ces fréquences, aux bornes de sortie à fréquences vocales.



Graphique nº 2 A. — **Limites pour la variation moyenne d'équivalent des 12 couples d'équipements de voie d'un même équipement terminal**



Graphique nº 2 B. — **Limites pour un couple quelconque d'équipements d'émission et de réception de voie**

FIGURE 1. — **Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, de l'équivalent d'un couple d'équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal à 12 voies**

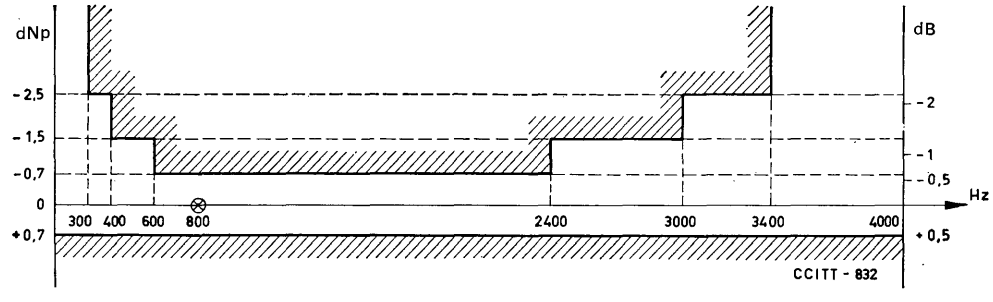


FIGURE 2. Graphique nº 2 C. — **Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence du niveau relatif de puissance mesuré à la sortie**

— de l'équipement d'émission d'une voie quelconque,
— de l'équipement de réception d'une voie quelconque dans un équipement terminal à 12 voies

Cette dernière recommandation (paragraphe 3) est faite dans l'hypothèse que les équipements d'émission et de réception seraient calculés sur la même base, avec répartition égale des tolérances globales entre l'émission et la réception.

Remarque. — Quelques pays emploient, pour constituer des circuits reliant des centres internationaux du rang le plus élevé, c'est-à-dire des CT1 et des CT2 (centres de transit international), des équipements de modulation et de démodulation de voie qui présentent une caractéristique affaiblissement-fréquence améliorée par rapport aux équipements conformes à la recommandation précédente (voir le supplément n° 7 du présent ouvrage). De tels équipements ne permettent pas d'utiliser la signalisation hors bande.

B. Limites de l'équivalent en dehors de la bande 300-3400 Hz

Cette question est à l'étude au C.C.I.T.T. (Question 3/XV).

C. Temps de propagation de groupe

Le C.C.I.T.T. ne recommande pas de valeurs limites pour le temps de propagation de groupe aux différentes fréquences. A titre d'information, le tableau 1 indique des valeurs typiques pour les équipements de quatre administrations, ainsi que des valeurs auxquelles on doit s'attendre pour une chaîne de 12 circuits.

Tableau 1

Fréquence (Hz)		300	400	2000	3000	3400
Valeurs (en ms) mesurées sur un couple d'équipements	Belgique (b)	4	2,7	1	1	2,6
	France (b)	4,2	2,9	1	1,4	2,8
	R. F. d'Allemagne (b)	3,9	2,7	1,2	1,6	3
	Royaume-Uni (a) (b)	2,6 4,2	2,2 2,7	1 1,2	1,4 1,8	2,6 3,4
Valeurs typiques (en ms) pour 12 couples d'équipements		50	35	14	22	41

(a) avec signalisation dans la bande.
(b) avec signalisation hors bande.

D. Stabilité des fréquences porteuses virtuelles

Voir l'Avis G.225.

E. Résidu du courant porteur transmis en ligne

Les résidus de courants porteurs sont mesurés au répartiteur de groupes primaires (ou en un point équivalent).

Le niveau absolu de puissance de ces résidus, rapporté à un point de niveau relatif zéro, doit être inférieur aux valeurs indiquées ci-dessous:

Résidu du courant porteur mesuré sur une voie: —26 dBm0

Somme des puissances des résidus des courants porteurs des diverses voies, mesurés à l'intérieur d'un groupe primaire: —20 dBm0

Toutefois. si le groupe primaire est transmis (sur tout ou partie de son parcours) sur une ligne en fils aériens, et dans le cas où on veut se prémunir contre le risque de captation des conversations échangées sur la ligne aérienne par un poste radiorécepteur de type usuel, il faut réduire davantage le résidu de courant porteur.

L'endroit où l'on doit effectuer la réduction supplémentaire du résidu de courant porteur, dans le cas du transfert d'un groupe primaire d'un câble à une ligne en fils aériens et la méthode à employer pour réaliser cette réduction supplémentaire doivent faire l'objet d'un accord entre les administrations intéressées.

F. Protection contre les tensions impulsives nuisibles, clics, etc.

L'expérience a montré qu'il pouvait être nécessaire de protéger les équipements à courants porteurs contre les tensions impulsives nuisibles dues par exemple à des clics provenant des équipements de commutation ou à des courants d'appel à fréquence basse.

Une certaine protection contre ces tensions impulsives nuisibles résulte du fait que diverses administrations emploient des termineurs dont les enroulements produisent un effet de filtre passe-haut en introduisant un affaiblissement élevé pour les fréquences inférieures à 300 Hz, ou bien emploient des dispositifs limiteurs d'amplitude existant normalement dans leurs systèmes à courants porteurs ou pouvant être insérés dans le termineur. D'autres dispositions peuvent être également utilisées.

G. Linéarité

La courbe représentant la variation (en fonction de la puissance) de l'équivalent de l'ensemble des équipements d'émission et de réception de chaque voie doit être contenue dans les limites du graphique nº 3 de la figure 3, la mesure du niveau de puissance à la sortie étant effectuée au moyen d'un appareil à loi quadratique.

H. Limitation d'amplitude

L'équipement d'émission d'une voie, complété s'il est nécessaire par un limiteur, doit produire l'effet de limitation ainsi défini: pour tout signal sinusoïdal, à une fréquence quelconque comprise entre 300 et 3400 Hz, appliqué à l'entrée avec un niveau quelconque mais inférieur ou égal à 2,3 Nm0 (20 dBm0), le niveau du signal mesuré à la sortie en haute fréquence, à l'aide d'un appareil apériodique à loi quadratique et rapporté au point de niveau relatif zéro, ne doit pas dépasser 1,4 Nm0 ou 12 dBm0.

J. Diaphonie

a) *Diaphonie intelligible entre circuits différents*

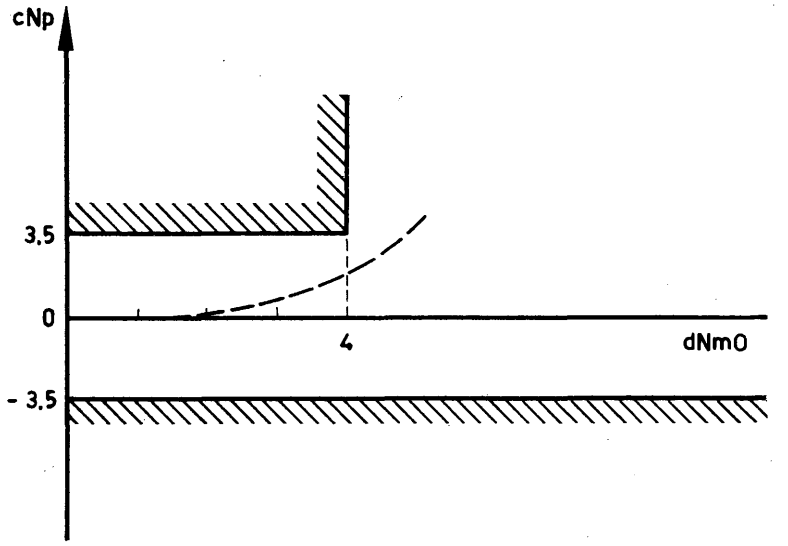
L'écart diaphonique (correspondant seulement à la diaphonie intelligible) mesuré entre deux voies à courant porteur d'un même groupe primaire ne doit pas être inférieur à 7,5 népers ou 65 décibels.

Pour vérifier que cette limite est respectée, on peut se borner à effectuer des mesures avec une onde sinusoïdale, de fréquence égale à 800 Hz, dont la puissance doit être 1 milliwatt au point qui serait au niveau relatif de tension zéro dans les conditions normales de

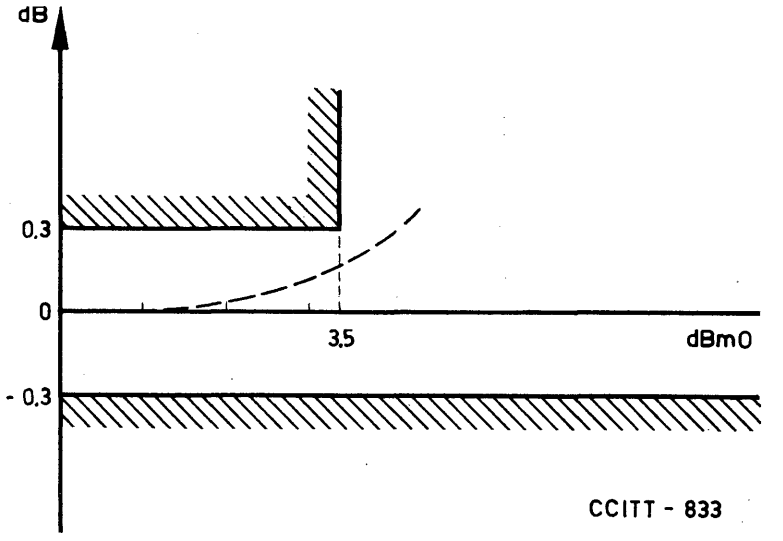
fonctionnement du système. La mesure peut aussi se faire au moyen d'un analyseur harmonique.

b) *Diaphonie inintelligible entre voies adjacentes*

La diaphonie produite dans la voie voisine par une bande latérale non désirée, du fait de l'imperfection des caractéristiques de suppression du filtre de voie, est inversée et de ce fait inintelligible. Cependant, cette diaphonie peut se produire au rythme de la parole et il y a lieu de réduire la gêne ainsi provoquée par une personne qui parle fort.



a) Graphique en centinépers



b) Graphique en décibels

FIGURE 3. Graphique n° 3. — **Limites admissibles pour la variation, en fonction du niveau absolu de puissance (rapport au niveau relatif zéro) mesuré aux bornes basse fréquence d'entrée d'une voie, de l'équivalent de l'ensemble des équipements d'émission et de réception**

On emploiera la méthode décrite ci-après pour vérifier que la suppression de cette diaphonie est suffisante. On ferme le circuit perturbé du côté émission, et on applique à la voie perturbatrice un signal à spectre uniforme, mis en forme conformément à la courbe de densité de puissance du signal téléphonique conventionnel (voir l'Avis G.227).

La puissance appliquée à cette voie ne doit pas dépasser 1 mW au point de niveau relatif zéro, afin d'éviter tout effet de limitation de niveau dans la voie.

On compare alors au psophomètre le bruit produit dans la voie perturbée au signal appliqué à la voie perturbatrice et on exprime le résultat sous la forme d'un écart diaphonique de puissance. La valeur ainsi obtenue (compte tenu, le cas échéant, du bruit de fond ou d'autres bruits présents dans la voie perturbée en plus de la diaphonie mesurée) ne doit pas être inférieure à 6,9 népers ou 60 dB.

c) *Diaphonie intelligible entre les deux sens de transmission d'une voie de communication quelconque dans un groupe primaire*

Cette recommandation se rapporte seulement à la diaphonie intelligible, mesurée entre répartiteur à fréquences vocales et répartiteur de groupes primaires, y compris les câblages de station (bien que l'on pense que la diaphonie considérée provient principalement des équipements terminaux de voie).

L'écart paradiaphonique, mesuré entre le point d'entrée à fréquences vocales sur chaque voie de transmission et le point de sortie à fréquences vocales portant le même numéro (voir la figure 4) doit être au moins égal à X dB lorsque les points d'accès à haute fréquence sont terminés d'une façon appropriée.

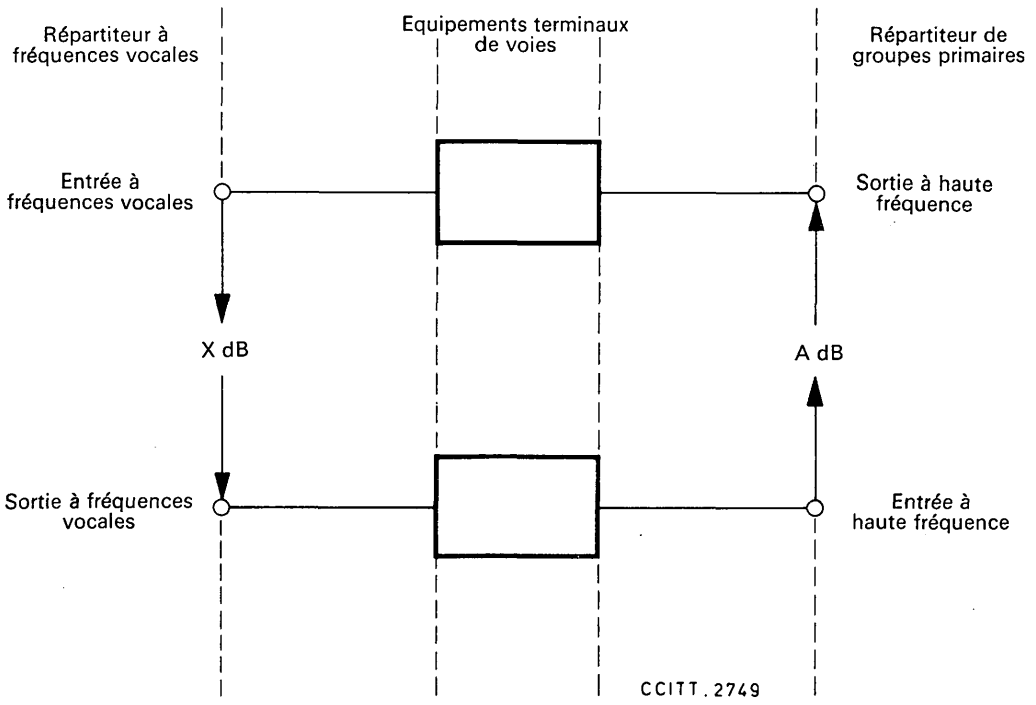


FIGURE 4

En outre, l'écart paradiaphonique mesuré entre l'entrée à haute fréquence et la sortie à haute fréquence doit être d'au moins A dB lorsque les points d'entrée et de sortie à fréquences vocales sont terminés d'une façon appropriée.

Pour les grandeurs ainsi définies, le C.C.I.T.T. recommande provisoirement les valeurs suivantes, qui sont des valeurs minimales à faire figurer dans des spécifications (et non des objectifs).

Pour toutes les voies $X = 50$, $A = 44$ dB.

Entre les voies de circuits qui peuvent être utilisées avec des suppresseurs d'écho ou avec des concentrateurs de communications, $X = 65$ dB, $A = 59$ dB.

Remarque. — Certaines administrations estiment qu'on peut satisfaire dans tous les cas et sans complication supplémentaire à des valeurs meilleures que celles indiquées ci-dessus pour toutes les voies.

K. Bruit

L'Avis G.222 indique une recommandation relative au bruit produit dans les équipements de voie.

L. Impédance vue du jack du commutateur

La valeur nominale de l'impédance des circuits interurbains (vue du jack du commutateur manuel ou vue du sélecteur) doit être la même pour tous les circuits aboutissant à un même central interurbain. Il est recommandé que les équipements terminaux des systèmes à courants porteurs soient prévus pour avoir une valeur de 600 ohms pour l'impédance des circuits interurbains ou internationaux.

M. Protection et suppression des ondes pilotes

L'emploi d'ondes pilotes de groupe primaire et secondaire crée certains problèmes d'interférence de ces ondes pilotes entre elles et avec les signaux téléphoniques.

Les cas des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire ont été traités séparément dans ces paragraphes, où des recommandations concernent les diverses perturbations, à l'exclusion de la signalisation hors bande.

Des recommandations précises n'ont pu être formulées pour la signalisation hors bande car aucune normalisation détaillée n'existe pour ces systèmes de signalisation. Toutefois certains principes généraux et leur application à des systèmes particuliers de signalisation hors bande ont été indiqués, comme exemple.

Remarque. — Dans l'ensemble du texte de cette section M, ainsi que de celui des Annexes 1 et 2 qui la suivent, il est supposé que les ondes pilotes utilisées sont aux fréquences 84,080 et 84,140 kHz d'une part, 411,920 et 411,860 kHz d'autre part. Dans le cas où les ondes pilotes à 104,080 kHz et 547,920 kHz sont utilisées, les mêmes dispositions s'appliquent, mais avec les transpositions suivantes:

A l'onde pilote de groupe primaire à 104,080 kHz sont associées les voies 1 et 2 (comme à l'onde pilote à 84,080 les voies 6 et 7).

A l'onde pilote de groupe secondaire à 547,920 kHz sont associées la fréquence perturbatrice à 64,080 kHz dans le groupe primaire 5, et les voies 11 et 12 (comme à l'onde pilote à 411,920 kHz la fréquence perturbatrice à 104,080 kHz dans le groupe primaire 3 et les voies 1 et 2).

a) *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe primaire*

Compte tenu des diverses possibilités de perturbations indiquées dans l'annexe 1 à cet avis, il est recommandé que les équipements terminaux de groupes primaires de 12 voies procurent au minimum les affaiblissements relatifs suivants, aux fréquences indiquées dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Onde pilote (kHz)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie (Hz)	Affaiblissement minimal (par rapport à 800 Hz)			
			Emission		Réception	
			dB	Np	dB	Np
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	
84,080	6	3920	20	2,3	40	4,6
	7	−80	20	2,3	20	2,3
84,140	6	3860	20	2,3	35	4,0
	7	−140	30	3,4	20	2,3

L'affaiblissement requis aux fréquences équivalentes de — 80 Hz et 3920 Hz ou — 140 Hz et 3860 Hz peut être obtenu par la combinaison de filtres pour fréquences vocales, de filtres situés du côté « haute fréquence » des voies et de filtres d'arrêt, au choix de l'administration intéressée. On doit cependant noter que lorsqu'il existe entre les filtres pour fréquences vocales et les filtres en haute fréquence un dispositif non linéaire (par exemple un modulateur fonctionnant en limiteur) (voir paragraphe H de cet avis), les filtres aux fréquences vocales peuvent avoir un effet négligeable sur les signaux perturbateurs en basse fréquence à niveau élevé. Les affaiblissements indiqués dans les colonnes (4) et (5) du tableau 2 sont les affaiblissements effectivement nécessaires, compte tenu de l'effet du limiteur.

Toutes les valeurs d'affaiblissement indiquées ci-dessus doivent être obtenues dans une bande de $\pm$ 3 Hz (pour l'onde pilote à 84,080 kHz) ou de $\pm$ 5 Hz (pour l'onde pilote à 84,140 kHz) par rapport à chacune des fréquences nominales à l'émission et à la réception. Cette largeur de bande tient compte des tolérances sur les fréquences des ondes pilotes de groupe primaire (Avis G.241, c) et de la variation de fréquence possible sur un circuit téléphonique international (Avis G.225, a).

De plus, du côté émission, l'affaiblissement dans une bande de $\pm$ 25 Hz par rapport à la fréquence nominale de l'onde pilote doit être tel que l'énergie totale d'un signal erratique à spectre uniforme dans cette bande soit affaiblie d'au moins 2,3 Np (20 dB) (voir l'Annexe 1). Tout signal parasite compris dans cette bande passe en effet à travers la bande passante du filtre de mesure de l'onde pilote et produit des perturbations dans le fonctionnement des régulateurs, des appareils de mesure, etc.

b) *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe secondaire*

Des considérations analogues à celles évoquées dans le paragraphe précédent conduisent à recommander des valeurs identiques, mais s'appliquant cette fois aux voies 1 et 2 des équipements terminaux (au lieu des voies 6 et 7 respectivement). Toutefois l'affaiblissement total requis peut être obtenu, au choix de l'administration intéressée, soit dans l'équipement

de modulation de voie, soit dans l'équipement de modulation de groupe primaire (en utilisant des filtres de blocage soit sur 104,140 kHz ou 104,080 kHz dans l'équipement de modulation du groupe primaire 3, soit sur 411,860 kHz ou 411,920 kHz), soit concurremment dans les deux équipements. Il s'ensuit que les mesures à prendre dans les équipements de modulation de voie dépendent de celles qui sont prises dans les équipements de modulation de groupe primaire (Avis G.233, i).

L'affaiblissement total requis est indiqué dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Onde pilote (kHz)	Fréquence perturbatrice dans le groupe primaire 3 (kHz)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie (Hz)	Affaiblissement minimal par rapport à 800 Hz			
				Emission		Réception	
				dB	Np	dB	Np
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	
411,920	104,080	1	3920	20	2,3	40	4,6
		2	−80	20	2,3	20	2,3
411,860	104,140	1	3860	20	2,3	35	4,0
		2	−140	30	3,4	20	2,3

Les mêmes remarques qu'au paragraphe précédent, relatives aux bandes de fréquences dans lesquelles ces affaiblissements sont nécessaires, restent valables dans le cas présent. Toutefois, l'affaiblissement à l'émission, dans une bande de ± 25 Hz par rapport à la fréquence nominale de l'onde pilote de groupe secondaire, est difficile à obtenir ailleurs qu'aux fréquences vocales.

c) *Interférences mutuelles entre ondes pilotes et signalisation hors bande*

Il y a lieu de tenir compte, dans la spécification d'équipements destinés à être utilisés avec signalisation hors bande, des perturbations mutuelles entre cette signalisation et les ondes pilotes, et de calculer dans chaque cas les protections nécessaires, en fonction des paramètres propres au système de signalisation, selon les principes suivants:

1. *Protection des ondes pilotes*

Lorsque le courant de signalisation est découpé aux différentes vitesses prévues par le code de signalisation, le niveau de puissance du signal perturbateur qui en résulte dans une bande de fréquence de ± 25 Hz de part et d'autre de la fréquence de l'onde pilote doit rester inférieur d'au moins 2,3 Np (20 dB) au niveau de l'onde pilote.

Si l'émission du courant de signalisation est de très courte durée, par rapport à la constante de temps du régulateur, un niveau de perturbation plus élevé pourrait être toléré; il convient cependant de prévoir la protection de l'onde pilote pour le cas où, par suite d'un dérangement, l'émission de courant découpé serait permanente.

2. *Protection de la signalisation*

On doit s'assurer que le fonctionnement de la signalisation reste correct (en ce qui regarde la distorsion, etc.) pour toutes les voies de signalisation hors bande, même pour celles qui sont contiguës à une onde pilote de groupe.

Remarque. — Lorsqu'on utilise un système de signalisation hors bande, on doit également tenir compte

des perturbations mutuelles entre signalisation et parole. En général, les affaiblissements nécessaires de ce fait assurent ipso facto les protections relatives aux ondes pilotes.

Un exemple d'application de ces règles à différents systèmes de signalisation hors bande où l'on suppose que le niveau du résidu d'onde pilote doit être ramené à 1,2 Np ou 10 dB au-dessous du seuil de sensibilité du récepteur de signaux, est donné dans l'Annexe 2.

ANNEXE 1

(à l'Avis G.232)

Calcul des affaiblissements nécessaires pour la protection ou la suppression des ondes pilotes

A. Interférences a l'extrémité d'une liaison en groupe primaire liées a l'utilisation de l'onde pilote de groupe primaire

1. *Perturbation des voies téléphoniques par les ondes pilotes de groupe primaire*

On admet que le niveau maximum de perturbation admissible dans une voie téléphonique, provenant de l'onde pilote de groupe primaire, est −8,4 Nm0p ou −73 dBm0p. Les voies perturbées sont les voies 6 et 7.

Le tableau 4 donne l'affaiblissement total minimal supplémentaire nécessaire dans les équipements de modulation de voie à la réception, entre l'entrée en haute fréquence et la sortie aux fréquences vocales, par rapport à l'affaiblissement nominal pour le signal téléphonique.

Tableau 4

Onde pilote (kHz)	Niveau de l'onde pilote	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie (Hz)	Poids psophométrique à la fréquence perturbatrice		Affaiblissement minimal	
				dB	Np	dB	Np
84,080	−2,3 Nm0 (−20 dBm0)	6	3920	13	1,5	40	4,6
		7	−80	48	5,5	5	0,6
84,140	−2,9 Nm0 (−25 dBm0)	6	3860	13	1,5	35	4,0
		7	−140	31	3,6	17	1,9

Remarque. — On a arrondi les poids psophométriques en tenant compte des tolérances admises dans l'Avis P.53 (tome V du *Livre Blanc*).

2. *Perturbation des ondes pilotes de groupe primaire par les voies téléphoniques*

Les perturbations peuvent provenir de signaux autour des fréquences 80 ou 140 Hz de la voie 7, et 3920 ou 3860 Hz de la voie 6, respectivement par les ondes pilotes à 84,080 kHz ou 84,140 kHz. Ici la difficulté consiste à définir le caractère du signal perturbateur et la nature de l'instrument qui subit les perturbations. Certains essais ont montré que la plupart des perturbations ont des causes sporadiques (clics dus aux clés, dérangements d'ordre mécanique dans un microphone, etc.) se produisant à de basses fréquences dans la voie 7.

On a montré qu'un affaiblissement de 20 dB à 80 Hz produit par un filtre passe-haut pour fréquences vocales est suffisant lorsqu'on tient compte des effets sur un régulateur automatique ayant les caractéristiques suivantes:

Filtre sélectif 84,08 kHz ± 25 Hz (à 3 dB).

Fonctionnement de la commande automatique de gain (d'après la valeur efficace): une variation brusque de 4 dB du niveau de l'onde pilote se traduit au bout de 45 secondes par une variation finale de 0,2 dB.

Si l'on considère les perturbations sur le diagramme d'un enregistreur, on trouve qu'un affaiblissement de cet ordre est tout à fait insuffisant, et qu'avec un certain enregistreur il faut 64 dB à 80 Hz pour être certain que les « pointes » de perturbations soient inférieures à 0,02 dB. Cependant, on estime que la valeur de 20 dB convient en tant que recommandation d'ordre général, en ce qui concerne l'onde pilote à 84,080 kHz. Cette valeur n'a également causé aucune difficulté avec les perturbations à 3920 Hz dans la voie 6 et, s'il est vrai qu'une valeur plus faible serait probablement suffisante au point de vue des perturbations des régulateurs, on recommande néanmoins 20 dB en tant qu'affaiblissement aisément obtenu dans l'équipement terminal de voie.

Des valeurs correspondantes pour la protection de l'onde pilote à 84,140 kHz ont été établies. On a supposé que la distribution spectrale de l'énergie du signal perturbateur téléphonique était conforme à la courbe indiquée dans l'Avis G.227. La bande passante du filtre sélectif est $\pm$ 25 Hz autour de la fréquence de l'onde pilote, et la perturbation admissible est supposée la même que plus haut.

Le tableau 5 donne l'affaiblissement total minimal supplémentaire nécessaire dans les équipements de modulation de voie à l'émission, entre l'entrée aux fréquences vocales et la sortie en haute fréquence, par rapport à l'affaiblissement nominal pour le signal téléphonique.

TABLEAU 5

Onde pilote (kHz)	Niveau de l'onde pilote	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie (Hz)	Affaiblissement minimal	
				dB	Np
84,080	−2,3 Nm0 (−20 dBm0)	6	3920	20	2,3
		7	−80	20	2,3
84,140	−2,9 Nm0 (−25 dBm0)	6	3860	20	2,3
		7	−140	30	3,4

3. *Interférence entre deux ondes pilotes de groupe primaire*

a) A l'extrémité réception d'une liaison en groupe primaire, où la bande 60-108 kHz se trouve décomposée en 12 voies téléphoniques, l'onde pilote de groupe primaire reçue produit un signal à fréquence audible dans les voies 6 et 7, comme il est indiqué au paragraphe 2 ci-dessus. Si l'une de ces voies est utilisée dans la même position sur une autre liaison en groupe primaire en tandem, le signal perturbateur sera transposé à l'émission à la fréquence de l'onde pilote et causera une interférence avec l'onde pilote émise sur la seconde liaison en groupe primaire.

Un affaiblissement total de 4,6 Np (40 dB) est nécessaire pour ramener cette interférence à un niveau acceptable. On peut le réaliser dans les voies 6 et 7. Sous certains rapports il est préférable de l'assurer entièrement à la réception, et sous d'autres rapports entièrement à l'émission.

Une règle généralement acceptable est d'assurer au moins 2,3 Np (20 dB) à la fois à l'émission et à la réception.

b) Une autre source possible d'interférence entre deux ondes pilotes de groupe primaire réside dans un couplage entre le côté émission et le côté réception de la voie 6 ou de la voie 7, ce dernier cas étant toutefois le seul à prendre pratiquement en considération. Si l'affaiblissement d'équilibrage dans le termineur de la voie 7 à 80 Hz ou à 140 Hz et les affaiblissements des circuits à cette fréquence sont faibles, le signal à 80 Hz ou à 140 Hz venant de l'onde pilote reçue est transposé à l'émission à la fréquence de l'onde pilote émise (84,08 ou 84,14 kHz) et produit donc une interférence avec cette dernière. L'affaiblissement total sur la demi-boucle réception + émission à 80 Hz et à 140 Hz doit donc dépasser 4,6 Np (40 dB).

B. INTERFÉRENCES A L'EXTRÉMITÉ D'UNE LIAISON EN GROUPE SECONDAIRE OU D'UNE LIAISON EN GROUPE PRIMAIRE LIÉES A L'UTILISATION DE L'ONDE PILOTE DE GROUPE SECONDAIRE

Des considérations analogues au cas des ondes pilotes de groupe primaire, développées dans la section A de la présente Annexe, s'appliquent au cas des ondes pilotes de groupe secondaire, les voies téléphoniques dont il s'agit étant maintenant les voies 1 et 2 du groupe primaire 3. Les fréquences perturbatrices dans ces voies sont 3930 Hz et −80 Hz pour l'onde pilote à 411,920 kHz, et 3860 Hz et −140 Hz pour l'onde pilote à 414,860 kHz.

1. *Perturbation des voies téléphoniques par les ondes pilotes de groupe secondaire*

Selon le calcul du paragraphe A-1 de la présente Annexe, les affaiblissements minimaux nécessaires sont, selon l'onde pilote utilisée:

Voie n° 1 (réception):	4,6 Np (40 dB) à 3920 Hz
	4,0 Np ou 35 dB à 3860 Hz
Voie n° 2 (réception):	0,6 Np ou 5 dB à −80 Hz
	1,9 Np ou 17 dB à −140 Hz

2. *Perturbations des ondes pilotes de groupe secondaire par les voies téléphoniques*

Selon les calculs du paragraphe A-2, les affaiblissements minimaux nécessaires sont, selon l'onde pilote utilisée:

Voie n° 1 (émission):	2,3 Np (20 dB) à 3220 Hz
	2,3 Np (20 dB) à 3860 Hz
Voie n° 2 (émission):	2,3 Np (20 dB) à −80 Hz
	3,4 Np ou 30 dB à −140 Hz

3. *Interférence entre deux ondes pilotes de groupe secondaire*

Selon les considérations du paragraphe A-3, un affaiblissement total d'au moins 4,6 Np (40 dB) est nécessaire à la fréquence de tout signal qui, provenant d'une onde pilote de groupe secondaire reçue, se retrouverait après modulation transposée à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire émise à l'origine d'une section en groupe secondaire.

Cet affaiblissement total (émission plus réception) s'applique aux voies n^{os} 1 et 2.

De plus, en cas de mise en tandem de deux groupes primaires occupant chacun la position 3 dans deux groupes secondaires, une interférence peut se produire entre les ondes pilotes de ces deux groupes secondaires, et un affaiblissement total d'au moins 4,6 Np (40 dB) est nécessaire dans les équipements de modulation de groupe primaire 3 (émission plus réception).

ANNEXE 2
(à l'Avis G.232)

Exemple de protection réciproque des ondes pilotes et de la signalisation hors bande

On considère les trois cas suivants (voir l'Avis Q.21, tome VI du *Livre Blanc*):

— Appel à la fréquence porteuse virtuelle au niveau −0,35 Nm0 (−3 dBm0)

— Appel à 3825 Hz, au « niveau élevé »: −0,6 Nm0 (−5 dBm0)

—Appel à 3825 Hz, au « niveau faible »: −2,3 Nm0 (−20 dBm0)

On associe l'onde pilote à 84,140 kHz [au niveau −2,9 Nm0 (−25 dBm0)] à la signalisation à la fréquence porteuse vituelle et l'onde pilote à 84,080 kHz [au niveau −2,3 Nm0 (−20 dBm0)] à la signalisation à 3825 Hz.

1. *Protection des ondes pilotes*

En supposant que le signal de signalisation est découpé à 10 Hz (50-50 ms), on trouve que les affaiblissements nécessaires à l'émission, dans les équipements de signalisation (ou de voie) de la voie 6, sont:

— Appel à la fréquence porteuse virtuelle: 2,4 Np ou 21 dB à 3860 ± 25 Hz

— Appel à 3825 Hz, niveau élevé: 2,0 Np ou 17 dB à 3920 ± 25 Hz

— Appel à 3825 Hz, niveau faible: 0,2 Np (2 dB) à 3920 ± 25 Hz

2. *Protection de la signalisation*

En supposant que le seuil de sensibilité du récepteur est 1,3 Np ou 11 dB au-dessous du niveau nominal de signalisation, on trouve que les affaiblissements nécessaires à la réception dans les équipements de signalisation (ou de voie) de la voie 6 sont:

— Appel à la fréquence porteuse virtuelle: néant

— Appel à 3825 Hz, niveau fort: 0,7 Np (6 dB) à 3920 ± 3 Hz

— Appel à 3825 Hz, niveau faible: 2,4 Np ou 21 dB à 3920 ± 3 Hz.

AVIS G.233 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX ÉQUIPEMENTS DE MODULATION

Le présent avis donne les recommandations relatives aux équipements de modulation à l'exclusion:

— des « équipements de modulation de voie », pour lesquels il y a lieu de consulter les Avis G.232, G.234 et G.235;

— des équipements de modulation qui effectuent la transposition dans la bande des fréquences transmises en ligne, pour lesquels il y a lieu de consulter les avis relatifs aux différents systèmes de ligne.

a) *Méthodes de transposition*

Les procédés par lesquels les équipements de modulation définis dans l'Avis G.211 effectuent la transposition des groupes (primaire, secondaire et tertiaire) de base ou d'un assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires sont représentés par les figures suivantes:

1. pour les équipements de modulation de groupe primaire (1er et 2e procédés): figure 1;
2. pour les équipements de modulation de groupe secondaire (1er procédé): figure 2;
3. pour les équipements de modulation de groupe tertiaire (1er procédé): figure 3;
4. pour les équipements de modulation de groupe secondaire (2e procédé): figure 4;
5. pour les équipements de modulation de l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires (2e procédé): figure 5.

Remarque. — Les équipements 4 et 5 ci-dessus sont particuliers au 2e procédé décrit dans l'Avis G.211. Les conditions d'utilisation de ce procédé sont indiquées dans cet avis.

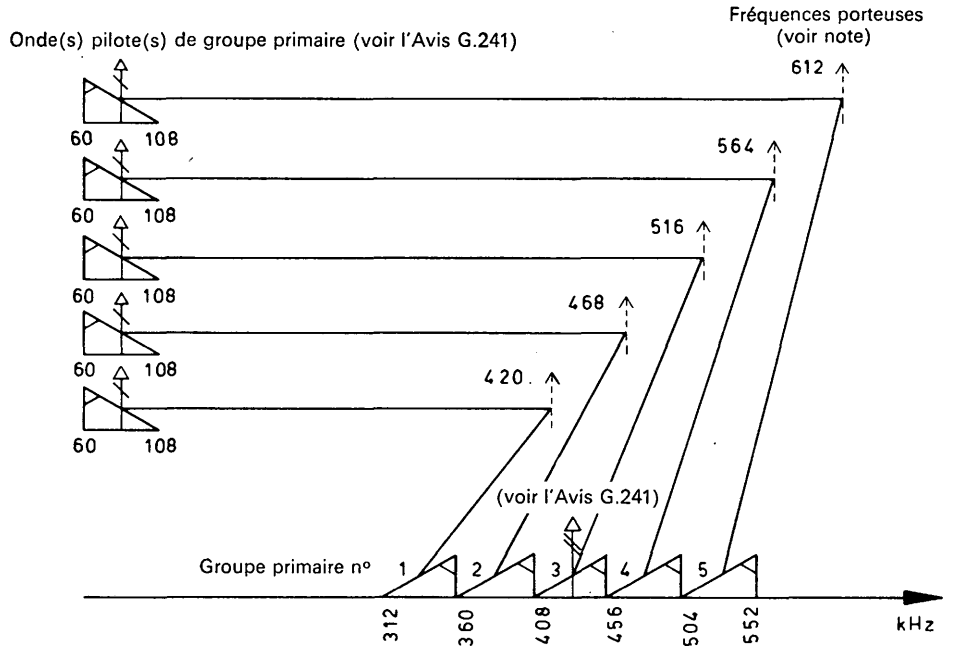


FIGURE 1. — **Constitution du groupe secondaire de base**

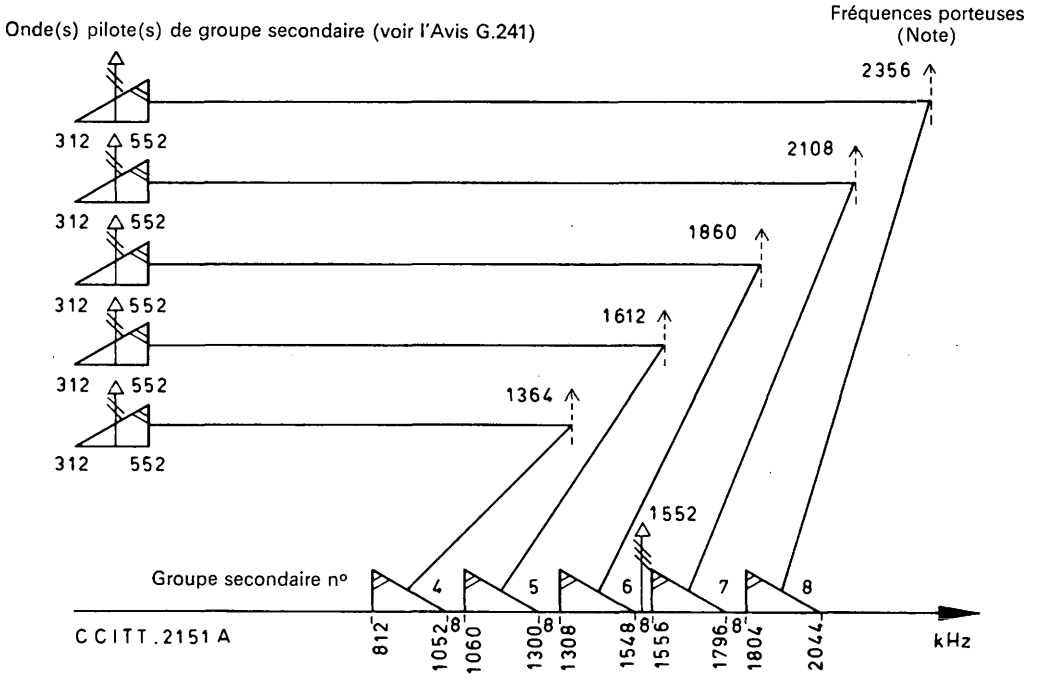


FIGURE 2. — **Constitution du groupe tertiaire de base**

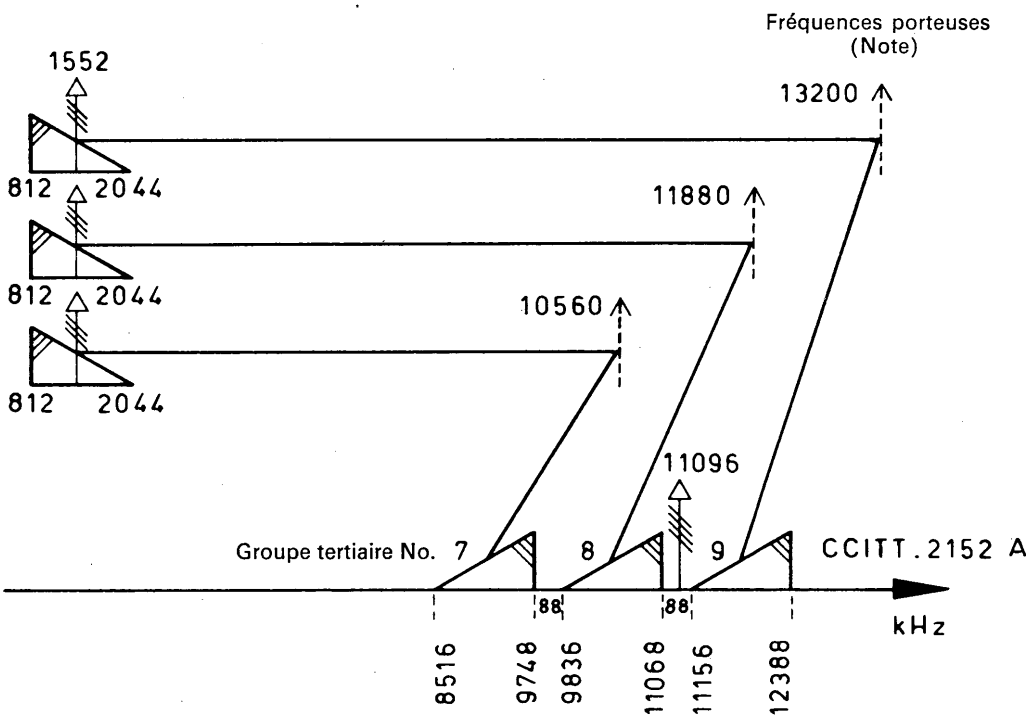


FIGURE 3. — **Constitution du groupe quaternaire de base**

Note commune aux figures 1 à 5. — Les fréquences porteuses virtuelles représentées sur les figures 1 à 5 seront d'habitude les fréquences réellement employées. Toutefois, on les a toutes représentées comme des fréquences virtuelles pour laisser la possibilité d'utiliser dans l'avenir des moyens plus économiques de constitution du groupe primaire, secondaire, etc. de base.

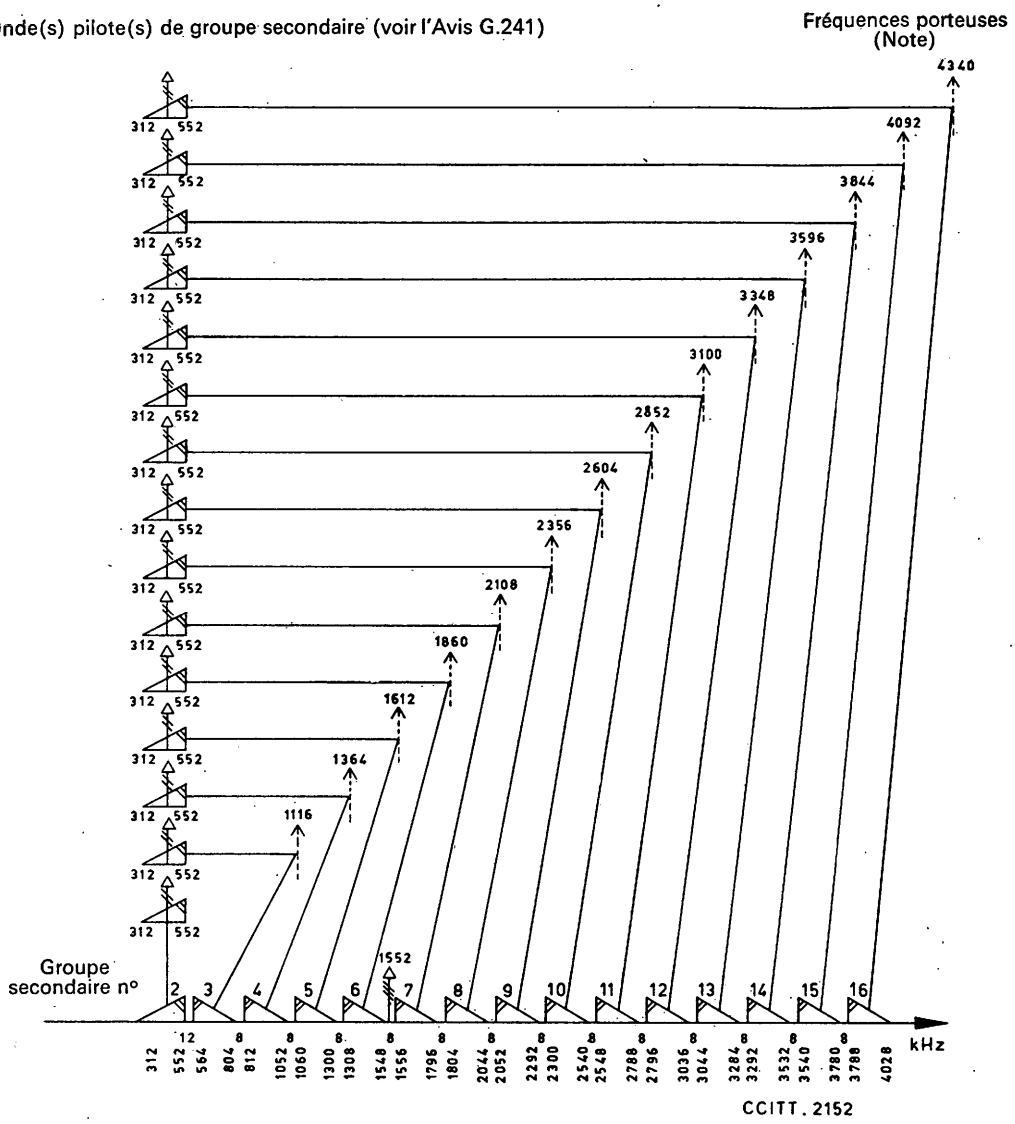


FIGURE 4. — **Constitution de l'assemblage de base de 15 groupes secondaires**

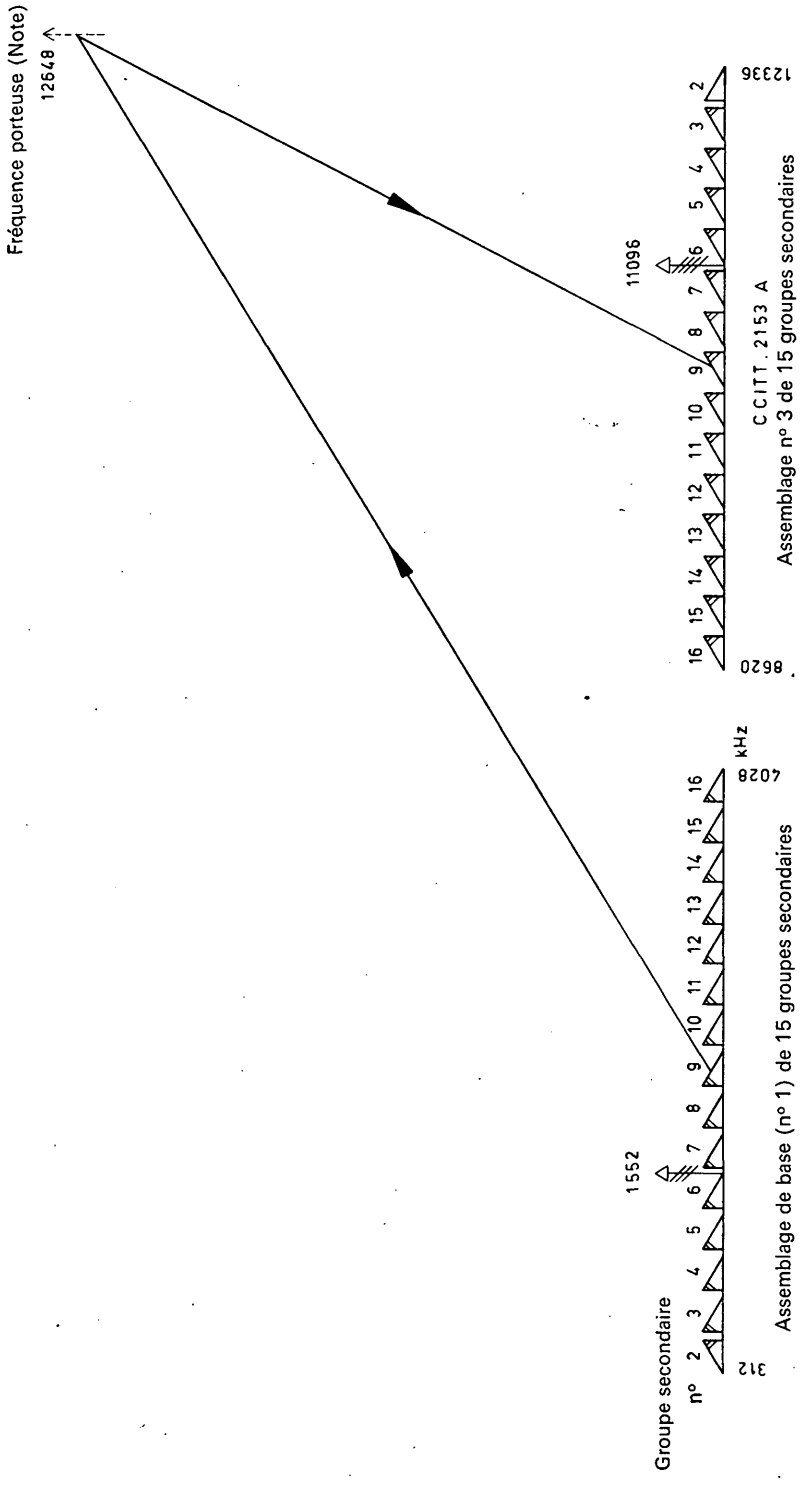


FIGURE 5. — **Constitution de l'assemblage de 15 groupes secondaires n° 3**

b) *Réglage du niveau en un point de passage par le groupe primaire de base*

Lorsqu'un groupe primaire emprunte sur son itinéraire différents systèmes à courants porteurs, il faut prévoir la possibilité de modifier le niveau, par exemple entre les limites de ± 0,4 néper (environ ± 4 décibels), en tout point où l'on repasse par le groupe primaire de base.

c) *Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires*

Bien que la normalisation des niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires ou de groupes secondaires soit avantageuse pour faciliter l'établissement et la maintenance des systèmes internationaux à courants porteurs et pour faciliter les modifications d'acheminement de groupes primaires ou de groupes secondaires d'un système à un autre, il ne semble pas possible de recommander une telle normalisation sur le plan international, étant donné la diversité des systèmes à courants porteurs déjà en service. Le tableau qui suit indique à titre d'information les valeurs utilisées dans différents pays.

d) *Niveaux relatifs au répartiteur de groupes tertiaires*

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur de groupes tertiaires (voir la figure 6) doivent être réglés aux valeurs suivantes:

— à l'émission: −4,1 népers ou −36 décibels,
— à la réception: −2,6 népers ou −23 décibels,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

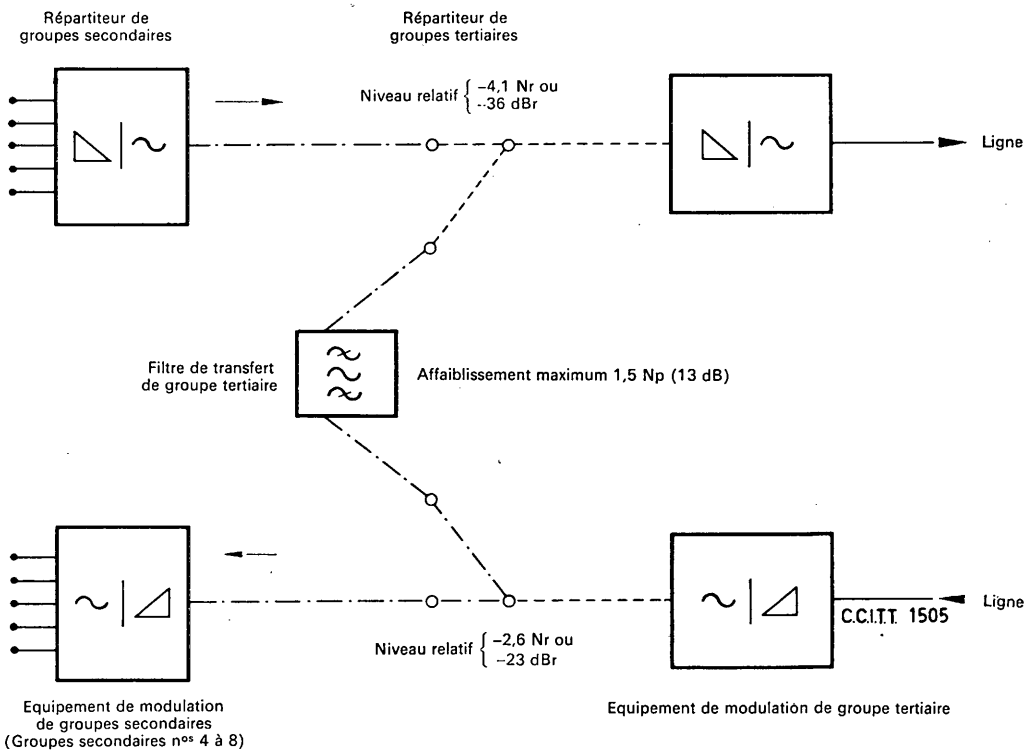


FIGURE 6. — **Niveaux relatifs au répartiteur de groupes tertiaires**

Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires, dans les systèmes à courants porteurs de divers pays

Pays		Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires				Groupe primaire de base apparaissant sur ces répartiteurs	Impédance aux répartiteurs de groupes primaires	Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes secondaires				Impédance aux répartiteurs de groupes secondaires
		Emission		Réception				Emission		Réception		
		Nr	dBr	Nr	dBr			Nr	dBr	Nr	dBr	
Allemagne (République fédérale)		−4,2		−3,5		B	150 ohms, symétrique	−4,0		−3,5		75 ohms, non symétrique
Australie	Système 1		−36,5		−30,5	B	150 ohms, symétrique		−35		−30,5	id.
	Système 2		−42		− 5	B	135 ohms, symétrique		−35		−30	id.
Belgique			−37		− 8	B	150 ohms, symétrique		−35		−30	id.
Danemark, Espagne, Irlande, Norvège, Royaume-Uni			−37		− 8	B	75 ohms, non symétrique		−35		−30	id.
Etats-Unis d'Amérique (American Telephone and Telegraph Company)			−42		− 5	B	135 ohms, symétrique		−25		−28	id.
France		−6		−1,7		B	150 ohms, symétrique	−5,2		−4,1		id.
Italie, Pays-Bas			−37		−30	B	150 ohms, symétrique		−35		−30	id.
Japon (Nippon Telegrap and Telephone public Corporation)			−36		−18	B	75 ohms, symétrique		−29		−29	id.
Mexique (Teléfonos de México)		−5,4	−47	−1,1	−10	B	150 ohms, symétrique	−5,4	−47	−2,8	−24	id.
Pologne (Rép. pop. de)		−4,2		−3,5		B	150 ohms, symétrique	−4,1		−2,6		id.
Suède									−35		−30	+ id.
Suisse		−4,7		−0,9		A ou B	75 ohms, non symétrique	−4,0		−3,0		id.
U.R.S.S.		−4,1		−2,6		B	150 ohms, symétrique	−4,1		−2,6		id.

e) *Niveaux relatifs au répartiteur de groupes quaternaires*

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur de groupes quaternaires doivent être réglés aux valeurs suivantes:

— à l'émission: — 3,8 népers (— 33 décibels),

— à la réception: — 2,9 népers ou — 25 décibels,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

f) *Niveaux relatifs au répartiteur d'assemblages de base (n° 1) de 15 groupes secondaires*

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur d'assemblages de 15 groupes secondaires doivent être réglés aux valeurs suivantes:

— à l'émission: — 3,8 Np (— 33 dB),

— à la réception: — 2,9 Np ou — 25 dB,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

g) *Affaiblissement d'adaptation*

L'affaiblissement d'adaptation, par rapport à 75 ohms, des accès (entrée et sortie) des modulateurs de groupe tertiaire et quaternaire et des modulateurs d'assemblage de base de 15 groupes secondaires ne doit pas être inférieur à 2,3 Np (20 dB).

h) *Bruits*

Le paragraphe c) de l'Avis G.222 donne des indications relatives aux bruits produits par les équipements de modulation de groupe primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire et d'assemblage de 15 groupes secondaires.

i) *Perturbations relatives aux ondes pilotes de groupe secondaire*

Les perturbations produites ou subies par les ondes pilotes de groupe secondaire, peuvent être évitées par des précautions convenables prises dans les équipements de modulation de voie ou de groupe primaire (voir les Avis G.232, M. b) et G.234, f. 2).

1) *Ondes pilotes à 411,860 et 411,920 kHz*

1.1 En ce qui concerne la protection des ondes pilotes en un point de transfert (voir l'Avis G.243), lorsque le groupe primaire 3 à l'extrémité de réception d'une liaison en groupe secondaire est transféré sans démodulation, par exemple sur une autre liaison en groupe secondaire, l'équipement de démodulation de groupe primaire 3 doit présenter un affaiblissement d'au moins 2,3 Np (20 dB) à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

1.2 Si de plus une administration désire acheminer un groupe primaire de 12 ou 8 voies téléphoniques d'une liaison en groupe secondaire à une autre, sans restriction sur l'emploi du groupe primaire 3, les équipements de modulation et de démodulation du groupe primaire 3 doivent présenter chacun un affaiblissement d'au moins 2,3 Np (20 dB) à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

2) *Onde pilote à 547,920 kHz*

Si cette onde pilote est utilisée dans un groupe secondaire transmettant non pas un signal à large spectre (données, etc.) qui occupe la plus grande partie de la bande de fréquences, mais cinq groupes primaires (quelle que soit l'utilisation de ces groupes primaires),

il convient de prendre dans les équipements de modulation et de démodulation du groupe primaire 5 les mêmes dispositions que celles citées au paragraphe i.1 ci-dessus pour les équipements de groupe primaire 3.

j) *Stabilité des fréquences porteuses*

Voir l'Avis G.225, a).

k) *Résidu de courant porteur*

Le niveau du résidu de courant porteur, pour un étage de modulation d'un équipement de modulation ou de démodulation, ne doit pas dépasser (— 4,6 Nm0) (— 40 dBm0). Cette valeur est provisoire et fait l'objet d'une question à l'étude.

AVIS G.234 (Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX A 8 VOIES

Il est désirable de prévoir la possibilité de transmettre un nombre de voies téléphoniques inférieur à 12 sur un groupe primaire normalisé, de manière que la largeur de bande allouée à chaque voie puisse être supérieure à 4 kHz. Cependant, un tel arrangement n'est probablement avantageux que sur des circuits de courte longueur. En adoptant cette manière de voir, le C.C.I.T.T. a tenu compte, en connaissance de cause, des inconvénients que peut présenter cet arrangement, notamment du nombre réduit de voies disponibles par groupe primaire, des exigences additionnelles imposées aux constructeurs du fait de l'adoption de nouveaux équipements et de la répercussion économique sur le prix des équipements déjà normalisés au cas où ces derniers seraient moins demandés.

Si, par accord mutuel, des administrations jugent utile de faire usage d'équipements de modulation de voie avec un espacement des fréquences porteuses supérieur à 4 kHz pour des liaisons internationales à courte distance, il est recommandable d'employer un système du type défini ci-dessous, étant entendu que d'autres solutions sont possibles. Comme c'est le cas pour les équipements décrits ci-dessous, toute autre solution de ce genre ne doit pas augmenter les perturbations produites sur les artères internationales. Si l'emploi de quelque autre solution se généralise, celle-ci devrait être soumise au C.C.I.T.T. en vue de sa normalisation.

L'attention des administrations est attirée sur le fait que les équipements dont il s'agit n'ont été étudiés qu'au point de vue de leur utilisation sur des systèmes en câble. Il est également possible de les utiliser sur des lignes en fils aériens (voir l'Avis G.314).

a) *Recommandation générale*

Les caractéristiques techniques des équipements terminaux à 8 voies ne doivent pas constituer un facteur limitatif de la longueur des liaisons qui les utilisent; d'autres facteurs, d'ordre économique par exemple, interviennent à cet effet; en conséquence, ils doivent satisfaire à toutes les recommandations relatives aux équipements avec espacement de 4 kHz entre fréquences porteuses (Avis G.232), sauf celles qui sont remplacées par les recommandations ci-dessous.

b) *Répartition des fréquences dans le groupe primaire*

Le nombre des voies comprises dans un groupe primaire doit être de huit. Rapportées par exemple à la bande de fréquences du groupe primaire de base B, la disposition des voies doit être conforme au schéma de la figure 1.

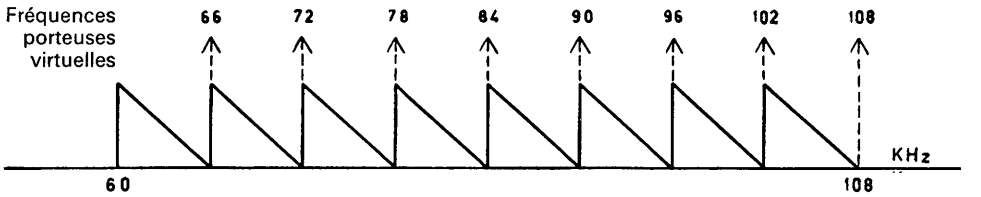


FIGURE 1. — **Disposition des voies téléphoniques dans un groupe primaire à 8 voies**

c) *Voie de signalisation hors bande*

Chaque voie téléphonique d'un groupe de 8 voies peut comprendre une voie de signalisation hors bande, dont la fréquence moyenne doit être 4,3 kHz $\pm$10 Hz.

Les niveaux absolus de puissance des signaux, en un point de niveau relatif zéro, doivent être:

signaux discontinus: — 0,7 Nm0 (— 6 dBm0)

signaux semi-continus: valeur comprise entre — 2,3 Nm0 (— 20 dBm0) et — 2 Nm0 (— 17,4 dBm0).

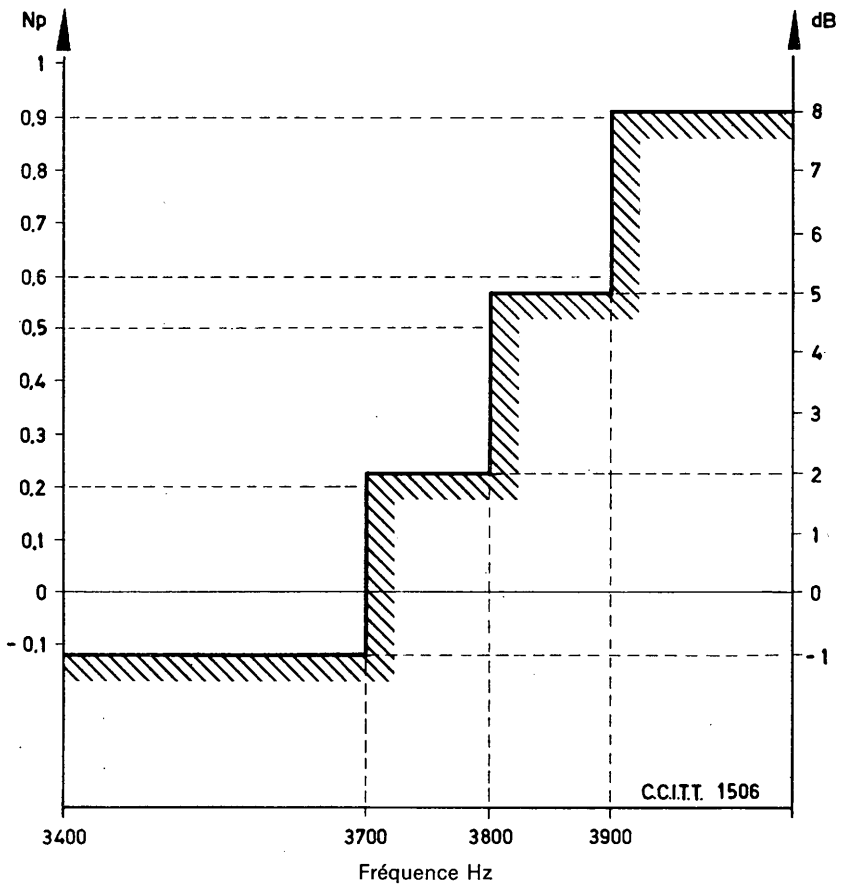


FIGURE 2. Graphique n° 2 bis. — **Limite inférieure de variation de l'équivalent en fonction de la fréquence au-dessus de 3400 Hz, par rapport à sa valeur mesurée à 1800 Hz**

d) *Distorsion d'affaiblissement*

On doit satisfaire aux conditions indiquées au paragraphe A de l'Avis G.232. De plus, afin d'éviter des amorçages dans la boucle à quatre fils lorsque le côté deux fils se termine sur une ligne pupinisée et d'éviter aussi la transmission en ligne de signaux parasites à des fréquences supérieures à 3,4 kHz, il est nécessaire de fixer des limites à la courbe de réponse « affaiblissement-fréquence » pour les fréquences supérieures à 3,4 kHz. Les limites recommandées sont celles du graphique n° 2 *bis* de la figure 2.

e) *Constitution de groupes secondaires; ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire*

Les ondes pilotes de groupe primaire à utiliser sont les mêmes que pour les groupes primaires à espacement de 4 kHz.

En ce qui concerne la constitution de groupes secondaires à partir de groupes primaires à 8 voies, il est recommandé de ne procéder qu'à la constitution de groupes secondaires homogènes, c'est-à-dire ne comprenant que cinq groupes de 8 voies, à l'exclusion de groupes de 12 voies à espacement de 4 kHz. Les ondes pilotes de groupe secondaire à utiliser ne peuvent être que les ondes pilotes à 411,860 et 411,920 kHz; l'onde pilote à 547,920 kHz ne peut être utilisée car elle serait placée à 1920 Hz dans la voie 8 du groupe primaire n° 5.

f) *Protection et suppression des ondes pilotes*

Le problème général de la protection et de la suppression des ondes pilotes de groupe primaire et secondaire est analogue à celui qui est traité au paragraphe M de l'Avis G.232 pour les équipements terminaux à 12 voies, selon des calculs analogues à ceux de l'Annexe 1 à l'Avis G.232.

1) *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe primaire*

Il est recommandé que les équipements terminaux de groupes primaires à 8 voies présentent au minimum les affaiblissements relatifs suivants, aux fréquences indiquées dans le tableau qui suit:

Onde pilote (kHz)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie (Hz)	Affaiblissement minimal (par rapport à 800 Hz)			
			Emission		Réception	
			dB	Np	dB	Np
84,08	4	5920	20	2,3	20	2,3
	5	−80	20	2,3	20	2,3
84,14	4	5860	20	2,3	20	2,3
	5	−140	30	3,4	20	2,3

Les mêmes remarques que dans l'Avis G.232, M, a, relatives aux bandes de fréquences dans lesquelles ces affaiblissements sont nécessaires, sont valables dans ce cas.

2) *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe secondaire*

Les mêmes considérations que celles développées dans l'Avis G.232, M, b, sont valables dans ce cas. En fait, ici seule la voie 1 du groupe primaire 3 est concernée (fréquences perturbatrices à 3920 Hz ou 3860 Hz).

3) *Interférences mutuelles entre ondes pilotes et signalisation hors bande*

Les considérations du paragraphe M, c, de l'Avis G.232 s'appliquent dans ce cas, en tenant compte des caractéristiques du système de signalisation hors bande des équipements terminaux à 8 voies, recommandées dans le paragraphe c) du présent avis.

AVIS G.235 (Genève, 1964)

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX A 16 VOIES

Dans les cas exceptionnels où cela présente un avantage très important au point de vue économique, par exemple dans des systèmes en câble sous-marin où les équipements de ligne sont très coûteux en comparaison des équipements terminaux, le C.C.I.T.T. admet l'utilisation d'équipements de modulation de voie procurant dans un groupe primaire 16 voies téléphoniques, avec voies espacées de 3 kHz conformes aux spécifications particulières du présent avis, ainsi qu'aux spécifications de l'Avis G.232 lorsqu'elles ne sont pas incompatibles avec celles-ci.

Il convient de remarquer que les systèmes à courants porteurs sur lignes terrestres qui ont déjà fait l'objet d'avis du C.C.I.T.T. ont été conçus en supposant qu'ils seraient employés avec des équipements terminaux à espacement de 4 kHz; il n'est pas toujours possible de les employer avec des équipements terminaux à espacement de 3 kHz;

a) *Répartition des fréquences dans un groupe primaire*

On place 16 voies dans la bande du groupe primaire de base B (60-108 kHz), les voies étant numérotées de 1 à 16 dans le sens des fréquences décroissantes. Les positions des voies et les fréquences porteuses virtuelles sont les suivantes:

Bandes latérales inférieures de:

105,15 99,15 93,15 87,15 81,15 75,15 69,15 63,15 kHz

Bandes latérales supérieures de:

104,85 98,85 92,85 86,85 80,85 74,85 68,85 62,85 kHz

Remarque 1. — Il convient de noter que cette répartition de fréquences ne permet pas la transmission du groupe de 16 voies dans les équipements de transfert de groupe primaire habituel sans apporter une coupure dans les fréquences élevées des voies extrêmes.

Remarque 2. — La transmission d'un tel groupe primaire à l'intérieur d'un groupe secondaire, et dans un système à large bande, nécessite une élimination spéciale des résidus de certains courants porteurs de groupes (primaires et secondaires) voisins qui, ayant des fréquences multiples de 4 kHz, tombent à l'intérieur de certaines voies.

b) *Distorsion d'affaiblissement*

La caractéristique de la figure 1 doit être respectée à la fois par les équipements d'émission et de réception, avec une fréquence de référence de 800 Hz ou de 1000 Hz.

c) *Temps de propagation de groupe*

Les conditions suivantes doivent être respectées à la fois par les équipements d'émission et de réception:

— temps de propagation de groupe à 1000 Hz inférieur ou égal à 1 milliseconde,

— dans le bande fréquences de 565 à 2550 Hz, l'écart entre la valeur maximale et la valeur minimale du temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser 0,75 milliseconde,

— dans les bandes de fréquences de 300 à 565 Hz d'une part, et de 2550 à 3000 Hz d'autre part, le temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser de plus de 2 millisecondes la valeur qu'il prend à 1000 Hz.

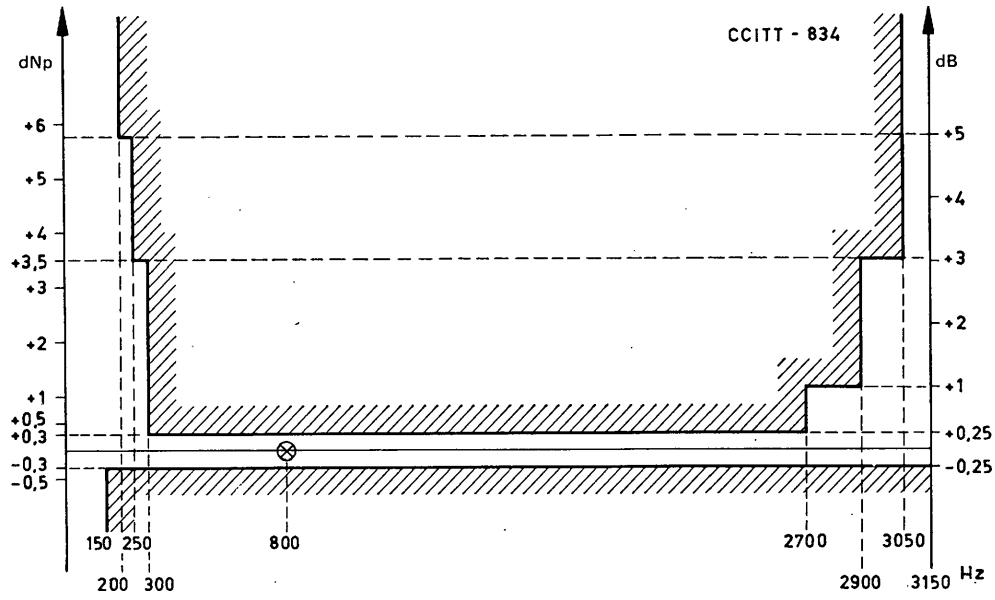


FIGURE 1. Graphique n° 2 D. — **Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, de l'affaiblissement**

— de l'équipement d'émission d'une voie quelconque,
— de l'équipement de réception d'une voie quelconque
dans un équipement terminal à 16 voies

d) *Stabilité des fréquences porteuses virtuelles*

La fréquence des oscillateurs pour fréquences porteuses de voie doit se maintenir à $\pm$ 0,1 Hz de sa valeur nominale. Les fréquences porteuses des sous-groupes (le cas échéant) doivent être des multiples de 4 kHz formés par les générateurs centraux de fréquences porteuses et présentant, en conséquence, la même stabilité que ces derniers.

e) *Résidu de courant porteur*

Le niveau du résidu de courant porteur ne doit pas dépasser

— 8 Nm0 ou — 70 dBm0 pour chaque courant porteur de voie;

— 6,9 Nm0 (— 60 dBm0) pour chaque courant porteur de sous-groupe.

f) *Linéarité et limitation*

Si un signal à 1000 Hz est appliqué à une voie, la variation du gain de l'équipement d'émission en fonction de la variation du niveau du signal doit se maintenir dans les limites ci-après, le gain de référence étant égal à 0 avec un signal d'entrée au niveau 0 dBm0:

Niveau d'entrée:

— 6,9 à + 0,46 Nm0 (— 60 à + 4 dBm0); gain: 0 ± 1 cNp ou 0 ± 0,1 dB

+ 1,73 Nm0 (+ 15 dBm0): gain: entre — 3,45 dNp et — 5,75 dNp (— 3 et — 5 dB).

g) *Diaphonie*

1. L'écart diaphonique (correspondant seulement à la diaphonie intelligible) entre les deux sens de transmission de chaque voie ne doit pas être inférieur à 7,5 népers ou 65 décibels.

2. Si un bruit erratique d'un niveau de 0 dBm0, pondéré conformément à la figure de l'Avis G.227, est appliqué à une voie à l'émission, la perturbation qui en résulte sur les autres voies ne doit pas dépasser — 6,9 Nm0 (— 60 dBm0) avec pondération psophométrique.

h) *Bruit*

Dans chaque voie, à l'émission et à la réception, le bruit de fond ne doit pas dépasser — 8,4 Nm0 (— 73 dBm0) avec pondération psophométrique.

j) *Ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire*

L'utilisation des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire prévues par l'Avis G.241 n'est pas possible. Une onde pilote à 84 kHz est normalement utilisée; d'autres ondes pilotes peuvent être utilisées par accord entre administrations.

2.4 Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.

AVIS G.241 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

ONDES PILOTES DE GROUPE PRIMAIRE, DE GROUPE SECONDAIRE, ETC.

a) *Emploi de ces ondes pilotes*

L'expérience a montré qu'en dépit du soin apporté à la maintenance de chacun des systèmes à courants porteurs individuels, on ne peut pas garantir une stabilité satisfaisante pour les voies téléphoniques d'un groupe primaire qui emprunte différents systèmes à courants porteurs, si l'on n'utilise pas une « onde pilote de groupe primaire » transmise de bout en bout de la « liaison en groupe primaire ».

En premier lieu, il peut être en effet nécessaire de placer un régulateur automatique, commandé par cette onde pilote, à l'extrémité de certaines des sections de groupe primaire constituant la liaison, de manière à compenser les variations inévitables d'affaiblissement de chacune de ces sections. Bien entendu, ce régulateur n'a pas pour but de remédier automatiquement à des défauts caractérisés des équipements.

Il est désirable que ce régulateur présente un intervalle de régulation de ± 4 dNp ou ± 4 dB. Un signal d'alarme devrait être donné lorsque l'amplitude de l'onde pilote à l'entrée du régulateur s'écarte de sa valeur nominale de plus de ± 4 dNp ou ± 4 dB.

Les conditions d'emploi de ces régulateurs sont fixés dans l'Avis M.18 (tome IV du *Livre Blanc*).

De plus, à l'extrémité des sections de groupe primaire où un régulateur n'est pas envisagé, il est nécessaire de prévoir la possibilité de mesurer le niveau de l'onde pilote de

groupe primaire. Dans ce cas également, une alarme devrait être donnée lorsque le niveau de l'onde pilote s'écarte de $\pm$ 4 dB de sa valeur nominale.

Des considérations tout à fait analogues s'appliquent à l'emploi d'ondes pilotes de groupe secondaire, tertiaire et quaternaire et à l'emploi d'ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque. — Lorsqu'un groupe primaire est transféré d'une section en câble (à paires coaxiales ou à paires symétriques) vers une section de ligne en fils aériens, la propagation sur la ligne en fils aériens de l'onde pilote de groupe primaire, qui est favorable au point de vue de la maintenance de l'ensemble de la communication, peut, dans une certaine mesure, faciliter l'écoute indiscrète des conversations téléphoniques, au moyen de radiorécepteurs de construction spéciale. sur le territoire traversé par la ligne en fils aériens. Toutefois, ce risque d'écoute indiscrète est moins grave que le risque semblable résultant du fait que le courant porteur ne serait pas suffisamment supprimé en ligne, puisque la fréquence de l'onde pilote de groupe primaire est décalée par rapport à la fréquence porteuse virtuelle voisine, de sorte que la qualité de la conversation captée serait forcément altérée.

b) *Caractéristiques nominales des ondes pilotes de groupe primaire, secondaire, etc.*

Dans le cas où l'on jugera nécessaire de disposer d'ondes pilotes de groupe primaire, secondaire, etc., ces ondes devront être transmises en permanence.

La fréquence et le niveau de ces ondes pilotes sont indiqués dans le tableau suivant:

Fréquences et niveaux des ondes pilotes

Ondes pilotes	Fréquence en kHz	Niveau absolu de puissance en un point de niveau relatif zéro
Groupe primaire de base B	84,080 [1] 84,140 [1] 104,080 [1,2,3]	−2,3 Np (−20 dB) −2,9 Np ou −25 dB −2,3 Np (−20 dB)
Groupe secondaire de base	411,860 [1] 411,920 [1,3] 547,920 [1,2]	−2,9 Np ou −25 dB −2,3 Np (−20 dB) −2,3 Np (−20 dB)
Groupe tertiaire de base	1552	−2,3 Np (−20 dB)
Groupe quaternaire de base	11096	−2,3 Np (−20 dB)
Assemblage de base (1) de 15 groupes secondaires	1552 [4]	−2,3 Np (−20 dB)

Notes du tableau

[1] Les ondes pilotes de groupe primaire 84,080 et 84,140 kHz et les ondes pilotes de groupe secondaire 411,860 et 411,920 kHz sont utilisées lorsque les groupes primaires et secondaires transmettent des voies téléphoniques et, dans certains cas, des signaux à large spectre (données fac-similé, etc.). Pour chaque groupe primaire (ou secondaire) les deux ondes pilotes à 84,080 et 84,140 kHz (ou 411,860 et 411,920 kHz), doivent être émises simultanément. Toutefois, par accord entre les administrations intéressées (y compris les administrations des pays de transit) l'une seulement de ces deux ondes pilotes pourra être utilisée.

Il apparaît actuellement que la transmission de signaux à large spectre (données fac-similé, etc.) peut nécessiter l'emploi des ondes pilotes 104,080 kHz et 547,920 kHz en remplacement de celles qui ont été utilisées auparavant. Ces deux nouvelles ondes pilotes sont aussi utilisables lorsque les groupes primaires et secondaires ne transmettent que des voies téléphoniques. Le choix des ondes pilotes à utiliser se fait par accord entre les administrations intéressées (y compris les administrations des pays de transit).

[2] Il convient de noter que l'emploi des ondes pilotes à 104,080 et 547,920 kHz peut conduire aux difficultés suivantes:

1° L'onde pilote de groupe primaire à 104,080 kHz est incompatible avec les ondes pilotes de ligne qui se trouvent à 4 kHz d'une extrémité d'un groupe primaire et que l'on rencontre dans les systèmes suivants:

— systèmes sur lignes en fils aériens appliquant le schéma I de la figure 1 de l'Avis G.311;

— systèmes sur paires symétriques appliquant la variante B de la figure 5 de l'Avis G.322, en particulier le système à transistors décrit dans l'Avis G.323.

2° Lorsque la répartition des fréquences à l'intérieur du groupe secondaire comprend les groupes primaires A à E suivant les figures 2 *c* et 3 de l'Avis G.322, une onde pilote de groupe secondaire à 547,92 kHz apparaîtra à la fréquence 103,92 kHz dans le groupe primaire A. Cette fréquence est susceptible de causer des difficultés lorsque le groupe primaire A est utilisé pour la téléphonie. Par exemple, pour éviter les perturbations, il pourrait être nécessaire de fixer de nouvelles restrictions aux acheminements.

3° Il y aurait des difficultés à employer ces ondes pilotes sur des groupes primaires utilisant des équipements terminaux à fréquences porteuses espacées de 6 kHz conformes à l'Avis G.234, à moins d'abandonner encore une voie dans certains groupes primaires.

Remarque. — Ces difficultés se produisent déjà dans certains cas avec les ondes pilotes recommandées actuellement.

4° Le choix de ces fréquences rendrait très difficile l'utilisation de la signalisation à la fréquence porteuse virtuelle d'une voie téléphonique conforme à l'Avis Q.21 (tome VI du *Livre Blanc*). Toutefois, on peut considérer ce point (ainsi que le précédent) comme d'intérêt surtout national.

[3] L'onde pilote de groupe secondaire à 411,920 kHz est utilisable lorsque le groupe secondaire contient des groupes primaires utilisés pour la téléphonie et un ou plusieurs groupes primaires transmettant des signaux à large spectre. Toutefois, il est impossible d'acheminer un groupe primaire muni de l'onde pilote à 104,080 kHz en position de groupe 3 dans un groupe secondaire muni d'une onde pilote à 411,920 kHz.

[4] Cette onde pilote apparaît, après modulation, à 11 096 kHz, qui est la fréquence de l'onde pilote de l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires.

c) *Tolérances à l'émission des ondes pilotes*

Les valeurs suivantes sont recommandées pour la stabilité de fréquence des diverses ondes pilotes considérées:

Ondes pilotes à 84,080 kHz et 411,920 kHz:	± 1 Hz
Ondes pilotes à 84,140 kHz et 411,860 kHz:	± 3 Hz
Ondes pilotes à 104,080 kHz et 547,920 kHz:	± 1 Hz
Onde pilote à 1552 kHz [1]:	± 2 Hz
Onde pilote à 11 096 kHz:	± 10 Hz

Remarque. — Ces tolérances peuvent servir de base à la spécification des filtres récepteurs d'onde pilote et des filtres éliminateurs de bande correspondants, en tenant compte, par ailleurs, des recommandations du C.C.I.T.T. concernant la stabilité des maîtres-oscillateurs.

En ce qui concerne le niveau à l'émission, les recommandations suivantes doivent être respectées:

1. Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de ± 1 cNp ou ± 0,1 dB la somme des erreurs sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote de groupe primaire, etc., due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau, aux variations du nombre de groupes alimentés et à l'absence éventuelle de possibilités de réglage sur les groupes individuels.

---

[1] Cette onde pilote apparaît, après modulation, à 11 096 kHz, qui est la fréquence de l'onde pilote de l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires.

2. La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser $\pm$ 3 cNp ou $\pm$ 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.

3. Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse $\pm$ 5 cNp ou $\pm$ 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

Par ailleurs, l'attention des administrations est attirée sur l'inconvénient qui pourrait résulter d'une diminution importante du niveau absolu de puissance de l'onde pilote appliquée à la ligne; une diminution importante risque en effet de provoquer, par le jeu correspondant des régulateurs de niveau, un amorçage d'oscillations sur les circuits. Il serait souhaitable de prévoir des dispositifs qui permettraient de remédier éventuellement à cet inconvénient.

d) *Protection des ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc. contre des perturbations provoquées par le bruit*

Les régulateurs automatiques actionnés par les ondes pilotes de groupe primaire, secondaire, etc., devraient être conçus de telle manière que l'effet perturbateur du bruit ne dépasse pas 0,02 dB pour toute période appréciable. Par exemple, si le régulateur est commandé par la tension moyenne du signal, cette condition correspond à un signal perturbateur ayant un niveau (sur une longue période) inférieur de 20 dB au niveau de l'onde pilote. Si la perturbation est de courte durée par rapport à la constante de temps du régulateur, des perturbations à des niveaux plus élevés peuvent se rencontrer sans provoquer d'erreurs de régulation dépassant 0,02 dB.

Ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire. — Si le filtre de sélection de l'onde pilote a une largeur de bande de 50 Hz (25 Hz de chaque côté de la fréquence nominale de cette onde pilote), l'écart entre onde pilote et bruit est toujours largement supérieur à 20 dB dans le cas des systèmes à courants porteurs sur lignes terrestres. Cet écart est encore atteint même si la puissance non pondérée du bruit sur une voie téléphonique atteint 10^6 pW au point de niveau relatif zéro (niveau de -30 dBm0), ce qui se produit très rarement sur des faisceaux hertziens respectant les conditions de l'Avis G.441.

Dans le cas de très longues liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire établies sur de tels faisceaux hertziens, l'écart entre onde pilote et bruit ne sera inférieur à 20 dB que pendant une durée inférieure à quelques dix-millièmes d'un mois quelconque. En ce cas, l'erreur de régulation qui en résultera sera négligeable, étant donné que la durée du bruit à niveau très élevé sera courte par rapport à la constante de temps nécessairement longue du régulateur. De toute manière, des pointes de bruit aussi élevées ne devraient pas se produire avec une fréquence appréciable, en sorte que l'élément principal de réduction des perturbations causées par le bruit à une onde pilote est la largeur de bande effective du filtre de sélection.

Autres ondes pilotes. — Des considérations analogues s'appliquent également aux ondes pilotes de groupe tertiaire et quaternaire et aux ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires. Néanmoins, la largeur de bande du filtre de sélection sera alors certainement supérieure à 50 Hz et il conviendra de se fier davantage à la constante de temps relativement grande du régulateur pour diminuer les effets des bruits de niveau élevé et de courte durée.

Remarque 1. — Les recommandations à respecter concernant la protection ou la suppression des ondes pilotes en certains points figurent dans l'Avis G.243.

Remarque 2. — Lorsqu'il est fait usage du 1er procédé décrit dans l'Avis G.211, l'intervalle de fréquence entre l'onde pilote de groupe quaternaire à 11 096 kHz et les fréquences vocales transposées dans les voies adjacentes est de 28 kHz et 60 kHz.

Ce même intervalle est de 4 kHz seulement dans le 2e procédé de l'Avis G.211.

Dans ces conditions, un régulateur de groupe quaternaire ne s'accommode pas nécessairement de la transmission d'un assemblage de 15 groupes secondaires sur une liaison en groupe quaternaire.

e) *Protection des ondes pilotes de groupe primaire ou de groupe secondaire contre les signaux transmis dans les voies téléphoniques*

Cette protection est assurée dans les équipements de modulation de voie et de modulation de groupe primaire, selon les dispositions des Avis G.232, M et G.234, f).

f) *Protection des ondes pilotes de liaison en groupe primaire ou secondaire transmettant des signaux à large spectre*

1. Pour protéger les ondes pilotes de liaisons en groupe primaire ou secondaire (utilisées pour établir des circuits à large bande) contre les signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.) il est recommandé d'imposer aux équipements d'émission de ces signaux une limitation du spectre d'énergie émis autour de la fréquence de l'onde pilote.

Cette limitation est calculée de façon que les régulateurs de groupe primaire ou secondaire placés sur la liaison ne subissent pas de perturbations supérieures à 0,1 dB, et les valeurs à spécifier dépendent donc des caractéristiques des régulateurs (bande passante des filtres d'ondes pilotes, constante de temps de fonctionnement de la régulation).

La limitation à imposer est provisoirement fixée par le graphique de la figure 1, qui tient compte des caractéristiques actuelles des régulateurs actionnés par les ondes pilotes

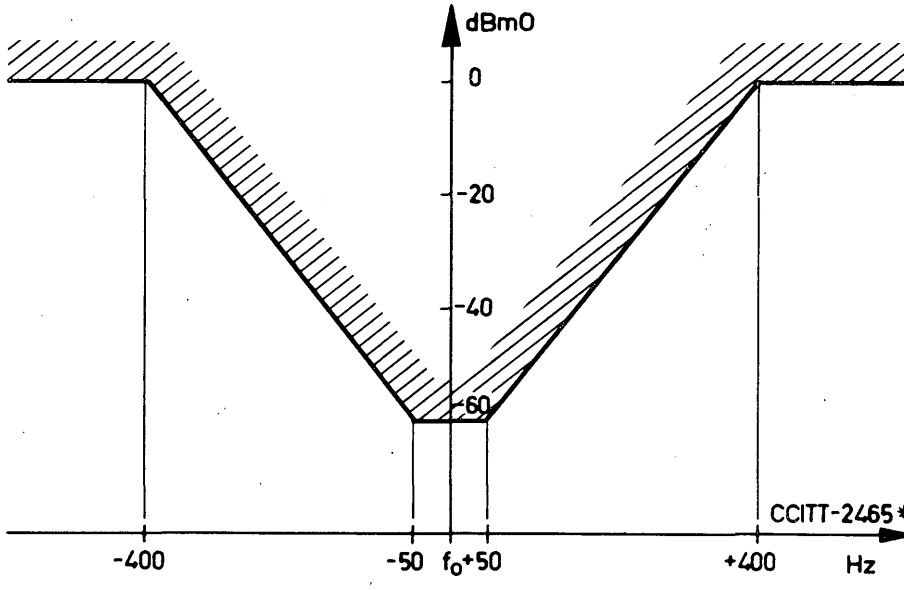


FIGURE 1. — **Niveau maximal admissible de chaque fréquence dans un signal à large spectre, autour de la fréquence f_0 de l'onde pilote de groupe primaire ou secondaire**

à 84 + d ou 412 — d kHz. Lors de l'étude des régulateurs actionnés par les nouvelles ondes pilotes à 104,080 et 547,920 kHz, ou de nouveaux régulateurs actionnés par les ondes pilotes à 84 + d ou 412 — d kHz, il conviendra d'étudier spécialement leur filtre passe-fréquence de façon qu'ils présentent une bande passante aussi réduite que possible. Il sera alors possible d'adopter un nouveau graphique. Ce point fait l'objet d'une question à l'étude.

Une telle limitation du spectre à l'émission, obtenue par une choix convenable des caractéristiques de modulation, permet d'éviter l'insertion d'un filtre coupe-bande de protection du pilote, filtre qui apporterait une distorsion de temps de propagation de groupe nuisible. Si toutefois il n'est pas possible d'imposer par cette méthode une telle limitation au spectre émis, ou si aucune garantie ne peut être obtenue sur le respect de cette limitation, les administrations qui exploitent les réseaux de transmission devront, pour protéger les régulateurs de groupe contre des perturbations provoquées par les signaux à large spectre, insérer à l'entrée des liaisons en groupe primaire ou secondaire considérées des filtres coupe-bande permettant d'obtenir la limitation indiquée par la figure 1, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible. Les caractéristiques de ces filtres font l'objet d'une question à l'étude.

Remarque. — Le problème général de protéger les ondes pilotes de groupe primaire ou secondaire contre des perturbations, lorsqu'on emploie un groupe primaire ou secondaire pour la transmission de données à large spectre, se pose parce que ces ondes pilotes ne sont pas toujours protégées par un filtre nettoyant la bande requise et placé immédiatement avant le point d'injection de l'onde pilote. Dans l'emploi normal pour la téléphonie, une telle protection peut dépendre de l'existence de filtres placés sur la voie téléphonique ou dans l'équipement de modulation de groupe primaire; toutefois, il peut arriver que ces filtres ne se trouvent pas en circuit quand on établit un circuit à large bande.

On devrait envisager des précautions spéciales quand un groupe primaire dans lequel est transmise une onde pilote de groupe secondaire est utilisé pour la transmission à large spectre (bien qu'on doive éviter de faire un tel choix quand cela est possible), par exemple quand on utilise le groupe primaire 3 dans un groupe secondaire avec onde pilote à 412 – d kHz ou le groupe primaire 5 dans un groupe secondaire où est transmise l'onde pilote à 547,92 kHz. Des perturbations subies par cette onde pilote n'affecteront pas seulement le signal à large spectre mais peuvent aussi affecter les autres groupes primaires du groupe secondaire. Dans certaines circonstances, les administrations peuvent se sentir obligées de protéger l'onde pilote de groupe secondaire immédiatement avant son injection au moyen d'un filtre de nettoyage de la bande conforme aux conditions indiquées ci-dessus.

2. « *Transfert différé* »

On peut imaginer que certains dispositifs de traitement de données enregistrent le signal à large bande tel qu'il leur parvient du réseau, et réémettent ultérieurement dans le réseau ce signal enregistré sur une liaison en groupe primaire ou secondaire. Dans cette hypothèse, l'onde pilote se trouvera enregistrée en même temps que le signal, et par conséquent réémise avec lui, venant alors interférer avec l'onde pilote injectée sur la nouvelle liaison. Il conviendra dans ce cas d'équiper le dispositif d'enregistrement ou de réémission du signal d'un filtre coupe-fréquence présentant à la fréquence de l'onde pilote considérée un affaiblissement d'au moins 4,6 Np ou 40 dB, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible. Les caractéristiques de ce filtre font l'objet d'une question à l'étude. Toutefois dans le cas où les administrations auront inséré à l'entrée des liaisons à large bande le filtre coupe-bande de protection de pilote mentionné au point 1 ci-dessus, le but recherché dans le cas du présent point 2 sera atteint et le filtre coupe-fréquence sera inutile.

3. *Liaisons « multipoints »*

Dans le cas de liaisons « multipoints » sur des réseaux en forme d'arbres, il conviendra, en chaque point de confluence, de bloquer, sur toutes les liaisons confluentes sauf une,

l'onde pilote à l'aide d'un filtre conforme à celui mentionné au point 2 ci-dessus, de façon à ne conserver qu'une onde pilote protégée contre les interférences des autres ondes pilotes. On pourra aussi bloquer les ondes pilotes sur toutes les liaisons confluentes et émettre sur la liaison en aval une onde pilote produite localement.

AVIS G.242 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

TRANSFERT DES GROUPES PRIMAIRES, SECONDAIRES, ETC.

a) *Considérations générales* [1]

On peut trouver désirable, au double point de vue technique et économique, de prévoir à l'extrémité de certaines sections de ligne les moyens nécessaires pour que toutes les voies transmises sur une section de ligne ne soient pas transmises « en bloc » sur une autre section, ni toutes démodulées dans la bande des fréquences vocales, mais que certains ensembles de voies soient acheminés vers des sections de ligne différentes.

En de tels points, extrémités des *liaisons en ligne* correspondantes, il doit être ainsi possible de « transférer » d'une liaison en ligne à une autre, des ensembles de voies téléphoniques. Cela peut être fait des deux manières suivantes, essentiellement différentes et qui peuvent d'ailleurs être utilisées l'une et l'autre conjointement en un même point, respectivement pour des ensembles de voies différents; dans les deux cas, il est nécessaire de prendre des dispositions pour que la bande de fréquences transférée soit transmise « pure », c'est-à-dire que l'on doit supprimer autant qu'il est possible les voies placées de chaque côté de l'ensemble de voies à transférer, en faisant passer cet ensemble de voies à travers un « filtre de transfert ».

1. *Transfert de groupe primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire ou d'un assemblage de 15 groupes secondaires.* — On suppose que l'ensemble des voies à transférer occupe la bande de fréquences d'un groupe primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire ou d'un assemblage de 15 groupes secondaires, ou peut être décomposé en un certain nombre de telles bandes. On ramène alors chacun des groupes primaires, secondaires, tertiaires ou quaternaires ou des assemblages de 15 groupes secondaires à transférer dans sa position de base et le filtrage est opéré, dans la bande de fréquences correspondante, à l'aide d'un filtre de transfert de groupe primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire ou d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque. — La bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande des fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 338 kHz).

En conséquence lorsqu'il est fait usage d'assemblage de 15 groupes secondaires dans les conditions indiquées dans l'Avis G.211 (2e procédé) il est possible d'assurer le transfert de l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires en faisant usage de filtres de transfert de groupe quaternaire.

2. *Transfert par filtrage direct.* — Il est également possible de transférer un groupe primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire, ou un assemblage de 15 groupes secondaires, ou une combinaison de tels groupes ou assemblages, par simple filtrage direct en ligne, sans démodulation ni passage par la position de base. On doit disposer alors de filtres de

[1] Cet avis ne traite pas de certaines conditions à respecter pour la protection des diverses ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure. Ces conditions sont données dans l'Avis G.243.

transfert direct, connectés directement aux équipements de ligne pour opérer la séparation nécessaire. Certaines facilités offertes à cet égard par les systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales à 4 MHz, à 12 MHz et à 40/60 MHz sont indiquées dans les Avis G.337, G.332 et G.333.

Pour déterminer les affaiblissements à imposer aux composantes indésirables, il est commode d'utiliser les définitions suivantes:

Composantes de diaphonie intelligible. — Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux qui peuvent s'introduire dans certaines voies au point considéré en y provoquant une diaphonie intelligible.

Composantes de diaphonie inintelligible. — Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux, qui peuvent s'introduire dans certaines voies au point considéré en y provoquant une diaphonie inintelligible.

Composantes possibles de diaphonie. — Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux, qui, au point considéré, ne s'introduisent pas dans des voies d'autres systèmes, mais qui pourraient s'y introduire en d'autres points.

Composantes extra-bandes nuisibles. — Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux ou d'ondes pilotes ou d'ondes additionnelles de mesure, dont les fréquences seront toujours en dehors des bandes de fréquences utiles (correspondant à des fréquences vocales) des systèmes à courants porteurs, mais qui risquent de perturber des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure.

Composantes extra-bandes neutres. — Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux ou pilotes, dont les fréquences seront toujours, en tout point de transfert, en dehors des bandes de fréquences utiles correspondant à des fréquences vocales ou à des fréquences pilotes.

On convient d'appeler ci-après « composante désirable », pour les courants vocaux, l'onde sinusoïdale de mesure à 800 Hz appliquée au point de niveau relatif zéro avec une puissance de 1 milliwatt et pour les ondes pilotes, ou pour les ondes additionnelles de mesure, l'onde ayant la fréquence spécifiée et le niveau spécifié au point où elle est injectée normalement.

b) *Transfert de groupe primaire*

Dans le cas du transfert d'un groupe primaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1° composantes de diaphonie intelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
2° composantes de diaphonie inintelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
3° composantes possibles de diaphonie	4,0 népers ou 35 décibels, à l'émission des composantes possibles,
4° composantes extra-bandes nuisibles	4,6 népers (40 décibels),
5° composantes extra-bandes neutres	2,0 népers ou 17 décibels.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 84 kHz, qui est la fréquence de référence (voisine des fréquences des ondes pilotes de groupe primaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe primaire; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A une température quelconque, comprise entre 10° et 40° Celsius, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe primaire [1] à une fré-

[1] Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe primaire, le filtre de transfert de groupe primaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe primaire.

quence quelconque de la bande passante (60,6 à 107,7 kHz [1]) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 84 kHz [2].

L'affaiblissement entre 10° et 40° Celsius à 84 kHz ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 25° Celsius.

Remarque 1. — Il semble techniquement difficile pour le C.C.I.T.T. de recommander une répartition de ces limites globales entre les équipements mentionnés dans la note 1 de la page précédente.

Remarque 2. — La question de rapporter également tous les niveaux et affaiblissements cités au niveau et à l'affaiblissement à 104 kHz, et non pas seulement à 84 kHz, fait l'objet d'une question à l'étude.

La valeur d'écart de 8,0 népers ou 70 décibels, indiquée sous b, 1° et 2° pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible est une valeur minimum normale pour la téléphonie. Une valeur d'écart de 9,2 népers ou 80 dB est recommandée à titre provisoire, pour les équipements qui seront construits à l'avenir, dans la bande de chacun des groupes primaires adjacents au groupe primaire transféré qui correspond à la bande de 84 à 96 kHz dans le groupe primaire de base B et qui peut être utilisée pour des transmissions radiophoniques.

Cette condition doit être remplie, que le groupe primaire adjacent soit en position directe ou en position inversée.

Remarque. — Il résulte de cette dernière disposition que, dans chaque groupe primaire transféré, la valeur d'écart recommandée sera également atteinte dans la bande qui correspond à la bande 72 à 84 kHz dans le groupe primaire de base B.

c) *Transfert de groupe secondaire*

Dans le cas du transfert d'un groupe secondaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1° composantes de diaphonie intelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
2° composantes de diaphonie inintelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
3° composantes possibles de diaphonie	4,0 népers ou 35 décibels, à l'émission des composantes possibles,
4° composantes extra-bandes nuisibles	4,6 népers (40 décibels) [3],
5° composantes extra-bandes neutres	2,0 népers ou 17 décibels.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 412 kHz qui est la fréquence de référence (voisine des fréquences des ondes pilotes de groupe secondaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe secondaire; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

---

[1] Si l'on emploie des groupes primaires de 16 voies, on doit étendre la bande passante de 60,1 à 107,9 kHz — ou bien, par accord entre administrations intéressées, conserver la bande de fréquences indiquées dans le présent avis, mais tenir compte alors de la remarque 1 de l'Avis G.235.

[2] Des limites d'affaiblissement quelque peu différentes s'appliquent hors de la bande occupée par les voies téléphoniques lorsqu'on emploie la signalisation hors bande; ce point peut être réglé sur le plan national ou par accord entre les administrations intéressées.

[3] L'affaiblissement spécifié doit être tenu aux fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (ramenées à la fréquence 308 ou 556 kHz) qui sont à considérer conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

A une température quelconque, comprise entre 10° et 40° Celsius, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe secondaire [1] à une fréquence quelconque de la bande passante (312,3 à 551,4 kHz [2]) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 412 kHz [3].

L'affaiblissement entre 10° et 40° Celsius à 412 kHz ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 25° Celsius.

Remarque 1. — Il semble techniquement difficile pour le C.C.I.T.T. de recommander une répartition de ces limites globales entre les équipements mentionnés dans la note 1 de bas de page.

Remarque 2. — La question de rapporter également tous les niveaux et affaiblissements cités au niveau et à l'affaiblissement à 548 kHz, et non pas seulement à 412 kHz, fait l'objet d'une question à l'étude.

Remarque 3. — La valeur d'écart de 8,0 népers ou 70 décibels, indiquée sous 1 et 2 pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimum normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 9,2 népers ou 80 dB est recommandée à titre provisoire pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes secondaires adjacents au groupe secondaire transféré.

Remarque 4. — Dans le cas du groupe secondaire 1 ou 3, la variation de l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe secondaire peut atteindre 0,35 néper (3 décibels) au voisinage de la fréquence 312 kHz ou 552 kHz dans la bande passante du filtre.

d) *Transfert de groupe tertiaire*

Dans le cas du transfert d'un groupe tertiaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1° composantes de diaphonie intelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
2° composantes de diaphonie inintelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
3° composantes possibles de diaphonie	4,0 népers ou 35 décibels, à l'émission des composantes possibles,
4° composantes extra-bandes nuisibles	4,6 népers (40 décibels) [4],
5° composantes extra-bandes neutres	2,0 népers ou 17 décibels.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 1552 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote de groupe tertiaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe tertiaire; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A une température quelconque comprise entre 10° et 40° Celsius, l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert [1] à une fréquence quelconque de la bande passante

---

[1] Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe secondaire, le filtre de transfert de groupe secondaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe secondaire.

[2] Lorsque des groupes secondaires contiennent le groupe primaire 5 avec l'orientation inverse de celle des groupes primaires 1 à 4, les limites de la bande passante sont: 312,3 et 551,7 kHz.

[3] Des limites d'affaiblissement quelque peu différentes s'appliquent hors de la bande occupée par les voies téléphoniques, lorsqu'on emploie la signalisation hors bande; ce point peut être réglé sur le plan national ou par accord entre les administrations intéressées.

[4] L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande s'étendant jusqu'à 600 Hz au-dessus et 600 Hz au-dessous des fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (ramenées à la fréquence 768 ou 2088 kHz) qui sont à considérer, conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

(812 à 2044 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 1552 kHz.

L'affaiblissement, entre 10° et 40° Celsius, à 1552 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 25° Celsius.

Dans chaque groupe secondaire, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne devrait pas dépasser ± 1,2 dNp ou ± 1 dB par rapport à l'affaiblissement à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

Remarque. — La valeur d'écart de 8,0 népers ou 70 décibels, indiquée sous 1 et 2 pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimum normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 9,2 népers ou 80 dB est recommandée à titre provisoire pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes tertiaires adjacents au groupe tertiaire transféré.

e) *Transfert de groupe quaternaire*

Dans le cas du transfert d'un groupe quaternaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1° composantes de diaphonie intelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
2° composantes de diaphonie inintelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
3° composantes possibles de diaphonie	4,0 népers ou 35 décibels, à l'émission des composantes possibles,
4° composantes extra-bandes nuisibles	4,6 népers (40 décibels) [1],
5° composantes extra-bandes neutres	2,0 népers ou 17 décibels.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 11 096 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote de groupe quaternaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert de groupe quaternaire [2]; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A une température quelconque comprise entre 10° et 40° C, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert à une fréquence quelconque de la bande passante (8516 à 12 388 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,73 dNp (± 1,5 dB) de l'affaiblissement à 11 096 kHz. A l'intérieur de chacun des groupes tertiaires, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne doit pas dépasser ± 1,2 dNp ou ± 1 dB par rapport à la fréquence de l'onde pilote de groupe tertiaire.

L'affaiblissement, entre 10° et 40° C, à 11 096 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,2 dNp ou ± 1 dB de l'affaiblissement à 25° C.

Remarque. — La valeur d'écart de 8,0 Np ou 70 dB, indiquée sous 1 et 2 pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimum normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 9,2 Np ou 80 dB est recommandée à titre provisoire pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes tertiaires adjacents au groupe tertiaire transféré.

---

[1] L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande s'étendant jusqu'à 600 Hz au-dessus et 600 Hz au-dessous des fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (après la transposition de fréquence qui amène le groupe quaternaire dans la bande de base 8516 à 12 388 kHz) qui sont à considérer, conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

[2] Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe quaternaire, le filtre de transfert de groupe quaternaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe quaternaire.

f) *Transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires*

Dans le cas du transfert d'un assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1° composantes de diaphonie intelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
2° composantes de diaphonie inintelligible	8,0 népers ou 70 décibels,
3° composantes possibles de diaphonie	4,0 népers ou 35 décibels, à l'émission des composantes possibles,
4° composantes extra-bandes nuisibles	4,6 népers (40 décibels) [1],
5° composantes extra-bandes neutres	2,0 népers ou 17 décibels.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 1552 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote d'assemblage de 15 groupes secondaires) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A titre de variante, cette valeur d'écart peut être assurée par un ensemble d'équipements de transfert [2] dans lequel le filtrage nécessaire est produit à l'intérieur du démodulateur d'assemblage de 15 groupes secondaires et du modulateur de cet assemblage.

A une température quelconque comprise entre 10° et 40° C, l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert [2] à une fréquence quelconque de la bande passante (312 à 4028 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de $\pm$ 1,73 dNp ou $\pm$ 1,5 dB de l'affaiblissement à 1552 kHz.

L'affaiblissement, entre 10° et 40° C, à 1552 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de $\pm$ 1,2 dNp ou $\pm$ 1 dB de l'affaiblissement à 25° C.

Dans chaque groupe secondaire, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne doit pas dépasser $\pm$ 1,2 dNp ou $\pm$ 1 dB par rapport à l'affaiblissement à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

Remarque. — La valeur d'écart de 8,0 Np ou 70 dB, indiquée sous 1 et 2 pour les composantes de diaphonie, intelligible et inintelligible, est une valeur minimum normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 9,2 Np ou 80 dB est recommandée à titre provisoire pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des assemblages de 15 groupes secondaires adjacents à l'assemblage de 15 groupes secondaires transféré.

g) *Transfert par filtrage direct*

Les valeurs recommandées pour l'affaiblissement des diverses composantes de diaphonie sont les mêmes que celles qui sont indiquées ci-dessus aux paragraphes b à f) pour le cas de transfert de groupe primaire, secondaire, etc.

---

[1] L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande s'étendant jusqu'à 600 Hz au-dessus et 600 Hz au-dessous des fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (après la transposition de fréquence qui amène l'assemblage de 15 groupes secondaires dans la bande de base 312 à 4028 kHz) qui sont à considérer, conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

[2] Cet ensemble comprend l'équipement de démodulation d'assemblage de 15 groupes secondaires, le filtre de transfert (s'il existe) de cet assemblage et l'équipement de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires.

AVIS G.243 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

PROTECTION ET SUPPRESSION DES ONDES PILOTES ET DES ONDES ADDITIONNELLES DE MESURE AUX POINTS DE TRANSFERT

A. Interconnexion des circuits téléphoniques aux fréquences vocales

Il est nécessaire de pouvoir interconnecter les circuits téléphoniques sans restriction et sans causer d'interférence entre les ondes pilotes de groupe primaire et secondaire reçues et émises. On doit alors respecter les recommandations des Avis G.232, M et G.234 prescrivant un affaiblissement d'au moins 2,3 Np (20 dB) dans les équipements de modulation et de démodulation aux fréquences des résidus des ondes pilotes de groupe primaire (voies 6 et 7 ou 1 et 2) et des ondes pilotes de groupe secondaire (voies 1 et 2 ou 11 et 12).

B. Transfert de groupe primaire

a) *Groupe primaire acheminé sur un groupe secondaire muni des ondes pilotes à 411,860 et 411,920 kHz*

Pour pouvoir interconnecter par transfert les groupes primaires sans restriction et sans causer d'interférence entre les ondes pilotes de groupe secondaire reçues et émises, il faut respecter les recommandations de l'Avis G.233, i) 1.2. Sinon, il convient de respecter au moins les recommandations de l'Avis G.233, i) 1.1, et de plus, d'éviter d'acheminer le même groupe primaire en position 3 sur deux liaisons en groupe secondaire différentes.

b) *Groupe primaire acheminé sur un groupe secondaire muni de l'onde pilote à 547,920 kHz*

Les mêmes dispositions qu'en a) s'appliquent, mais au groupe primaire en position 5 et non pas en position 3 (selon G.233, i) 1.2).

C. Transfert de groupe secondaire

a) *Protection d'une onde pilote de régulation de ligne contre les ondes additionnelles de mesure*

Pour éviter toute perturbation sur une onde pilote de régulation de ligne, dont la fréquence est voisine de la bande de fréquences d'un groupe secondaire qui a fait l'objet d'un « transfert de groupe secondaire », par une onde additionnelle de mesure transmise sur une « liaison en ligne » adjacente, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire, complétés éventuellement par des filtres additionnels de blocage (associés par exemple aux équipements de transfert de groupe secondaire ou prévus sous la forme d'un filtre de suppression d'onde pilote inséré immédiatement avant le point où l'onde pilote de régulation est injectée en ligne), assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

— au moins 4,6 népers (40 dB) dans la bande de fréquence 308 kHz $\pm$ 8 Hz;

— au moins 2,3 népers (20 dB) dans les bandes de fréquences 308 kHz $\pm$ 40 Hz et 556 kHz $\pm$ 40 Hz.

Remarque 1. — En faisant cette recommandation, il a été admis que l'addition des composantes à diverses fréquences, dans les régulateurs commandés par les ondes pilotes de ligne, suivrait une loi d'addition quadratique ou une loi d'addition des valeurs moyennes.

Remarque 2. — Si des administrations utilisent par accord mutuel une onde pilote auxiliaire de régulation de ligne, il y aura aussi lieu de prévoir un affaiblissement supplémentaire supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz d'au moins 4,6 Np (40 dB) dans une bande de fréquences convenable autour de 556 kHz et en particulier dans la bande 556 kHz $\pm$ 10 Hz dans le cas de l'onde pilote à 2792 kHz, pour laquelle le C.C.I.T.T. a recommandé que la variation de fréquence ne dépasse pas $\pm$ 5 Hz.

Remarque 3. — Si l'onde pilote de synchronisation ou de contrôle des fréquences sert en même temps d'onde pilote de régulation de ligne (onde pilote à fonctions multiples), il faut, au passage d'une section de régulation à une autre, bloquer l'onde pilote à la fin de la section de régulation, la filtrer, régler à nouveau son amplitude et la réintroduire à l'origine de la nouvelle section de régulation.

b) *Protection des ondes additionnelles de mesure*

Pour diminuer les perturbations entre ondes additionnelles de mesure transmises sur des liaisons en ligne adjacentes et pour empêcher toute perturbation entre des ondes additionnelles de mesure transmises sur des liaisons en ligne non adjacentes, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

— au moins 1,73 néper (15 dB) dans les bandes de fréquences 308 kHz $\pm$ 50 Hz et 556 kHz $\pm$ 50 Hz;

— au moins 2,3 népers (20 dB) dans les bandes de fréquences 308 kHz $\pm$ 20 Hz et 556 kHz $\pm$ 20 Hz;

— au moins 4,6 népers (40 dB) aux fréquences 308 kHz et 556 kHz.

c) *Protection de l'onde pilote de groupe tertiaire ou de l'onde pilote d'assemblage de 15 groupes secondaires contre les ondes additionnelles de mesure*

Afin d'éviter que l'onde pilote de groupe tertiaire ou d'assemblage de 15 groupes secondaires soit perturbée par des ondes additionnelles de mesure, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire, complétés éventuellement par des filtres additionnels de blocage, assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

— 5,75 Np (50 dB) dans les bandes de fréquences 308 kHz $\pm$ 7 Hz et 556 kHz $\pm$ 7 Hz;

— 3,45 Np (30 dB) dans les bandes de fréquences 308 kHz $\pm$ 40 Hz et 556 kHz $\pm$ 40 Hz.

Tout filtre de blocage additionnel qui serait nécessaire devrait être associé à l'équipement où l'onde pilote à 1552 kHz est injectée, c'est-à-dire qu'il devrait se trouver dans l'équipement de modulation de groupe secondaire du côté « émission », à l'endroit où l'on constitue le groupe tertiaire ou l'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque. — La figure 1 récapitule toutes les valeurs d'affaiblissement recommandées autour de 308 kHz et de 556 kHz.

D. Extrémité d'une liaison en groupe quaternaire

L'onde pilote de groupe quaternaire doit être bloquée aux extrémités d'une liaison en groupe quaternaire, sauf accord entre administrations. On doit considérer comme extrémité d'une liaison en groupe quaternaire tout point où l'on cesse d'utiliser la méthode d'exploitation avec un groupe quaternaire de base, même si en un tel point le groupe quaternaire n'est pas décomposé en groupes tertiaires.

Par exemple, dans le cas représenté sur la figure 2, le point M est l'extrémité d'une liaison en groupe quaternaire et en ce point, l'onde pilote de groupe quaternaire ne doit

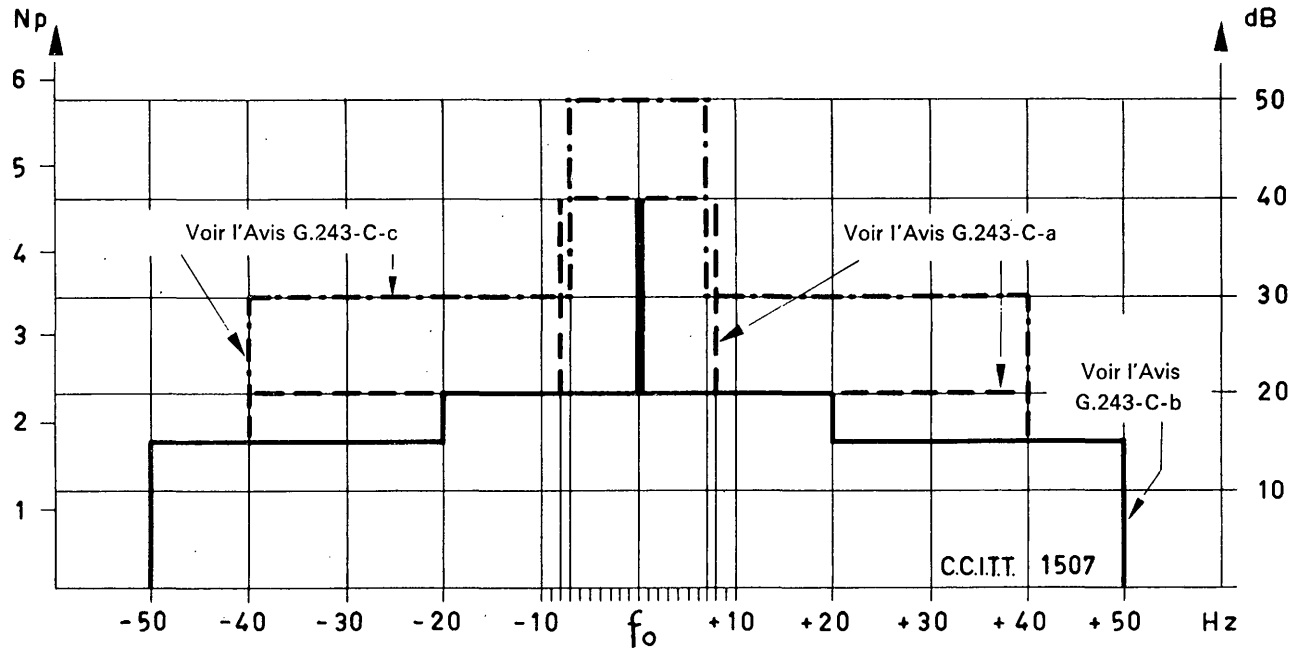


FIGURE 1. — **Affaiblissement relatif minimum autour de 308 kHz et de 556 kHz recommandé dans divers cas de transfert d'un groupe secondaire**

Remarques. — 1. Les ordonnées de ce graphique représentent l'affaiblissement relatif minimum (par rapport à l'affaiblissement pour 412 kHz) recommandé:

— pour les équipements de transfert seuls dans tous les cas ——————

— pour les équipements de transfert (complétés s'il y a lieu par des filtres additionnels), quand on doit protéger

{ une onde pilote de régulation de ligne — — — — —
{ une onde pilote de groupe tertiaire —·—·—·—

2. Ce graphique est valable à la fois pour $f_0 = 308$ kHz et pour $f_0 = 556$ kHz

pas être émise vers le pays B (bien que les groupes quaternaires continuent à être transmis en ligne sans démodulation), à moins que l'administration du pays B n'accepte une dérogation à cette règle. En outre, il n'est pas demandé au pays B, qui n'utilise pas l'exploitation au moyen du groupe quaternaire de base, d'émettre cette onde pilote de groupe quaternaire sur la liaison PM.

Dans tous les cas, l'onde pilote de groupe quaternaire est considérée comme bloquée si elle subit un affaiblissement supplémentaire de 4,6 népers (40 décibels).

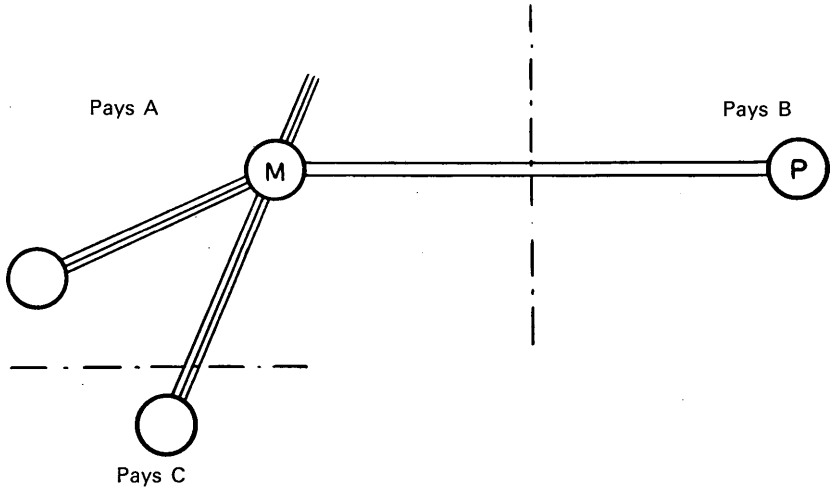


FIGURE 2. — **Définition d'une liaison en groupe quaternaire**

○ Central contenant des équipements à courants porteurs.
≡≡≡ Liaison exploitée dans le système avec groupe quaternaire de base.
═══ Liaison exploitée avec des groupes tertiaires, sans utilisation du groupe quaternaire de base.
—.—. Frontière.

Remarque. — On suppose que les pays A et C utilisent le groupe quaternaire de base et que le pays B ne l'utilise pas.

E. TRANSFERT PAR FILTRAGE DIRECT

Soit B une station de répéteurs, où un ou plusieurs groupes secondaires, tertiaires ou quaternaires ou assemblages de 15 groupes secondaires sont transférés, par filtrage direct [1], d'une section de ligne AB vers une autre section de ligne BC (voir la figure 3); au point B des précautions particulières doivent être prises vis-à-vis des ondes pilotes et des ondes additionnelles de mesure, afin que ces ondes soient transmises vers certaines sections de ligne où l'on désire qu'elles soient acheminées et que, au contraire, elles ne viennent pas interférer sur les autres sections avec des ondes de même type transmises sur ces sections.

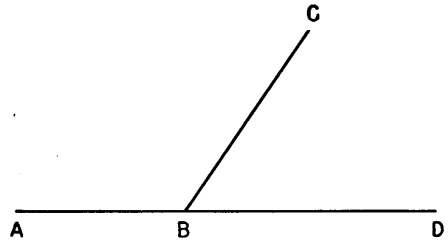


FIGURE 3

[1] Si les groupes secondaires étaient transférés dans la bande de fréquences du groupe secondaire de base, on retomberait dans le cas traité dans la section C.

a) *Précautions à prendre, en un point de transfert par filtrage direct, situé à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, pour l'emploi des ondes pilotes et ondes additionnelles*

Cas des ondes pilotes de régulation de ligne. — S'il y a interconnexion entre deux sections de régulation de ligne à gauche et à droite de la figure de l'Avis G.213 (ce qui est toujours le cas quand il y a un faisceau hertzien), la somme des affaiblissements de (2) et de (5) (voir la légende de cette figure) à la fréquence de l'une quelconque des ondes pilotes de régulation de ligne reçues doit être au moins égale à 40 dB, et ceci, qu'il y ait ou non une onde pilote de régulation de ligne émise à la même fréquence [1]. Les deux filtres sont dans la même station; il ne s'agit pas d'un problème d'interconnexion internationale, mais de normalisation industrielle pour les pays qui commandent des systèmes à différents constructeurs.

On peut juger préférable, afin de faciliter les dispositions à prendre dans le réseau, de poser (2) = 40 dB lorsque la fréquence d'onde pilote de régulation de ligne n'est pas la même sur toutes les lignes susceptibles d'être interconnectées. Si un filtre (5) est également jugé nécessaire pour la suppression de signaux parasites provenant d'autres équipements, l'affaiblissement de l'onde pilote de régulation de ligne reçue sera parfois bien plus élevé que la valeur précitée. Cela ne présente pas d'inconvénient technique.

Si l'on juge nécessaire d'avoir toujours un filtre (5) avant le point d'injection d'une onde pilote de régulation de ligne à l'émission et s'il y a une onde pilote de même fréquence sur la section de régulation de ligne interconnectée, on peut répartir l'affaiblissement de la façon suivante:

$$(2) = 20 \text{ dB} \qquad (5) = 20 \text{ dB}$$

En ce qui concerne la figure 3 du présent Avis, si l'on préfère ne pas associer le régulation de ligne de la section AB à celles des autres sections, le point B coïncidera, par définition, avec l'extrémité de la section de régulation de ligne sur la section AB et il conviendra de bloquer la transmission des ondes pilotes de la section AB de telle sorte qu'elles subissent, sur les sections BC et BD, un affaiblissement d'au moins 40 dB (4,6 Np) par rapport aux ondes pilotes utilisées sur ces deux dernières sections.

Cas des ondes additionnelles de mesure. — Dans une station de transfert par filtrage direct, située à l'intérieur d'une section de régulation de ligne (station B pour la section AD dans l'exemple précédent), les ondes additionnelles de mesure intérieures à l'ensemble des groupes secondaires transférés en bloc sont transférées avec cet ensemble de groupes secondaires.

D'autre part, il est possible que l'on ne puisse pas utiliser pour des mesures des ondes additionnelles qui se trouvent sur les bords de la bande des fréquences utiles transférée, parce que les amplitudes de ces ondes sont affectées par les filtres de transfert direct. Il peut donc être recommandable, dans certains cas, de fixer des « sections de mesure » pour l'utilisation de ces ondes additionnelles. La fixation de telles sections de mesure est laissée à la discrétion des administrations intéressées.

Autres ondes pilotes. — Les administrations intéressées doivent, dans chaque cas concret, fixer les points où l'onde pilote de synchronisation ou de contrôle des fréquences (et éventuellement l'onde pilote de commutation), transmises sur une partie donnée doivent

[1] On étudie actuellement les conditions dans lesquelles on peut admettre un résidu d'onde pilote plus important.

être bloquées afin de ne pas troubler le fonctionnement des autres parties. Toutefois, si l'une de ces ondes pilotes est également onde pilote de régulation de ligne (onde pilote à fonctions multiples), les règles définies ci-dessus pour les ondes pilotes de régulation de ligne doivent lui être appliquées.

b) *Précautions à prendre en un point de transfert par filtrage direct, situé à l'extrémité d'une section de régulation de ligne*

Cas des ondes pilotes de régulation de ligne. — Si l'on ne désire pas lier la régulation de ligne de la section AB à celle des autres sections, le point B se trouve être, par définition, l'extrémité d'une section de régulation de ligne AB et, à ce titre, les ondes pilotes de régulation de ligne de cette section AB doivent être arrêtées de manière que, sur les sections BC et BD, leur niveau soit inférieur d'au moins 4,6 népers (40 dB) à celui des ondes pilotes utilisées sur ces sections.

Cas des ondes additionnelles de mesure. — Les ondes additionnelles de mesure situées à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par l'ensemble de groupes secondaires transférés en bloc sont normalement transmises sans blocage spécial [1]. Le niveau des ondes additionnelles de mesure situées aux limites de cette bande peut être affecté par les filtres de transfert.

Il n'est pas nécessaire de prévoir systématiquement dans les équipements des filtres de blocage pour protéger, en pareil cas, les ondes pilotes de régulation de ligne contre des ondes additionnelles de mesure transmises sur une section précédente. Les dispositions à prendre par le personnel de maintenance, lorsque les équipements ne comprennent pas de tels filtres, sont indiquées dans l'Avis M.50 (tome IV du *Livre Blanc*).

[1] Un tel blocage spécial serait d'ailleurs coûteux et, du point de vue de la pratique, très difficile à réaliser.

SECTION 3

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES A COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES

3.1 Systèmes procurant un groupe primaire sur une paire de fils aériens

AVIS G.311 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES A COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

Le C.C.I.T.T.

considérant,

qu'il est extrêmement désirable de normaliser autant que possible, dans le service téléphonique international, les systèmes téléphoniques à 12 circuits à courants porteurs sur lignes en fils aériens utilisant un des groupes primaires de base déjà employés dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques ou sur paires coaxiales en câble (systèmes dont la normalisation est déjà beaucoup plus avancée),

émet, à l'unanimité, l'avis

que les systèmes à courants porteurs à grand nombre de voies téléphoniques sur lignes en fils aériens, construits dans l'avenir en vue de fournir des circuits téléphoniques internationaux, devront satisfaire aux conditions suivantes:

a) *Bande des fréquences effectivement transmises par chaque circuit téléphonique.* — La bande des fréquences vocales effectivement transmises par chaque circuit téléphonique sera la bande des fréquences de 300 Hz à 3400 Hz.

b) *Groupe primaire de base.* — Le groupe primaire de base sera le groupe primaire de base normalisé pour les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble et sur paires coaxiales en câble, à savoir:

Groupe B : Dans chaque sens de transmission, 12 voies comprises entre 60 et 108 kHz transmettant la bande latérale inférieure pour chaque voie individuelle.

c) *Niveaux relatifs.* — Le niveau relatif de puissance à la sortie des équipements terminaux et des répéteurs intermédiaires sera, sur chaque voie et pour la fréquence de cette voie

qui correspond à la fréquence vocale 800 Hz, égal au niveau nominal avec les tolérances suivantes:

Equipement terminal: ± 1 dNp ou ± 1 dB;

Répéteurs intermédiaires: ± 2 dNp ou ± 2 dB pour une ligne de longueur comparable à une section homogène typique, c'est-à-dire d'environ 450 km (280 miles) ou comprenant environ quatre sections d'amplification.

La valeur maximum du niveau nominal sera + 2 Nr ou + 17 dBr à l'entrée de la ligne en fils aériens.

Les caractéristiques physiques propres aux lignes en fils aériens entraînent d'importants écarts par rapport à une caractéristique « affaiblissement-fréquence » normale et les variations relativement grandes et diverses, de l'affaiblissement en ligne avec les conditions météorologiques, peuvent ne pas toujours permettre d'observer les tolérances recommandées ci-dessus pour la sortie des stations de répéteurs intermédiaires, soit lorsque la ligne vient d'être mise en service, soit au cours des opérations de maintenance ultérieure.

Si l'on veut respecter les tolérances recommandées à la sortie des répéteurs intermédiaires tout en conservant des normes de construction et de maintenance raisonnables, il faut que la ligne en fils aériens et l'équipement de répéteur satisfassent aux normes de qualité et aux tolérances suivantes:

1. La caractéristique « affaiblissement-fréquence » d'une section d'amplification de ligne en fils aériens doit être aussi proche que possible d'une courbe à allure régulière qui, pour chaque bande de 48 kHz correspondant à un sens de transmission, sera sensiblement une droite, c'est-à-dire une caractéristique de fréquence linéaire. Les écarts par rapport à cette droite ne devraient pas dépasser 6 cNp ou 0,5 dB pour une section d'amplification quelconque (voir l'Avis G.313).

2. Dans chaque sens de transmission et par temps sec, la caractéristique « affaiblissement-fréquence » d'une section d'amplification quelconque, comprenant une ligne en fils aériens et un répéteur à l'extrémité d'arrivée, devrait se situer à ± 3,5 cNp ou ± 0,3 dB par rapport à la droite correspondant à la meilleure approximation de la caractéristique « affaiblissement-fréquence » mesurée de la ligne. Ces tolérances imposent des normes élevées pour l'établissement des projets, la construction et la maintenance de la ligne en fils aériens et peuvent également imposer l'égalisation de la distorsion d'affaiblissement résiduelle de la section d'amplification.

3. La caractéristique de régulation du gain du répéteur doit être telle que la modification du gain qui doit compenser le changement des conditions météorologiques soit une fonction linéaire de la fréquence et corrige une caractéristique « affaiblissement-fréquence » linéaire avec des tolérances qui ne dépassent pas:

pour toutes les conditions météorologiques comprises entre un temps sec et un temps raisonnablement humide, c'est-à-dire pour les cas où l'Avis G.312 recommande que la valeur maximum du gain des répéteurs soit d'environ 5 Np ou 43 dB, une tolérance de ± 6 cNp ou ± 0,5 dB;

lorsque le givrage des lignes doit être sérieusement pris en considération, c'est-à-dire pour les cas où l'Avis G.312 indique que les répéteurs peuvent avoir un gain maximum d'environ 7,4 Np ou 64 dB, une tolérance de ± 1,1 dNp ou ± 1 dB.

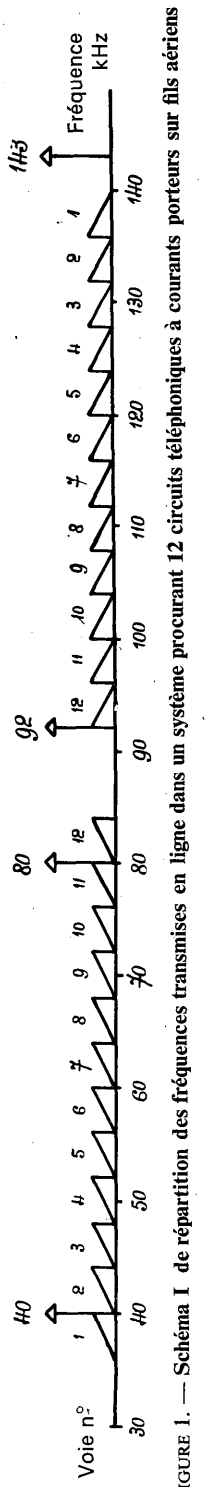


FIGURE 1. — Schéma I de répartition des fréquences transmises en ligne dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens

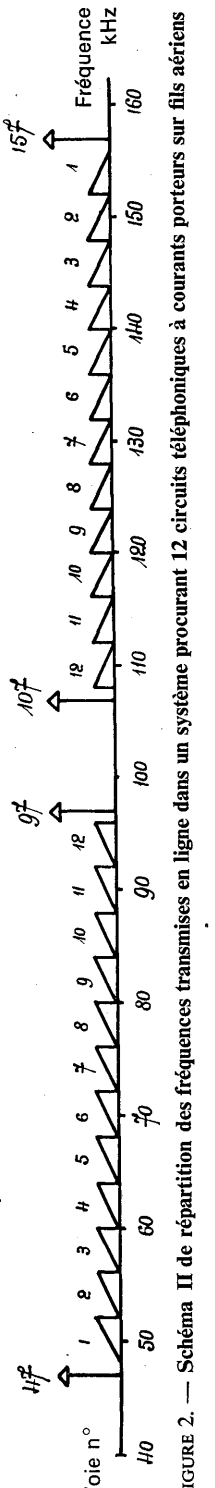


FIGURE 2. — Schéma II de répartition des fréquences transmises en ligne dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens

d) *Fréquences transmises en ligne.* — Le système comportera 12 circuits téléphoniques à courants porteurs.

Le système utilisera une paire de fils aériens. La fréquence la plus basse transmise sur la ligne doit être assez élevée pour permettre l'emploi d'un système procurant trois circuits téléphoniques à courants porteurs en même temps que le système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs.

A titre d'information, les figures 1 et 2 représentent deux systèmes de répartition des fréquences transmises en ligne et de choix correspondant des fréquences pilotes (schémas I et II). Afin d'assurer une certaine uniformité dans le réseau téléphonique international, il est recommandé que les administrations ou exploitations privées intéressées à une liaison internationale à courants porteurs sur ligne en fils aériens choisissent toujours (si possible) soit l'un, soit l'autre de ces systèmes et n'utilisent pas un système différent.

Le C.C.I.T.T. ne recommande pas spécialement le schéma I ou le schéma II. Les administrations ou exploitations privées intéressées à l'établissement d'un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur ligne internationale en fils aériens auront à examiner dans chaque cas particulier lequel de ces deux schémas convient le mieux au double point de vue technique et économique.

En outre, l'emploi sur une même nappe de plusieurs systèmes procurant 12 circuits à courants porteurs (correspondant à diverses paires de fils aériens) nécessite la coordination judicieuse de la position (après modulation) des groupes primaires correspondants dans le spectre des fréquences. A titre indicatif, les figures 3 et 4 montrent deux procédés (1 et 2) utilisés dans certains pays.

e) *Fréquences pilotes.* — Chaque système comportera un dispositif automatique pour la régulation du gain, commandé par deux ondes pilotes de fréquences différentes pour chacun

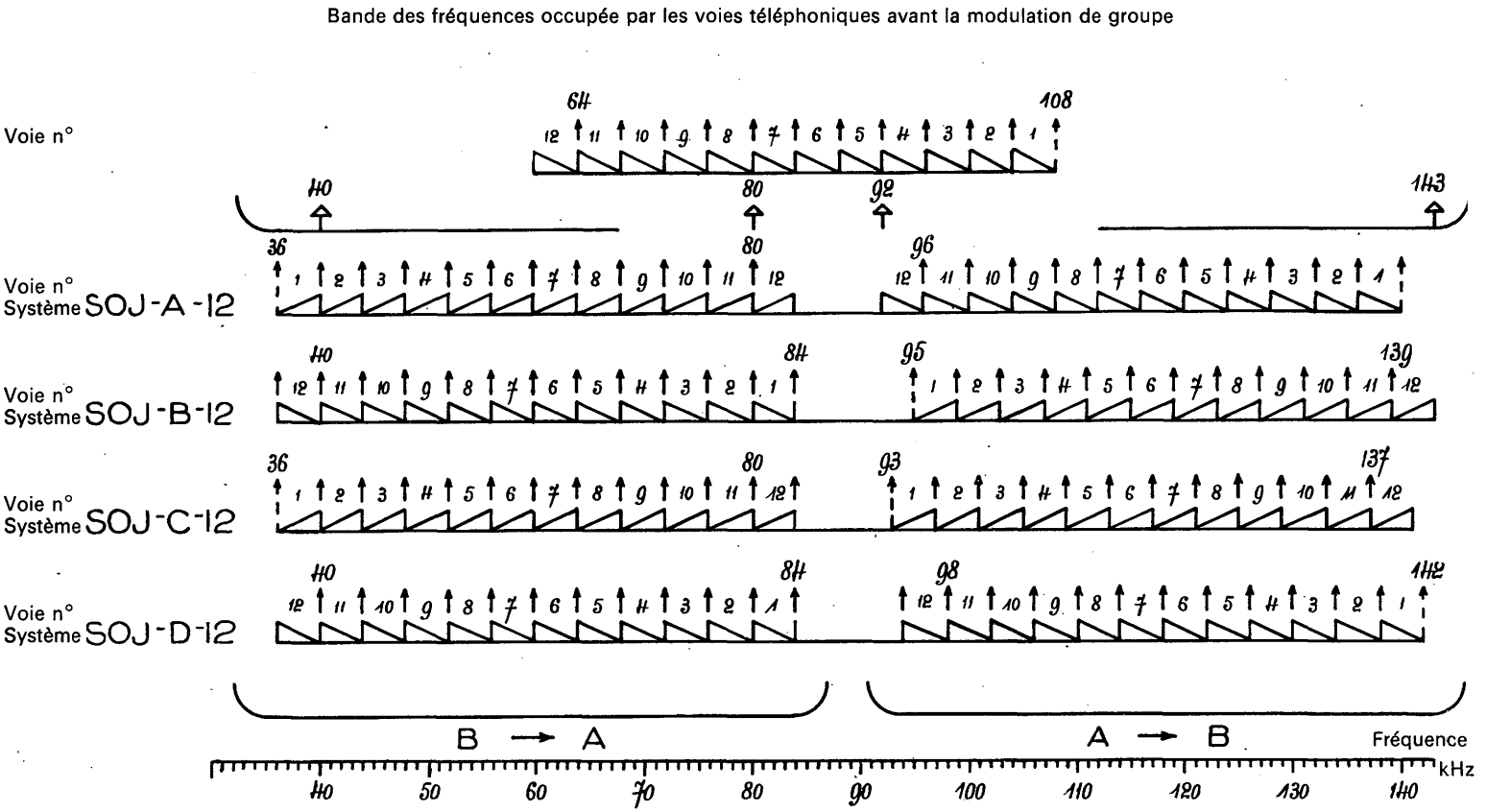


FIGURE 3. — **Schéma de répartition des fréquences dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens et utilisant le procédé I** *(voir suite page suivante)*

Système	B → A fréquence porteuse de		A → B fréquence porteuse de	
	1re modulation de groupe	2e modulation de groupe	1re modulation de groupe	2e modulation de groupe
	kHz	kHz	kHz	kHz
SOJ-A-12	340	484	340	308
SOJ-B-12	340	364	340	543
SOJ-C-12	340	484	340	541
SOJ-D-12	340	364	340	306

FIGURE 3 *(suite)*. — **Tableau de répartition des fréquences porteuses**

des deux sens de transmission. Il n'est pas possible de normaliser pour l'ensemble du service téléphonique international les valeurs des fréquences pilotes à utiliser sur une ligne internationale en fils aériens, exploitée au moyen de courants porteurs, parce qu'un accord n'a pas pu intervenir sur le choix exclusif d'un système de répartition des fréquences transmises en ligne. Il appartient aux administrations ou exploitations privées intéressées à une telle liaison internationale de prendre une décision à cet égard. *Il est extrêmement désirable* que l'entente se fasse entre elles pour employer *le même* système de répartition des fréquences transmises en ligne et les mêmes fréquences pilotes (c'est-à-dire soit le schéma I de la figure 1, soit le schéma II de la figure 2) afin d'éviter, à la station de répéteurs frontière, la présence d'équipements de modulation et de démodulation intermédiaire, ou de tout autre équipement permettant de passer d'un système à un système différent. Si cet accord ne peut pas être obtenu, on peut envisager deux procédés:

1. Considérer la station de répéteurs frontière, où deux systèmes différents sont interconnectés, comme l'extrémité d'une section de régulation de ligne, c'est-à-dire arrêter l'onde pilote de chaque pays à la frontière et y engendrer l'onde pilote adoptée par l'autre pays, qui doit être réintroduite en ligne au-delà de la frontière.

2. Choisir des ondes pilotes qui, dans les deux systèmes, aient exactement les mêmes positions relatives par rapport au centre du groupe de voies téléphoniques transmises en ligne et les mêmes niveaux relatifs, car alors on peut opérer le transfert des ondes pilotes par le même procédé qui assure le transfert des groupes primaires.

Au point de niveau relatif zéro, le niveau absolu nominal de tension de chaque onde pilote devrait être aussi réduit que possible, eu égard au type de système employé. En tout cas, à titre provisoire, il est recommandé que ce niveau absolu ne dépasse pas −2,3 népers (−20 décibels). La stabilité des ondes pilotes doit être telle que leur fréquence soit toujours exacte à moins de $5 \cdot 10^{-6}$ près.

f) *Stabilité des générateurs de courants porteurs.* — Pour que l'effet des modulations ou des démodulations ne produise jamais un écart supérieur à 2 Hz entre la fréquence vocale appliquée à l'origine d'une voie et celle qui est reçue à l'extrémité correspondante (dans le

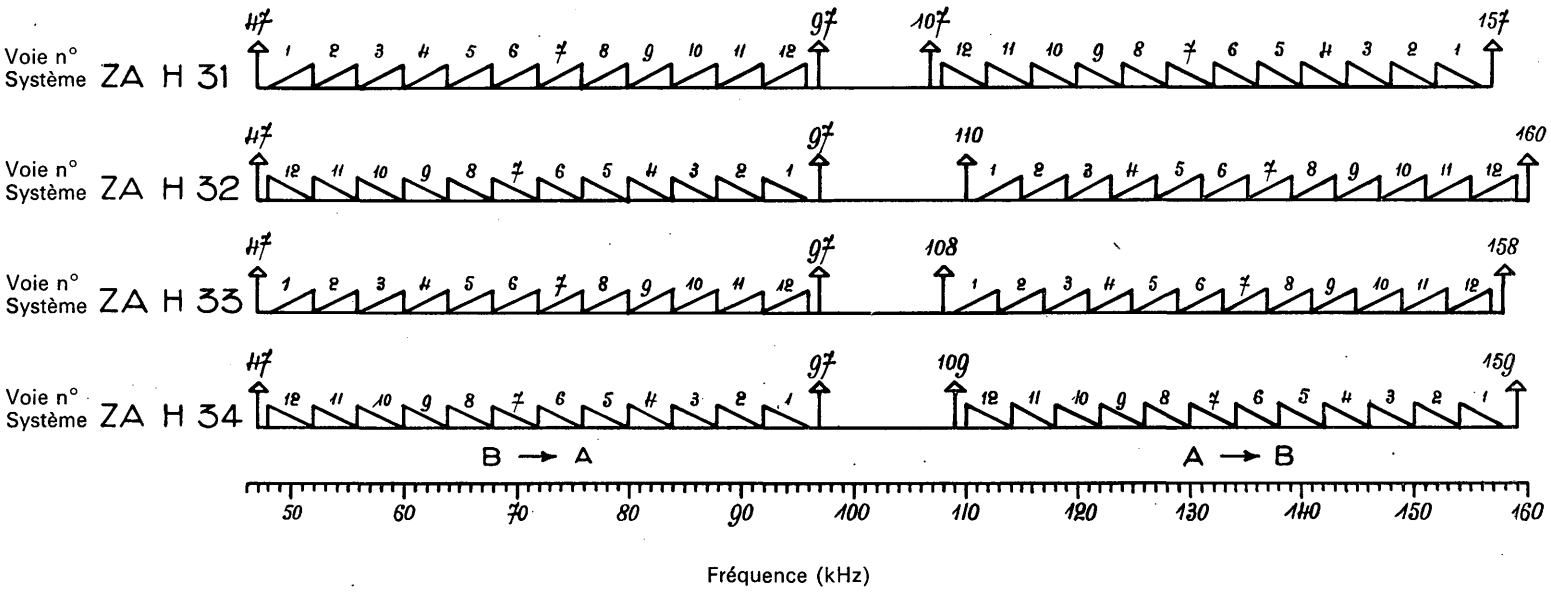


FIGURE 4. — **Schéma de répartition des fréquences dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens et utilisant le procédé II**

cas où il n'y a pas de démodulation et remodulation intermédiaire), la stabilité des générateurs de courants porteurs doit être telle que la fréquence en soit toujours exacte à moins de $5 \cdot 10^{-6}$ près.

g) *Circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens.* — Ce circuit fictif de référence a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs procurant 12 circuits sur une paire de fils aériens.

Ce circuit fictif de référence comporte au total, pour chaque sens de transmission:

— 3 couples de modulations de voie,

— 6 couples de modulations de groupe primaire.

La figure 5 donne le schéma de principe de ce circuit fictif de référence. On voit qu'il y a au total 9 modulations et 9 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque modulation est effectuée en un seul étage [1].

Les hypothèses concernant le nombre de paires dans les diverses sections homogènes du circuit fictif de référence, la longueur des sections homogènes, l'interconnexion des voies et des groupes primaires aux extrémités des sections et la loi d'addition du bruit produit dans diverses sections qui s'appliquent au circuit fictif de référence sur paires symétriques (voir le paragraphe A a) de l'Avis G.322) sont aussi applicables au circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens.

En outre, les répartitions recommandées au paragraphe d) du présent avis pour les fréquences en ligne (avec indication des « décalages » et/ou des « inversions » de voies) sont appliquées en nombre égal à chaque section de la paire.

h) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit.* — Pour l'établissement des projets de construction de systèmes à courants porteurs à 12 circuits sur lignes en fils aériens, on prendra l'objectif suivant:

Chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens doit être prévue de manière que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité du circuit fictif de référence, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 20 000 pW au cours d'une heure quelconque.

Les hypothèses pour le calcul du bruit indiquées dans l'Avis G.223 sont applicables, compte tenu de la constitution du circuit fictif de référence sur ligne en fils aériens.

Remarque. — La valeur de puissance psophométrique de 20 000 pW correspond à un temps pluvieux normal; cette valeur ne peut être dépassée que dans des conditions climatiques extrêmement défavorables.

[1] Il n'est pas possible de constituer, sur un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs sur une paire de fils aériens, un circuit téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence, puisqu'en un point de dérivation de groupe primaire toutes les voies téléphoniques transmises en ligne sont extraites en bloc du système considéré. Toutefois, le circuit fictif de référence défini ci-dessus, avec un certain nombre de modulations, est utile pour établir les projets de construction des équipements de telle sorte que les circuits établis sur ces systèmes satisfassent aux recommandations du C.C.I.T.T.

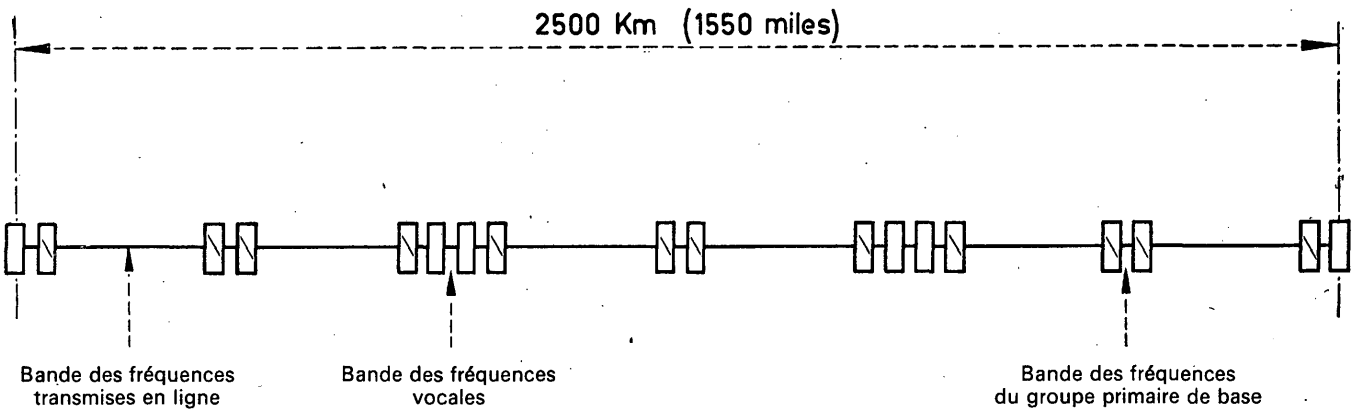


FIGURE 5. — **Schéma de principe du circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens**

Il est recommandé de répartir cette limite globale entre les composantes principales du bruit total de la façon suivante:

Bruit de ligne	17 500 pW
Bruit dû aux équipements terminaux	2 500 pW

La répartition du bruit total entre:

— bruit de fond,
— bruit d'intermodulation,
— bruit dû à la diaphonie

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW pour l'équipement terminal et de 17 500 pW pour la ligne.

Remarque. — A titre de simple exemple, une répartition détaillée, entre les diverses composantes du bruit total de ligne, est indiquée dans le supplément n° 6 du présent ouvrage.

i) *Caractéristiques d'un circuit réel de 2500 km.* — Si les lignes sont construites avec soin (en tenant compte notamment des renseignements qui sont fournis dans la remarque de l'Avis G.313) et si le projet de construction du système est établi conformément aux recommandations du C.C.I.T.T., il est probable que des circuits dont la constitution est comparable à celle du circuit fictif de référence satisferont aux recommandations du C.C.I.T.T. pendant la plus grande partie du temps.

Remarque. — On s'attend à ce que, si des conditions climatiques très défavorables se rencontrent sur une grande partie de l'itinéraire du circuit considéré, certaines conditions (relatives par exemple à la diaphonie, aux niveaux relatifs en ligne et au bruit) ne soient pas satisfaites.

AVIS G.312

RÉPÉTEURS INTERMÉDIAIRES POUR SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS SUR LIGNES EN FILS AÉRIENS

a) *Gain maximum.* — Dans le cas où le givrage des lignes est exceptionnel, les répéteurs, dans le sens où l'on transmet les fréquences les plus élevées, doivent avoir un gain d'au moins 5 népers ou 43 décibels, pour la fréquence supérieure transmise en ligne, ce gain étant mesuré entre les bornes de ligne de l'équipement de la station de répéteurs (qui comporte notamment les filtres d'aiguillage, les correcteurs de distorsion d'affaiblissement, etc.), les régulateurs de niveau étant dans la position de gain maximum.

A titre d'information, dans les pays où le givrage des lignes doit être pris sérieusement en considération, il est possible d'avoir des répéteurs procurant un gain maximum de 7,4 népers ou 64 décibels, à la fréquence supérieure transmise en ligne, ces répéteurs tenant compte également de la pente plus forte de la caractéristique « affaiblissement de la ligne-fréquence » que l'on rencontre quand il y a du givre sur la ligne.

b) *Impédance.* — L'expérience montre que les valeurs nominales de l'impédance de la ligne en fils aériens varient à cause des différents modes de construction de ces lignes. Ces valeurs peuvent s'échelonner par exemple de 530 à 630 ohms.

L'impédance de l'équipement de la station de répéteurs, vue des bornes de raccordement à la ligne, doit être réglée pour la fréquence maximum transmise en ligne de telle sorte que le module du coefficient d'adaptation à la jonction entre cet équipement et la ligne soit au plus égal à 0,05 dans la partie supérieure de la bande des fréquences transmises en ligne et au plus égal à 0,075 dans la partie inférieure de cette bande.

c) *Valeur minimum de l'affaiblissement de distorsion harmonique.* — La distorsion harmonique d'un répéteur ne doit pas dépasser la valeur correspondant aux limites ci-après:

Quand on applique une puissance de 1 milliwatt à l'origine d'une voie téléphonique, l'affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre 2 (écart logarithmique entre le second harmonique et le fondamental) doit être au moins égal à 8,1 népers ou 70 décibels; l'affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre 3 (écart logarithmique entre le troisième harmonique et le fondamental) doit être au moins égal à 9,2 népers ou 80 décibels.

d) *Niveau de saturation.* — Le niveau de saturation (ou niveau de puissance utilisable) d'un récepteur ne doit pas être inférieur à 3,8 népers (33 décibels).

Ce niveau correspond à la puissance totale à la sortie pour laquelle un accroissement ultérieur d'un décinéper ou d'un décibel correspondrait à un accroissement de 2,3 népers (20 décibels) du niveau absolu de puissance du troisième harmonique.

e) *Stabilité.* — Les bornes de ligne étant bouclées de chaque côté sur une impédance quelconque comprise entre une valeur très faible et une valeur très grande d'angle quelconque, il ne doit pas se produire d'amorçage d'oscillations.

f) *Valeur minimum de l'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station.* — Si l'on applique la tension perturbatrice à l'entrée de l'équipement total correspondant à un répéteur dans une station, l'entrée de l'équipement total correspondant à un autre répéteur de la même station étant fermée sur une impédance égale à l'impédance nominale de la ligne, et si l'on compare les tensions obtenues respectivement à la sortie de ces deux équipements correspondant aux deux répéteurs, on doit obtenir un écart diaphonique au moins égal à 8,5 népers ou 74 décibels, les deux répéteurs étant dans leurs conditions normales de fonctionnement.

AVIS G.313

LIGNES EN FILS AÉRIENS UTILISABLES AVEC DES SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS A 12 VOIES

a) *Affaiblissement d'une section d'amplification.* — Le niveau maximum transmis à l'entrée de la ligne en fils aériens a été fixé à + 2 népers ou + 17 décibels. Le niveau le plus bas sur la ligne aérienne ne doit pas descendre au-dessous de −2 népers ou −17 décibels dans les conditions normales de temps humide.

Ces prescriptions sont suffisantes si l'on veut exploiter sur une nappe aérienne un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs (voir aussi l'annexe ci-après).

Dans le cas où l'on désire exploiter plusieurs systèmes, il faut observer des conditions supplémentaires. La caractéristique « affaiblissement-fréquence » doit être aussi proche que possible d'une courbe à allure régulière. A titre d'information, sur une ligne neuve établie pour l'exploitation avec 12 circuits à courants porteurs, on peut obtenir que les écarts

à partir de la courbe à allure régulière ne dépassent pas 0,5 décibel dans une section d'amplification quelconque et dans toute la bande des fréquences effectivement transmises en ligne.

b) *Diaphonie.* — L'écart télédiaphonique entre les deux paires de conducteurs attribuées à des systèmes à courants porteurs employant des fréquences transmises en lignes identiques ne doit pas être inférieur à 7,5 népers ou 65 décibels, dans une section d'amplification quelconque (dont on admet que la longueur est de l'ordre de 100 kilomètres) à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises.

L'affaiblissement paradiaphonique, mesuré aux équipements terminaux ou dans les stations de répéteurs, ne doit pas être inférieur à 4,8 népers ou 42 décibels à une fréquence quelconque dans les bandes de fréquences effectivement transmises en ligne.

Remarque. — On estime que les conditions indiquées ci-dessus peuvent être satisfaites si l'on apporte un soin convenable à la construction de la ligne. Les artères en fils aériens sur lesquelles on désire exploiter plusieurs systèmes procurant 12 circuits téléphoniques doivent être transposées d'après la pratique normale pour la transmission de la bande de fréquences de ces systèmes à 12 circuits.

On trouvera des renseignements relatifs à l'affaiblissement diaphonique entre circuits établis sur des lignes en fils aériens, ainsi que sur l'application des transpositions à des artères destinées à être exploitées avec plusieurs systèmes à 12 circuits, dans les publications suivantes:

1. Methods for increasing crosstalk attenuation between open-wire lines, par M. Vos et C. G. Aurell (Ericsson Technics, No. 6, 1936). (La traduction en français de cet article a fait l'objet du document polycopié « C.C.I.F. — 1947/1948 — 3e C.E. — Document nº 10 ».)
2. Crosstalk on open-wire lines (monographie 2520 du Bell Telephone System).
3. Réponses à la Question nº 40 de la 3e C.E. du C.C.I.F. dans les documents suivants:

   C.C.I.F. — 1955-1956 — 3e C.E. — Document nº 13 (Cuban Telephone Company),
   C.C.I.F. — 1955-1956 — 3e C.E. — Document nº 33 (Administration d'Italie),
   C.C.I.F. — 1955-1956 — 3e C.E. — Document nº 71 (Administration de l'U.R.S.S.),
   C.C.I.F. — 1955-1956 — 3e C.E. — Document nº 73 (Administration de l'Australie).

Les administrations qui désirent exploiter un seul système à 12 circuits sur une artère existante trouveront des indications dans l'annexe ci-après.

c) *Sections de câble souterrain.* — Quand il est nécessaire d'employer des sections de câble souterrain, soit aux stations de répéteurs extrêmes, soit sous forme d'une section de câble intercalée sur la ligne en fils aériens, on doit examiner s'il y a lieu d'adapter l'impédance des paires de la ligne en fils aériens à celle des paires en câble, au moyen:

1. d'un câble à faible capacité chargé de façon à adapter son impédance à celle de la ligne en fils aériens, ou
2. de transformateurs adaptateurs d'impédance et/ou de filtres de séparation, placés sur les appuis de jonction ou à leur pied.

d) *Précautions à prendre pour diminuer la diaphonie dans les stations de répéteurs.* — Il est recommandé de prévoir une interruption de la ligne en fils aériens de l'ordre de 25 mètres et d'établir des câbles d'entrée séparés. En outre, il peut être nécessaire d'insérer sur d'autres paires des bobines d'inductance placées dans le circuit longitudinal, avec ou sans filtres de suppression de la diaphonie.

e) *Protection contre les surtensions extérieures en ligne.* — A titre d'information, l'Administration française applique la méthode de protection suivante:

Les filtres de ligne doivent être protégés du côté de la ligne par des fusibles et des parafoudres.

Dans les cas où le circuit à fréquences vocales repart directement en fils aériens, la sortie du filtre pour fréquences vocales est à protéger de la même façon.

Les filtres pour fréquences vocales doivent être symétriques et construits pour pouvoir subir une tension d'essai de 3000 volts continus par rapport à la masse.

Les filtres pour hautes fréquences peuvent être construits avec une première demi-cellule symétrique reliée aux autres cellules du filtre par un transformateur. La première demi-cellule doit avoir une rigidité diélectrique lui permettant de supporter une tension d'essai de 3000 volts par rapport à la masse. Le restant du filtre peut être dissymétrique s'il précède immédiatement l'équipement terminal. Si un câble est interposé, il doit être encadré par deux translateurs pour rétablir la symétrie et permettre éventuellement une adaptation d'impédance.

A titre d'information également, la Cuban Telephone Company emploie la méthode de protection suivante:

α) Des parafoudres à charbon sont placés:

1. sur le poteau terminal, avec une tension d'amorçage de 750 volts;
2. entre le câble d'amorce et l'équipement, avec une tension d'amorçage de 350 volts.

Dans des conditions très défavorables, ces parafoudres fondent et relient la ligne à la terre.

β) Des parafoudres à thyrite sont placés dans les filtres de ligne afin de fournir une protection contre des tensions qui ne sont pas assez élevées pour que les parafoudres à charbon y remédient.

γ) Une protection par des bobines pour la décharge de la ligne est aussi établie quand c'est nécessaire dans des zones sujettes à d'importantes perturbations dues à la foudre.

ANNEXE
(à l'Avis G.313)

Cas particulier où l'on désire exploiter un seul système procurant 12 circuits sur une artère en fils aériens existante

Quand une administration ou exploitation privée se propose d'exploiter un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs sur une artère en fils aériens existante, elle aura intérêt à tenir compte des considérations suivantes:

Il est nécessaire d'effectuer des mesures de la caractéristique « affaiblissement-fréquence » sur la paire que l'on se propose d'employer normalement et sur la paire que l'on se propose d'employer comme paire de secours. Les facteurs qui ont de l'effet sur l'affaiblissement d'une paire particulière sont: la distance entre les conducteurs, le diamètre des conducteurs et leur type, le mode d'isolation et les schémas de transposition de la ligne. Si la distance entre les fils est constante, si la paire se compose de conducteurs uniformes sur toute sa longueur et si l'on emploie un schéma de transposition qui conduit à des transpositions rapprochées et régulièrement espacées, la paire considérée devrait permettre l'exploitation d'un système à 12 circuits téléphoniques.

Quand des artères sont transposées pour permettre l'exploitation dans la bande de fréquences qui s'étend jusqu'à 30 kHz, on ne rencontrera en général pas de difficulté à exploiter un seul système à 12 circuits, si l'on tient dûment compte de l'adaptation entre l'impédance des lignes en fils aériens et celle des sections de câble souterrain ou des câbles d'entrée (emploi de transformateur ou de câble chargé).

Quand une artère n'est transposée que pour l'exploitation aux fréquences vocales, il est possible de construire deux paires supplémentaires, destinées à être exploitées avec un système à 12 circuits à courants porteurs, en fixant une traverse sur un prolongement de l'appui en son sommet et en adoptant un schéma de transposition approprié pour ces paires supplémentaires. Cette traverse supplémentaire devrait être éloignée d'au moins 24 pouces (61 cm) de la traverse supérieure existante. A titre d'alternative, si l'on n'a pas besoin de poser de nouveaux conducteurs, on peut appliquer un schéma de transposition convenant pour l'exploitation à des fréquences atteignant 30 kHz, ce qui devrait aussi permettre d'exploiter un seul système à 12 circuits. Toutefois, c'est le taux d'accroissement du trafic qui déterminera dans quelle mesure une artère devrait être recons-

truite et il peut être plus économique d'appliquer, dès le début, un schéma de transposition permettant d'exploiter dans l'avenir plusieurs systèmes à 12 circuits; dans ce dernier cas, la durée de la vie résiduelle de l'artère est un facteur important.

Les observations figurant dans les paragraphes c), d) et e) ci-dessus s'appliquent aussi à ce cas particulier.

AVIS G.314 (Genève, 1964)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES PROCURANT 8 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES A COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

a) *Bande de fréquences transmises par chaque voie téléphonique — Signalisation hors bande*

Les recommandations générales relatives aux équipements terminaux à 8 voies, figurant dans l'Avis G.234, doivent être satisfaites par chaque voie d'un système à 8 voies sur fils aériens. On doit toutefois noter que la signalisation semi-continue à faible niveau peut présenter quelques difficultés lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises.

b) *Niveaux relatifs en ligne*

Normalement, les niveaux relatifs nominaux et les tolérances doivent être ceux qui sont recommandés pour les systèmes à 12 voies (Avis G.311, paragraphe c). Toutefois, lorsque le système à 6 kHz est employé sur des liaisons courtes (par exemple moins de 100 km) et qu'il n'existe pas de systèmes à 4 kHz sur l'artère aérienne, il est possible d'utiliser un niveau d'émission plus faible, étant entendu que le niveau minimum à l'extrémité réceptrice ne doit pas descendre au-dessous de la valeur de −2 népers ou −17 dB déjà recommandée pour les systèmes à 12 voies (Avis G.313, paragraphe a).

c) *Fréquences transmises en ligne*

Le système comprend 8 voies téléphoniques et utilise une paire de fils aériens. La répartition des fréquences en ligne doit être compatible avec celle des systèmes existants à 3 et 12 voies. L'une ou l'autre des répartitions de la figure 1 est convenable.

Remarque 1. — On peut obtenir ces répartitions des fréquences transmises en ligne, soit en partant du groupe primaire de base à 8 voies, défini dans l'Avis G.234, et en utilisant, pour le mettre en place en ligne, les équipements de modulation qui permettent d'obtenir pour les systèmes à 12 voies le schéma I de répartition des fréquences de l'Avis G.311, soit en partant directement des fréquences vocales et en utilisant des équipements de modulation spéciaux. Le C.C.I.T.T. ne recommande pas un de ces procédés de modulation plutôt que l'autre.

A titre d'information, lorsqu'on désire installer plus de deux systèmes sur la même artère, on peut employer les répartitions de fréquences indiquées ci-après. Toutefois, dans ce cas, il est douteux qu'on puisse exploiter quatre systèmes sur une artère où l'on applique des schémas de transposition simplifiés, tels que ceux qui peuvent être admis si l'on se borne à exploiter deux systèmes avec la répartition de fréquences recommandée ci-dessus.

Un arrangement qui pourrait fournir des avantages dus au décalage des porteuses, entre les quatre répartitions pour systèmes à 8 voies, analogues à ceux que l'on a entre les répartitions pour systèmes à 12 voies recommandées par le C.C.I.T.T., et qui fournirait également une compatibilité raisonnable, consisterait à adopter pour le système à 8 voies les répartitions de fréquences suivantes, dans le groupe des fréquences les plus élevées:

Répartition A: bandes latérales inférieures de 98, 104-134, 140 kHz
Répartition B: bandes latérales supérieures de 93, 99-129, 135 kHz
Répartition C: bandes latérales supérieures de 95, 101-131, 137 kHz
Répartition D: bandes latérales inférieures de 100, 106-136, 142 kHz

Dans le groupe des fréquences inférieures, les répartitions A et C pourraient être comme celle que propose la version normale du schéma de la figure 1, et les répartitions B et D comme celle de la version avec décalage des porteuses.

Après plus ample étude, il pourrait être possible de proposer d'autres arrangements fournissant de plus grands avantages dus au décalage des porteuses.

Remarque 2. — Si l'on utilise un système à 8 voies sur la même artère aérienne qu'un système à 12 voies employant la répartition de fréquences de la figure 3 de l'Avis G.311, il y a un certain risque que des signaux à fréquences vocales dans les voies 1 et 8 du système à 8 voies puissent perturber les ondes pilotes à 40 et 80 kHz du système à 12 voies, ou inversement. Les administrations qui envisagent d'utiliser ces systèmes d'une telle façon devraient tenir compte de ce risque en répartissant les différents systèmes sur les paires de conducteurs disponibles.

d) *Ondes pilotes de ligne*

Il est recommandé d'employer des ondes pilotes à 84 et 92 kHz avec les deux schémas de répartition de fréquences recommandées au paragraphe c) de cet avis (voir figure 1).

Toutefois, lorsqu'on emploie un équipement de modulation du système à 12 voies conformes au schéma I (figure 1 de l'Avis G.311) pour la mise en place en ligne des groupes de 8 voies, il est admis d'employer les ondes pilotes normalement utilisées dans les systèmes à 12 voies (voir l'Avis G.311).

Dans les régions où les conditions météorologiques n'ont pas une très grande influence sur l'affaiblissement d'une section d'amplification, il suffit d'utiliser, pour chaque sens de transmission, une seule onde pilote de régulation. Ce n'est que sur les lignes très longues (supérieures à 800 km par exemple, dans les régions où les conditions climatiques sont favorables) ou dans les régions présentant des variations considérables de la température (possibilité de givrage important des fils) qu'il sera nécessaire d'employer des ondes pilotes supplémentaires. Dans de tels cas, il est recommandé d'observer ce qui suit:

1. Dans le sens de transmission utilisant les fréquences les plus basses, employer une onde pilote à 48 kHz. Cela coïncide avec une fréquence porteuse virtuelle des systèmes à 8 et 12 voies et comme, par ailleurs, cette onde pilote de régulation n'est pas adjacente à la limite de la bande passante des filtres de ligne (normalement utilisés pour séparer les systèmes à 3 voies des systèmes à 8 (ou 12) voies établis sur la même paire), son utilisation n'impose pas des conditions excessivement rigoureuses en ce qui concerne la distorsion d'affaiblissement des filtres.

2. Dans le sens de transmission utilisant les fréquences les plus élevées, il est recommandé d'utiliser une onde pilote à 143 ou 144 kHz.

Remarque. — La fréquence 143 kHz présente l'avantage d'être compatible avec les systèmes à 12 voies tandis que la fréquence 144 kHz (multiple de 6 kHz) peut être obtenue plus facilement — par exemple à partir de l'équipement d'alimentation en courants porteurs.

La stabilité de la source de fréquences pilotes doit être telle que la fréquence soit toujours exacte à 10^{-5} près.

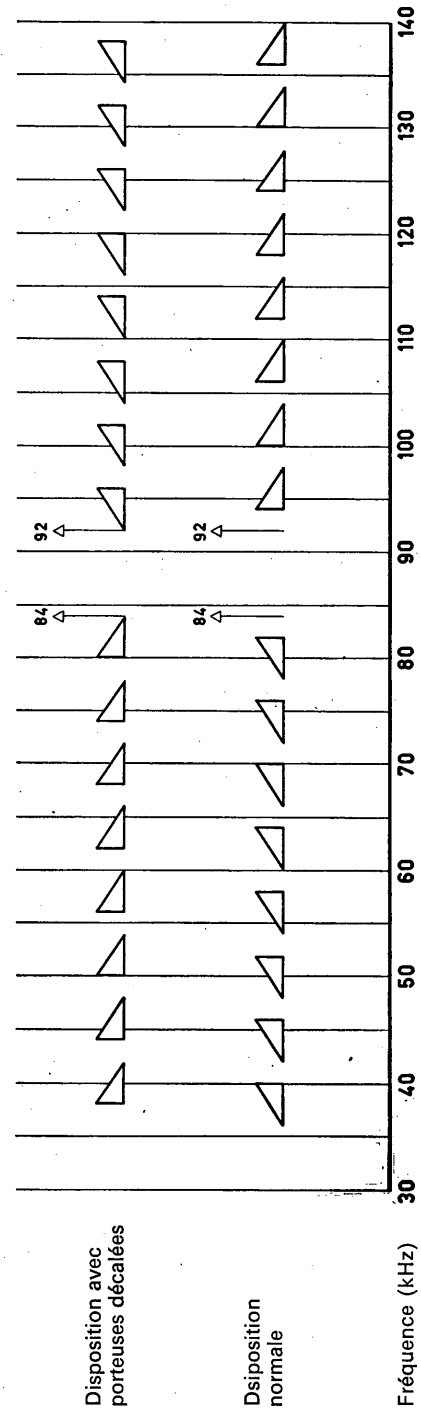


FIGURE 1. — **Disposition des fréquences dans le système à 8 voies sur fils aériens**

3.2 Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble procurant des groupes primaires ou secondaires

Les Avis de cette sous-section sont relatifs à des systèmes procurant des groupes de 12 circuits téléphoniques à grande distance au moyen de paires symétriques situées dans deux câbles différents et utilisées respectivement pour procurer des groupes de 12 voies téléphoniques à courants porteurs utilisées pour les deux sens de transmission de ces circuits — à l'exception des Avis G.325, G.326 et G.327 qui s'appliquent aux systèmes (12 + 12) en câble.

L'Assemblée plénière de Mar del Plata (1968) a regroupés ces Avis pour mettre l'accent sur les systèmes modernes à transistors et y a apporté des modifications rédactionnelles. Le tableau suivant indique les Avis qui ont changé de numéro dans ce regroupement.

Ancien n° [1]	Sujet	Nouveau n°
G.321	Caractéristiques générales des systèmes utilisant des tubes à vide	fondus dans G.324
G.322	Répéteurs intermédiaires et terminaux pour systèmes utilisant des tubes à vide	
G.323	Caractéristiques des paires symétriques	G.321
G.324	Système (12 + 12) utilisant des tubes à vide	G.327
G.325	Systèmes utilisant des transistors	G.322
G.326	Systèmes types utilisant des transistors	G.323
G.327	Systèmes (12 + 12) utilisant des transistors	G.325
G.328	Systèmes types (12 + 12) utilisant des transistors	G.326

AVIS G.321 (ancien Avis G.323, modifié à Genève, 1964)

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE

A. Spécification du câble

Exemples de caractéristiques électriques de câbles contenant des quartes en étoile destinées à procurer 12, 24, 36, 48, 60 ou 120 voies téléphoniques à courants porteurs sur chaque paire d'une quarte

a) *Types de câbles*

Les administrations qui décideraient d'équiper leur réseau de câbles à paires symétriques devraient, dans toute la mesure du possible, les choisir conformes aux types de câbles définis ci-après.

Les câbles nouveaux qui sont posés dans le réseau téléphonique international européen et nord-africain contiennent des paires symétriques non chargées destinées à être exploitées avec 12, 24, 36, 48, 60 ou 120 voies téléphoniques à courants porteurs sur chaque paire. Ces paires sont groupées par quartes en étoile et toutes les paires non chargées d'un même câble appartiennent à l'un des types dont les caractéristiques nominales sont indiquées dans le tableau suivant:

[1] Dans le tome III du *Livre Bleu*.

	Type I	Type II	Type II *bis*	Type III	Type III *bis*
Diamètre des conducteurs, mm	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3
Capacité effective, nF/km	33	26,5	21	28	22
Impédance caractéristique (en ohms)					
à 60 kHz	153	178	206	170	196
à 120 kHz	148	174	203	165	193
à 240 kHz	—	172	200	163	190
à 550 kHz	—	—	198	—	188
Affaiblissement linéique à 10° C (en cNp/km)					
à 60 kHz	26	—	—	—	—
à 120 kHz	36	23	17	21	16
à 240 kHz	—	33	24	31	23
à 552 kHz	—	55	36	51	34

Il est essentiel qu'une section d'amplification traversant une frontière soit d'un type uniforme sur toute sa longueur. Quand il s'agit d'une section frontière entre un pays de grande étendue et un pays de petite étendue, l'administration du pays de grande étendue devrait faire tout son possible pour accepter celui des trois types adopté dans le pays de petite étendue, afin de ne pas contraindre les administrations des pays de petite étendue à employer des sections de câble international d'un type différent de celui de leurs câbles nationaux.

Remarque 1. — Certaines administrations, en soignant particulièrement l'équilibrage de la diaphonie et en adoptant une valeur appropriée pour l'espacement des stations de répéteurs, sont arrivées à établir des systèmes à 2 groupes secondaires, conformes à l'Avis G.322, sur des paires symétriques isolées au papier, conformes à la présente spécification.

Remarque 2. — Il est également possible d'établir des systèmes à 2 groupes secondaires, conformes à l'Avis G.322, sur des paires des types II *bis* et III *bis*. Les paires du type II *bis* sont isolées au polyéthylène et les paires du type III *bis* au styroflex.

b) *Régularité des longueurs de fabrication*

La régularité peut être caractérisée par l'une ou l'autre des méthodes équivalentes ci-après, dont le choix est laissé aux administrations intéressées.

1. *Capacité effective*

La « capacité effective » est mesurée entre les deux conducteurs de la paire, tous autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe du câble.

Ecarts de la capacité effective

Câble du type I. — La moyenne des capacités effectives de toutes les paires dans n'importe quelle longueur de fabrication ne doit pas différer de la valeur nominale de plus de $\pm$ 5%.

Dans une longueur de fabrication quelconque, l'écart entre une valeur individuelle quelconque de capacité effective et la valeur moyenne obtenue pour cette longueur de fabrication ne doit pas dépasser $\pm$ 7,5%; la moyenne arithmétique des valeurs absolues de ces écarts ne doit pas dépasser 2,5%.

Câbles des types II, II bis, III et III bis. — La capacité effective moyenne d'une longueur quelconque ne doit pas différer de plus de $\pm$ 3% de la valeur nominale.

Dans une longueur quelconque, la différence entre la capacité effective d'une paire quelconque et la capacité moyenne pour cette longueur de câble ne doit pas dépasser $\pm$ 5%.

2. *Ecarts d'impédance* (câbles des types II, II *bis*, III et III *bis*)

La partie réelle de l'impédance caractéristique d'un circuit quelconque à la fréquence 120 kHz ne devra pas s'écarter de plus de $\pm$ 5% de la valeur moyenne prise sur toutes les paires du premier lot de fabrication de quelques longueurs de chaque type. Cette valeur moyenne ne devra pas s'écarter de plus de $\pm$ 5% de la valeur nominale à 120 kHz.

L'impédance sera déterminée sur les longueurs de fabrication par des mesures au pont, les circuits étant terminés par une impédance constamment égale à celle qui est mesurée par le pont.

c) *Diaphonie*

La qualité du câble au point de vue de la diaphonie peut être caractérisée par l'une ou l'autre des deux méthodes équivalentes ci-après, dont le choix est laissé aux administrations intéressées.

1. *Mesures directes de diaphonie*

Pour une longueur de fabrication de 230 mètres, la diaphonie entre deux circuits réels quelconques devra satisfaire aux conditions suivantes:

— l'écart télédiaphonique devra être supérieur à 7,8 népers ou 68 décibels,

— l'affaiblissement paradiaphonique devra être supérieur à 6,4 népers ou 56 décibels.

Pour les câbles exploités avec 5 groupes primaires ou 2 groupes secondaires, ces valeurs devront être tenues à 240 kHz; pour les câbles exploités avec 2 groupes primaires, les valeurs imposées devront être tenues à 120 kHz.

Pour ces mesures, les circuits seront terminés sur la partie réelle de l'impédance nominale pour la fréquence considérée.

Pour des longueurs supérieures à 230 mètres, on retranchera des limites ci-dessus

$$\ln \frac{L}{230} \text{ néper ou } 20 \log_{10} \frac{L}{230} \text{ dB,}$$

L étant la longueur en mètres. Les longueurs inférieures à 230 mètres devront satisfaire aux mêmes conditions que les longueurs de 230 mètres.

2. *Déséquilibres de capacité et inductances mutuelles*

Toutes les mesures de déséquilibres de capacité doivent être faites avec un courant alternatif de fréquence 800 Hz. Les mesures d'impédance mutuelle doivent être faites avec un courant alternatif de fréquence 5000 Hz. Toutes les mesures doivent être faites à la température ambiante sans appliquer de corrections; mais, en cas de désaccord, les résultats obtenus à 10° Celsius seront considérés comme définitifs. Tous les conducteurs autres que ceux essayés doivent être reliés à l'enveloppe du câble.

Pour une longueur de fabrication de 230 mètres, les déséquilibres de capacité ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le tableau 1 et les inductances mutuelles ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le tableau 2. Ces tableaux indiquent des valeurs différentes pour les câbles du type I d'une part, des types II, II *bis*, III et III *bis* d'autre part.

TABLEAU 1

Déséquilibres de capacité

	Moyenne de toutes les lectures (sans tenir compte des signes)		Lecture individuelle maximum	
	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*
Déséquilibre de capacité en picofarads:				
entre paires de la même quarte	33	17	125	60
entre paires de quartes adjacentes de la même couche	10	5	60	25
entre paires de quartes non adjacentes de la même couche	valeur moyenne non spécifiée, car on ne mesure pas toutes les combinaisons possibles		20	10
entre paires appartenant à des quartes de couches adjacentes	10	5	60	25
entre une paire quelconque et la terre . . .	100	100	400	400

Remarque. — Les limites indiquées pour les valeurs moyennes ne sont pas applicables aux câbles qui ne contiennent pas plus de quatre quartes.

TABLEAU 2

Inductances mutuelles

	Moyenne de toutes les lectures (sans tenir compte des signes)		Lecture individuelle maximum	
	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*
Inductances mutuelles en nanohenrys:				
entre paires de la même quarte	150	125	600	500
entre paires de quartes adjacentes d'une même couche	100	40	400	150
entre paires de quartes non adjacentes . .	50	20	350	150
entre paires appartenant à des quartes de couches adjacentes	100	40	600	250

Remarques. — Les limites indiquées pour les valeurs moyennes ne sont pas applicables aux câbles qui ne contiennent pas plus de quatre quartes.

Pour des longueurs supérieures à 230 mètres, il y a lieu d'appliquer les règles suivantes:

Les valeurs moyennes de paire à paire données dans les tableaux précédents doivent être multipliées par la racine carrée du rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

Toutes les valeurs maximales, ainsi que les valeurs moyennes entre une paire et la terre, doivent être multipliées par le rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

Les longueurs inférieures à 230 mètres devront satisfaire aux mêmes conditions que les longueurs de 230 mètres.

d) *Rigidité diélectrique*

Sur demande spéciale, les câbles auront une disposition telle que l'isolant d'une longueur quelconque de câble sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel spécifiée dans chaque cas particulier, mais ne dépassant pas 2000 volts efficaces, appliquée pendant au moins 2 secondes entre tous les conducteurs en parallèle et l'enveloppe mise à la terre. L'essai pourra s'effectuer avec du courant alternatif à 50 Hz. La valeur de la tension d'essai ne devra pas dépasser de plus de 10 % la valeur maximum de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

L'essai pourra aussi s'effectuer en courant continu (voir l'Annexe 19 de la 4e partie du tome III du *Livre Bleu*, intitulée « Essais de rigidité diélectrique »). Dans ce cas, la limite à fixer pour la tension continue sera la limite fixée pour la tension alternative efficace multipliée par 1,4 [1].

e) *Résistance d'isolement*

Dans une longueur de câble, la résistance d'isolement mesurée entre un conducteur et tous les autres conducteurs réunis ensemble, connectés à l'enveloppe et à la terre, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre (approximativement 6200 mégohms × mile), la différence de potentiel employée étant d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts. La lecture se fera après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 degrés Celsius (59° Fahrenheit).

B.1 Spécification d'une section d'amplification destinée a être équipée de répéteurs a transistors

a) *Affaiblissement maximal dans une section d'amplification*

L'affaiblissement maximal, à la fréquence la plus élevée transmise en ligne, d'une section d'amplification normale est 4,7 Np ou 41 dB pour les systèmes à faible gain à 1, 2 ou 3 groupes primaires, et 4,1 Np ou 36 dB pour les systèmes à faible gain à 4 ou 5 groupes primaires ou 2 groupes secondaires.

b) *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre circuits de même sens, mesuré sur les sections d'amplification d'un système à porteurs sur paires symétriques non chargées, terminées à leurs deux extrémités sur des impédances égales à leur impédance caractéristique, ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées ci-après (qui tiennent compte de la présence éventuelle de réseaux compensateurs de télédiaphonie):

1. Si l'on emploie la méthode *classique* d'équilibrage, l'écart télédiaphonique pour une section d'amplification de systèmes transistorisés à *faible gain* ayant une capacité inférieure ou égale à 120 voies, établis sur des câbles des types II ou III (ou câbles analogues), ou de systèmes à *faible gain*, procurant 120 voies et établis sur des câbles des types II *bis* ou III *bis* doit être au moins égal à 8,0 népers (69,5 dB).

[1] Au paragraphe 4 de l'Annexe 19, on ne recommande aucune formule d'application générale pour les mesures sur des diélectriques composites. Toutefois, pour les mesures sur des câbles téléphoniques, le C.C.I.T.T. recommande d'appliquer le facteur 1,4, qui est typique de la pratique commerciale usuelle.

2. Lorsqu'une « section d'équilibrage » comprend plusieurs sections d'amplification, on obtient un résultat équivalent en partant de la formule $69{,}5 - 10 \log_{10} n$ (dB), où n représente le nombre de sections d'amplification compris dans une « section d'équilibrage ».

c) *Régularité de l'impédance*

L'impédance d'un circuit quelconque sur une section d'amplification, faisant partie d'un système à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus que les valeurs indiquées ci-dessous:

± 5 % (valeur mesurée à 60 kHz) dans le cas d'une section d'amplification faisant partie d'un système à 12 voies;

± 8 % (valeur mesurée à 108 kHz) dans le cas d'une section d'amplification faisant partie d'un système à 24 voies;

± 8 % (valeur mesurée à 120 kHz) dans le cas d'une section d'amplification faisant partie d'un système à 36 ou 48 voies;

± 8 % (valeur mesurée à 240 kHz) dans le cas d'une section d'amplification faisant partie d'un système à 60 voies;

± 8 % (valeur mesurée à 552 kHz) dans le cas d'une section d'amplification faisant partie d'un système à 120 voies.

d) *Rigidité diélectrique*

Si l'on désire vérifier la rigidité diélectrique d'une section d'amplification, une fois la pose terminée, on appliquera au câble une tension continue, numériquement égale à la valeur fixée pour la tension alternative efficace d'essai dans le cas des mesures de réception en usine des longueurs de fabrication (voir le paragraphe A. d ci-dessus).

e) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement mesurée à l'extrémité du câble, sans faire intervenir le câblage à l'intérieur de la station de répéteurs, et prise entre un conducteur quelconque, d'une part, et tous les autres conducteurs réunis entre eux et connectés à l'enveloppe et à la terre, d'autre part, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre, cette résistance d'isolement étant mesurée avec une différence de potentiel d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts, et les lectures étant faites après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 10 degrés Celsius (50° Fahrenheit).

B.2 Spécification d'une section d'amplification destinée a être équipée de répéteurs a tubes

a) *Affaiblissement maximum dans une section d'amplification*

L'affaiblissement du câble dans une section d'amplification ne doit pas normalement dépasser 6,5 népers (56,5 décibels) pour la fréquence la plus élevée. Pour 20 % des sections, on peut admettre une valeur maximum de 7,0 népers ou 61 décibels.

b) *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre circuits de même sens, mesuré sur les sections d'amplification d'un système à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, terminées à leurs

deux extrémités sur des impédances égales à leur impédance caractéristique, ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées ci-après (qui tiennent compte de la présence éventuelle de réseaux compensateurs de télédiaphonie):

8,0 népers (69,5 décibels) dans le cas de sections d'amplification faisant partie d'un système à 1 groupe primaire;

7,5 népers ou 65 décibels dans le cas de sections d'amplification faisant partie d'un système à 2, 3, 4 ou 5 groupes primaires ou à 2 groupes secondaires.

c) *Régularité de l'impédance*

(voir le texte correspondant de la section B.1).

d) *Rigidité diélectrique*

(voir le texte correspondant de la section B.1).

e) *Résistance d'isolement*

(voir le texte correspondant de la section B.1).

AVIS G.322 (ancien Avis G.325, modifié à Genève, 1964)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE UTILISANT DES TRANSISTORS

Le présent Avis s'applique aux systèmes utilisant les types de câble actuellement recommandés par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis G.321) et procurant 1, 2, 3, 4 ou 5 groupes primaires, ou 2 groupes secondaires.

A. Recommandations générales

a) *Circuits fictifs de référence*

1. Le « circuit fictif de référence sur paires symétriques » a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs sur paires symétriques. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

3 couples de modulation de voie,
6 couples de modulation de groupe primaire,
6 couples de modulation de groupe secondaire [1].

La figure 1 donne le schéma de principe du « circuit fictif de référence sur paires symétriques ». On voit qu'il y a au total 15 modulations et 15 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque opération est effectuée en un seul étage [1].

[1] Dans le cas de systèmes procurant 1, 2, 3 ou 4 groupes primaires, il peut y avoir en pratique un moins grand nombre de modulations, mais cela ne diminue pas l'utilité de la notion de « circuit fictif de référence sur paires symétriques ».

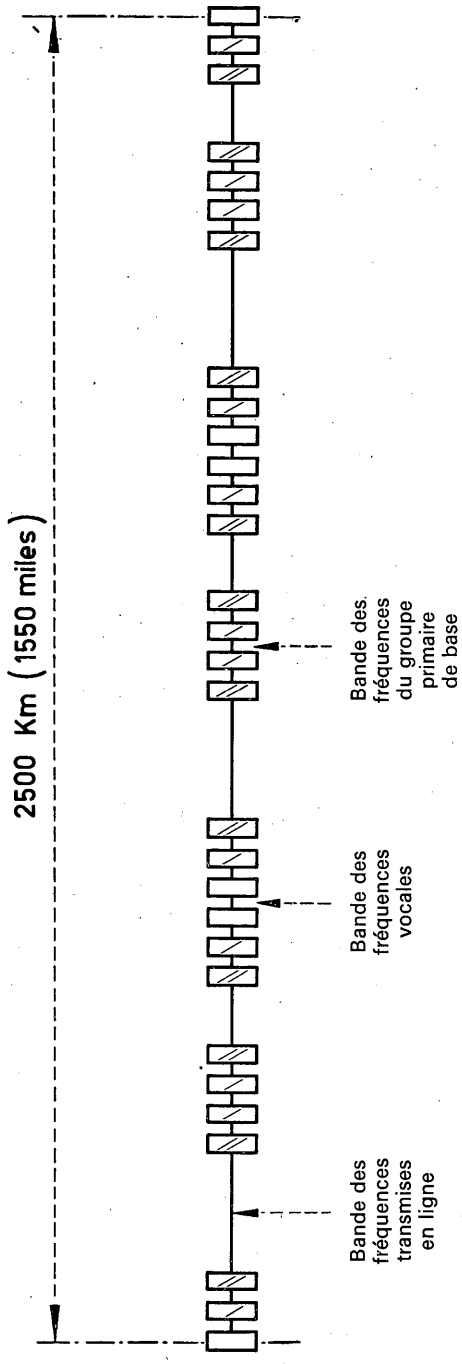


FIGURE 1. — **Schéma de principe du circuit fictif de référence sur paires symétriques en câble**

Ce circuit fictif de référence est composé de 6 sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).

Le nombre de paires du câble est supposé le même dans toutes les sections.

Le circuit fictif de référence sur paires symétriques ainsi défini est utilisé pour les systèmes procurant 1, 2, 3, 4 ou 5 groupes primaires.

2. La constitution du circuit fictif de référence pour le système à courants porteurs à 10 groupes primaires (2 groupes secondaires) doit être la même que celle du circuit fictif de référence pour le système à 16 groupes secondaires pour paires coaxiales (voir le paragraphe c) de l'Avis G.338).

b) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables aux circuits fictifs de référence dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence sur paires symétriques, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 picowatts, au cours d'une heure quelconque.

La répartition du bruit total entre:

— bruit de fond,

— bruit d'intermodulation,

— bruit dû à la diaphonie

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW pour l'équipement terminal et de 7500 pW pour la ligne.

Remarque. — Lors de l'établissement d'un projet de système à courants porteurs sur paires symétriques, on pourra déterminer le bruit dû à la diaphonie sur les circuits en s'inspirant des méthodes décrites dans les Annexes 14, 15 et 16 de la 4e partie du tome III du *Livre Bleu*.

c) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

1. *Systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma de la figure 2 *a)*.

2. *Systèmes procurant 4 groupes primaires*

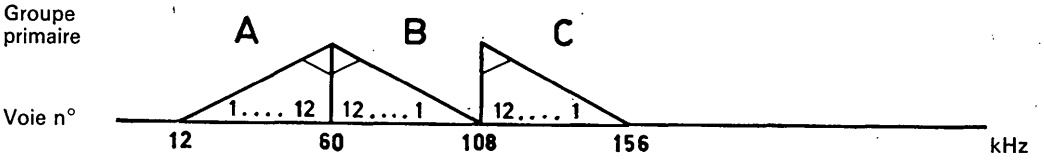
La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma 1 de la figure 2 *b)*.

Remarque. — Par accord entre les administrations intéressées, il est possible de supprimer un groupe primaire du groupe secondaire 1* défini par le schéma 2 de la figure 2 *c)* pour des systèmes à 5 groupes primaires; on obtient ainsi le schéma 1 *bis* de la figure 2 *b)*.

3. *Système procurant 5 groupes primaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma 2 de la figure 2 *c)*.

Remarque 1. — Dans le cas de l'interconnexion directe entre un système procurant 5 groupes primaires sur paires symétriques et des systèmes procurant un moins grand nombre de groupes primaires, on pourra,



a) Système procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires

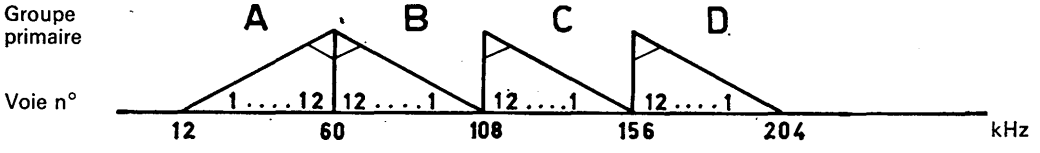


Schéma 1 (recommandé)

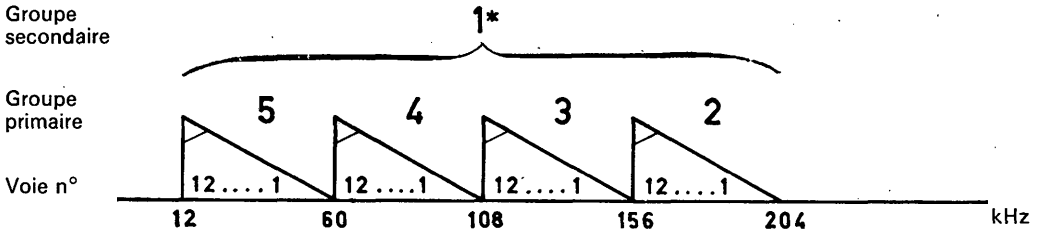


Schéma 1 bis (pouvant être utilisé par accord entre administrations)

b) Systèmes procurant 4 groupes primaires

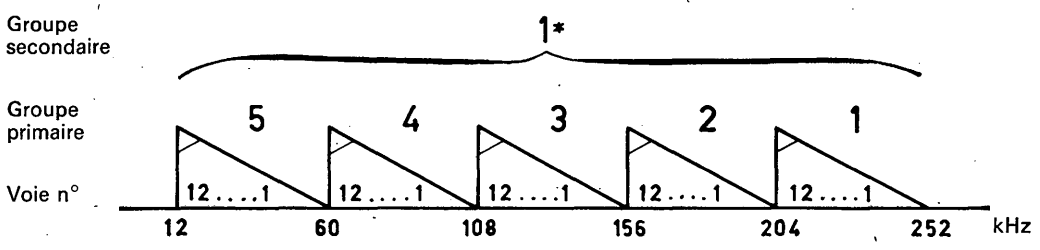


Schéma 2 (recommandé)

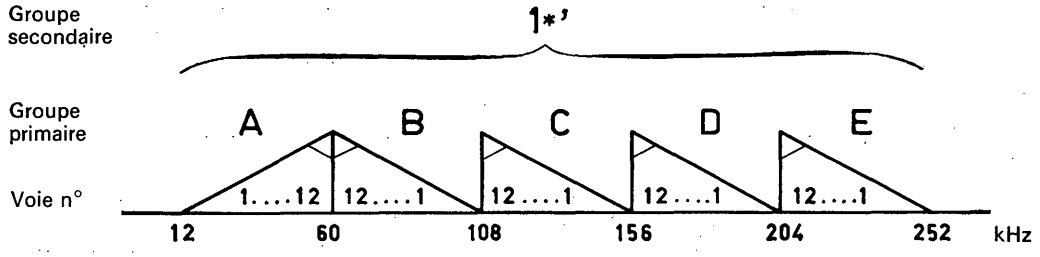
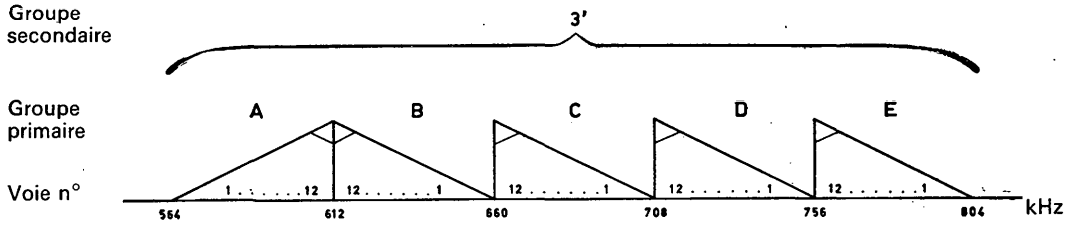


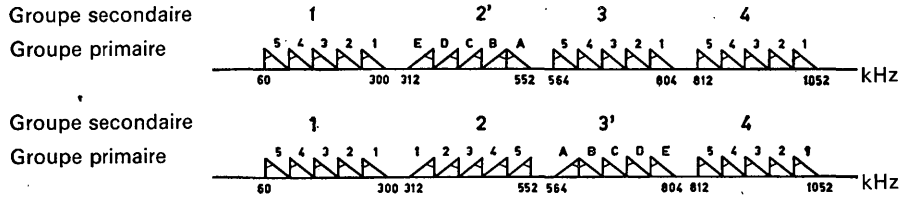
Schéma 2 bis (pouvant être utilisé par accord entre administrations)

c) Systèmes procurant 5 groupes primaires

FIGURE 2. — **Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs sur paires symétriques en câble**



a) Disposition des groupes primaires et des voies (on a représenté, à titre d'exemple, le groupe secondaire dans la position 3')



b) Exemple de positions possibles, dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale, du groupe secondaire conforme au schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*.

FIGURE 3. — **Disposition des groupes primaires, dans un groupe secondaire, qui peut être utilisée sur des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales interconnectés avec des systèmes sur paires symétriques**

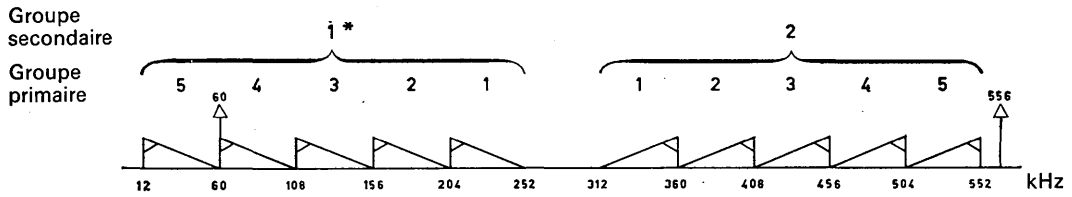


Schéma 3 (recommandé)

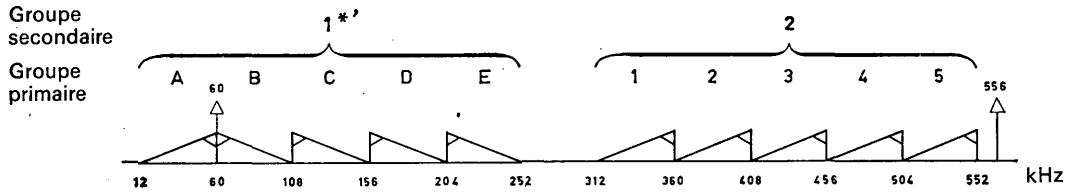


Schéma 3 bis (pouvant être utilisé par accord entre administrations)

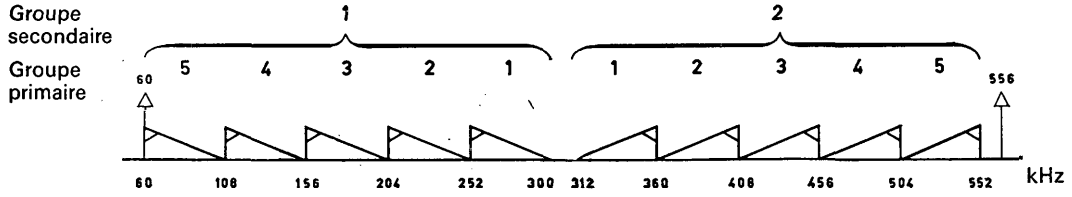


Schéma 4 (recommandé)

FIGURE 4. — **Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs procurant 2 groupes secondaires sur paires symétriques en câble**

par accord entre les administrations (ou exploitations privées) intéressées, utiliser pour le système à 5 groupes primaires le schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*.

Remarque 2. — Quand on désire interconnecter, dans la bande des fréquences du groupe secondaire de base (312-552 kHz), un système à courants porteurs sur paires coaxiales, soit avec un système procurant 5 groupes primaires sur paires symétriques et employant le schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*, soit avec un système à 4 groupes primaires employant le schéma 1 de la figure 2 *b)*, on pourra, par accord entre les administrations (ou exploitations privées) intéressées, utiliser, pour la transmission du groupe secondaire correspondant sur le système à paires coaxiales, une disposition des groupes primaires dans ce groupe secondaire correspondant au schéma de la figure 3.

Le supplément n° 8 du présent ouvrage indique une méthode simple permettant de réaliser à partir de groupes primaires de base B, un groupe secondaire conforme à l'un ou l'autre des schémas de la figure 3 ci-dessus et de la figure 1 de l'Avis G.338) et inversement.

4. *Systèmes procurant 2 groupes secondaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme, au choix des administrations, au schéma 3 ou au schéma 4 de la figure 4.

Les groupes secondaires 1 et 2 sont identiques à ceux des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales. Le groupe secondaire 1* est identique à celui qui est normalement recommandé pour les systèmes à 5 groupes primaires sur paires symétriques en câble.

Remarque. — Par accord entre les administrations ou exploitations privées intéressées, on peut aussi utiliser, au lieu du groupe secondaire 1*, le groupe secondaire 1*′ correspondant au schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)* pour les systèmes sur paires symétriques en câble procurant 5 groupes primaires, ce qui donne le schéma 3 *bis* de la figure 4.

d) *Ondes pilotes de régulation de ligne*

1. *Systèmes procurant 1, 2, 3, 4 ou 5 groupes primaires*

On peut employer l'une ou l'autre des méthodes suivantes (voir la figure 5).

L'utilisation de l'une ou l'autre méthode au choix des administrations intéressées ne donne pas lieu à de grandes difficultés, étant donné que l'on doit supprimer efficacement les ondes pilotes à la fin d'une section de régulation de ligne.

Méthode A

1. Une onde pilote à 60 kHz, avec un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro, étant donné que cette fréquence se trouve à la jonction entre les groupes primaires A et B, et étant entendu que cette onde pilote serait utilisée pour la régulation de ligne sur toutes les sections de régulation de ligne, quelle que soit leur longueur, et aussi pour la synchronisation ou le contrôle périodique des fréquences.

2. Quand c'est désirable, et surtout pour les longues sections de régulation de ligne, une onde pilote de régulation de ligne supplémentaire, placée à 4 kHz au-dessus de la fréquence maximum transmise en ligne et dont le niveau absolu de puissance serait de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro.

Remarque. — Toutefois, il existe actuellement des systèmes à 5 groupes primaires pour lesquels cette onde pilote n'est qu'à 1 kHz au-dessus de la fréquence maximum transmise.

Le point 2 ne s'applique pas aux systèmes à un seul groupe primaire.

La stabilité recommandée pour les fréquences de ces ondes pilotes est de:

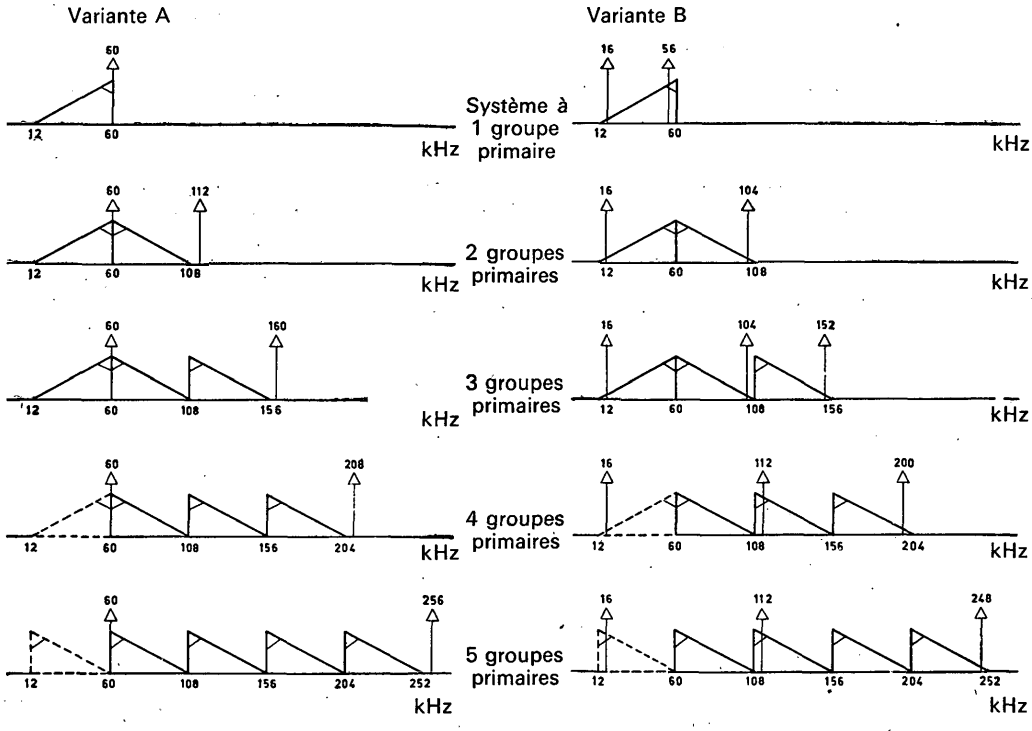
± 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz;

± 3 Hz pour la fréquence pilote auxiliaire située 4 kHz au-dessus de la fréquence maximum du groupe de voies considéré.

Méthode B

Deux ondes pilotes situées dans le groupe primaire de base B à 64 kHz et à 104 kHz, transmises avec un niveau absolu de puissance de —2 népers ou —17 décibels au point de niveau relatif zéro.

Sur la ligne haute fréquence, on pourrait avoir deux ondes pilotes par 48 kHz de bande transmise et on choisit parmi ces ondes pilotes 16 kHz et la fréquence maximum transmise moins 4 kHz.



Remarque. — Le groupe primaire en pointillé peut être inversé sans que cela change les fréquences recommandées pour les ondes pilotes.

* Fréquence recommandée; il existe des systèmes utilisant 253 kHz.

FIGURE 5. — **Ondes pilotes de régulation de ligne dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques**

Pour les systèmes à 2 groupes primaires ou plus, on utilise une troisième onde pilote de ligne située entre les deux ondes pilotes extrêmes. Dans le cas des systèmes à 2 groupes primaires, on prendra la fréquence de 64 kHz, et dans le cas des systèmes à 5 groupes primaires, on prendra la fréquence de 112 kHz.

2. *Système procurant 2 groupes secondaires*

Les fréquences et niveau suivants (qui correspondent à la méthode A du paragraphe d) 1 ci-dessus) sont recommandés:

onde pilote inférieure: 60 kHz, avec un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro;

onde pilote supérieure: supérieure de 4 kHz à la plus haute fréquence transmise, c'est-à-dire 556 kHz avec un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro.

La stabilité recommandée pour les fréquences de ces ondes pilotes est de:

± 1 Hz pour la fréquence 60 kHz

± 3 Hz pour la fréquence 556 kHz.

Remarque. — Si un groupe secondaire est transféré d'un système sur paires coaxiales de manière à occuper la position du groupe secondaire supérieur dans la bande des fréquences transmises en ligne, il peut exister un résidu d'une onde pilote de régulation de ligne ou d'une onde additionnelle de mesure. Les recommandations relatives aux équipements de transfert de groupe secondaire (Avis G.243) garantissent un affaiblissement de ce résidu, suffisant pour qu'il ne perturbe pas des ondes pilotes de régulation de ligne ou des ondes additionnelles de mesure d'un autre système sur paires coaxiales qui sont émises à un niveau absolu de puissance de −1,2 néper ou −10 décibels au point de niveau relatif zéro. Afin qu'il n'y ait pas de perturbations avec l'onde pilote de régulation de ligne du système à 120 voies émise à un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro, il convient que ce système possède sa propre protection supplémentaire de 5,75 dNp (5 dB) à la fréquence de 556 kHz pour un groupe secondaire transféré.

e) *Adaptation des impédances du répéteur à celle de la ligne*

Il convient de limiter les coefficients d'adaptation aux extrémités d'une section d'amplification de telle sorte que l'effet de paradiaphonie réfléchie ne contribue pas d'une manière excessive à la télédiaphonie totale.

A titre indicatif, dans un câble où la valeur de l'écart paradiaphonique est 6,5 népers et qui satisfait à la condition de l'écart télédiaphonique (télédiaphonie primaire) égal à 8 népers (le câble étant considéré entre impédances terminales égales à son impédance caractéristique), l'effet perturbateur de la paradiaphonie réfléchie restera peu important, comparé à l'effet de télédiaphonie à la fréquence maximum transmise, si les coefficients d'adaptation entre répéteurs et ligne ont les valeurs ci-après.

Le module du coefficient d'adaptation entre l'impédance d'entrée (ou l'impédance de sortie) du répéteur (dans ses conditions normales de service), mesurée à la fréquence f à partir de l'extrémité de la ligne (en comprenant dans le répéteur les transformateurs de ligne et les correcteurs de distorsion, s'il en existe) d'une part, et la valeur nominale de l'impédance de la ligne en câble connectée à l'entrée (ou à la sortie) du répéteur pour la fréquence f considérée d'autre part, doit être inférieur ou égal à la valeur donnée par la formule:

$0{,}15\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou 0,25 pour les systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires;

$0{,}08\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou 0,10 pour les systèmes à 4 ou 5 groupes primaires ou à 2 groupes secondaires établis sur des câbles isolés au papier (types II et III de l'Avis G.321);

$0{,}10\sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou 0,17 pour les systèmes à 5 groupes primaires ou 2 groupes secondaires établis sur des câbles isolés au styroflex ou au polyéthylène (types II *bis* et III *bis* de l'Avis G.321).

Remarque. — Les valeurs de coefficient d'adaptation recommandées pour les systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires ne seraient, en général, pas satisfaisantes si elles étaient tolérées sur toutes les sections d'une liaison en ligne mais elles ont été acceptées comme valeurs limites pour une section frontière en tenant compte, d'une part, qu'une liaison internationale ne comportera, en général, qu'une telle interconnexion aux frontières et, d'autre part, que les conditions d'adaptation peuvent y être plus difficiles du fait que l'un des répéteurs de cette section peut ne pas avoir été spécifié pour le type exact de câble auquel il est connecté.

B. Recommandations particulières

B.1 *Systèmes devant être utilisés simultanément avec des systèmes équipés de tubes électroniques dans les mêmes câbles*

Dans le cas exceptionnel où certaines paires d'une section d'amplification sont déjà équipées de systèmes à tubes à vide, et où l'on désire équiper les paires libres avec de nouveaux systèmes à transistors sans modifier les installations déjà existantes, le nouveau système utilisant des transistors doit satisfaire à l'ensemble des recommandations de la section A du présent Avis, et de l'Avis G.324 relatif aux systèmes utilisant des tubes à vide. Toutefois, il pourrait ne pas satisfaire à celles fixant les valeurs admissibles pour les distorsions harmoniques et le niveau de saturation des répéteurs (paragraphe B-c et B-d de l'Avis G.324).

Remarque. — On trouvera dans l'Avis G.323 un exemple de système à transistors à gain élevé à 60 voies.

B.2 *Système « à gain faible »*

a) *Niveau relatif à la sortie des répéteurs*

Le niveau relatif par voie, à toute fréquence, à la sortie de chaque répéteur, doit-être:

– 1,3 Np ou –11 dB pour les systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires;

– 1,6 Np ou –14 dB pour les systèmes procurant 4 ou 5 groupes primaires, ou 2 groupes secondaires.

b) *Ondes de surveillance*

Si une onde de surveillance (ou de localisation des défauts) est émise sur un système en fonctionnement normal, elle peut se trouver, par exemple, dans la bande de 560 à 600 kHz pour un système à 2 groupes secondaires.

Remarque. — Les fréquences d'ondes qui ne seraient émises que sur un système déjà retiré de l'exploitation par suite d'un défaut peuvent être fixées par chaque administration sur le plan national.

c) *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique des répéteurs ne doit pas dépasser la valeur correspondant aux limites du tableau suivant:

Limites pour l'affaiblissement de distorsion harmonique [a]	Systèmes procurant		
	1, 2 ou 3 groupes primaires	4 ou 5 groupes primaires	2 groupes secondaires
d'ordre 2	9,1 Np ou 79 dB	9,4 Np ou 82 dB	9,8 Np ou 85 dB
d'ordre 3	10,6 Np (92 dB)	11,3 Np (98 dB)	12 Np ou 104 dB

[a] Voir le *Répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications*, page 69, terme 06.48.

Remarque. — Ces valeurs sont mesurées en appliquant une puissance de 1 mW au point de niveau relatif zéro de n'importe quelle voie.

d) *Facteur de bruit*

Le facteur de bruit d'un répéteur complet (tenant compte du bruit dû aux transistors, au réseau d'entrée et au réseau d'adaptation à la ligne) ne doit pas dépasser 1,2 Np ou 10 dB.

e) *Niveau de saturation*

Le niveau de saturation, défini au paragraphe 6.1 de l'Avis G.223, doit être au moins égal à 1,6 Np ou 14 dB pour les répéteurs intermédiaires.

Remarque. — Pour la détermination de ces niveaux de saturation, il a été tenu compte d'une marge de quelques décibels pour les variations de niveau dues à des écarts géographiques par rapport à l'emplacement théorique d'un répéteur, à des variations de température du câble, à des imprécisions de la contredistorsion, etc. Dans les stations où cette marge n'est pas nécessaire, on peut choisir en conséquence un niveau de saturation du répéteur un peu moins élevé.

f) *Ecart diaphonique entre répéteurs dans une même station*

Une valeur typique pour l'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station est 10 Np ou 87 dB. Cette valeur permet d'utiliser les stations de répéteurs quelle que soit la méthode utilisée pour l'équilibre du câble.

Remarque. — Toutefois, si le câble est équilibré par sections d'amplification selon la méthode classique, une valeur de 9,2 Np (80 dB) est suffisante.

Les valeurs indiquées ci-dessus s'appliquent à l'ensemble de l'équipement de la station de répéteurs, depuis le translateur d'entrée jusqu'au translateur de sortie.

g) *Alimentation en énergie électrique*

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les administrations intéressées dans une section d'alimentation en énergie électrique chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répéteurs situées sur son territoire.

AVIS G.323 (ancien Avis G.326, Genève, 1964)

SYSTÈMES TYPES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE UTILISANT DES TRANSISTORS

Le présent avis définit des systèmes types établis sur des paires symétriques en câble conformes à l'Avis G.321 (différentes pour les deux sens de transmission) et utilisant des amplificateurs à transistors. Ces systèmes doivent satisfaire aux recommandations de l'Avis G.322; ils ont été définis à l'intention des administrations qui n'étudient pas elles-mêmes des cahiers des charges pour la fourniture de câbles et d'équipements. On ne doit pas les considérer comme recommandés par le C.C.I.T.T. de préférence à d'autres systèmes qui satisferaient également à l'Avis G.322. Il est demandé aux administrations ou constructeurs qui décideraient d'étudier la réalisation d'un tel système de se conformer, dans toute la mesure du possible, aux caractéristiques d'un des systèmes types définis ci-après; ceci permettra d'orienter les études ultérieures au sein du C.C.I.T.T. de manière à limiter le

nombre de systèmes différents, à faciliter les interconnexions entre équipements de fabrications diverses et à préparer éventuellement, pour l'avenir, la possibilité d'une normalisation.

On trouvera ci-après la description d'un système « à gain élevé ».

Paramètres principaux d'un système à 60 voies utilisant des transistors (système « à gain élevé »)

Ce système a été spécifié pour pouvoir être utilisé simultanément avec des systèmes à 60 voies équipés de tubes électroniques dans les mêmes câbles.

Paramètres principaux du système

1. Fréquences transmises en ligne: 12-252 kHz.

2. Niveau de transmission:

sans préaccentuation		— 0,55 néper
avec préaccentuation	à 12 kHz	— 1,30 néper
	à 252 kHz	— 0,10 néper

3. Fréquences des ondes pilotes de ligne

— pour la régulation d'amplification indépendante de la fréquence	248 kHz
— pour la régulation linéaire en fonction de la fréquence	16 kHz
— pour la régulation complémentaire (curviligne)	112 kHz

4. Amplification des stations de répéteurs (pour la position moyenne des régulateurs de régulation automatique d'amplification) $5{,}75 \pm 0{,}60$ néper

5. Limites de régulation automatique d'amplification:

a) aux stations non surveillées selon la température du sol	à 12 kHz	± 0,13 néper
	à 252 kHz	± 0,24 néper
b) aux stations régulées par les ondes pilotes		
— pour la régulation d'amplication indépendante de la fréquence	248 kHz	± 0,50 néper
— pour la régulation linéaire en fonction de la fréquence	16 kHz	± 0,40 néper
— pour la régulation complémentaire (curviligne)	112 kHz	± 0,35 néper

6. Niveau absolu de bruit thermique à l'entrée du répéteur dans le spectre de 248–252 kHz — 15,2 népers

7. Affaiblissement de non-linéarité des répéteurs à un niveau absolu de sortie zéro selon la puissance sur la fréquence principale

— pour le deuxième harmonique	10 népers
— pour le troisième harmonique	12,5 népers

8. Coefficient de réflexion, à l'entrée et à la sortie de la station par rapport à la résistance d'entrée du câble $P \leq \sqrt{0{,}1 \frac{f_{max}}{f}}$ et inférieur à 0,2

9. Niveau absolu de saturation des amplificateurs supérieur à 2,65 Np

10. Ecart diaphonique entre les deux sens de transmission dans la station, avec gain de 6,0 népers à la fréquence 252 kHz:

pour les 25 % combinaisons supérieures à	10,0 népers
pour les 75 % combinaisons supérieures à	11,0 népers

11. *Téléalimentation*

On place entre les stations de répéteurs surveillées jusqu'à 12 stations de répéteurs non surveillées. Ces stations sont téléalimentées en courant continu à raison de six stations de chaque côté de la station de répéteurs surveillée d'après le schéma fil-terre en insérant en série les circuits d'alimentation des répéteurs d'un système dans la section de téléalimentation.

Si les tensions extérieures induites dépassent 75 volts, l'alimentation s'effectue entre fils, sans retour par la terre.

Le nombre de stations de répéteurs non surveillées sur la section entre les deux stations de répéteurs surveillées ne dépasse pas 6. La tension maximale de téléalimentation est 500 volts.

L'étude de l'influence des tensions induites, de l'élévation du potentiel de la terre au voisinage des installations électriques, et des surtensions dues à la foudre, doit être effectuée par le C.C.I.T.T. (Question 21/V).

12. *Télésurveillance des répéteurs*

Dans ce système, on surveille le bon état des répéteurs d'après la valeur de l'amplification et de l'affaiblissement de non-linéarité dans la combinaison du type $2f_1 - f_2$.

AVIS G.324 (correspond aux anciens Avis G.321 et G.322)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE UTILISANT DES TUBES A VIDE

A. Recommandations générales

a) *Circuit fictif de référence*

b) *Objectifs de bruit*

c) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

d) *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les paragraphes correspondants de la section A de l'Avis G.322 s'appliquent intégralement.

e) *Adaptation des impédances du répéteur à celles de la ligne*

Les considérations générales du paragraphe e) de la section A de l'Avis G.322 restent valables. Cependant la valeur maximale du module du coefficient d'adaptation est uniformément $0{,}15 \sqrt{\frac{f_{max}}{f}}$ ou 0,25 pour tous les systèmes.

B. Recommandations particulières

A l'ensemble des recommandations générales précédentes s'ajoutent les conditions suivantes relatives aux répéteurs équipés de tubes à vide:

a) *Gain maximal*

L'équipement complet d'une station de répéteurs intermédiaires doit procurer un gain maximum de 7 népers ou 61 décibels, mesuré à la fréquence supérieure à transmettre.

La valeur ci-dessus est une valeur nominale et une tolérance de fabrication de $\pm$ 0,1 néper ou de $\pm$ 1 décibel, dans toute la bande des fréquences effectivement transmises, est admise.

b) *Niveaux relatifs* [1]

Valeurs nominales. — Le niveau relatif de puissance, mesuré à l'extrémité de la section d'amplification traversant la frontière, au point d'entrée dans le répéteur, pour les diverses fréquences de mesure choisies, doit toujours être supérieur à —6,5 népers ou —56,5 décibels, en supposant qu'une puissance de 1 milliwatt soit appliquée (dans l'équipement terminal) à l'origine de chaque voie téléphonique à basse fréquence. (Il est entendu que le correcteur de distorsion éventuel est considéré comme inclus dans le répéteur.)

La valeur nominale du niveau relatif de puissance, mesuré à la sortie du répéteur dans les mêmes conditions que précédemment, est la suivante:

— systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires: + 0,5 Np ou + 4,5 dB

— systèmes procurant 4 ou 5 groupes primaires, ou 2 groupes secondaires: + 0,2 Np ou + 1,75 dB.

Conditions d'interconnexion aux répéteurs frontières. — On a choisi pour les mesures d'établissement et de « référence » (voir les Consignes de maintenance dans le tome IV du *Livre Blanc*) des fréquences bien définies permettant de tracer la caractéristique « affaiblissement-fréquence » de la ligne. A titre indicatif, on peut utiliser des fréquences espacées de:

4 kHz entre 12 et 60 kHz,
8 kHz entre 60 et 108 kHz,
12 kHz entre 108 et 252 kHz.

La valeur mesurée à chacune des fréquences précitées, à la sortie de chaque répéteur frontière, doit être normalement + 0,5 néper ou + 4,5 décibels pour les systèmes procurant 1, 2 ou 3 groupes primaires et + 0,2 néper ou + 1,75 décibel pour les systèmes procurant 4 ou 5 groupes primaires ou 2 groupes secondaires (en excluant les cas où l'on a affaire à des câbles de nature particulière, tels que des câbles sous-marins, ou bien les cas où l'on emploie une méthode spéciale de contre-distorsion, par exemple en effectuant une prédistorsion systématique). Aucune valeur ainsi mesurée du niveau relatif de puissance ne doit s'écarter de la valeur nominale ci-dessus de plus de $\pm$ 0,2 néper ou $\pm$ 2 décibels.

c) *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique des répéteurs ne doit pas dépasser la valeur correspondant aux limites du tableau suivant:

[1] Non applicable aux systèmes comportant des répéteurs téléalimentés.

Limites pour l'affaiblissement de distorsion harmonique [a]	Systèmes procurant		
	1, 2 ou 3 groupes primaires	4 ou 5 groupes primaires	2 groupes secondaires
d'ordre 2	8,9 Np ou 77 dB	9,2 Np (80 dB)	9,5 Np ou 83 dB
d'ordre 3	9,7 Np ou 84 dB	10,4 Np (90 dB)	11,5 Np (100 dB)

Voir le *Répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications*, page 69, terme 06.48.

Remarque. — Ces valeurs s'entendent pour un gain du répéteur réglé à 6,5 népers (56,5 dB) et pour une puissance de l'onde fondamentale de 1 mW au point de niveau relatif zéro, en supposant que l'on emploie des tubes dont les caractéristiques électriques correspondent à une qualité moyenne.

d) *Niveau de saturation*

Le niveau de saturation (ou niveau de puissance utilisable) est défini au paragraphe 6.1 de l'Avis G.223. Il doit être au moins égal à 3,2 népers ou 28 décibels pour les répéteurs de systèmes à 1, 2, 3, 4 ou 5 groupes primaires et à 3,3 népers ou 29 décibels pour les répéteurs de systèmes à 2 groupes secondaires.

e) *Valeur minimum de l'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station de répéteurs*

L'écart diaphonique entre deux répéteurs dans une même station ne doit pas être inférieur à 8,5 népers ou 74 décibels.

Cette valeur s'applique à l'ensemble de l'équipement de la station de répéteurs depuis le translateur d'entrée jusqu'au translateur de sortie.

AVIS G.325 (ancien Avis G.327, Genève, 1964)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES A COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE (DITS SYSTÈMES 12 + 12) UTILISANT DES TRANSISTORS

Les systèmes du type (12 + 12) sur paire symétrique en câble utilisant des transistors sont utilisés pour exploiter avec des courants porteurs (sans être obligé de poser un second câble) soit des câbles anciens dépupinisés, soit des câbles construits spécialement à cet effet. Ces systèmes peuvent être utilisés soit dans des relations locales ou régionales, soit dans des relations à grande distance, interurbaines ou internationales.

Le présent avis s'applique aux systèmes employés dans des relations à grande distance et utilisant les types de câble actuellement recommandés par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis G.321), ainsi que des câbles à quartes combinables à conducteurs de 0,9 mm de diamètre, avec une capacité effective de 35 à 40 nF/km, ou d'autres types de câbles dépupinisés, de qualité équivalente. Pour les systèmes employés dans des relations locales ou régionales, on peut assouplir certaines clauses du présent avis.

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

Le C.C.I.T.T. recommande que la répartition des fréquences transmises en ligne soit conforme aux schémas 1 ou 2 de la figure 1.

Les administrations ou exploitations privées intéressées à l'établissement d'un tel système international s'entendront pour utiliser soit l'un soit l'autre des deux schémas.

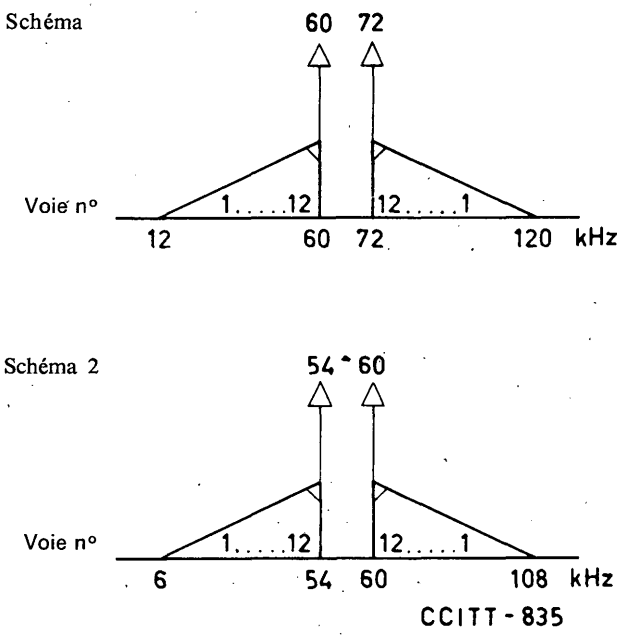


FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne pour les systèmes internationaux du type (12 + 12) en câble utilisant des transistors**

b) *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences suivantes sont recommandées:

dans le cas du schéma 1: 60 et 72 kHz;

dans le cas du schéma 2: 54 et 60 kHz.

La stabilité recommandée est de $\pm$ 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz; les tolérances sur la stabilité des autres fréquences pilotes seront fixées par accord entre les administrations intéressées.

Toutes ces ondes pilotes doivent être transmises à un niveau absolu de puissance de $-1{,}73$ néper (-15 décibels) au point de niveau relatif zéro.

c) *Circuit fictif de référence pour système (12 + 12) sur paire symétrique*

Ce « circuit fictif de référence » a une longueur de 2500 km. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

— trois couples de modulation de voie,

— neuf couples de modulation spéciaux transportant un groupe primaire de base dans la bande de fréquences transmises en ligne et inversement.

Ce circuit est établi sur un système (12 + 12) sur paire symétrique en câble; on supposera qu'il s'agit de paires de conducteurs ayant un diamètre de 0,9 mm, avec une capacité effective de 35 à 40 nF/km.

La figure 2 donne le schéma de principe d'une des trois parties identiques dont se compose ce circuit fictif de référence, qui comprend au total 18 sections homogènes, de 140 km chacune.

Remarque 1. — Il y a deux fois moins de couples de modulation spéciaux que de sections homogènes, parce qu'une des deux bandes de fréquences transmises en ligne correspond à un groupe primaire de base (voir la figure 2).

Remarque 2. — Dans le cas de systèmes utilisant une transposition de fréquence (frequency frogging) aux répéteurs, les modulateurs correspondants font partie de la ligne à haute fréquence.

d) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables au circuit fictif de référence pour systèmes (12 + 12) sur paire symétrique, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 picowatts, au cours d'une heure quelconque.

Il est recommandé provisoirement de répartir cette limite globale entre les composantes du bruit total de la façon suivante:

Bruit de ligne (y compris le bruit dû aux équipements de modulation spéciaux)	9000 pW
Bruit dû aux équipements de modulation de voie	1000 pW

La répartition du bruit total propre au système entre:

— bruit de fond,

— bruit d'intermodulation,

— bruit dû à la diaphonie,

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs jusqu'à concurrence de 1000 pW pour les équipements de modulation de voie et de 9000 pW pour la ligne.

Remarque. — Suivant la pratique habituelle pour les recommandations relatives aux systèmes en câble, dans les avis de la série G, la puissance de bruit prise comme objectif pour les projets de construction ne tient pas compte des bruits d'origine externe; on a supposé que ceux-ci seraient négligeables devant la valeur de 10 000 pW.

En ce qui concerne les circuits réels, il appartient aux administrations de prendre toutes dispositions utiles, dans chaque cas particulier, pour que des bruits impulsifs, produits sur des paires exploitées aux fréquences vocales dans le même câble qu'un système (12 + 12) et transmis par diaphonie, ne provoquent pas de bruits excessifs sur les circuits établis sur un tel système et qui peuvent faire partie de communications internationales.

e) *Erreur sur la restitution des fréquences*

L'écart entre une fréquence émise à l'origine d'une section homogène de 140 km (voir le paragraphe c) et la fréquence reçue à l'extrémité de cette section ne doit

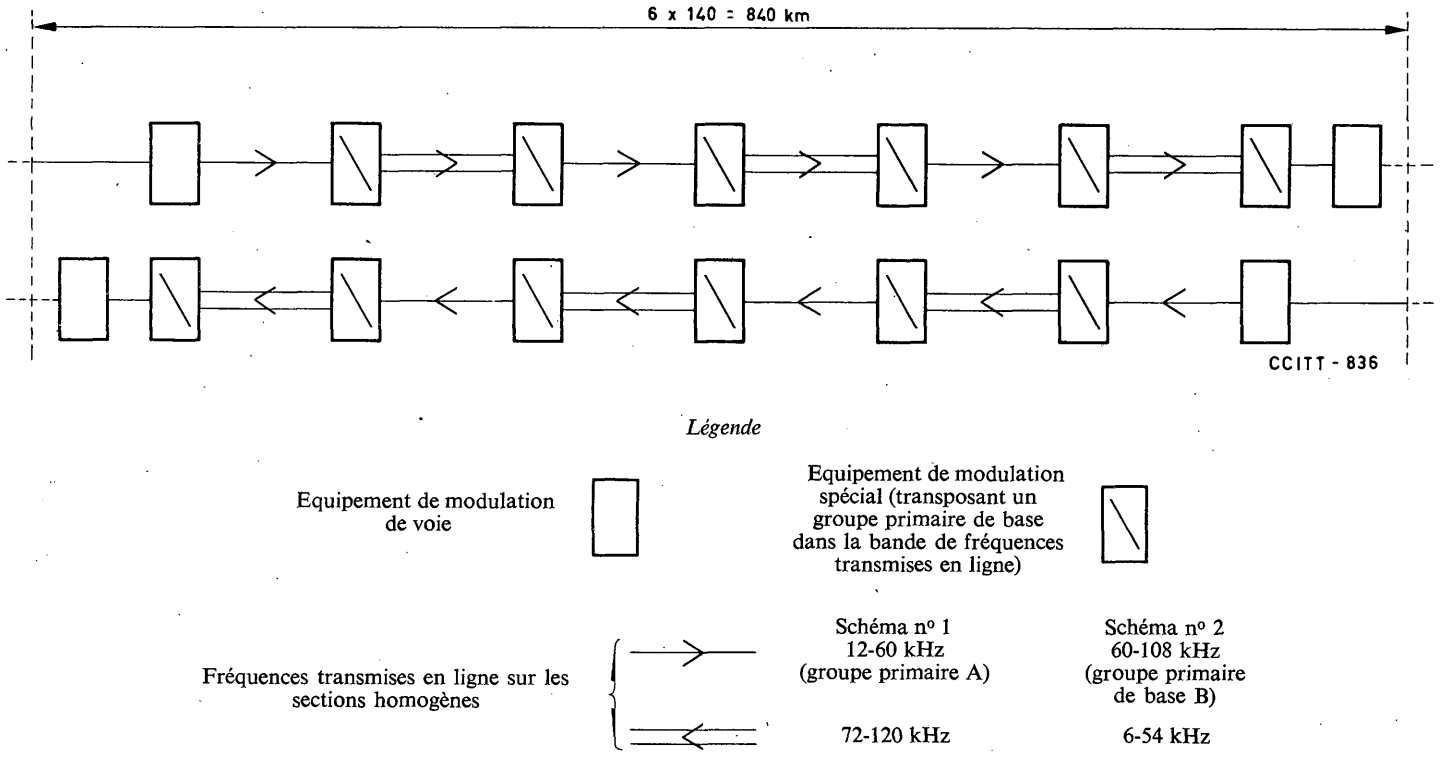


FIGURE 2. — **Schéma de principe d'un tiers du circuit fictif de référence pour systèmes (12 + 12) sur paire symétrique**

pas dépasser une valeur fixée provisoirement à 0,3 Hz; cette valeur est la même qu'il y ait transposition de fréquence dans les répéteurs intermédiaires ou non.

f) *Interconnexion directe en ligne*

Lorsque les administrations intéressées désirent interconnecter directement en ligne deux systèmes (utilisant, bien entendu, la même répartition des fréquences transmises en ligne), il est recommandé que, sauf accord entre ces administrations, chacun de ces systèmes satisfasse, sur la section d'interconnexion, aux spécifications suivantes:

1. Niveau relatif par voie, à toutes fréquences, à la sortie des répéteurs frontières:
   −1,7 Np ou −15 dB [1].
2. Affaiblissement de la section d'amplification frontière, à la fréquence supérieure transmise en ligne:
   2,9 Np ou 25 dB [1].

Remarque. — Dans le cas de câbles composites, un accord doit intervenir entre les deux administrations intéressées pour fixer l'affaiblissement de la section frontière, de telle sorte que les répéteurs des paires symétriques et ceux des paires coaxiales puissent être logés dans les mêmes stations frontières.

3. Adaptation entre les impédances des répéteurs frontières et celle de la ligne. Le module du coefficient d'adaptation entre l'impédance d'entrée (ou de sortie) d'un répéteur et l'impédance caractéristique de la ligne ne sera pas supérieur à la plus petite des deux valeurs:

$$0{,}15\sqrt{\frac{f_{\max}}{f}} \text{ ou } 0{,}25.$$

g) *Interconnexion dans une station principale*

Si une telle interconnexion est nécessaire, soit pour des raisons d'exploitation, soit parce que les deux systèmes à interconnecter utilisent des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne, on peut avoir recours à l'un des procédés suivants:

1. Interconnexion sur un répartiteur de groupes primaires, avec emploi du groupe primaire de base, des niveaux et de l'impédance appliqués normalement par l'administration à laquelle appartient ce répartiteur.
2. Interconnexion directe entre les deux systèmes. Si ces deux systèmes utilisent des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne, les deux administrations intéressées se mettront d'accord pour décider laquelle mettra en place les démodulateurs nécessaires (la ligne de séparation entre les deux types d'équipements sera alors CC′ ou DD′ sur la figure 3).

Faute d'un tel accord, chaque système entrant devra comporter les équipements nécessaires au système sortant, dans chaque sens de transmission (la ligne de séparation sur la figure 3 sera alors l'oblique DC′).

Sauf accord spécial, le niveau relatif de puissance sera de −4,1 Np ou −36 dB à l'émission (entrée de chaque système — points C′ et D dans le cas de la figure 3). Les points considérés ne correspondent pas aux points T et T′ définis dans l'Avis G.213. En particulier

[1] Ces valeurs s'appliquent aux systèmes à faible gain. Le cas des systèmes à gain élevé (c'est-à-dire notablement supérieur à 30 dB) est encore à l'étude.

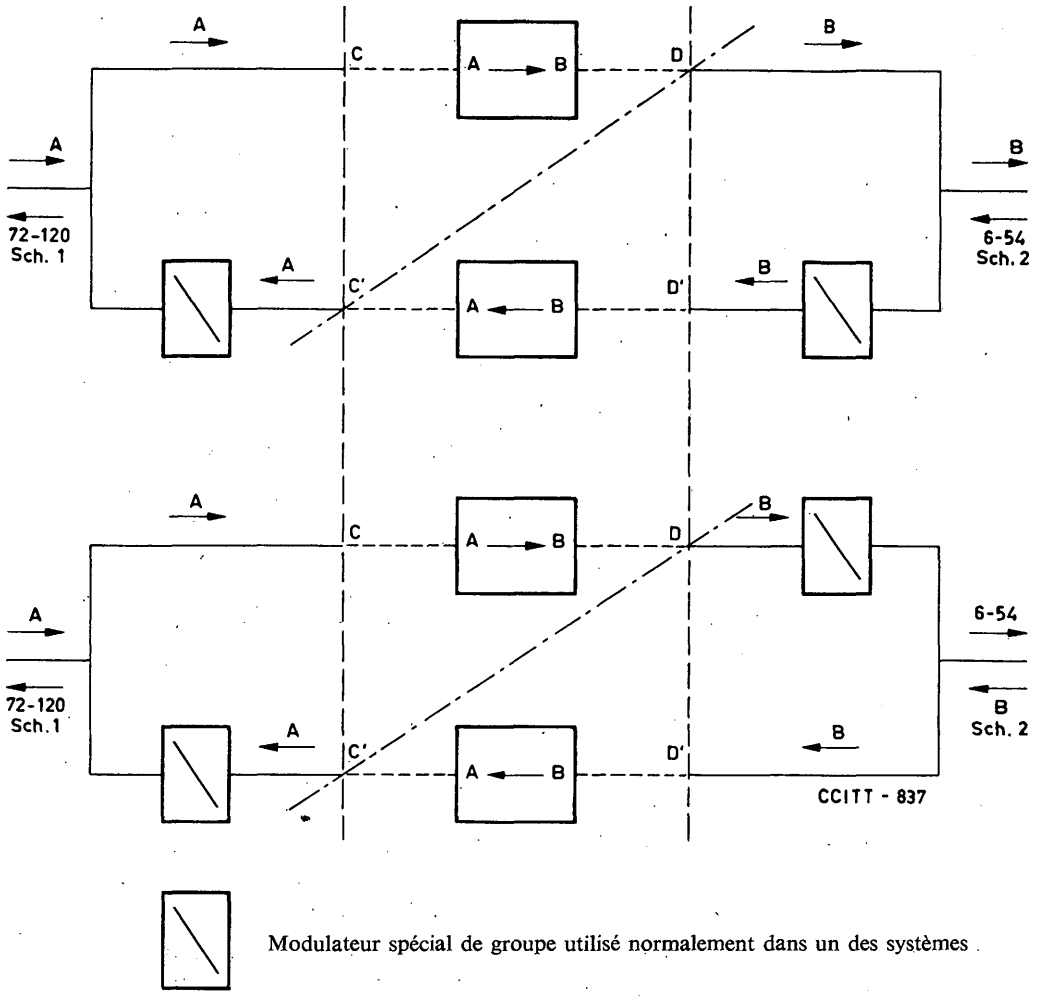


FIGURE 3. — **Interconnexion directe de deux systèmes (12 + 12) utilisant des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne**

on ne peut pas y relier sans précaution n'importe quel type d'équipement de modulation (voir les niveaux indiqués dans le tableau de l'Avis G.233).

Par accord entre administrations, on peut réaliser l'interconnexion de la façon indiquée sur la figure 4, ce qui permet de remplacer trois modulateurs par un seul.

h) *Clauses essentielles d'un cahier des charges type*

Voir l'Avis G.326.

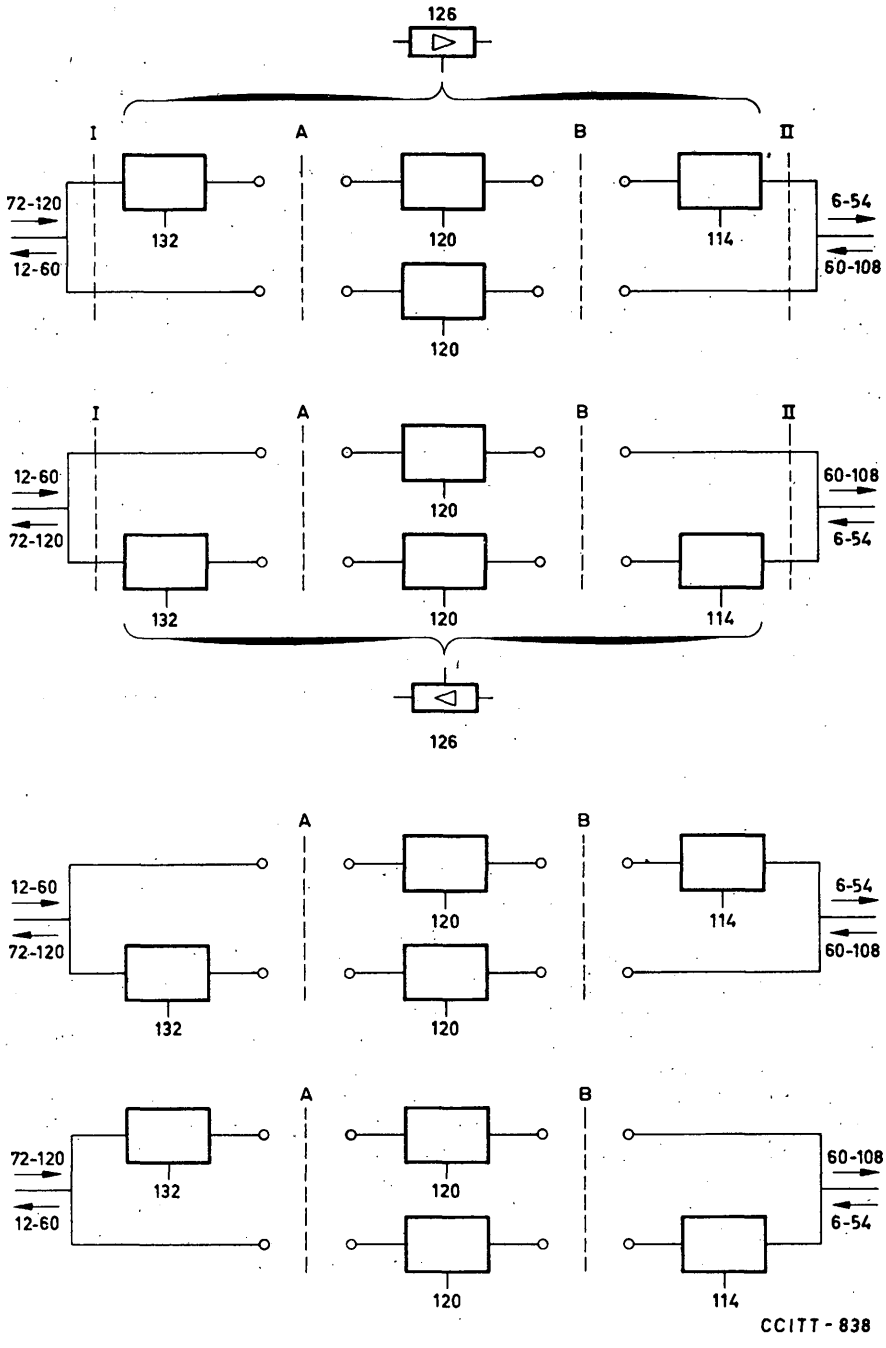


FIGURE 4. — **Méthode d'interconnexion qui peut être employée par accord entre administrations (les nombres qui apparaissent sur cette figure sont des fréquences en kHz ; A ou B indique le groupe primaire de base correspondant)**

AVIS G.326 (ancien Avis G.328, Genève, 1964)

SYSTÈMES TYPES SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE (DITS « 12 + 12 ») UTILISANT DES TRANSISTORS

Le présent avis définit des systèmes types utilisant une seule paire symétrique en câble pour les deux sens de transmission et comportant des amplificateurs à transistors. Ces systèmes doivent satisfaire aux recommandations de l'Avis G.325; ils ont été définis à l'intention des administrations qui n'étudient pas elles-mêmes des cahiers des charges pour la fourniture de câbles et d'équipements. On ne doit pas les considérer comme recommandés par le C.C.I.T.T. de préférence à d'autres systèmes qui satisferaient également à l'Avis G.325. Il est demandé aux administrations ou constructeurs qui décideraient d'étudier la réalisation d'un tel système de se conformer, dans toute la mesure du possible, aux caractéristiques d'un des systèmes types définis ci-après; ceci permettra d'orienter les études ultérieures au sein du C.C.I.T.T. de manière à limiter le nombre de systèmes différents, à faciliter les interconnexions entre équipements de fabrications diverses et à préparer éventuellement, pour l'avenir, la possibilité d'une normalisation.

On désignera par:

— A les systèmes à faible gain;

— B les systèmes à grand gain sans transposition de fréquence;

— C les systèmes à grand gain avec transposition de fréquence (frogging) à chaque répéteur de ligne.

A. Caractéristiques générales

a) *Niveaux relatifs*

Des considérations de diaphonie conduisent à limiter à environ 3,5 népers ou 30 dB le gain des systèmes à faible gain. D'autre part, la longueur exacte d'une section d'amplification est souvent déterminée par rapport à un pas de pupinisation. On arrive à un affaiblissement maximum d'environ 3,1 à 3,5 Np, ou 27 à 30 dB, pour une section d'amplification et à un niveau à la sortie des répéteurs de −1,2 à −1,5 Np ou −10 à −13 dB, tout au moins dans la bande de fréquences supérieure transmises en ligne.

Dans les systèmes à gain élevé, on utilise généralement une transposition de fréquence (frequency froggjng), avec ou sans préaccentuation; dans ce cas, l'implantation des stations de répéteurs n'est pas liée à l'emplacement de bobines de charge. On peut citer par exemple des valeurs de 6,5 à 7 Np ou de 56 à 60 dB, pour l'affaiblissement d'une section d'amplification et, soit de 0 dB, soit de + 0,8 Np ou + 7 dB, pour le niveau à la sortie des répéteurs, pour des systèmes sans transposition de fréquence ou avec transposition de fréquence, mais sans préaccentuation. D'autres valeurs sont applicables aux systèmes avec transposition de fréquence et avec préaccentuation.

b) *Adaptation des impédances du répéteur et de la ligne*

On applique dans une section normale les mêmes valeurs que celles qui sont recommandées pour une section frontière dans l'Avis G.325, f).

B. Caractéristiques des répéteurs

a) *Distorsion de non-linéarité*

Les affaiblissements de distorsion harmonique et de distorsion d'intermodulation sont au moins égaux aux valeurs du tableau suivant:

Système	Affaiblissement de distorsion harmonique [1]		Affaiblissement de distorsion d'intermodulation du 3e ordre
	2e ordre	3e ordre	
Faible gain sans transposition de fréquence (A)	9 Np (78 dB)	10,6 Np (92 dB)	
Gain élevé sans transposition de fréquence (B)	8,5 Np ou 74 dB	9 Np (78 dB)	
avec transposition de fréquence (C) (1)	8 Np ou 70 dB	10,3 Np ou 90 dB	
(2)			8,6 Np ou 75 dB

[1] Voir le *Répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications*, page 69, terme 06.48.
(1) Amplificateurs pour la bande inférieure (12-60 kHz ou 6-54 kHz)
(2) Amplificateurs pour la bande supérieure (72-120 kHz ou 60-108 kHz)

Remarque. — Les valeurs indiquées dans ce tableau sont des valeurs typiques. Dans tous les cas, les systèmes doivent satisfaire à l'Avis G.325, d).

b) *Facteur de bruit*

Le facteur de bruit d'un répéteur complet (y compris les correcteurs de distorsion ou autres réseaux passifs, s'il en existe), ne dépasse pas 1,2 Np ou 10 dB aux fréquences transmises les plus élevées.

Remarque. — Pour les systèmes à faible gain, cette valeur n'est pas critique et peut être dépassée.

c) *Niveau de saturation*

Quand on ajoute au niveau relatif le facteur de crête extrait du tableau 2 de l'Avis G.223, il faut encore prévoir une marge de quelques décibels, comme pour les systèmes à quatre fils.

d) *Ecart diaphonique entre répéteurs dans une même station*

L'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station n'est pas inférieur à:

9,5 Np ou 82 dB pour les systèmes du type A
9,2 Np (80 dB) pour les systèmes des types B et C.

Ces valeurs s'appliquent à l'ensemble de l'équipement de la station de répéteurs, depuis le translateur d'entrée jusqu'au translateur de sortie.

C. Types de câbles utilisés

Des systèmes (12 + 12) peuvent être établis :

1. sur des câbles anciens dépupinisés ou
2. sur des câbles neufs, comportant des quartes réservées à l'exploitation en haute fréquence.

Les équipements définis dans le présent avis peuvent être utilisés sur ces deux types de câbles. Toutefois, si on les utilise sur des câbles anciens dépupinisés, on doit aussi satisfaire à des conditions qui ne sont pas indiquées dans le présent avis; en particulier, si les perturbations provenant

d'autres paires du même câble sont trop importantes, on ne peut pas atteindre les objectifs de bruit de l'Avis G.325, d).

AVIS G.327 (ancien Avis G.324, qui remplaçait l'Avis G.352 du tome III du *Livre Rouge*, modifié à Genève, 1964)

SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES A COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE (DITS SYSTÈMES 12 + 12) UTILISANT DES TUBES A VIDE

Les systèmes du type (12 + 12) sur paire symétrique en câble utilisant des tubes à vide sont employés pour exploiter avec des courants porteurs (sans être obligé de poser un second câble) soit des câbles anciens dépupinisés, soit (dans des cas particuliers) des câbles spécialement construits à cet effet, mais généralement de faible longueur. Dans ces conditions, il est peu probable que l'on rencontre dans le réseau international de tels systèmes utilisés sur une grande longueur ou intéressant plus de deux pays.

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

Le C.C.I.T.T. recommande que la répartition des fréquences transmises en ligne soit conforme aux schémas 1 ou 2 de la figure 1.

Les administrations ou exploitations privées intéressées à l'établissement d'un tel système international s'entendront pour utiliser soit l'un soit l'autre des deux schémas.

b) *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Pour les systèmes à (12 + 12) voies téléphoniques à courants porteurs sur paires symé-

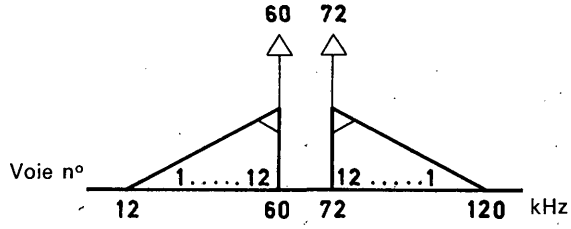


Schéma 1

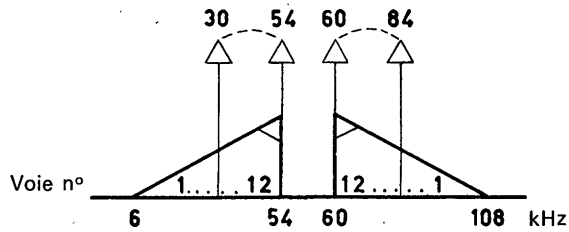


Schéma 2

FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne pour les systèmes internationaux du type (12 + 12) en câble utilisant des tubes à vide**

triques utilisant des tubes à vide et où il est nécessaire d'utiliser des ondes pilotes, les fréquences suivantes sont recommandées:

dans le cas du schéma 1: 60 et 72 kHz,
dans le cas du schéma 2: 54 et 60 kHz ou 30 et 84 kHz.

Ces ondes pilotes doivent être transmises à un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro.

La stabilité recommandée est de ± 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz; les tolérances sur la stabilité des autres fréquences pilotes seront fixées par accord entre les administrations intéressées.

Toutes ces ondes pilotes doivent être transmises à un niveau absolu de puissance de −1,73 néper (−15 décibels) au point de niveau relatif zéro.

Remarque. — Les administrations qui sont convenues d'utiliser le schéma 2 s'entendront pour choisir entre les deux groupes d'ondes pilotes de régulation de ligne indiqués ci-dessus. Au cas où l'on emploie les fréquences 30 et 84 kHz, si un groupe primaire doit être transféré vers un autre système à courants porteurs, les administrations intéressées dans le système (12 + 12) devront prendre les mesures utiles pour que le résidu de cette onde pilote de régulation de ligne ne trouble pas le système suivant.

D'autre part, il y a lieu de prendre des mesures pour que des résidus de courants porteurs à 30 ou 84 kHz ne perturbent pas la régulation de ligne.

3.3 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble

L'Assemblée plénière de Mar del Plata (1968) a regroupé les avis de cette sous-section pour mettre l'accent sur les systèmes modernes à transistors et a reporté dans une nouvelle sous-section 3.5 les avis communs à tous les systèmes sur paires coaxiales (2,6/9,5 et 1,2/4,4 mm) et des avis relatifs à certains cas spéciaux.

Le tableau suivant indique les systèmes sur paires coaxiales auxquels s'appliquent les divers avis des sous-sections 3.3, 3.4 et 3.5. Les numéros des anciens avis de la sous-section 3.3 du tome III du *Livre Bleu* figurent entre parenthèses. Les avis de la sous-section 3.4 n'ont pas changé de numéro.

Type de paire coaxiale	2,6/9,5 mm selon l'Avis G.331 (G.334)				
Distance nominale entre répéteurs (km)	9-9,7	9-9,7	4,5-4,8	4,5-4,8	env. 1,5
	Systèmes à tubes			Systèmes transistorisés	
	2,6 et 6 MHz	4 MHz	12 MHz	12 MHz	40/60 MHz
Anciens Avis *(Livre Bleu)*	(G.331)	(G.332)	(G.333)		
Nouveaux Avis *(Livre Blanc)*	G.337	G.338	G.339	G.332	G.333
Type de paire coaxiale	1,2/4,4 mm selon l'Avis G.342				Spécial
Distance nominale entre répéteurs (km)	6 ou 8	4	3	env. 2	
	Systèmes transistorisés				Système
	1,3 MHz	4 MHz	6 MHz	12 MHz	(120+120)
Anciens Avis *(Livre Bleu)*	G.341	G.343	G.344		
Nouveaux Avis *(Livre Blanc)*	G.341	G.343	G.344	G.345	G.356

Remarque. — Voir aussi les Avis G.351 (G.335) et G.352 (G.336).

AVIS G.331 (ancien Avis G.334 modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES, DU TYPE 2,6/9,5 mm OU 0,375 POUCE, EN CÂBLE.[1]

A. Spécification du câble

a) *Type de paire coaxiale*

Il est très désirable d'avoir dans tout le réseau européen le même type de paire coaxiale, conforme aux indications suivantes. Le conducteur intérieur doit être un fil de cuivre massif de 2,6 millimètres ou 0,104 pouce de diamètre. Le conducteur extérieur doit être un ruban de cuivre doux disposé sous forme de cylindre autour de l'isolant, l'axe de ce cylindre étant l'axe du conducteur intérieur; l'épaisseur du ruban de cuivre utilisé pour le conducteur extérieur doit être de 0,25 millimètre ou 0,010 pouce; le diamètre intérieur du conducteur extérieur doit être de 9,5 millimètres ou 0,375 pouce. L'isolation doit être réalisée de telle façon que l'isolant, composé de gaz et d'une matière diélectrique solide à très faibles pertes, ait une constante diélectrique moyenne assez faible pour satisfaire aux clauses de la présente spécification.

Il y a intérêt, pour des raisons de diaphonie, à placer autour du conducteur de cuivre extérieur deux rubans d'acier doux, en hélices non jointives.

b) *Impédance moyenne*

La partie réelle de l'impédance, à 2,5 MHz, de l'équilibreur le mieux adapté à l'impédance de la paire coaxiale ne doit pas s'écarter de plus d'un ohm de la valeur nominale 75 ohms.

c) *Régularité d'impédance*

Les mesures de régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'impulsions, envoyées sur la paire coaxiale, dont on observe l'écho à l'origine.

Les mesures peuvent être effectuées à partir d'une ou des deux extrémités d'une longueur de fabrication et l'impulsion employée doit avoir approximativement la forme de la fonction sinus au carré, avec une largeur à mi-hauteur inférieure à 0,1 microseconde. Les résultats sont exprimés sous forme d'affaiblissements d'écho. On appelle « affaiblissement d'écho », relatif à une crête de la courbe de réponse, l'écart logarithmique (exprimé en népers ou en décibels) entre l'amplitude de l'impulsion émise et celle de la crête considérée.

L'affaiblissement d'écho corrigé, correspondant à la plus forte crête de la courbe d'écho et mesuré sur toutes les longueurs de fabrication, ne doit pas être inférieur aux valeurs suivantes:

5,8 népers ou 50 décibels pour toutes les paires coaxiales;

6,2 népers ou 54 décibels pour 95% au moins des paires coaxiales mesurées.

De plus, 20% au maximum des paires coaxiales constituant une section d'amplification dans l'un des sens de transmission d'un système devraient avoir un affaiblissement d'écho corrigé inférieur à 6,2 népers ou 54 dB.

[1] Ces paires coaxiales peuvent être utilisées avec des systèmes à 2,6 MHz, 4 MHz, 6 MHz, 12 MHz, 40 MHz ou 60 MHz (voir les Avis G.332 à G.339).

En outre, on doit vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions suivantes est remplie:

1. La moyenne arithmétique des trois plus petits affaiblissements d'écho relatifs à une paire coaxiale est au moins égale à 6,3 népers ou 55 décibels.

2. L'écart équivalent ne dépasse pas 0,6 ohm pour les longueurs inférieures à 300 mètres et 0,8 ohm pour les longueurs supérieures ou égales à 300 mètres. On appelle « écart équivalent » la valeur d'une irrégularité de résistance unique qui, placée en série à l'origine, produirait la même énergie réfléchie que l'ensemble des défauts de la paire coaxiale mesurée.

d) *Rigidité diélectrique*

La substance isolante doit supporter pendant deux minutes une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 2000 volts (ou bien une tension continue de 2800 volts) appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque longueur de fabrication du câble.

e) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension comprise entre 100 volts et 500 volts et parfaitement stable, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms $\times$ kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15° Celsius (59° Fahrenheit). La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

B. Spécification d'une section d'amplification

a) *Impédance moyenne*

La partie moyenne réelle de l'impédance d'une paire coaxiale normalisée, mesurée sur une section d'amplification complète, ne doit pas s'écarter de plus d'un ohm de la valeur nominale 75 ohms, pour la fréquence 2,5 MHz.

Il est inutile de fixer des valeurs à d'autres fréquences parce que l'impédance caractéristique de la paire coaxiale normalisée suit une loi de variation bien déterminée en fonction de la fréquence.

Une formule approximative, qui est suffisamment exacte au-dessus de 1 MHz pour les calculs de transmission, est la suivante:

$$Z = 74{,}4 + \frac{0{,}95}{\sqrt{f}}(1 - \mathrm{j}) \text{ ohms},$$

f étant la fréquence exprimée en mégahertz.

On peut vérifier que cette condition est remplie, soit par des mesures en régime permanent, soit par des mesures effectuées au moyen d'impulsions. On considère comme « partie réelle moyenne de l'impédance à 2,5 MHz »:

— dans le cas de mesures en régime permanent, l'ordonnée correspondant à une abscisse de 2,5 MHz sur la courbe moyenne de variation, en fonction de la fréquence, de la composante résistive de l'impédance;

— dans le cas de mesures effectuées avec des impulsions, la composante résistive de l'impédance à 2,5 MHz de l'équilibreur le mieux adapté à la paire coaxiale mesurée.

b) *Régularité d'impédance*

On peut vérifier la régularité d'impédance d'une section d'amplification, soit au moyen de mesures en régime permanent, soit au moyen de mesures effectuées avec des impulsions.

b 1) *Mesures en régime permanent.* — On mesure, à chaque extrémité de la section d'amplification, l'impédance dans toute la bande des fréquences à transmettre, l'autre extrémité étant terminée sur une impédance telle qu'il ne se produise pas de réflexion appréciable à cette extrémité éloignée.

On porte en abscisse la fréquence et en ordonnée la composante résistive de l'impédance mesurée à cette fréquence.

On obtient ainsi une courbe présentant des sinuosités et l'on trace une courbe à allure régulière entre ces sinuosités. Pour tous les types de paires coaxiales utilisées en téléphonie, l'écart de la courbe de l'impédance mesurée, par rapport à cette courbe à allure régulière, ne doit pas dépasser $\pm 3\%$.

Dans le cas des paires coaxiales utilisées pour des transmissions télévisuelles, la bande de fréquences considérée devrait s'étendre au moins de 0,5 à 6,2 MHz pour les systèmes de télévision à 405 et 625 lignes sur paire coaxiale en câble avec des répéteurs espacés d'environ 9 km, mais les administrations peuvent avoir le désir de faire des mesures à des fréquences plus élevées en prévision des modes d'exploitation futurs de câbles à paires coaxiales.

b 2) *Mesures effectuées au moyen d'impulsions.* — Ces mesures devraient être effectuées, à partir de chaque extrémité de la section d'amplification, avec une impulsion ayant approximativement la forme de la fonction sinus au carré. La largeur à mi-hauteur de cette impulsion devrait être inférieure à 0,2 microseconde. Les résultats de ces mesures seront exprimés sous forme d'affaiblissements d'écho.

On appelle « affaiblissement d'écho », relatif à une crête de la courbe de réponse, l'écart logarithmique (exprimé en népers ou en décibels) entre l'amplitude de l'impulsion émise et celle de la crête considérée.

On peut corriger l'effet des distorsions subies par l'impulsion, au cours de la transmission sur le câble, soit par le calcul, soit par une correction automatique ou manuelle à l'aide de réseaux.

Les résultats de ces mesures doivent satisfaire aux limites suivantes, qu'il s'agisse de paires coaxiales utilisées pour la téléphonie ou pour la télévision.

1. Après correction, tenant compte de la distorsion introduite par la paire coaxiale, l'affaiblissement d'écho correspondant à la plus grande impulsion réfléchie ne doit pas être inférieur à 5,5 népers ou 48 décibels.

2. En outre, l'une ou l'autre des clauses suivantes, 2.1 ou 2.2, doit être respectée.

2.1 L'affaiblissement d'écho correspondant à la plus grande impulsion réfléchie, quand on ne fait pas de correction, ne doit pas être inférieur à 6,2 népers ou 54 décibels.

L'affaiblissement d'écho correspondant à la moyenne quadratique des amplitudes des trois plus grandes impulsions réfléchies, après correction, ne doit pas être inférieur à 5,9 népers ou 51 décibels.

2.2 L'écart équivalent sans correction ne doit pas dépasser 1 ohm.

On appelle « écart équivalent » la valeur d'une irrégularité de résistance unique qui, placée en série à l'origine, produirait la même énergie réfléchie que l'ensemble des défauts de la paire coaxiale mesurée.

Dans le cas où la correction en énergie est effectuée, l'écart équivalent doit être ramené à 1 kilomètre de câble, en divisant la valeur lue par $\sqrt{L}$, L étant la longueur en kilomètres de la demi-section d'amplification considérée. Cet écart ramené à 1 kilomètre doit être inférieur à 0,8 ohm.

Remarque. — Les câbles à paires coaxiales fabriqués par des méthodes modernes présentent normalement une uniformité d'impédance suffisante pour que l'on ne rencontre que dans de rares cas des valeurs qui s'approchent des limites indiquées ci-dessus. Toutefois, si un certain nombre de sections d'amplification donnaient lieu à des réflexions approchant de ces limites, la transmission sur un circuit complet de 2500 km ne serait peut-être pas satisfaisante.

c) *Affaiblissement*

L'affaiblissement linéique de la paire coaxiale, mesuré à 15° Celsius (59° Fahrenheit) et à la fréquence 2,5 MHz, ne doit pas dépasser la valeur de 0,47 néper par kilomètre ou 4,1 décibels par kilomètre.

Une correction de la valeur mesurée de l'affaiblissement doit être faite suivant la température moyenne du câble, en se basant sur un coefficient de variation de l'affaiblissement en fonction de la température de 0,0021 par degré Celsius, à la fréquence 2,5 MHz.

d) *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre les deux paires coaxiales d'un câble doit être au moins de 9,8 népers ou 85 décibels à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises et pour une section d'amplification d'environ 9 kilomètres.

Remarque 1. — Les câbles déjà posés, qui satisfaisaient à cette condition dans la bande des fréquences de 60 kHz à environ 4 MHz, donneront certainement des résultats satisfaisants avec le système à 12 MHz.

Pour des câbles nouveaux prévus afin d'utiliser des systèmes à 12 MHz, l'écart télédiaphonique, mesuré à 60 kHz sur une section d'amplification d'environ 4,5 km, doit être au moins de 10,5 népers ou 91 dB.

Remarque 2. — Il est jugé inutile de spécifier une limite pour l'écart paradiaphonique, parce que des essais récents ont montré que l'écart paradiaphonique, dans les conditions du service, était supérieur à l'écart télédiaphonique. En effet, dans une section d'amplification ayant environ 9 kilomètres de longueur, on a pu réaliser une valeur d'écart paradiaphonique E correspondant à la formule empirique:

$$E = 9{,}2 + 5{,}8 \times \sqrt{f} \text{ népers} \qquad f \text{ en MHz}$$

ou

$$E = 80 + 50{,}5 \times \sqrt{f} \text{ décibels} \qquad f \text{ en MHz}$$

pour autant que cette formule ne donne pas de valeur supérieure à 15,5 népers ou 135 décibels.

e) *Rigidité diélectrique*

La substance isolante doit supporter pendant deux minutes une tension continue égale à 2000 volts appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque section d'amplification, une fois la pose terminée.

f) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension comprise entre 100 volts et 500 volts et parfaitement stable, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 10° Celsius (50° Fahrenheit). La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque section d'amplification.

AVIS G.332 (Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 12 MHZ SUR PAIRE COAXIALE NORMALISÉE 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TRANSISTORS

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie*

Dans les systèmes transmettant une bande de fréquences d'environ 12 MHz sur la paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisée par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis G.331), avec un espacement nominal des stations de répéteurs d'environ 4,5 kilomètres ou 3 miles, la répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie sera conforme à un des plans 1A, 1B et 2 décrits ci-dessous.

Il semble que pour l'avenir le plan 1A est à préférer au plan 1B. Cependant, dans les relations internationales entre pays qui emploient des procédés de modulation différents (voir l'Avis G.211) et en l'absence de tout arrangement particulier entre les administrations intéressées, y compris, le cas échéant, les administrations des pays de transit, les plans 1 sont à préférer au plan 2.

1. *Plan de répartition de fréquences 1A*

Ce plan fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes quaternaires de base. Trois groupes quaternaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition de fréquences de la figure 1.

Dans cette figure, les fréquences porteuses virtuelles des deux groupes quaternaires inférieurs sont indiquées.

2. *Plan de répartition de fréquences 1B*

Fréquences inférieures à 4287 kHz — Aux fréquences inférieures à 4287 kHz, le plan 1B fait usage du deuxième procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes secondaires. Quinze groupes secondaires sont transmis en ligne suivant le schéma de la figure 2 (fréquences inférieures à 4287 kHz). Ces 15 groupes secondaires forment l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires décrit dans l'Avis G.233; les fréquences porteuses sont indiquées dans cet avis. La figure 3 donne plus de détails sur la répartition de fréquences au-dessous de 4287 kHz.

Fréquences supérieures à 4287 kHz — Aux fréquences supérieures à 4287 kHz, le plan 1B fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

Aux fréquences supérieures à 4287 kHz, le plan de répartition de fréquences de la figure 2 est identique à celui de la figure 1.

3. *Plan de répartition de fréquences 2*

Ce plan fait usage du 2e procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques dans l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires. Trois assemblages de 15 groupes secondaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition de fréquences de la figure 4. Dans cette figure, les fréquences porteuses virtuelles des assemblages de 15 groupes secondaires n° 2 et n° 3 sont indiquées.

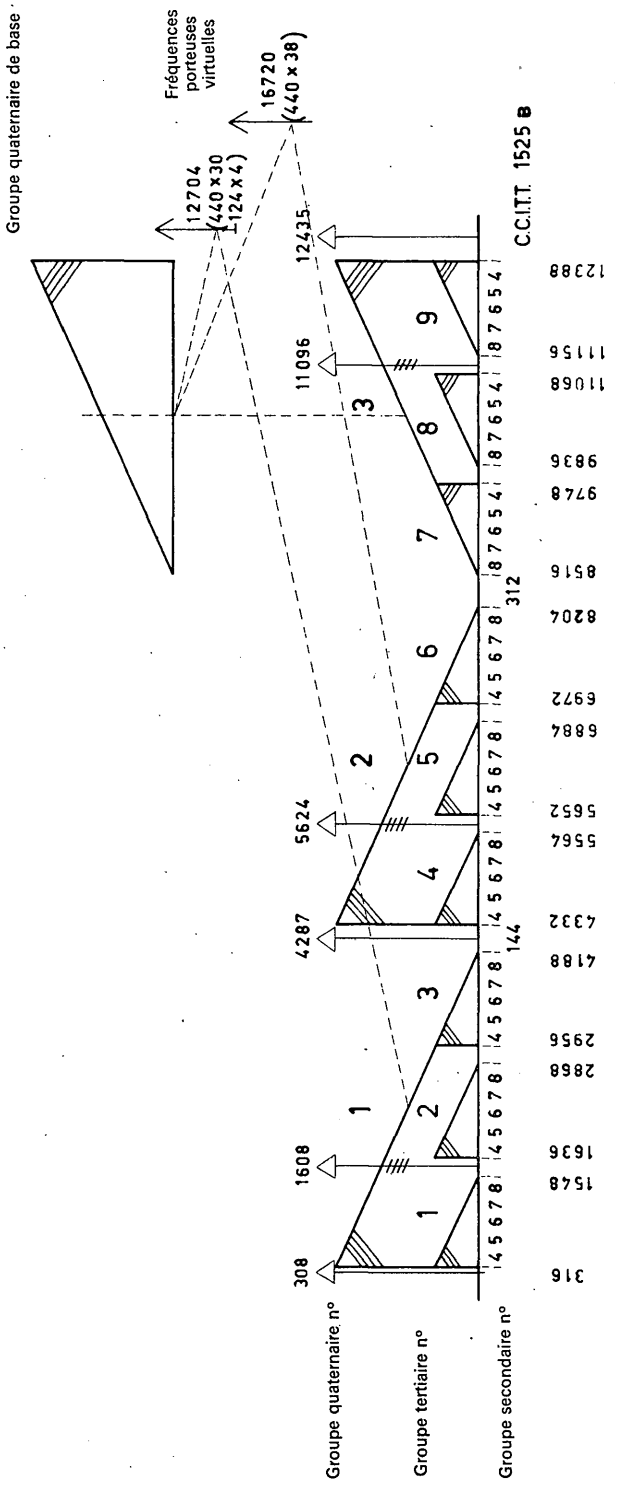


FIGURE 1. — **Plan de répartition de fréquences 1A pour systèmes à 12 MHz**

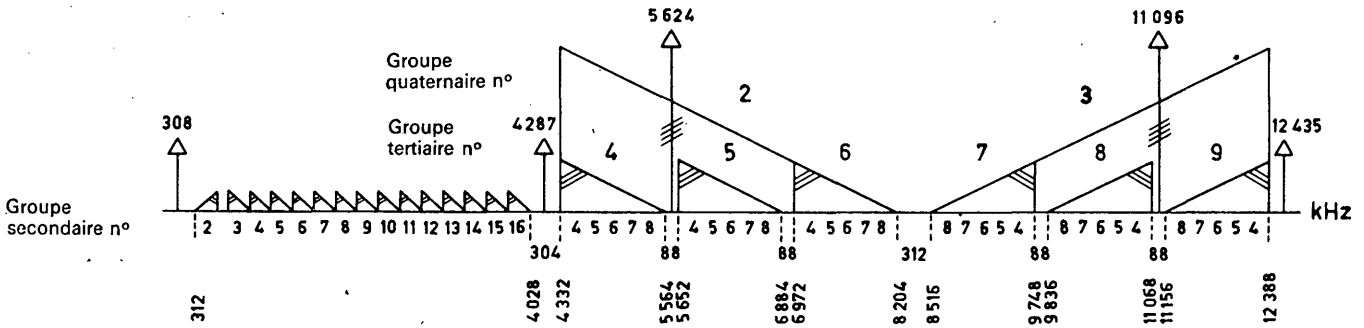


FIGURE 2. — **Plan de répartition de fréquences 1B pour systèmes à 12 MHz**

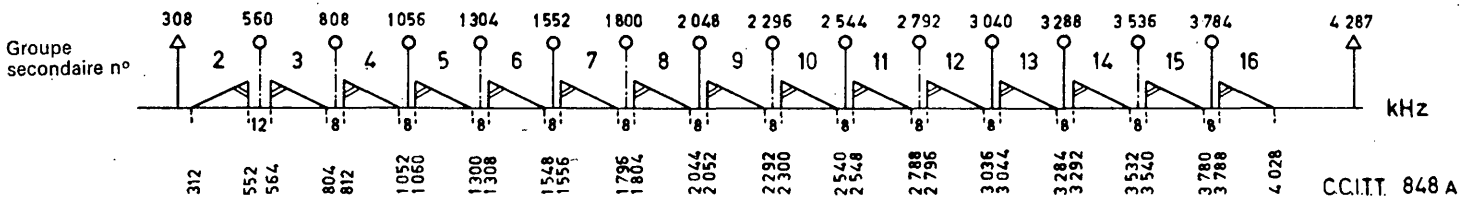


FIGURE 3. — **Plan de répartition de fréquences 1B pour systèmes à 12 MHz : fréquences inférieures à 4287 kHz**

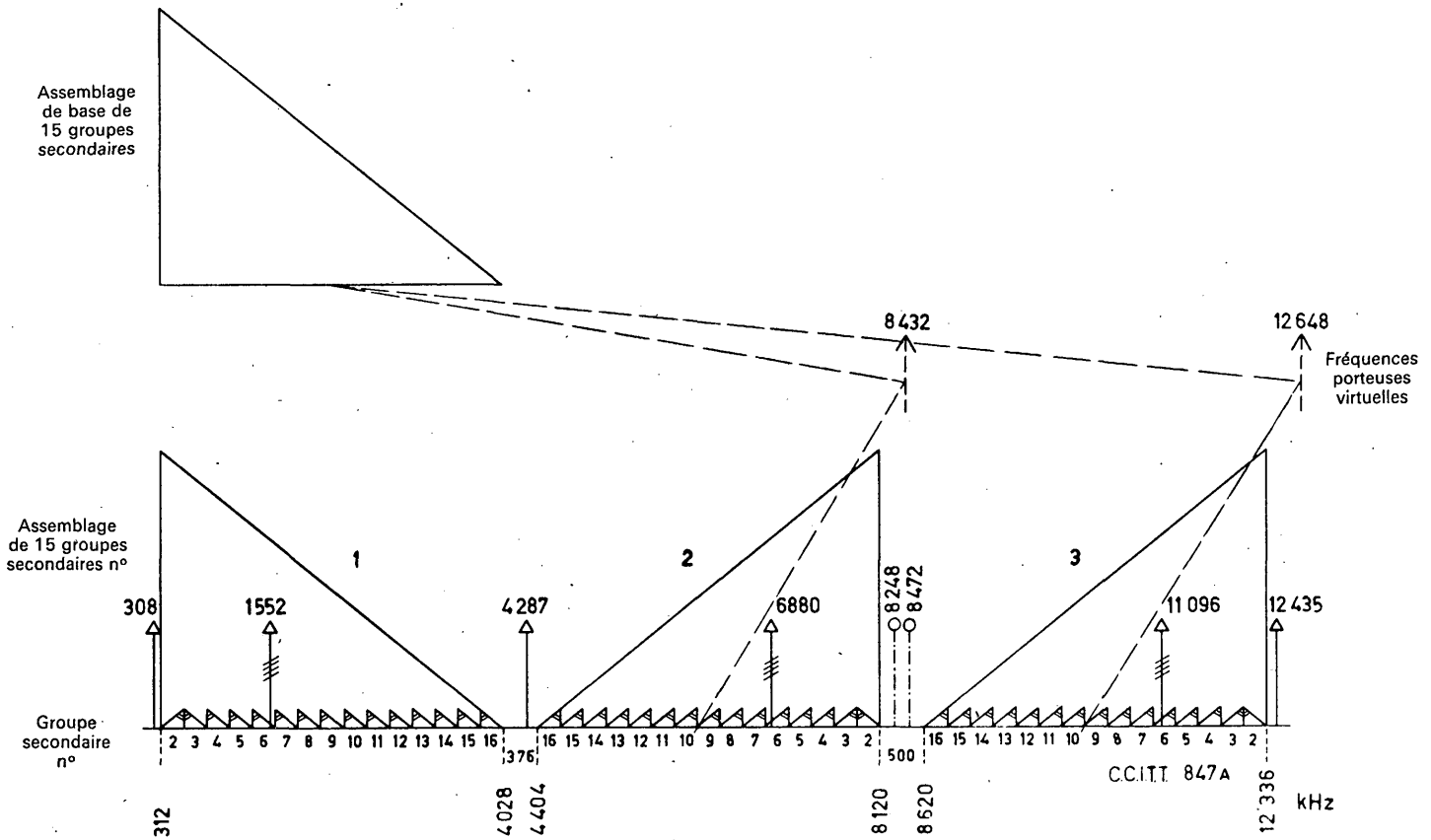


FIGURE 4. — **Plan de répartition de fréquences 2 pour systèmes à 12 MHz**

b) *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Le C.C.I.T.T. recommande d'utiliser la fréquence 12 435 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne.

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que dans chaque sens de transmission, l'administration située du côté émission émette en permanence une ou deux ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne à 308 et/ou 4287 kHz, à la demande et au choix de l'administration située du côté réception, pour servir, par exemple, à une régulation complémentaire.

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est de $\pm 10^{-6}$.

Le niveau absolu de puissance de l'onde pilote principale de régulation de ligne et des ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne (rapporté au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs sur paire coaxiale en câble considéré) doit être réglé, au point où cette onde pilote est appliquée, à une valeur nominale de —1,15 néper (—10 décibels).

La construction des équipements doit donner la possibilité de bloquer ces ondes pilotes à l'extrémité d'une section de régulation de ligne de telle sorte que leur niveau soit inférieur d'au moins 4,6 népers (40 décibels) à celui des ondes pilotes utilisées sur les autres sections. Les tolérances suivantes sont recommandées sur le niveau de ces ondes pilotes.

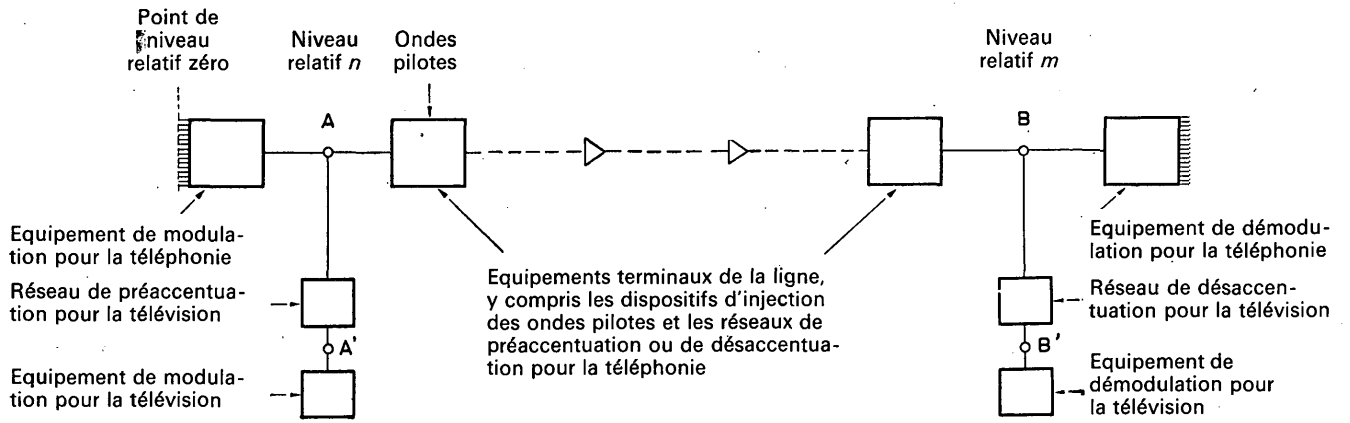
1.1 Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de $\pm$ 1 cNp ou $\pm$ 0,1 dB l'erreur sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau.

1.2 La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser $\pm$ 3 cNp ou $\pm$ 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.

1.3 Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse $\pm$ 5 cNp ou $\pm$ 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

Par ailleurs, l'attention des administrations est attirée sur l'inconvénient qui pourrait résulter d'une diminution importante du niveau absolu de puissance de l'onde pilote appliquée à la ligne; une diminution importante risque en effet de provoquer, par le jeu correspondant des régulateurs de niveau, un amorçage d'oscillations sur les circuits. Il serait souhaitable de prévoir des dispositifs qui permettraient de remédier éventuellement à cet inconvénient.

Remarque. — Quand une préaccentuation est appliquée à la ligne et suivie de désaccentuation, il est nécessaire de définir le niveau des ondes pilotes de régulation de ligne en se référant à un point (qui peut être fictif) situé à l'entrée ou à la sortie de la ligne et où les niveaux relatifs de toutes les voies téléphoniques sont égaux dans toute la bande des fréquences transmises en ligne. Quand on doit utiliser une partie de la bande de fréquences transmises en ligne pour procurer un circuit de télévision, des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation différents peuvent être nécessaires, mais ceci ne change pas la définition du niveau des ondes pilotes de régulation de ligne. Les figures 5 et 6 représentent deux systèmes hypothétiques, imaginés pour donner des exemples d'application de cette définition.



Remarque. — Entre les points A et B, la ligne haute fréquence présente une caractéristique « gain-fréquence » uniforme pour la téléphonie; en ces points, toutes les voies téléphoniques sont au même niveau relatif. Entre les points A′ et B′, la ligne haute fréquence présente une caractéristique « gain-fréquence » uniforme pour la télévision.

FIGURE 5. — **Exemple d'application, à une ligne utilisable pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision, de la définition du niveau des ondes pilotes de régulation de ligne**

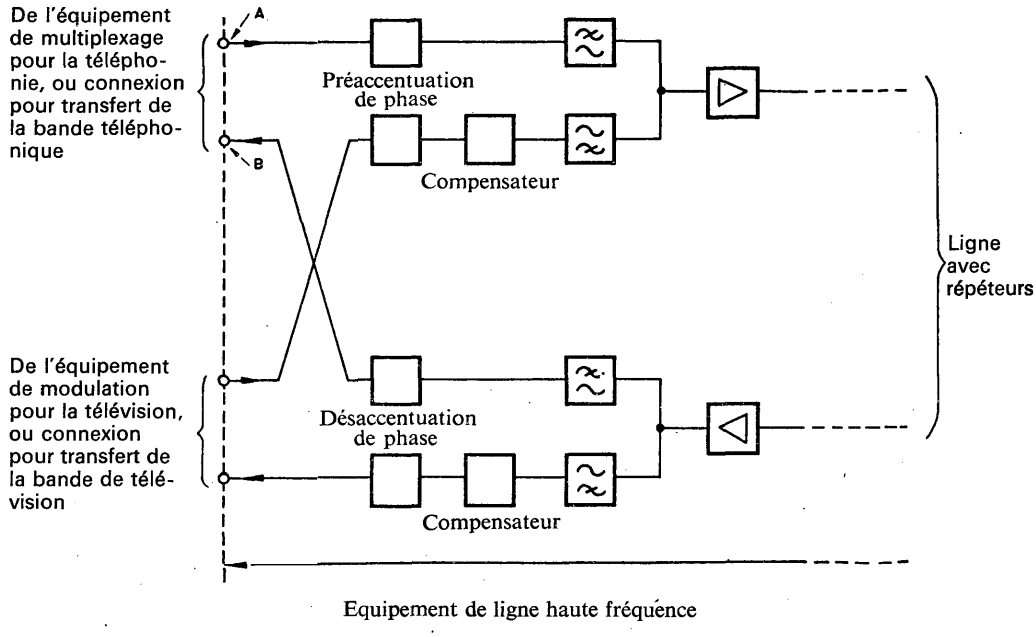


FIGURE 6. — **Exemple d'équipement de ligne haute fréquence pour un système « mixte » à 12 MHz (transmission simultanée de la téléphonie et de la télévision). Les niveaux relatifs pour la téléphonie seraient définis aux points A et B**

2. *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Les administrations qui désirent procéder à une comparaison internationale de fréquences choisiront à cet effet une des fréquences 300, 808 ou 1552 kHz, lorsqu'elles ne pourront pas utiliser les fréquences 308 et 1800 kHz. La comparaison internationale d'étalons nationaux est d'ailleurs une opération assez rare. Il sera toujours possible d'utiliser pour cette comparaison, pendant une période de temps donnée, une des fréquences indiquées ci-dessus, même si elle est habituellement utilisée comme onde additionnelle de mesure.

La fréquence 300 kHz peut être employée à des comparaisons nationales de fréquences par les administrations qui ne veulent pas utiliser à cette fin l'onde pilote à 308 kHz. Dans ce cas, il est recommandé que l'onde à 300 kHz soit transmise avec un niveau absolu de puissance de −1,15 néper (−10 dB) au point de niveau relatif zéro.

3. *Ondes additionnelles de mesure.* — Si l'on utilise la répartition de fréquences sans groupes tertiaires aux fréquences inférieures à 4 MHz (figures 3 et 4), les fréquences qui *peuvent* être employées pour des ondes additionnelles de mesure sont les suivantes:

560, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048, 2296,
2544, 2792, 3040, 3288, 3536 et 3784 kHz.

Toute administration qui exploite une ligne à 12 MHz traversant une frontière doit émettre, ou mesurer, à la demande de toute autre administration intéressée, les ondes de mesure dont les fréquences figurent dans la liste préférentielle suivante:

560, 808, 1304, 1800, 2296, 2792 et 3536 kHz.

Les administrations doivent également émettre, ou mesurer, à la demande des administrations correspondantes, toutes les ondes de mesure qui peuvent être utilisées dans les autres cas, à savoir:

1. aux fréquences inférieures à 4 MHz, si l'on utilise la répartition de fréquences avec groupes tertiaires du plan 1A (figure 1):

560, 808, 1304, 1592 et 2912 kHz;

2. aux fréquences supérieures à 4 MHz, si l'on emploie le plan 1A (figure 1) ou 1B (figure 2):

5608, 6928, 8248[1], 8472, 9792 et 11 112 kHz.

Si l'on emploie le plan 2 (figure 4), dans les conditions prévues par l'Avis G.211 pour l'application du 2e procédé de modulation, les ondes additionnelles utilisées aux fréquences supérieures à 4 MHz sont:

5392[2], 7128[2], 8248, 8472, 8864[2], 9608[2] et 11 344[2] kHz

Toutes ces fréquences sont récapitulées dans le tableau suivant:

Fréquences utilisables pour les ondes additionnelles de mesure des systèmes à 12 MHz

Bande de fréquences	Répartition de fréquences	Onde additionnelle de mesure qui doit être émise, ou mesurée, à la demande	Autres ondes additionnelles de mesure qui peuvent être émises
<4 MHz	en groupes secondaires (figures 3 et 4)	560, 808, 1304, 1800, 2296, 2792 et 3536 kHz	1056, 1552, 2048, 2544, 3040, 3288 et 3784 kHz
	tout en groupes tertiaires (figure 1)	560, 808, 1304, 1592 et 2912 kHz	
>4 MHz	en groupes tertiaires (figures 1 et 2)	5608, 6928, 8248[1], 8472, 9792 et 11 112 kHz	
	en assemblages de 15 gr. secondaires (figure 4)	5392[2], 7128[2], 8248, 8472, 8864[2], 9608[2], 11 344[2] kHz	

La variation absolue de fréquence des ondes additionnelles de mesure situées au-dessous de 4 MHz ne doit jamais sortir des limites de ± 40 Hz par rapport à leur valeur nominale. Pour les ondes de fréquence supérieure à 4 MHz, la variation relative de fréquence, par rapport à la valeur nominale, ne doit jamais dépasser $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.

[1] La fréquence 8248 kHz peut être utilisée comme onde pilote de régulation de ligne d'un faisceau hertzien. En pareil cas, il convient de prendre les précautions indiquées dans l'Avis G.423.

[2] *Note du Secrétariat.* — Ces fréquences ne se trouvent pas sur la figure 4, approuvée par l'Assemblée plénière de 1968. Faute d'indication précises, le Secrétariat les a tirées de la figure 68 (*Livre Bleu*, tome III, page 201), non reprise dans le *Livre Blanc*.

Le niveau absolu de puissance de ces ondes additionnelles de mesure (rapporté au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs sur paire coaxiale en câble considéré) [1] doit être réglé, au point où cette onde est appliquée, à une valeur nominale de —1,15 néper (—10 décibels).

Ces ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être transmises en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

Des dispositions doivent être prises dans les équipements du système à 12 MHz pour protéger l'onde pilote de régulation de ligne à 308 kHz contre des perturbations dues à une onde pilote ou onde additionnelle de mesure à la même fréquence provenant d'un système à 4 MHz, si cette protection n'est pas déjà assurée par les équipements du système à 4 MHz.

Remarque. — Certaines administrations appliquent de nouvelles méthodes de compensation manuelle ou automatique de la distorsion d'affaiblissement, par exemple à l'aide de correcteurs basés sur la fonction cosinus, utilisant des fréquences qui ne figurent pas dans la liste des ondes additionnelles de mesure recommandées par le C.C.I.T.T.

Il est bien entendu qu'on ne devrait émettre aucune onde additionnelle de mesure, qui puisse sortir d'un réseau national, à la même fréquence qu'une des ondes pilotes recommandées par le C.C.I.T.T.

c) *Circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz [2] sur paires coaxiales*

Ce « circuit fictif de référence » a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs à 12 MHz sur paires coaxiales. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

trois couples de modulation de voie, chaque couple comprenant une translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et vice versa;

trois couples de modulation de groupe primaire, chaque couple comprenant une translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et vice versa;

six couples de modulation de groupe secondaire, chaque couple comprenant une translation du groupe secondaire de base dans la bande des fréquences du groupe tertiaire de base et vice versa;

neuf couples de modulation de groupe tertiaire, chaque couple comprenant une translation du groupe tertiaire de base dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale et vice versa.

La figure 7 donne le schéma de principe du « circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales ».

Ce circuit fictif de référence est composé de neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).

d) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables au circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par ce circuit de référence, que la puissance psophométrique

---

[1] La remarque du paragraphe b 1 est encore applicable.

[2] Ce circuit fictif de référence est aussi utilisé pour les systèmes transmettant des groupes tertiaires sur une paire coaxiale 1,2/4,4 mm.

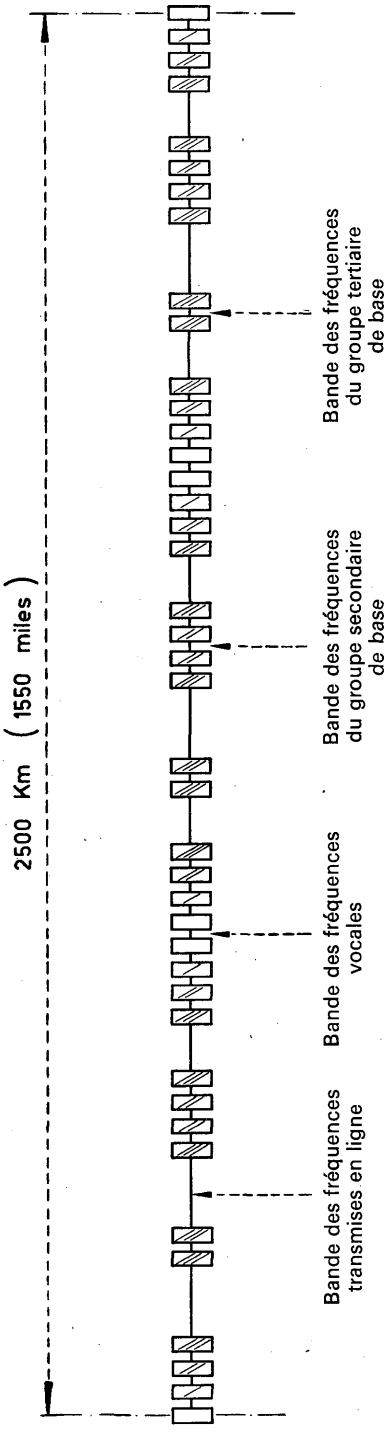


FIGURE 7. — **Schéma de principe du circuit fictif de référence pour système à 12 MHz sur paire coaxiale**

moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10000 picowatts au cours d'une heure quelconque.

La répartition du bruit total entre bruit de fond et bruit d'intermodulation est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW pour l'équipement terminal et de 7500 pW pour la ligne.

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Soient:

Z_L l'impédance caractéristique de la ligne (pour une fréquence quelconque effectivement transmise, f), cette impédance étant donnée par l'ordonnée pour la fréquence f d'une courbe à allure régulière que les administrations ou exploitations privées intéressées auront considérée d'un commun accord comme représentative de la caractéristique « impédance-fréquence » moyenne du type de paire coaxiale considéré;

Z_R la valeur la plus défavorable rencontrée en pratique de l'impédance d'entrée (pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vu de la ligne (voir la figure 8);

Z_E la valeur la plus défavorable rencontrée en pratique de l'impédance de sortie (pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vu de la ligne;

$A = al$ l'affaiblissement total sur images (à la fréquence f) des conducteurs de la ligne entre deux stations de répéteurs adjacentes, a étant l'affaiblissement linéique moyen de la paire coaxiale et l la distance moyenne entre deux stations de répéteurs adjacentes.

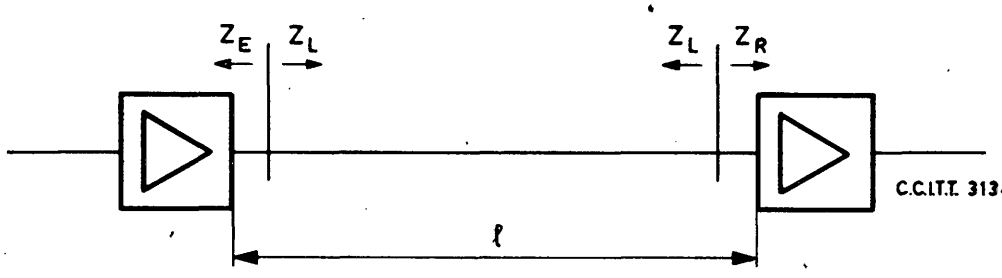


FIGURE 8. — **Section d'amplification de paire coaxiale**

On considère le nombre N (de népers ou de décibels) défini par les formules:

$$N = 2A + \ln\left|\frac{Z_E + Z_L}{Z_E - Z_L}\right| + \ln\left|\frac{Z_L + Z_R}{Z_L - Z_R}\right| \text{ népers)}$$

ou

$$N = 2A + 20\log_{10}\left|\frac{Z_E + Z_L}{Z_E - Z_L}\right| + 20\log_{10}\left|\frac{Z_L + Z_R}{Z_L - Z_R}\right| \text{ (décibels)}$$

Dans le présent Avis, il s'agit toujours de systèmes ayant des répéteurs à espacement nominal d'environ 4,5 à 4,8 km, des systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm (Avis G.337).

La somme N des trois termes définis ci-dessus doit alors être au moins égale à 5,55 népers (48 dB) à 300 kHz et au moins égale à 6,3 népers ou 55 dB à toutes les fréquences supérieures à 800 kHz. Entre 300 et 800 kHz la limite admissible, exprimée en népers ou en dB, varie linéairement en fonction de la fréquence.

Remarque. — Le C.C.I.T.T. a seulement défini des limites admissibles pour la somme N de trois termes (voir les formules ci-dessus). Il est recommandé que les administrations ou exploitations privées intéressées dans une section de paire coaxiale traversant une frontière s'entendent pour fixer dans ce cas particulier les valeurs admissibles pour chacun de ces trois termes, en respectant la condition précitée, c'est-à-dire s'entendent sur l'emploi d'une adaptation aussi bonne que possible ou d'une désadaptation systématique aux extrémités de la section d'amplification.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion dans une section frontière*

1. *Interconnexion dans une section frontière*

Dans une section d'amplification qui traverse une frontière, le niveau relatif à l'entrée de la section de câble (sortie de l'équipement de répéteur) doit être égal à —1,5 néper (—13 dB) à 12435 kHz.

Remarque 1. — Cette recommandation suppose que l'affaiblissement de la section frontière est d'environ 4,3 népers ou 37 à 38 dB. Il convient d'en tenir compte pour déterminer la longueur réelle de la section frontière.

Remarque 2. — Lorsque les courbes de préaccentuation des deux systèmes sont différentes, il y a lieu d'appliquer l'Avis G.352.

2. *Niveau relatif dans une section d'amplification quelconque*

Il n'a pas été possible de normaliser une valeur unique.

3. *Préaccentuation*

Les renseignements fournis par diverses administrations indiquent que la valeur du taux de préaccentuation est généralement comprise entre 9 et 12 dB.

g) *Systèmes de téléalimentation et d'alarme*

1. *Alimentation en énergie électrique à la traversée d'une frontière*

2. *Constitution des systèmes de téléalimentation*

Le texte de l'Avis G.341, g.1 et g.2, applicable à tous les systèmes sur paires 1,2/4,4 mm, est encore valable pour les systèmes transistorisés à 12 MHz sur paires 2,6/9,5 mm.

3. *Surveillance et transmission des alarmes dans une section frontière.* Voir l'annexe ci-après:

ANNEXE

(à l'Avis G.332)

Fréquences utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts

Les fréquences ou bandes de fréquences utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts dans divers pays sont indiquées ci-après à titre d'information.

Pays	Bande utilisée (kHz)
Belgique	280 et 12700 et 170 à 210 pour la régulation
Japon	13000 à 13180
France	12700 à 12800
Pays-Bas	280 et 170 à 210 pour la régulation
R. F. d'Allemagne	269 et (13300 ± 75)
Royaume-Uni	13500 + 12,5
Suède	12700 à 13000

Remarque. — La Chile Telephone Company utilise un système de localisation des dérangements, au moyen de courants continus transmis sur des paires interstitielles du câble, qui n'occasionne aucun risque de perturbation avec les systèmes mentionnés ci-dessus.

AVIS G.333 (Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 40 ET A 60 MHZ SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TRANSISTORS

Introduction

La technique employée actuellement ou dans les toutes prochaines années pour la construction des amplificateurs permettra de transmettre des fréquences allant jusqu'à 60 MHz sur une paire coaxiale du type 2,6/9,5 mm.

L'expérience de certaines administrations montre que l'on peut actuellement fabriquer, sans difficulté majeure, des câbles dont l'exploitation sera possible jusqu'à des fréquences de l'ordre de 60 MHz. Toutefois, pour les câbles déjà exploités jusqu'à 4 ou 12 MHz, certaines difficultés, notamment d'égalisation des variations de l'affaiblissement en fonction de la fréquence, pourraient se présenter, dues en particulier:

— à la dispersion des valeurs de l'affaiblissement linéique;

— aux anomalies d'affaiblissement sur de grandes longueurs, si le câble montrait d'importantes irrégularités d'impédance; de telles irrégularités, que l'on rencontre surtout aux points d'épissure, peuvent être mises en évidence en utilisant des impulsions de plus courte durée, fonction de la largeur de la bande de fréquences à transmettre.

Le C.C.I.T.T. a donc défini un système à 60 MHz, qui peut être obtenu par exemple en partageant en trois la section d'amplification d'un système à 12 MHz. Il est recommandé aux administrations qui, par accord mutuel, emploieraient dans le service international des systèmes à 40 MHz d'appliquer les clauses relatives au système à 60 MHz, avec les modifications qui s'imposent.

a) *Fréquences transmises en ligne*

Le schéma de répartition des fréquences transmises en ligne doit s'étendre jusqu'à environ 60 MHz, étant entendu que certains systèmes réalisés en pratique pourront n'utiliser qu'une partie de cette bande de fréquences.

D'autre part, il est souhaitable de faciliter l'interconnexion de ces systèmes avec les autres systèmes sur paires coaxiales.

Compte tenu de ces considérations, le C.C.I.T.T. recommande ce qui suit:

Premier plan de répartition des fréquences et de modulation pour systèmes à 40 MHz et à 60 MHz (figure 1)

Dans ce plan, le bloc de base pour l'interconnexion est le groupe quaternaire de 8516 à 12 388 kHz recommandé par le C.C.I.T.T. dans l'Avis G.211. Il contient donc les trois groupes tertiaires qui constituent le groupe quaternaire de base, mais la même bande de fréquences pourrait contenir un assemblage de 15 groupes secondaires (voir deuxième plan).

Toutes les opérations de modulation et de démodulation entre le groupe quaternaire de base et la bande de fréquences transmises en ligne s'effectuent dans un seul étage de modulation. Les fréquences porteuses à employer pour cette modulation sont indiquées sur la figure 1. Toutes sont obtenues à partir de fréquences multiples de 440 kHz, ou multiples de 2200 kHz. Ces deux fréquences fondamentales présentent des rapports simples avec les fréquences normalement employées dans le système à 12 MHz.

Les quatre groupes quaternaires inférieurs peuvent être extraits individuellement par filtrage dans la bande des fréquences transmises en ligne. On peut extraire les groupes quaternaires supérieurs que sous la forme d'un assemblage de quatre groupes quaternaires. Cette méthode a été choisie pour économiser la bande de fréquences utilisée.

Les deux groupes quaternaires transmis en ligne aux fréquences les plus basses sont identiques aux groupes quaternaires nos 2 et 3 de la figure 1 de l'Avis G.332.

Deuxième plan de répartition des fréquences et de modulation pour systèmes à 40 MHz et à 60MHz (figure 2)

Dans ce plan, 11 assemblages de 15 groupes secondaires sont modulés dans la bande de fréquences 8620 à 12 336 kHz qui se situe à l'intérieur du groupe quaternaire de base.

Les assemblages de 15 groupes secondaires en ligne numérotés 3 à 13 sont obtenus de la même manière que les groupes quaternaires correspondants du premier plan ci-dessus. L'assemblage de 15 groupes secondaires en ligne no 2 est obtenu par la modulation d'un assemblage de 15 groupes secondaires dans la bande 312 à 4028 kHz, la porteuse étant $68 \times 124 = 8432$ kHz.

Les possibilités d'extraction par filtrage dans la bande de fréquences transmises en ligne sont identiques à celles du plan no 1.

Les assemblages de 15 groupes secondaires transmis en ligne aux fréquences les plus basses sont identiques aux deuxième et au troisième assemblages de 15 groupes secondaires de la figure 4 de l'Avis G.332.

Remarque. — Il est entendu que le premier plan serait adopté dans les pays ou l'on désire pouvoir employer des groupes tertiaires et quaternaires de base dans le réseau national, tandis que le deuxième plan pourrait être adopté dans les pays où l'on prévoit que l'emploi d'assemblages de groupes secondaires dans le réseau national.

Bien entendu, dans les relations internationales entre pays employant le même plan dans le réseau national, c'est-à-dire employant tous deux le premier plan, ou tous deux le deuxième plan, on emploierait le plan commun à ces deux pays.

Toutefois, dans les relations internationales entre pays qui emploient des plans différents dans leurs réseaux nationaux et en l'absence de tout arrangement particulier pris en accord entre les administrations intéressées, y compris les administrations des pays de transit, il est recommandé d'employer le premier plan

b) *Ondes pilotes*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences suivantes ont été réservées pour des ondes pilotes de régulation de ligne du système à 60 MHz: 4287 kHz, 12 435 kHz, 22 372 kHz, 40 920 kHz et 61 160 kHz, avec une stabilité de fréquence de $\pm 1 \times 10^{-6}$, et un niveau de $-1{,}15$ Nm0 (-10 dBm0). Toutes ces fréquences, sauf la plus élevée, peuvent également être utilisées avec le système à 40 MHz. Le choix de l'onde pilote principale de régulation de ligne, dans cette liste, reste à l'étude.

2. *Onde pilote de comparaison des fréquences*

Etant donné que la comparaison internationale de fréquences est une opération qui est effectuée rarement, le C.C.I.T.T. recommande que les administrations choisissent l'une ou l'autre des deux fréquences suivantes:

— 4200 kHz, qui est un multiple de 300 kHz et une valeur voisine de 4400 kHz,

— 8316 kHz (27×308 kHz) qui peut facilement prendre place dans les intervalles libres des deux répartitions de fréquences envisagées (figures 1 et 2).

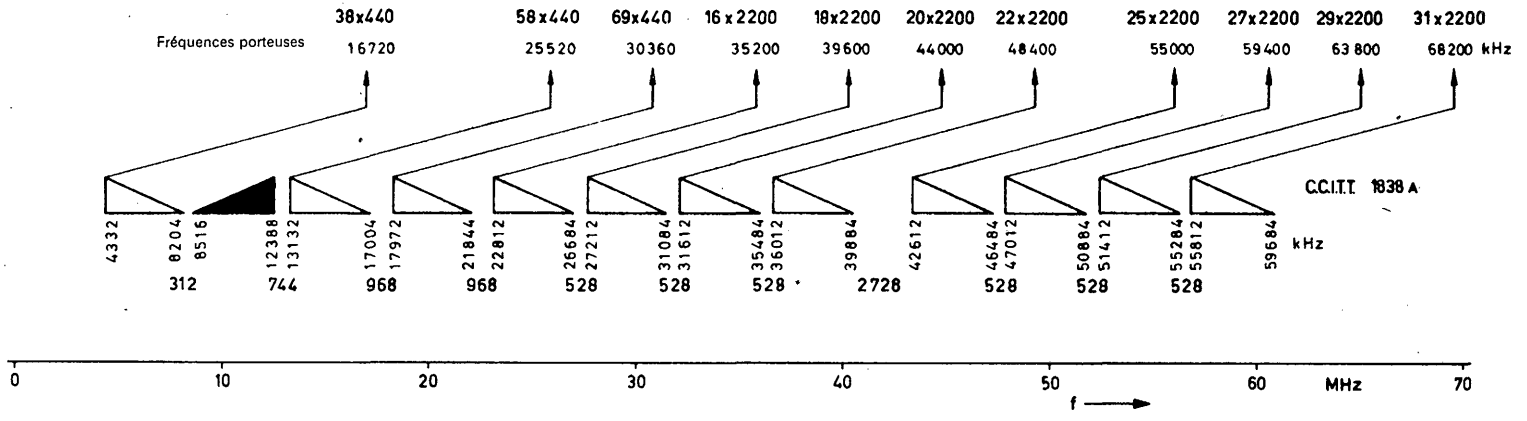


FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour des systèmes à 40 et 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble, suivant le plan n° 1**

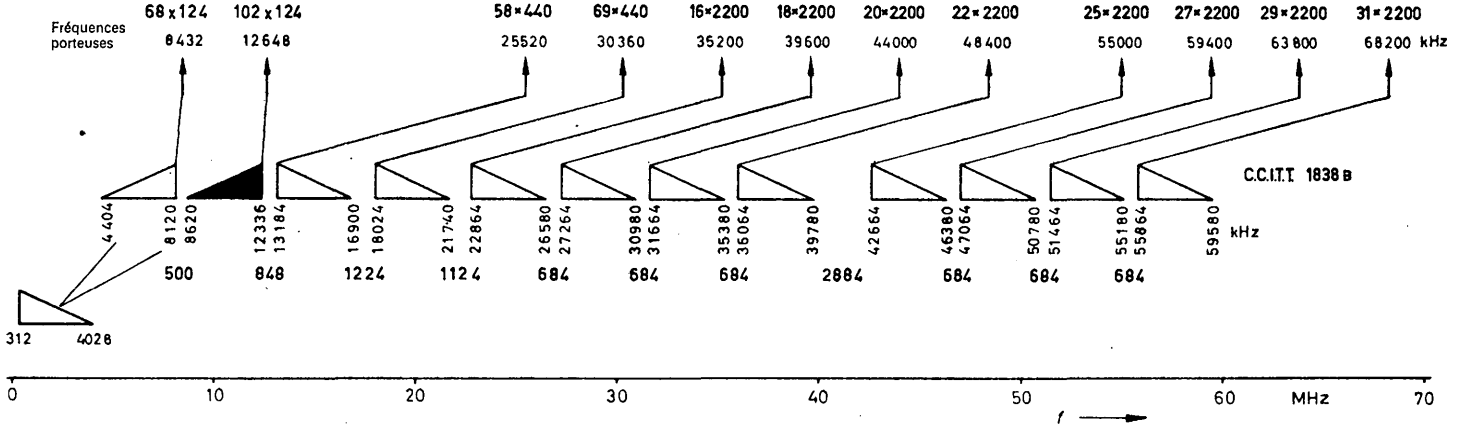


FIGURE 2. — **Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour des systèmes à 40 et 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble suivant le plan n° 2**

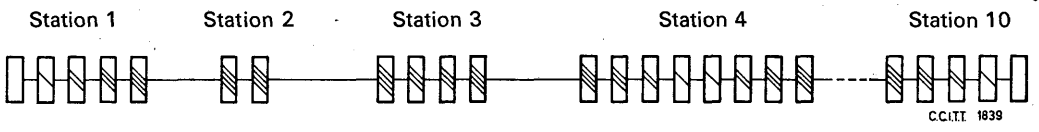
c) *Circuit fictif de référence*

1. *Considérations générales*

Le circuit fictif de référence doit fournir une indication sur ce que l'on peut attendre du système en utilisation réelle. On pense que l'espacement des stations principales sera sensiblement le même que dans les systèmes plus anciens, par exemple le système à 12 MHz. C'est pourquoi on a adopté une longueur de 2500 km, divisée en neuf sections de 280 km, avec au total dix stations principales. Eu égard à la grande largeur de bande dont on dispose et au prix de revient modique par kHz de largeur de bande, il est apparu que l'on peut s'attendre à un plus petit nombre de démodulations jusqu'aux bandes de base d'ordre inférieur.

2. *Modulation*

Avec l'une ou l'autre des répartitions de fréquences en ligne recommandées au paragraphe a, il faudra en général prévoir cinq étages de modulation pour placer une voie donnée dans la position qui lui revient à l'intérieur de la bande des fréquences transmises en ligne.



Remarque. — Les stations 5 à 8 sont identiques à la station 2. — Les stations 6 et 9 sont identiques à la station 3. — La station 7 est identique à la station 4.

FIGURE 3. — **Schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm**

	Symbole
1. Modulation de voie pour constituer un groupe primaire de base.	
2. Modulation de groupe primaire pour constituer un groupe secondaire de base.	
Suivant le cas	
3. Modulation de groupe secondaire pour constituer un groupe tertiaire de base. / Modulation de groupe secondaire pour former un assemblage de 15 groupes secondaires dans la bande 312-4028 kHz.	
Suivant le cas	
4. Modulation de groupe tertiaire pour constituer un groupe quaternaire de base. / Modulation d'un assemblage de 15 groupes secondaires, pour le placer dans la bande de fréquences du groupe quaternaire de base.	
5. Modulation de groupe quaternaire pour aboutir à la répartition des fréquences transmises en ligne (sauf pour le groupe quaternaire 2).	C.C.I.T.T. 2843

Pour certains groupes tertiaires du système à 12 MHz, il faut d'ores et déjà recourir à une double modulation pour placer ces groupes dans la position qui leur revient à l'intérieur de la bande des fréquences à transmettre en ligne. Cela étant, il est probable que les caractéristiques de bruit des équipements de modulation existants se révéleront satisfaisantes; il est bien évident que c'est là une condition éminemment souhaitable.

Compte tenu de ce qui précède, le C.C.I.T.T. recommande à titre provisoire le circuit fictif de référence représenté sur la figure 3.

d) *Bruit de circuit*

Il est recommandé d'établir le projet de construction du système sur la base de l'Avis G.222, c'est-à-dire de façon à obtenir une puissance psophométrique moyenne d'environ 3 pW par km de ligne, sur la voie téléphonique la plus défavorisée ayant la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km.

e) *Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la ligne*

Une valeur de 65 dB est recommandée à titre provisoire pour la grandeur N définie au paragraphe e) de l'Avis G.332.

f) *Interconnexion*

Niveaux dans une station principale — voir l'Avis G.213.

Dans le cas où une partie de la bande de fréquences est transmise sans démodulation, la même valeur de −3,8 Np (−33 dB) est recommandée, à titre provisoire, à la sortie du filtre de transfert direct.

AVIS G.337 (ancien Avis G.331, modifié à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES SUR PAIRES COAXIALES 2,6/9,5 mm

Les divers systèmes qui peuvent être établis sur la paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisée par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis G.331) ont été définis de la façon suivante:

1. *Système à 2,6 MHz.* — Système sur paires coaxiales en câble, avec des répéteurs espacés d'environ 9 kilomètres ou 6 miles, procurant 10 groupes secondaires, dans la bande des fréquences de 60 à 2540 kHz (voir la section A du présent avis).

2. *Système à 4 MHz.* — Système sur paires coaxiales en câble, avec des répéteurs espacés d'environ 9 kilomètres ou 6 miles, procurant 16 groupes secondaires dans la bande des fréquences de 60 à 4028 kHz (voir l'Avis G.338), ou pouvant, à titre d'alternative, transmettre un signal de télévision à bande latérale résiduelle avec une bande de video fréquences effectivement transmises d'environ 3 MHz (voir l'Avis J.71).

3. *Système à 6 MHz.* — Système sur paires coaxiales en câble, avec des répéteurs espacés d'environ 9 kilomètres ou 6 miles, procurant au moins 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences de 60 (ou 300) kHz à environ 6 MHz (voir le paragraphe B du présent avis), ou pouvant, à titre d'alternative, transmettre un signal de télévision à bande latérale résiduelle avec une bande de video fréquences effectivement transmises de 5 MHz (voir l'Avis J.72).

4. *Système à 12 MHz.* — Système sur paires coaxiales en câble, avec un espacement des répéteurs d'environ 4,5 kilomètres ou 3 miles, procurant 40 à 45 groupes secondaires dans la bande des fréquences de 0,3 MHz à environ 12 MHz (voir l'Avis G.332 pour les systèmes utilisant des transistors et G.339 pour les systèmes utilisant des tubes à vide) ou pouvant, à titre d'alternative, transmettre au moins 15 groupes secondaires pour la téléphonie, plus un signal de télévision à bande latérale résiduelle avec une bande de video fréquences effectivement transmises de 5 MHz (voir l'Avis J.73).

5. *Système à 60 MHz.* — Système avec un espacement des répéteurs d'environ 1,5 km procurant jusqu'à 180 groupes secondaires pour la téléphonie (voir l'Avis G.333).

A. SYSTÈME A 2,6 MHz UTILISANT DES TUBES A VIDE

Ce système ne peut être employé que par accord entre les administrations ou exploitations privées intéressées. Il est recommandé dans ce cas d'appliquer les clauses correspondantes pour le système à 4 MHz (Avis G.338), avec les particularités suivantes:

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

On appliquera le schéma de la figure 1, qui se déduit de la figure 1 de l'Avis G.338 en ne conservant que les groupes secondaires nos 1 à 10 inclus.

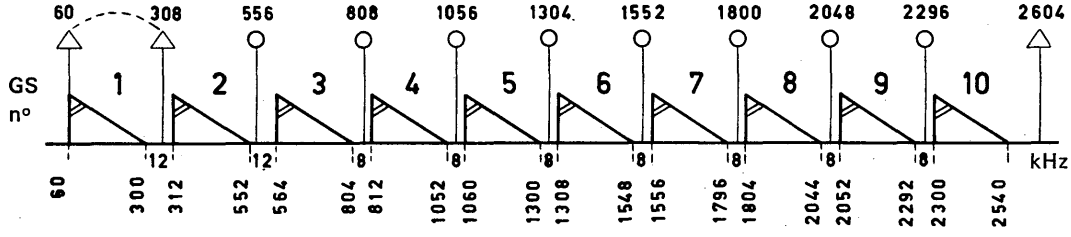


FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour le système à 10 MHz**

b) *Ondes pilotes de régulation de ligne*

On pourra utiliser pour l'onde pilote supérieure de régulation de ligne la fréquence 2540 + 64 = 2604 kHz, c'est-à-dire une fréquence plus élevée de 64 kHz que la fréquence maximum du dixième groupe secondaire. La stabilité recommandée pour cette fréquence est de ± 30 Hz.

Les fréquences éventuellement utilisées pour des ondes pilotes de régulation de ligne complémentaire doivent être choisies dans la liste suivante:

60, 308, 556, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048 et 2296 kHz.

c) *Ondes additionnelles de mesure*

Les fréquences qui peuvent être utilisées pour ces ondes sont les suivantes:

60, 308, 556, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048 et 2296 kHz.

B. SYSTÈME A 6 MHz UTILISANT DES TUBES A VIDE

Ce système est surtout destiné à des transmissions télévisuelles et il est décrit, à ce titre, dans l'Avis J.72 (3e partie du présent ouvrage).

Il est possible d'utiliser la ligne haute fréquence d'un système à 6 MHz pour des transmissions téléphoniques, mais il semble peu probable que sur un tel système on passe fréquemment de la transmission téléphonique à la transmission télévisuelle, ou inversement.

Les recommandations suivantes s'appliquent à la transmission téléphonique effectuée dans de telles conditions.

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

Un système à 6 MHz sur paires coaxiales doit être capable de transmettre au moins les groupes secondaires nos 2 à 16 de la répartition des fréquences recommandée par le C.C.I.T.T. pour les systèmes à 4 MHz (voir Avis G.338, a), avec la qualité de transmission recommandée par le C.C.I.T.T. sur la base du circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz (voir l'Avis G.338, d).

La transmission éventuelle du groupe secondaire no 1 pour le trafic international doit faire l'objet d'un accord entre les administrations intéressées.

Il semble que les groupes secondaires ou le groupe tertiaire qu'il est possible de transmettre au-dessus de 4028 kHz ne donneront pas des circuits possédant la qualité définie ci-dessus. De tels circuits ne pourraient donc être utilisés dans le service international que s'il s'agit de circuits courts réservés au trafic terminal.

b) *Ondes pilotes*

Les ondes pilotes utilisées pour la téléphonie dans les deux systèmes existants ont les fréquences et les niveaux indiqués dans l'Avis J.72. Il en résulte que, pour la téléphonie, les niveaux des ondes pilotes seront définis de la façon suivante:

1er système. — Aux points B′ et E′ de la figure 1 de l'Avis J.72, le niveau relatif des voies téléphoniques est de −1,73 néper (−15 dB).

Les ondes pilotes de ligne 4142 kHz et 308 kHz sont émises avec des niveaux absolus de puissance de −0,69 néper (−6 dB) et −1,74 néper (−15,1 dB) respectivement au point de niveau relatif zéro.

2e système. — Les ondes pilotes sont émises avec un niveau absolu de puissance de −1,5 Np (−13,1 dB) au point de niveau relatif zéro.

AVIS G.338 (ancien Avis G.332, modifié à Genève, 1964)

SYSTÈME A 4 MHz SUR PAIRE COAXIALE NORMALISÉE 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TUBES A VIDE

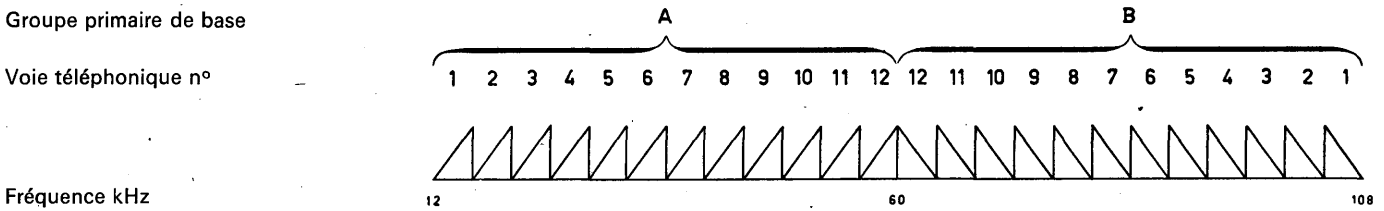
a) *Répartition des fréquences transmises en ligne*

La répartition des fréquences transmises en ligne entre 60 kHz et environ 4 MHz doit être conforme au schéma de la figure 1[1].

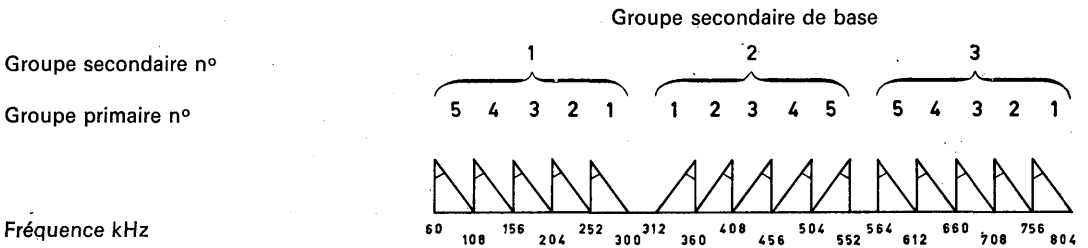
Il est très désirable de pouvoir constituer les gros faisceaux de circuits internationaux à grande distance, empruntant des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales, avec le minimum de démodulations et remodulations intermédiaires, en évitant de lier le sort des groupes constituant ces faisceaux à celui des groupes utilisés pour établir des circuits plus courts.

En conséquence, le C.C.I.T.T. recommande d'utiliser de préférence les groupes secondaires nos 4 à 12 (inclus) pour établir ces gros faisceaux de circuits internationaux à grande distance.

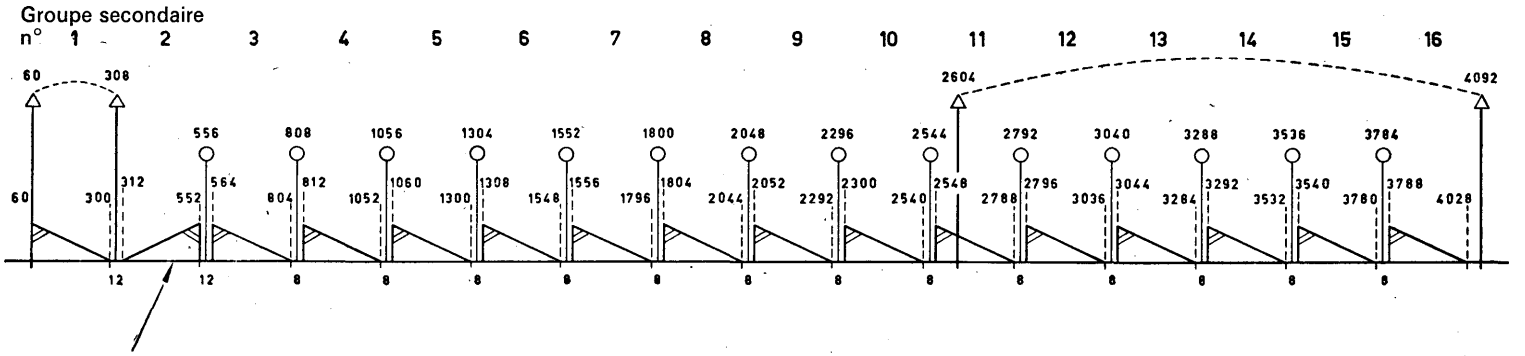
[1] Toutefois, si l'on désire utiliser des groupes tertiaires, il est recommandé d'employer la répartition des fréquences de la figure 2.



Numérotage des voies dans les groupes primaires



Numérotage des groupes primaires dans les groupes secondaires



Groupe secondaire de base transmis directement en ligne

FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne (dans la bande de 60 kHz à environ 4 MHz) sur les câbles internationaux à paires coaxiales 2,6/9,5 mm utilisés pour la téléphonie multiple à courants porteurs**

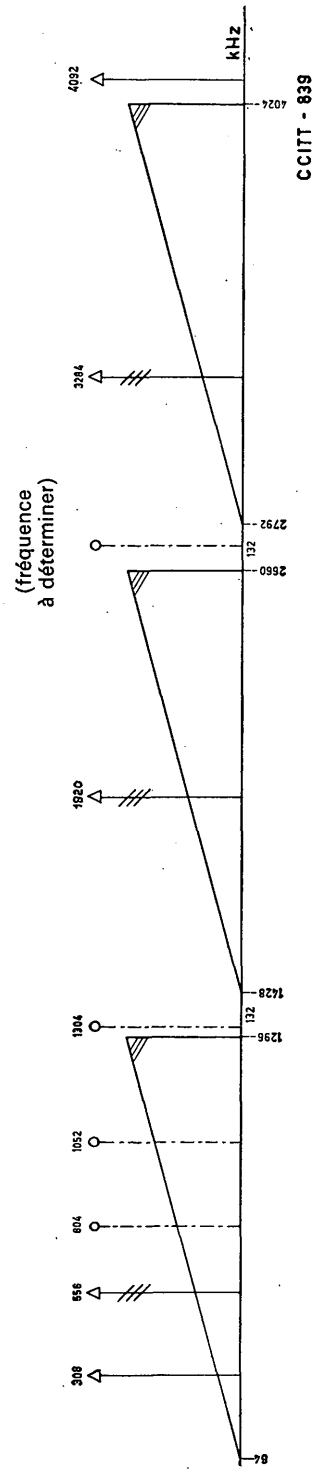


FIGURE 2. — **Répartition de fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 4 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm, en cas d'emploi de groupes tertiaires**

Il est commode d'utiliser les groupes secondaires nos 1 à 3 pour procurer des circuits de faible longueur. Les administrations ou exploitations privées qui auront besoin d'un plus grand nombre de circuits de faible longueur s'entendront pour sacrifier un des groupes secondaires de rang supérieur à 12, afin de faciliter la dérivation des autres.

Remarque. — Les groupes secondaires nos 1 à 3 et 13 à 16 présentent la même qualité que les autres groupes secondaires et peuvent parfaitement être utilisés pour constituer des circuits à grande distance. Si l'on a recommandé de les employer en premier lieu pour des circuits de faible longueur, c'est parce qu'ils peuvent être extraits de la ligne (ou réintroduits) par simple filtrage (moyennant le sacrifice d'un groupe secondaire, dans l'état actuel de la technique, quand il s'agit des groupes secondaires supérieurs), sans démodulation ni remodulation des groupes secondaires qui ne sont pas dérivés.

b) *Ondes pilotes*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne.* — Afin de réduire les variations d'ensemble du niveau et de l'équivalent sur les longues liaisons, il est très désirable que les sections de régulation de ligne, sur lesquelles la commande des niveaux et de la contre-distorsion d'affaiblissement est effectuée par des ondes pilotes transmises de bout en bout, soient aussi longues que possible.

En pratique, un grand nombre de sections de régulation de ligne seront terminées aux centres internationaux. Toutefois, les administrations (ou exploitations privées) intéressées détermineront (d'un commun accord) les extrémités de toutes les sections de régulation dans chaque cas concret.

On doit avoir deux ondes pilotes de régulation de ligne; ces ondes peuvent, par exemple, servir à déplacer l'ensemble de la caractéristique « gain-fréquence » du répéteur afin de compenser les variations de l'affaiblissement de la section de câble précédente, et à rétablir éventuellement une contre-distorsion d'affaiblissement satisfaisante. Il existe aussi d'autres méthodes de régulation qui utilisent deux ondes pilotes.

La normalisation adoptée (voir l'Avis G.334), en ce qui concerne la paire coaxiale 2,6/9,5 mm des câbles internationaux, offre la possibilité (avec un espacement convenable des répéteurs) d'utiliser 16 groupes secondaires de voies téléphoniques à courant porteur avec la répartition des fréquences indiquées ci-dessus (fig. 1). Ces 16 groupes secondaires occupent la bande des fréquences de 60 kHz à 4028 kHz. Pour effectuer la régulation désirée, il convient d'avoir une onde pilote placée dans la partie basse de cette bande des fréquences effectivement transmises et une onde pilote placée dans la partie élevée de cette bande.

Le C.C.I.T.T. recommande d'adopter les fréquences:

α) 60 kHz ou 308 kHz pour l'onde pilote inférieure de régulation de ligne;

β) $4028 + 64 = 4092$ kHz pour l'onde pilote supérieure de régulation de ligne.

La stabilité recommandée pour les fréquences de ces ondes pilotes est de:

± 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz
± 3 Hz pour la fréquence pilote 308 kHz
± 40 Hz pour la fréquence pilote 4092 kHz

Le niveau absolu de puissance de ces ondes pilotes (rapporté au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs considéré) doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de −1,15 néper (−10 décibels).

Les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui figurent au paragraphe b 1 de l'Avis G.332.

Remarque. — Certains systèmes en service utilisent une onde pilote à −1,2 Np.

Les fréquences éventuellement utilisées pour des ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne doivent être choisies dans la liste suivante:

60, 308, 556, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048,
2296, 2544, 2792, 3040, 3288, 3536 et 3784 kHz.

Si, par accord entre les administrations intéressées, la fréquence 2792 kHz est utilisée comme onde pilote auxiliaire de régulation de ligne, la stabilité de fréquence recommandée est de ± 5 Hz.

2. *Ondes pilotes de contrôle des fréquences.* — Pour effectuer sur le plan national le contrôle périodique des fréquences décrit dans l'Avis G.225, on peut employer soit 60 kHz, soit 308 kHz pour la fréquence de l'« onde pilote de contrôle des fréquences ».

Le niveau absolu de puissance de l'onde pilote de contrôle des fréquences (rapporté au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs considéré) doit être réglé à la sortie de l'amplificateur d'émission à la valeur nominale de −1,15 néper (−10 décibels).

Remarque. — Certains systèmes en service utilisent une onde pilote à −1,2 Np.

La fréquence 1800 kHz a été provisoirement réservée pour permettre éventuellement des comparaisons internationales de fréquences. Toutefois, si les administrations intéressées le désirent, cette fréquence peut être utilisée pour l'onde pilote de contrôle des fréquences.

3. *Ondes pilotes à fonctions multiples.* — Les administrations ou exploitations privées intéressées à un système international à courants porteurs sur paires coaxiales peuvent s'entendre pour employer (si elles le jugent utile) une des ondes pilotes inférieures de régulation de ligne (soit 60, soit 308 kHz) à la fois pour la régulation des niveaux et pour le contrôle périodique des fréquences.

En tout cas, il est recommandable que l'une des deux solutions suivantes soit toujours adoptée en ce qui concerne la ou les ondes pilotes de régulation de ligne, en vue de leur utilisation simultanée pour le contrôle périodique des fréquences:

— ou bien il y a, dans chaque section de régulation de ligne, un oscillateur de base qui est régulièrement comparé, directement ou indirectement, à un étalon national de fréquence;

— ou bien, s'il n'y a pas d'oscillateur de base dans une section de régulation de ligne, l'onde pilote inférieure de régulation de ligne venant de la section adjacente en amont est réintroduite, avec un niveau stabilisé, au-delà du point de jonction entre les deux sections de régulation de ligne considérées.

D'une façon générale, il est possible qu'une même onde pilote remplisse deux ou plusieurs fonctions, si les administrations ou exploitations privées intéressées en décident ainsi.

4. *Ondes additionnelles de mesure.* — Pour les mesures périodiques de maintenance d'un système à courants porteurs sur paires coaxiales, on a besoin, en plus des ondes pilotes précitées, d'ondes de fréquences et de niveaux spécifiés qu'on appelle « ondes additionnelles de mesure ». Les fréquences qui peuvent être utilisées pour ces mesures sont les suivantes:

60, 308, 556, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048,
2296, 2544, 2792, 3040, 3288, 3536 et 3784 kHz.

La stabilité recommandée pour la fréquence de ces ondes est de ± 40 Hz.

Le niveau absolu de puissance de ces ondes additionnelles de mesure (rapporté au point de niveau relatif zéro, déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs considéré) doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à une valeur nominale de $-1{,}15$ néper (-10 décibels).

Remarque. — Certains systèmes en service utilisent des ondes additionnelles de mesure à $-1{,}2$ Np.

Ces ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être transmises en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

c) *Circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz*[1] *sur paires coaxiales*

Ce « circuit fictif de référence » a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs à 4 MHz sur paires coaxiales. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

— trois couples de modulation de voie, chaque couple comprenant une translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et vice versa;

— six couples de modulation de groupe primaire, chaque couple comprenant une translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et vice versa;

— neuf couples de modulation de groupe secondaire, chaque couple comprenant une translation du groupe secondaire de base dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale et vice versa.

La figure 3 donne le schéma de principe du « circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales ». On voit qu'il y a au total 18 modulations et 18 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque opération soit effectuée en un seul étage.

Ce circuit fictif de référence est composé de neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).

d) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables au circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz[1] sur paires coaxiales, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par ce circuit de référence, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 picowatts au cours d'une heure quelconque.

La répartition du bruit total entre bruit de fond et bruit d'intermodulation est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW pour l'équipement terminal et de 7500 pW pour la ligne.

[1] Ce circuit fictif de référence est aussi utilisé pour les systèmes à 2,6 MHz, pour les systèmes transmettant des groupes secondaires sur une paire coaxiale 1,2/4,4 mm et pour les systèmes procurant deux groupes secondaires sur paires symétriques.

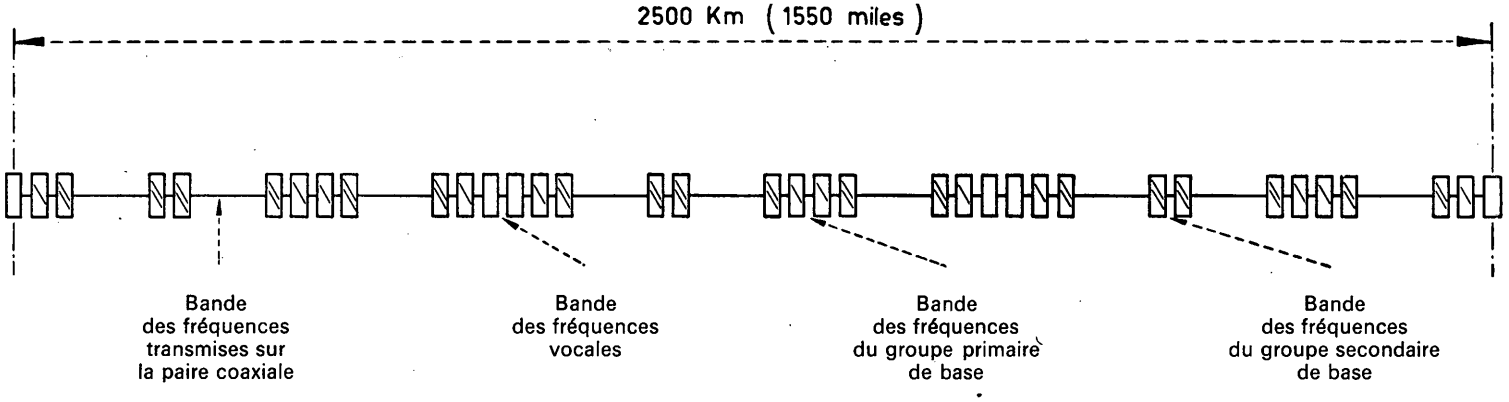


FIGURE 3. — **Schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales**

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Soit N la somme de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332. Dans le cas d'un système à 4 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm, N doit être au moins égal à 4,6 népers (40 décibels) pour toutes les fréquences inférieures à 300 kHz parce qu'il est difficile à ces fréquences (où le câble a un affaiblissement relativement petit) d'obtenir des valeurs plus élevées pour N avec les valeurs actuellement réalisées pour le coefficient de réflexion à l'entrée du répéteur, si l'on admet que l'impédance de sortie du répéteur est complètement désadaptée par rapport à l'impédance de la ligne. Avec cette valeur de N, on peut espérer qu'il ne se produira pas des ondulations de la caractéristique « équivalent-fréquence » d'amplitude supérieure à 0,1 néper ou 1 décibel (limite considérée comme d'un ordre de grandeur raisonnable) à l'extrémité d'une section de ligne de 700 kilomètres environ. Ceci paraît suffisant si l'on considère qu'il est très improbable que des circuits internationaux à très grande distance soient établis, sur toute leur longueur, sur des voies du groupe secondaire n° 1 (60 à 300 kHz), puisqu'il est particulièrement facile de dériver ce groupe secondaire en des points intermédiaires, ce qui le fera employer de préférence pour établir des circuits relativement courts.

Aux fréquences supérieures à 300 kHz, pour obtenir à l'extrémité d'un circuit téléphonique de 2500 kilomètres (basé sur la notion de « circuit fictif de référence sur paires coaxiales »), quand ce circuit téléphonique emprunte des groupes secondaires transmis en ligne à de telles fréquences, des ondulations de la caractéristique « équivalent-fréquence » dont l'amplitude ne soit pas supérieure à 0,1 néper ou 1 décibel, il est recommandé d'adopter pour N la valeur de 5,2 népers ou 45 décibels.

Remarque 1. — Si un circuit téléphonique de 2500 kilomètres (basé sur la notion de « circuit fictif de référence sur paires coaxiales ») emprunte le groupe secondaire n° 1 dans quelques-uns des neuf tronçons de ligne compris entre des points de modulation successifs (voir la figure 3 ci-dessus), on peut espérer que la condition d'après laquelle l'amplitude des ondulations de la caractéristique « équivalent-fréquence » ne doit pas dépasser 0,1 néper ou 1 décibel sera encore satisfaite, du fait que, dans les sections d'amplification d'autres tronçons, où ce « circuit fictif de référence » emprunte des voies d'autres groupes secondaires, on aura probablement des valeurs de N largement supérieures à la limite de 5,2 népers ou 45 décibels.

Remarque 2. — Le C.C.I.T.T. a seulement défini des limites admissibles pour la somme N de trois termes (voir les formules du paragraphe e) de l'Avis G.332). Il est recommandé que les administrations (ou exploitations privées) intéressées à une section de paire coaxiale traversant une frontière s'entendent pour fixer dans ce cas particulier les valeurs admissibles pour chacun de ces trois termes, en respectant la condition précitée, c'est-à-dire s'entendent sur l'emploi d'une adaptation aussi bonne que possible ou d'une désadaptation systématique aux extrémités de la section d'amplification.

AVIS G.339 (ancien Avis G.333, modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968).

SYSTÈMES A 12 MHz SUR PAIRE COAXIALE NORMALISÉE 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TUBES A VIDE

Les paragraphes du présent avis correspondent à ceux de l'Avis G.332, ce dernier s'appliquant aux systèmes utilisant des transistors.

Pour les systèmes à tubes à vide, le C.C.I.T.T. avait déjà émis les recommandations particulières qui suivent.

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie*

Avis G.332 — inchangé.

b) *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne.* — Le C.C.I.T.T. recommande les fréquences suivantes pour les ondes pilotes de régulation de ligne:

308 kHz, 4287 kHz et 12 435 kHz

avec une stabilité relative de fréquence de $\pm 1 \times 10^{-5}$.

L'onde pilote de 4287 kHz est l'onde pilote principale de régulation de ligne.

Pour le niveau de ces ondes pilotes et les tolérances sur ce niveau, voir l'Avis G.332; toutefois, certains systèmes en service utilisent une onde pilote à −1,2 Np.

2. *Ondes pilotes de comparaison des fréquences* et 3. *Ondes additionnelles de mesure*

Avis G.332; toutefois certains systèmes en service utilisent des ondes pilotes ou ondes additionnelles de mesure à −1,2 Np.

c) *Circuit fictif de référence*

Avis G.332 — inchangé.

d) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Avis G.332 — inchangé.

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Soit N la somme de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332. Dans la bande des fréquences comprises entre 300 et 5564 kHz, il est recommandé d'adopter pour N la valeur de 5,55 népers (48 décibels).

Remarque 1. — Quand on utilise pour la téléphonie toute la bande des fréquences transmises en ligne, cette condition est en pratique largement satisfaite aux fréquences supérieures à 5564 kHz.

Remarque 2. — La remarque du paragraphe e) de l'Avis G.332 est encore valable.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion dans une section frontière*

Il n'est pas possible de recommander des valeurs pour les niveaux relatifs de puissance à la sortie des répéteurs intermédiaires, parce que ces valeurs dépendent étroitement de la conception même des systèmes propres à chaque administration.

Quand l'interconnexion de deux systèmes téléphoniques s'effectue dans une section de câble qui traverse une frontière, conformément à l'Avis G.336 chaque administration devrait accepter, du côté réception, les valeurs des niveaux qui sont normalement appliquées pour le système en service dans l'autre pays. Il est possible, dans certains cas, de satisfaire à cette recommandation en insérant, simplement à la réception, un réseau correcteur. Il faut alors que la section d'amplification chevauchant la frontière ait une longueur inférieure à 4,5 km; les points de détail devront faire l'objet d'une entente directe entre les pays intéressés, avant l'implantation des stations de répéteurs.

Dans les cas où les systèmes employés des deux côtés de la frontière sont de conception très différente (et tout spécialement dans le cas d'une ligne qui peut être utilisée alternativement pour la transmission de téléphonie seulement, ou pour la transmission de téléphonie et de télévision), une telle solution ne peut pas être appliquée d'une façon générale. Dans ces cas, une des stations frontières peut jouer le rôle de station principale où se trouvent des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation des types nécessaires pour permettre l'interconnexion en des points où les niveaux ont, dans le cas de la téléphonie seule, des

valeurs indépendantes de la fréquence. Les valeurs de niveau recommandées en de tels points d'interconnexion sont:

—3,7 népers ou —32 décibels à la sortie du réseau de désaccentuation,
—4,0 népers ou —35 décibels à l'entrée du réseau de préaccentuation.

La méthode d'interconnexion des ondes pilotes, par exemple blocage et réinjection ou contournements des équipements, doit faire l'objet d'un accord entre administrations.

Pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision, il faut adopter des dispositions plus compliquées, ou employer une préaccentuation et une désaccentuation différentielles (voir l'Avis J.73 et en particulier les figures 1 et 2 de cet avis).

3.4 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm en câble

Tous les systèmes décrits dans cette sous-section utilisent des transistors (voir le tableau en tête de la sous-section 3.3).

AVIS G.341 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 1,3 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

Remarque préliminaire

Le C.C.I.T.T. recommande aux administrations qui posent des câbles à paires coaxiales 1,2/4,4 mm d'avoir en vue l'exploitation finale de ces paires avec des systèmes à 4 MHz (Avis G.343) ou à 6 MHz (Avis G.344).

Si des administrations désirent équiper la ligne à paires coaxiales avec un nombre de voies plus faible avant l'installation complète, il leur est recommandé d'utiliser conformément au présent avis:

- un système à sections d'amplification de 6 km, si elles désirent passer ultérieurement à l'exploitation avec 1200 ou 1260 voies téléphoniques,
- un système à sections d'amplification de 8 km, si elles désirent passer ultérieurement à l'exploitation avec 900 ou 960 voies téléphoniques.

a) *Fréquences transmises en ligne*

Le système doit comporter 300 voies téléphoniques, transmises en ligne:

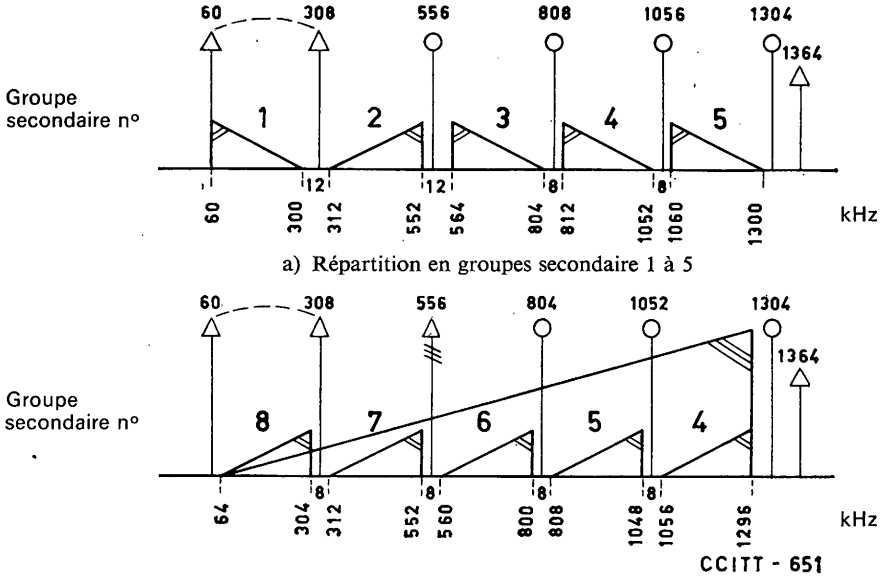
— soit de 60 à 1300 kHz, sous forme des groupes secondaires nos 1 à 5 du système à 4 MHz (figure 1 a),

— soit de 64 à 1296 kHz, en un groupe tertiaire où les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur chaque voie (figure 1 b).

b) *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Le C.C.I.T.T. recommande d'utiliser la fréquence 1364 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne, dans toute section de régulation de ligne traversant une fron-



a) Répartition en groupes secondaire 1 à 5

b) Répartition en groupe tertiaire

FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 1,3 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm**

tière. Cette onde pilote principale de régulation de ligne sert à compenser automatiquement la variation de l'affaiblissement du câble en fonction de la température.

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que dans chaque sens de transmission l'administration située du côté émission émette en permanence une onde pilote auxiliaire de régulation de ligne à 60 ou 308 kHz, au choix de l'administration située du côté réception, pour servir, par exemple, à une régulation complémentaire.

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est de 10^{-5}.

Le niveau absolu de puissance de ces ondes pilotes (rapporté au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs considéré) doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de −1,15 néper (−10 dB).

Les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui sont indiquées au paragraphe b 1 de l'Avis G.332.

Remarque. — Certains systèmes en service utilisent une onde pilote à −1,2 Np.

2. *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Pour des comparaisons nationales de fréquences, il est recommandé d'utiliser une onde pilote à 60 ou 308 kHz. Si une comparaison internationale de fréquences apparaît désirable, les administrations intéressées se mettront d'accord sur l'emploi de l'une ou l'autre de ces deux fréquences.

3. *Ondes additionnelles de mesure*

Les fréquences qui peuvent être employées pour des ondes additionnelles de mesure sont les suivantes:

— avec la répartition de fréquences en groupes secondaires nos 1 à 5: (60), (308), 556, 808, 1056, 1304 kHz;

— avec la répartition des fréquences en groupe tertiaire: (60), (308), 804, 1052, 1304 kHz.

Remarque. — L'une ou l'autre des fréquences entre parenthèses est prise pour l'onde pilote auxiliaire de régulation de ligne.

Le niveau absolu de puissance de ces ondes additionnelles de mesure (rapporté au point de niveau relatif zéro, déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le système à courants porteurs considéré) doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à une valeur nominale de −1,15 néper (−10 décibels).

Remarque. — Certains systèmes en service utilisent des ondes additionnelles de mesure à − 1,2 Np

Ces ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être transmises en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

c) *Circuits fictifs de référence*

On utilisera le circuit fictif de référence pour systèmes à 4 MHz (Avis G.338, paragraphe c) dans le cas où les groupes secondaires nos 1 à 5 sont transmis en ligne et le circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz (Avis G.332, paragraphe c) dans le cas où un groupe tertiaire est transmis en ligne.

d) *Bruit de circuit*

Les objectifs généraux de bruit pour les systèmes en câble (voir l'Avis G.222) sont applicables aux systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence utilisé, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10000 picowatts au cours d'une heure quelconque.

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

La somme N de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332 doit être au moins égale à:

6,2 népers ou 54 dB pour une section d'amplification de 6 km, 6,0 Np ou 52 dB pour une section d'amplification de 8 km.

Cette valeur a été calculée de façon à obtenir à l'extrémité d'une « section homogène » de 280 km une ondulation de la caractéristique « affaiblissement-fréquence » dont l'amplitude ne dépasse pas 0,09 néper. On a supposé que les courants réfléchis s'ajoutent en phase dans toutes les sections d'amplification de cette section homogène (l'espacement des répéteurs enterrés, placés sur une petite paire coaxiale, étant généralement très régulier); on a d'autre part considéré comme très improbable qu'une voie téléphonique se trouve sur plus d'une section homogène du circuit fictif de référence dans la partie inférieure de la bande des fréquences transmises en ligne; or, à des fréquences plus élevées, on doit avoir des valeurs de N largement supérieures à la limite.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion*

1. *Niveaux relatifs et affaiblissement du câble pour une section d'amplification quelconque.* — 1.1 L'affaiblissement d'une section d'amplification quelconque de 6 km doit être égal à 4,1 népers ou 35 décibels à 1300 kHz. A l'entrée de la section de câble (sortie de l'équipement de répéteur), le niveau doit être égal à −1,5 néper (−13 décibels) à 1300 kHz. La caractéristique de préaccentuation pourra être choisie par chaque administration de telle sorte que le niveau en ce point à la fréquence 60 kHz soit compris dans l'intervalle de −2,1 à −3,2 népers (soit de −18 à −28 décibels).

1.2. La valeur nominale de l'affaiblissement d'une section d'amplification quelconque de 8 km doit être égale à 49 dB ou 5,6 Np à 1300 kHz. Les niveaux relatifs à l'entrée d'une section de câble quelconque ne sont pas strictement normalisés, les valeurs de −3,5 dBr (−0,4 Nr) et de −4,3 dBr (−0,5 Nr) pour la voie supérieure étant utilisées en liaison avec des valeurs de préaccentuation respectivement égales à 9 dB et à 10 dB.

2. *Cas d'une section frontière.* — Dans le cas d'interconnexion entre deux systèmes qui utilisent des caractéristiques de préaccentuation différentes, et sauf accord particulier entre les administrations intéressées, on appliquera la recommandation suivante:

2.1 Dans une section d'amplification de 6 km qui traverse une frontière, le niveau relatif à l'extrémité de la section de câble (entrée de l'équipement de répéteur) doit être égal à −5,55 népers (−48 décibels) à 1300 kHz. Etant donné qu'il peut être nécessaire d'insérer à la traversée de la frontière un équipement spécial pour supprimer les ondes de surveillance ou de localisation des défauts utilisées dans chaque pays ou pour terminer la section de téléalimentation, il est possible que le niveau d'émission à 1300 kHz soit inférieur à −1,5 néper (−13 dB). Ceci oblige à adopter pour la section frontière une longueur inférieure à 6 km. Si la différence entre les caractéristiques de préaccentuation utilisées dans les deux pays conformément au paragraphe 1 est petite, on peut la compenser du fait que la section frontière est plus courte qu'une section d'amplification normale. Si la différence entre les caractéristiques de préaccentuation utilisée dans les deux pays est trop grande pour être compensée de cette façon, une des deux administrations intéressées, choisie par accord mutuel, devra compenser cette différence dans la station de répéteurs surveillée la plus proche de la frontière sur son territoire.

2.2 En ce qui concerne l'interconnexion entre deux systèmes différents à sections d'amplification de 8 km, le niveau relatif à la fréquence de 1300 kHz doit être égal à −4,0 dBr (−0,46 Nr) à l'entrée de la section frontière en câble. Conformément à l'Avis G.352, l'une des administrations intéressées — choisie par accord mutuel — doit compenser la légère différence de niveau relatif et de préaccentuation dans la station de répéteurs surveillée la plus proche de la frontière.

3. *Niveaux relatifs dans une station terminale ; interconnexion avec d'autres systèmes.* — L'Avis G.213 expose les principes généraux à adopter pour faciliter l'interconnexion entre différents systèmes dans une station principale terminale.

g) *Systèmes de téléalimentation et d'alarme*

1. *Alimentation en énergie électrique à la traversée d'une frontière.* — Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les administrations ou exploitations privées intéressées dans une section d'alimentation en énergie électrique chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répé-

teurs situées sur son territoire. Beaucoup d'administrations emploient la téléalimentation en boucle de part et d'autre d'une station d'alimentation, sur la moitié de chacune des sections qui s'étendent entre cette station et les stations d'alimentation adjacentes, et pourront fermer cette boucle dans leurs stations frontières. Des accords seront nécessaires, par exemple si la frontière est très loin du milieu de la distance entre les deux stations d'alimentation les plus proches, ou si les administrations intéressées emploient la téléalimentation en boucle sur toute la section qui s'étend entre deux stations d'alimentation.

Si des stations de répéteurs situées dans un pays sont alimentées à partir d'un autre pays, il convient de prendre des précautions spéciales pour la protection du personnel appelé à travailler sur les câbles.

2. *Constitution des systèmes de téléalimentation.* — Le C.C.I.T.T. étudie ces systèmes aux points de vue suivants:

— précautions à prendre pour la protection du personnel contre les tensions et les courants de téléalimentation en régime normal, ou emploi de tensions et courants inoffensifs pour le personnel appelé à travailler dans les stations de répéteurs ou sur les lignes;

— protection du personnel et du matériel contre les tensions et courants induits;

— troubles apportés au fonctionnement de la téléalimentation par les tensions et courants induits.

3. *Surveillance et transmission des alarmes dans une section frontière.* — Ce point doit faire l'objet d'un accord entre les administrations intéressées. En particulier, aux points d'interconnexion entre deux systèmes, il est nécessaire que, si des ondes sont utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts, elles soient affaiblies jusqu'à un niveau de —50 dBm0 du côté réception, pour éviter toute perturbation des ondes analogues utilisées sur le système situé en aval.

Remarque. — Les fréquences d'ondes qui ne seraient émises que sur un système déjà retiré de l'exploitation par suite d'un défaut peuvent être fixées par chaque administration sur le plan national.

AVIS G.342 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES DU TYPE 1,2/4,4 mm EN CÂBLE [1]

A. Spécification du câble

a) *Type de paire coaxiale*

La paire coaxiale de petit diamètre recommandée par le C.C.I.T.T. pour le service international a des conducteurs de cuivre; elle est définie par les dimensions nominales suivantes:

— diamètre du conducteur intérieur en cuivre massif: 1,2 mm;

— diamètre intérieur du conducteur extérieur: 4,4 mm;

— l'épaisseur du conducteur extérieur est soit 0,15 mm, soit 0,18 mm.

[1] Ces paires coaxiales peuvent être utilisées avec des systèmes à 1,3 MHz (Avis G.341), à 4 MHz (Avis G.343), à 6 MHz (Avis G.344) ou à 12 MHz (Avis G.345).
Quand la possibilité de transmissions télévisuelles a été envisagée, ceci a été expressément mentionné dans le texte de chaque clause.

b) *Impédance caractéristique nominale*

L'impédance caractéristique nominale est de 75 ohms à 1 MHz.

c) *Impédance moyenne*

La partie réelle moyenne de l'impédance d'une paire coaxiale à 1 MHz ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de 1,5 ohm (valeur provisoire) pour la téléphonie et 1 ohm (valeur provisoire) pour les paires susceptibles d'être employées pour des transmissions télévisuelles.

On peut vérifier que cette condition est remplie par des mesures effectuées au moyen d'impulsions. On considère comme « partie réelle moyenne de l'impédance à 1 MHz » la composante résistive de l'impédance à 1 MHz de l'équilibreur le mieux adapté à la paire coaxiale mesurée.

d) *Régularité d'impédance*

Les mesures de régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'impulsions, envoyées sur la paire coaxiale, dont on observe l'écho à l'origine.

Les mesures peuvent être effectuées à partir d'une ou des deux extrémités d'une longueur de fabrication et l'impulsion employée doit avoir approximativement la forme de la fonction sinus au carré, avec une largeur à mi-hauteur inférieure ou égale à 0,1 microseconde. Les résultats sont exprimés sous forme d'affaiblissements d'écho. On appelle « affaiblissement d'écho », relatif à une crête de la courbe de réponse, l'écart logarithmique (exprimé en décibels ou en népers) entre l'amplitude de l'impulsion émise et celle de la crête considérée.

On peut corriger l'effet des distorsions d'affaiblissement subies par l'impulsion, au cours de la transmission sur le câble, soit par le calcul, soit par une correction automatique ou manuelle à l'aide de réseaux.

Les résultats de ces mesures doivent satisfaire à la limite suivante: la valeur corrigée de l'affaiblissement d'écho de l'impulsion de mesure doit être d'au moins 5,2 népers ou 45 décibels. Cette valeur doit être obtenue sur 100% des longueurs de fabrication.

Remarque. — La valeur recommandée ci-dessus est suffisante pour la téléphonie. Si l'on veut se réserver la possibilité d'utiliser dans l'avenir le câble pour des transmissions télévisuelles, on doit se rapprocher des valeurs spécifiées pour la paire coaxiale 2,6/9,5 mm dans l'Avis G.331. Il semble possible actuellement de recommander les valeurs corrigées suivantes pour l'affaiblissement d'écho:

au moins 5,5 népers ou 48 dB pour toutes les paires coaxiales,
au moins 6,2 népers ou 54 dB pour 80% des paires coaxiales mesurées.

e) *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 1000 volts (ou bien une tension continue de 1500 volts) appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

Si en service normal les conducteurs extérieurs des paires coaxiales ne sont pas mis à la terre, un essai de rigidité diélectrique est effectué entre les conducteurs extérieurs et l'enveloppe métallique mise à la terre; les conducteurs des quartes ou paires sont réunis aux conducteurs extérieurs des paires coaxiales ou à l'enveloppe suivant le type de système utilisé pour ces quartes ou paires. On appliquera dans ces conditions une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace supérieure ou égale à 2000 volts (ou bien une tension continue supérieure ou égale à 2800 volts).

Remarque. — Les tensions d'essai recommandées tiennent compte des marges de sécurité normales appliquées dans les divers pays. Une isolation au polyéthylène pourrait raisonnablement supporter des tensions nettement plus élevées; toutefois, il est concevable que quelque autre diélectrique puisse être utilisé dans l'avenir.

f) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension comprise entre 100 volts et 500 volts et parfaitement stable, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 °Celsius (59 °Fahrenheit). La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

B. Spécification d'une section d'amplification

a) *Impédance moyenne*

La partie réelle moyenne de l'impédance d'une paire coaxiale à 1 MHz, mesurée sur une section d'amplification complète, ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de 1,5 ohm (valeur provisoire) pour la téléphonie et 1 ohm (valeur provisoire) pour les paires susceptibles d'être employées pour des transmissions télévisuelles.

On peut vérifier que cette condition est remplie par des mesures effectuées au moyen d'impulsions. On considère comme « partie réelle moyenne de l'impédance à 1 MHz » la composante résistive de l'impédance à 1 MHz de l'équilibreur le mieux adapté à la paire coaxiale mesurée.

A titre d'information, les valeurs d'impédance du tableau 1 ont été obtenues à diverses fréquences sur des paires coaxiales fabriquées suivant des méthodes différentes.

Tableau 1

Partie réelle moyenne de l'impédance de paires coaxiales, mesurée à diverses fréquences

Fréquence (kHz) . . .	60	100	200	500	1000	1300	4500
Impédance (ohms) . . .	79,8	78,9	77,4	75,8	75	74,8	74

b) *Régularité d'impédance*

La valeur corrigée de l'affaiblissement d'écho de l'impulsion de mesure est définie comme au paragraphe A d) du présent avis, avec les différences suivantes: la mesure est faite avec une impulsion en sinus au carré dont la largeur à mi-hauteur ne dépasse pas 0,2 microseconde pour une section d'amplification de 3 kilomètres, et 0,4 microseconde pour une section d'amplification de 6 kilomètres; en outre, on effectue une correction en amplitude et en phase. Cette valeur corrigée doit être d'au moins 4,85 népers ou 42 dB.

Remarque. — La valeur recommandée ci-dessus est suffisante pour la téléphonie. Si l'on veut se réserver la possibilité d'utiliser dans l'avenir le câble pour des transmissions télévisuelles, on doit se rapprocher sur la plupart des sections d'amplification des valeurs spécifiées pour la paire coaxiale 2,6/9,5 mm dans l'Avis G.331. Il semble possible actuellement de recommander une valeur corrigée d'au moins 5,1 népers ou 44 dB pour la plus mauvaise section. En outre, il semble qu'on puisse actuellement recommander un affaiblissement d'écho d'environ 6 népers ou 52 dB pour le plus mauvais écho non corrigé.

c) *Affaiblissement*

La valeur nominale de l'affaiblissement linéique, à 10° C et à 1 MHz, est égale à 61 cNp/km (5,3 dB/km). La valeur réelle ne doit pas s'écarter de cette valeur nominale de plus de $\pm$ 2,3 cNp ($\pm$ 0,2 dB).

Pour tous les types de paires qui ont fait l'objet de mesures, le coefficient de variation de l'affaiblissement en fonction de la température est d'environ $2 \cdot 10^{-3}$ pour les fréquences supérieures ou égales à 500 kHz et de $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ à 60 kHz.

Le tableau 2 indique l'allure générale de la variation de l'affaiblissement linéique en fonction de la fréquence, pour toutes les paires conformes à la présente spécification.

TABLEAU 2

Valeurs nominales, à diverses fréquences, de l'affaiblissement linéaire d'une paire coaxiale de petit diamètre

Fréquence (kHz) . . .	60	100	300	500	1000	1300	4500
Affaiblissement (dB/km)	1,5	1,8	2,9	3,7	5,3	6,0	11

Remarque. — A titre d'information, l'Annexe ci-après indique des valeurs mesurées ou spécifiées dans divers pays, avec les écarts ou tolérances correspondants. En tout cas, pour les projets de construction des amplificateurs, on doit prendre pour base les valeurs mesurées sur le type même de câble qui sera employé.

d) *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre deux paires coaxiales d'un câble, à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises doit être au moins égal aux valeurs indiquées dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Ecart télédiaphonique minimal entre deux paires coaxiales 1,2/4,4 mm

Longueur de la section d'amplification (km)	Ecart télédiaphonique			
	sans inversion de phase		en cas d'inversion de phase aux répéteurs	
	Np	dB	Np	dB
8	10,0	87		
6	10,2	89	9,2	80
4	10,7	93		
3	10,9	95	9,5	83

Il n'est pas utile de spécifier une valeur de l'écart paradiaphonique dans le cas où l'on choisit les premières limites pour l'écart télédiaphonique.

Dans le cas où l'on pratique une inversion de phase, l'écart paradiaphonique doit être au moins de 9,7 népers ou 84 décibels pour une section d'amplification d'environ 6 kilomètres et 10 népers ou 87 décibels pour une section d'amplification d'environ 3 kilomètres.

Remarque. — Ces limites ont été calculées en partant de la valeur de 6,7 népers ou 58 décibels pour l'écart télédiaphonique pour la plus mauvaise section homogène de 280 kilomètres et en supposant une répartition égale de la télédiaphonie et de la paradiaphonie entre le câble et les équipements. En outre,

pour le calcul des premières limites (écart télédiaphonique quand il n'y a pas inversion de phase) on a admis, à titre provisoire, que la différence entre la valeur moyenne et la valeur minimum de l'écart diaphonique est égale à 5 décibels.

e) *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension continue d'au moins 1000 volts appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

En outre, un essai de rigidité diélectrique entre la paire coaxiale et la terre est effectué dans les conditions indiquées au paragraphe A.e), avec une tension continue d'au moins 2000 volts appliquée pendant une minute.

Remarque. — Les tensions d'essai recommandées tiennent compte des marges de sécurité normales appliquées dans les divers pays. Une isolation au polyéthylène pourrait raisonnablement supporter des tensions nettement plus élevées; toutefois, il est concevable que quelque autre diélectrique puisse être utilisé dans l'avenir.

f) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension comprise entre 100 volts et 500 volts et parfaitement stable, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 10° Celsius (50° Fahrenheit). La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque section d'amplification.

ANNEXE

(à l'Avis G.342)

Exemples de valeurs d'affaiblissement linéique d'une paire coaxiale de petit diamètre, mesurées ou spécifiées dans certains pays

TABLEAU 4

Valeurs mesurées sur un type de paire dont le conducteur extérieur a une épaisseur de 0,15 mm

Fréquence (kHz)	60	100	200	300	500	1000	1300	4000
Affaiblissement moyen (dB/km)	1,56	1,88	2,46	2,93	3,70	5,26	6,0	10,6
Ecart maximum (dB/km)	± 0,10	± 0,10	± 0,15	± 0,15	± 0,15	± 0,15	± 0,15	± 0,15

TABLEAU 5

Valeurs spécifiées dans certains pays pour un type de paire dont le conducteur extérieur a une épaisseur de 0,18 mm

Fréquence (kHz)	60	100	200	300	500	700	1000	1300	4500
Affaiblissement spécifié (dB/km)	1,49	1,80	2,42	2,91	3,73	4,43	5,30	6,05	11,2
Tolérance (dB/km)	± 0,1	± 0,1	*	*	*	*	± 0,2	± 0,2	± 0,2

* Non spécifiée.

AVIS G.343 (Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 4 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

Remarque préliminaire

Le présent avis décrit un système équipé d'amplificateurs à transistors, destiné à transmettre au maximum 960 voies téléphoniques sur une paire coaxiale du type normalisé 1,2/4,4 mm (voir l'Avis G.342).

Un tel système est réalisé en divisant par deux la longueur de la section d'amplification d'un système à 1,3 MHz, conforme à l'Avis G.341, si cette longueur est de 8 km, ce qui correspond à un espacement nominal des répéteurs de 4 km pour le système à 4 MHz.

a) *Fréquences transmises en ligne*

Pour simplifier l'interconnexion avec les systèmes existants et en particulier avec le système à 4 MHz sur paires coaxiales, la répartition de fréquences du système à 4 MHz sur paire coaxiale normalisée 2,6/9,5 mm (Avis G.338, a), doit être utilisée.

Toutefois, les équipements de ligne (répéteurs, etc.) doivent transmettre une bande de fréquences s'étendant au moins jusqu'à 4287 kHz.

Le schéma 1 de la figure 1 représente cette répartition de fréquences.

Il est désirable de prévoir la possibilité de transférer sur ce système des groupes tertiaires entiers. Cette possibilité peut être donnée selon le schéma 2 de la figure 1.

Ce schéma utilise les trois premiers groupes tertiaires du système à 12 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm. Il permet en particulier de procéder à une interconnexion directe avec un système à 12 MHz sur paires coaxiales, exploité selon la répartition de fréquences 1A (figure 1 de l'Avis G.333) et avec un faisceau hertzien à 900 voies ou 1800 voies exploité conformément à l'Avis G.423, figures 4 et 8.

b) *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences recommandées dans les divers cas indiqués au paragraphe a) et représentés sur la figure 1 sont les suivantes:

Schéma 1. — On doit utiliser les ondes pilotes de régulation de ligne déjà recommandées pour le système à 4 MHz sur paire coaxiale 2,6/9,5 mm (Avis G.338). Toutefois, chaque administration doit émettre en permanence, si une autre administration le demande, une onde pilote de régulation de ligne à 4287 kHz.

Schéma 2. — Les ondes pilotes de régulation de ligne sont celles qui sont recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (Avis G.332).

Dans tous les cas, la stabilité de fréquence recommandée est de $\pm 10^{-6}$. Egalement dans tous les cas, le niveau absolu de puissance recommandé est de $-1{,}15$ Np (-10 dB) au point de niveau relatif zéro; les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui figurent au paragraphe b 1 de l'Avis G.332.

2. *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Schéma 1. — Même recommandation que pour le système à 4 MHz (Avis G.338, paragraphes b 2 et b 3).

Schéma 2. — Même recommandation que pour le système à 12 MHz (Avis G.332, paragraphe b 2).

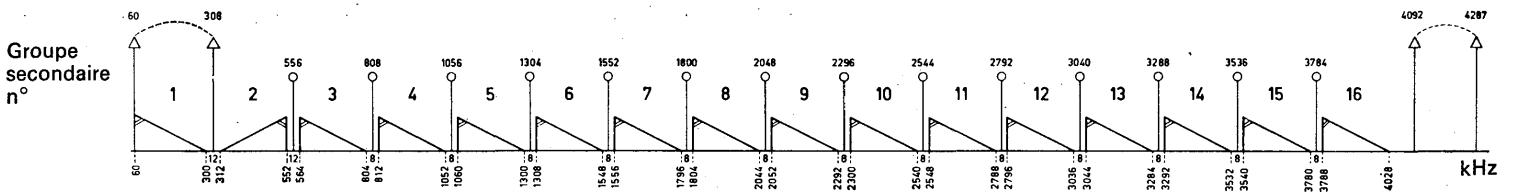


Schéma 1

a) Répartition en groupes secondaires

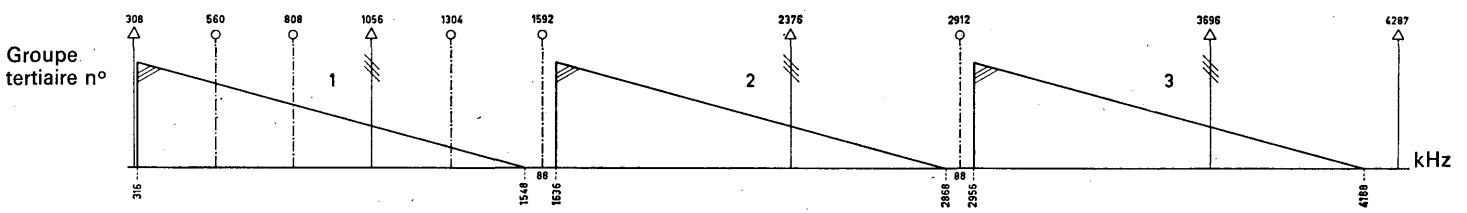


Schéma 2

b) Répartition en groupes tertiaires

FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 4 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm**

3. *Ondes additionnelles de mesure*

Schéma 1. — Quand on utilise la répartition en groupes secondaires suivant l'Avis G.338, on devrait utiliser toutes les ondes additionnelles de mesure données dans cet avis.

Schéma 2. — On devrait utiliser les ondes additionnelles de mesure recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (Avis G.332).

c) *Circuits fictifs de référence* et d) *bruit*

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (Avis G.341, paragraphes c et d).

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Pour une section d'amplification d'environ 4 km, la somme N de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332 doit être au moins égale aux valeurs suivantes:

50 dB à 60 kHz

57 dB au-dessus de 300 kHz

avec variation linéaire de 50 dB à 57 dB dans la bande de 60 à 300 kHz, avec une échelle linéaire des fréquences.

Remarque. — Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse que la caractéristique affaiblissement–fréquence ne présente, à l'extrémité d'une section homogène de 280 km de longueur, aucune ondulation de plus de $\pm$ 1 dNp. Pour 60 kHz, on a pris pour base une condition réduite parce qu'il pourrait être difficile d'obtenir à de basses fréquences un facteur de réflexion des impédances d'entrée et de sortie des répéteurs suffisamment petit par rapport à l'impédance du câble.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion*

1. *Niveau relatif à la sortie des amplificateurs*

— 9 dBr à 4028 kHz ou
— 8,5 dBr à 4287 kHz

2. *Caractéristique de préaccentuation*

Elle est définie par la formule:

$$A = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{a}{1 + \frac{b}{\left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f} \right)^2}} \right] \text{dB}$$

dont les constantes sont choisies de manière à donner une préaccentuation comprise entre 9 et 11 dB.

Les deux séries de valeurs suivantes répondent à cette condition:

1. $a = 10$ $b = 3$ $f_r = 4{,}7$ MHz
2. $a = 11{,}25$ $b = 1{,}56$ $f_r = 4{,}4$ MHz

3. *Interconnexion dans une section frontière de deux systèmes ayant des sections d'amplification de même longueur nominale* (c'est le cas de deux systèmes à 4 MHz et aussi de deux systèmes à 6 MHz)

Dans ce cas, les niveaux relatifs en ligne et la caractéristique de préaccentuation ayant fait l'objet de recommandations, l'interconnexion de deux systèmes dans une section frontière ne présentera pas de grosses difficultés et le pays situé du côté réception peut accepter

les niveaux en ligne provenant de l'autre pays, quitte à effectuer dans la première station principale de répéteurs les petites corrections nécessaires (pour plus de détails, voir l'Avis G.352).

4. *Interconnexion dans une section frontière entre un système à 4 MHz et un système à 6 MHz*

Dans ce cas, sauf accord particulier entre administrations, il y a lieu d'appliquer la méthode décrite dans l'Avis G.352.

5. *Interconnexion dans une station principale*

Voir l'Avis G.213.

g) *Systèmes de téléalimentation et d'alarme*

Le texte de l'Avis G.341, g) s'applique également aux systèmes conformes au présent avis.

AVIS G.344 (Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 6 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

Remarque préliminaire

Le présent avis décrit un système à 6 MHz équipé d'amplificateurs à transistors.

Il peut être utilisé pour la transmission de 1260 voies téléphoniques au maximum, ou de signaux de télévision présentant une largeur de bande video d'environ 5 MHz.

Un tel système est réalisé en divisant par deux la longueur de la section d'amplification d'un système à 1,3 MHz conforme à l'avis G.341 si cette longueur est de 6 km, ce qui correspond à un espacement nominal des répéteurs de 3 km pour le système à 6 MHz.

a) *Fréquences transmises en ligne*

1. *Transmission téléphonique*

Le C.C.I.T.T. recommande les trois schémas de la figure 1, chacun de ces schémas formant un tout dans la bande de fréquences transmises en ligne.

Les schémas 1 et 2 sont des répartitions en groupes secondaires, le schéma 3 en groupes tertiaires.

Dans le *schéma 1*, la mise en place des groupes est faite au moyen d'ondes porteuses produites à partir d'une fréquence unique de 124 kHz.

Les groupes secondaires dans la bande 4404 à 5636 kHz sont mis en place à l'aide des ondes porteuses des groupes secondaires de rang 15 à 19, en conservant la bande supérieure de modulation. Ils peuvent également être mis en place en transposant l'ensemble des groupes secondaires 4 à 8 à l'aide de la fréquence 6448 kHz, qui est obtenue en multipliant par 4 l'onde porteuse à 1612 kHz du groupe secondaire n° 5.

Dans le *schéma 2*, les cinq groupes secondaires inversés dans la bande 4332 à 5564 kHz correspondent au groupe tertiaire 4 de la répartition en ligne à 12 MHz, mais ils représentent également un schéma que l'on obtient commodément avec des fréquences porteuses de groupes secondaires et primaires.

Le *schéma 3* est formé des groupes tertiaires 1 à 4 du système à 12 MHz (Avis G.332, a).

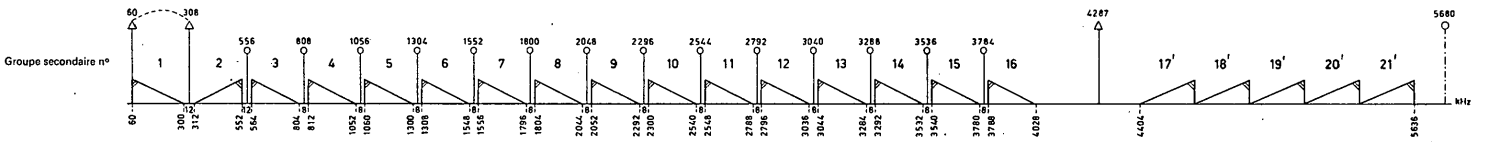


SCHÉMA 1

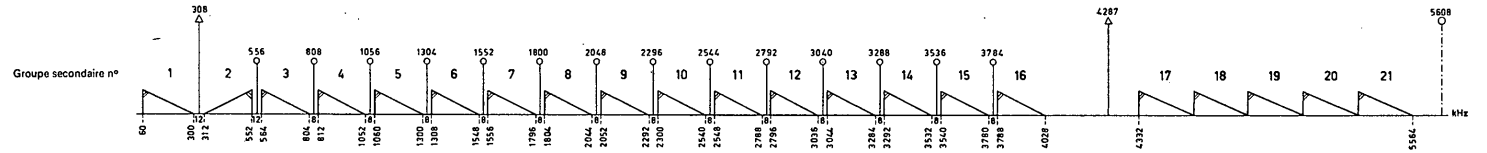


SCHÉMA 2

a) *Répartitions en groupes secondaires*

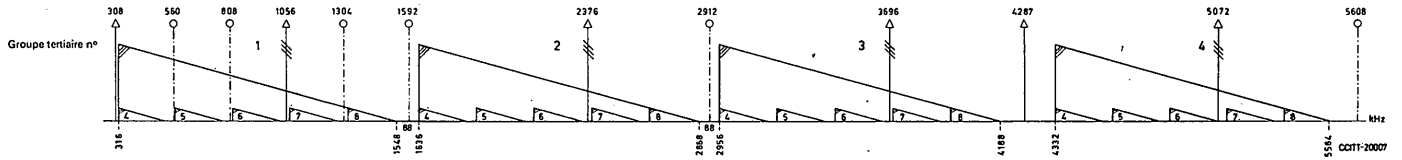


SCHÉMA 3

b) *Répartitions en groupes tertiaires*

FIGURE 1. — **Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 6 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm**

2. *Transmission de signaux de télévision*

Les administrations qui envisagent une telle transmission se réfèreront provisoirement aux dispositions de l'Avis J.72[1].

b) *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

1. *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences recommandées sont d'une part 308 kHz, d'autre part 4287 kHz ou 6200 kHz.

Remarque. — L'onde pilote à 4287 kHz ne peut pas être employée dans le cas de transmissions télévisuelles.

Dans tous les cas, la stabilité de fréquence recommandée est de $\pm 10^{-5}$. Egalement dans tous les cas, le niveau absolu de puissance recommandé est de $-1{,}15$ Np (-10 dB) au point de niveau relatif zéro; les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui figurent au paragraphe b 1 de l'Avis G.332.

2. *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Schémas 1 et 2. — Même recommandation que pour le système à 4 MHz (Avis G.338, paragraphes b 2 et b 3).

Schéma 3. — Même recommandation que pour le système à 12 MHz (Avis G.332, paragraphe b 2).

3. *Ondes additionnelles de mesure*

Schémas 1 et 2. — On devrait utiliser toutes les ondes additionnelles de mesure données dans l'Avis G.338. En outre, dans la bande de fréquences au-delà de 4287 kHz, les fréquences additionnelles de mesure suivantes sont recommandées:

Schéma 1: 5680 kHz
Schéma 2: 5608 kHz

Schéma 3. — On devrait utiliser les ondes additionnelles de mesure recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (Avis G.332).

c) *Circuits fictifs de référence* et d) *bruit*

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (Avis G.341, paragraphes c et d).

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Pour une section d'amplification d'environ 3 km, la somme N de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332 doit être au moins égale à 6,9 népers ou 60 décibels à toutes les fréquences supérieures à 300 kHz.

Une valeur de 5,7 népers ou 50 décibels est recommandée à 60 kHz. Entre 60 et 300 kHz, la limite admissible varie progressivement.

---

[1] Le C.C.I.T.T. étudie actuellement si les recommandations de l'Avis J.72 (lequel a été rédigé pour la transmission sur paire cõaxiale 2,6/9,5 mm) peuvent s'appliquer sans modification pour la transmission de signaux de télévision monochrome sur paire coaxiale 1,2/4,4 mm.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion*

1. *Niveau relatif à la sortie des amplificateurs à 4287 kHz :*

   17 dBr à titre provisoire.

2. *Caractéristiques de préaccentuation pour la téléphonie*

   Les valeurs envisagées pour les constantes a, b, f_r dans la formule

$$A = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{a}{1 + \frac{b}{\left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f}\right)^2}} \right] \text{dB}$$

sont:

1. $a = 10$ $b = 2{,}20$ $f_r = 5{,}75$ MHz
2. $a = 24$ $b = 8{,}50$ $f_r = 6{,}4$ MHz

g) *Interconnexion*

Tous les cas possibles sont indiqués dans l'Avis G.343, aux paragraphes h 3 à h 5.

h) *Systèmes de téléalimentation et d'alarme*

Le texte de l'Avis G.341 s'applique également aux systèmes conformes au présent avis.

AVIS G.345 (Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A 12 MHz SUR PAIRE COAXIALE NORMALISÉE 1,2/4,4 mm

Les clauses de cet avis sont, à titre provisoire, celles qui figurent dans l'Avis G.332 pour les systèmes transistorisés sur paire coaxiale 2,6/9,5 mm, à l'exception de la clause suivante:

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

Pour une section d'amplification d'environ 2 km, il serait souhaitable de fixer une valeur de N égale à 63 dB dans toute la bande des fréquences transmises, N étant la grandeur définie dans l'Avis G.332, e); on continue à étudier si une telle valeur est réalisable dans le bas de cette bande.

AVIS G.351 (ancien Avis G.335 modifié à Mar del Plata, 1968)

CONSTITUTION, SURVEILLANCE ET ALIMENTATION EN ÉNERGIE D'UN SYSTÈME A COURANTS PORTEURS SUR PAIRES COAXIALES [1]

a) *Définitions des parties constitutives d'un système à courants porteurs sur paires coaxiales*

On peut classer les stations de répéteurs d'un système téléphonique à courants porteurs sur paires coxiales d'après différents critères:

[1] Cet avis s'applique aux systèmes à 2,6 MHz, 4 MHz, 6 MHz, et 12 MHz. Il ne s'applique pour le moment qu'aux systèmes à tubes à vide. Son extension aux systèmes à transistors est à l'étude (Question 23/XV).

1. Au point de vue du personnel de maintenance, on distingue les stations *surveillées*, où il y a normalement du personnel, et les stations *télésurveillées* où il n'y a pas normalement de personnel.

2. Au point de vue de l'alimentation en énergie électrique, on distingue les stations *autoalimentées* qui possèdent une source locale d'énergie, et les stations *téléalimentées* qui reçoivent, par les conducteurs des paires coaxiales, l'énergie électrique qui leur est nécessaire. Parmi les stations autoalimentées, celles qui alimentent des stations téléalimentées s'appellent *stations d'alimentation.*

3. Au point de vue de la régulation des niveaux et de la contre-distorsion, une station qui possède un dispositif local de régulation (automatique ou manuelle) s'appelle une station *régulée*, tandis qu'une station qui possède un dispositif de régulation commandé à distance à partir d'une autre station est dite *télérégulée* et qu'une station qui ne possède pas de dispositif de régulation est dite *non régulée.*

Parmi les stations régulées, il y en a une qui commande la régulation d'une ou plusieurs stations télérégulées; elle s'appelle *station régulatrice.*

On peut d'autre part classer les sections de ligne coaxiale de la manière suivante:

Une *section élémentaire d'amplification* est une section de ligne comprise entre deux stations adjacentes quelconques.

Une *section principale d'amplification* est une section de ligne (avec amplificateurs intermédiaires) comprise entre deux stations surveillées adjacentes quelconques.

La *section de régulation de ligne* est définie sous 10 dans l'Avis G.211.

b) *Surveillance*

Transmission des alarmes. — L'expérience acquise par les administrations qui ont déjà exploité pendant assez longtemps des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales montre qu'il est essentiel de transmettre à toutes les stations intéressées les informations suivantes:

1. défaillance d'un amplificateur ou d'un tube à vide d'amplificateur et substitution effective d'un amplificateur de réserve ou d'un tube de réserve;

2. défaillance d'une source d'alimentation en énergie électrique et substitution effective d'une source de réserve à la source défaillante;

3. indication de la section élémentaire d'amplification dans laquelle un défaut est apparu sur les conducteurs de la paire coaxiale.

Pour transmettre les trois informations précitées, on doit utiliser des paires interstitielles du câble à paires coaxiales.

Il est conseillé de transmettre *automatiquement* ces informations (par paires interstitielles du câble) à la station surveillée qui est responsable de la relève du genre de dérangement considéré.

Ligne d'ordre. — Il est recommandé de prévoir deux lignes d'ordre.

La première ligne, appelée *ligne d'ordre omnibus*, doit servir de ligne omnibus entre toutes les stations surveillées. La deuxième, appelée *ligne d'ordre express*, sert à informer verbalement la station directrice (ou la station sous-directrice) intéressée du moment

approximatif où l'un des trois défauts précités a été automatiquement signalé à une station surveillée.

c) *Alimentation en énergie électrique*

Emploi du courant alternatif industriel. — Les *avantages du courant alternatif* pour l'alimentation en énergie électrique le long d'un câble à paires coaxiales sont les suivants:

1. Il existe dans tous les pays une distribution industrielle de courant alternatif très ramifiée qui peut servir à alimenter le réseau des câbles à paires coaxiales.

2. L'énergie électrique peut être transmise sous la tension la plus convenable, qui peut être augmentée, si nécessaire, dans une station de répéteurs intermédiaires avant la transmission de cette énergie à la station suivante.

3. Mise à part la nécessité que les tubes à vide soient à chauffage indirect, il n'y a pas d'autre condition imposée au type de tube à vide utilisé dans les stations de répéteurs.

4. On peut produire dans les stations de répéteurs n'importe quelle tension appropriée pour l'alimentation des anodes.

5. Il n'y a pas de risque de corrosion électrolytique, même si l'on utilise des circuits à retour par la terre.

Les *inconvénients du courant alternatif* sont les suivants:

1. L'efficacité de la transmission est moins bonne qu'avec le courant continu.

2. La filtration du courant provenant de la source d'énergie électrique, à chaque station de répéteurs, est plus difficile qu'avec le courant continu.

3. Pour une tension de crête admissible donnée, la tension efficace est moins élevée qu'avec le courant continu.

4. Un autre point à examiner quand on emploie le courant alternatif est le bruit produit sur des circuits à fréquences vocales du même câble.

Après avoir pesé ces avantages et inconvénients, le C.C.I.T.T. recommande l'emploi du courant alternatif à la fréquence industrielle normale (en Europe 50 Hz).

Tension et courant d'alimentation. — Le C.C.I.T.T. recommande les valeurs suivantes, valables pour les câbles et les accessoires de fabrication récente et sans l'utilisation de gaz destinés à accroître la rigidité diélectrique:

a) tension de service maximum entre conducteur intérieur et conducteur extérieur, 1000 volts efficaces en courant alternatif à 50 Hz;

b) intensité efficace de courant maximum admissible en service, 5 ampères pour l'alimentation en courant alternatif.

Si l'on désire augmenter la tension d'alimentation au-delà de 1000 volts efficaces, il est possible:

1. d'utiliser un gaz de remplissage destiné à accroître la rigidité diélectrique, tout en continuant à appliquer la spécification de la paire coaxiale normalisée 2,6/9,5 mm (Avis G.334);

2. de modifier la constitution de la paire, mais alors il faut envisager une spécification entièrement nouvelle qui dépendra de la tension demandée.

Systèmes de téléalimentation et mise à la terre des câbles à paire coaxiales. — Le supplément n° 10 du présent ouvrage décrit les méthodes appliquées à ce sujet dans divers pays.

Le C.C.I.T.T. estime qu'il n'est pas nécessaire de recommander l'une ou l'autre de ces méthodes exclusivement, puisque les « sections d'alimentation en énergie électrique » seront toujours relativement courtes, et que par conséquent leur établissement et leur maintenance

sont surtout une question nationale. Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les administrations ou exploitations privées intéressées dans une « section d'alimentation en énergie électrique » chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répéteurs situées sur son territoire.

Source d'énergie de secours

Pour les équipements des systèmes à courants porteurs modernes, qui sont munis de transistors, il est recommandé dans l'Avis G.231, C que les équipements d'alimentation en énergie fournissent une alimentation sans coupure lorsque le secteur de distribution d'énergie électrique présente des interruptions.

Remarque. — Beaucoup d'équipements existants ont été conçus d'après l'ancienne recommandation du tome III du *Livre Bleu*, qui est reproduite ci-après:

« Dans les pays où l'on peut redouter une assez grande fréquence des interruptions de la distribution industrielle d'énergie électrique et où le secteur de distribution d'électricité est la source normale d'alimentation des répéteurs en énergie électrique, il est recommandable de disposer, dans chaque station de répéteurs auto-alimentée, d'un équipement permettant de passer de la source normale d'énergie à la source de secours, ou vice versa, de telle manière qu'il n'en résulte pas, sur les voies de télégraphie harmonique ou sur des circuits téléphoniques à l'exploitation automatique empruntant le système à courants porteurs sur paires coaxiales, des perturbations ayant une durée supérieure à 150 millisecondes environ. »

d) *Espacement des stations d'alimentation et des stations surveillées*

Une station d'alimentation n'est pas nécessairement une station surveillée, si l'on dispose d'un système d'alarme et de télécommande suffisant. Dans ce cas, la position des stations surveillées est déterminée par les exigences de l'exploitation téléphonique.

AVIS G.352 (ancien Avis G.336 modifié à Mar del Plata, 1968)

INTERCONNEXION DE SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS SUR PAIRES COAXIALES DE TYPES DIFFÉRENTS [1]

Dans tous les cas d'interconnexion à une frontière entre systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de types différents, il est nécessaire de prendre certaines dispositions particulières pour que les systèmes puissent fonctionner correctement en coopération.

Les points suivants demandent à être examinés plus spécialement:

a) *Ondes pilotes*

Chaque onde pilote de régulation de ligne doit être transmise, sur les deux systèmes à interconnecter, au même niveau absolu de puissance (rapporté au point de niveau relatif zéro). Si les deux systèmes n'emploient pas les mêmes fréquences pour les ondes pilotes, chacune des stations situées aux extrémités de la section de régulation de ligne qui traverse la frontière doit être équipée de manière à émettre toutes les ondes pilotes nécessaires à l'un et l'autre système.

b) *Conditions de transmission*

Pour l'interconnexion aux frontières de systèmes fonctionnant avec des valeurs différentes de préaccentuation et de niveau de sortie, les administrations peuvent décider d'un

[1] Cet avis s'applique aux systèmes à 2,6 MHz, 4 MHz, 6 MHz et 12 MHz.

commun accord de corriger les différences de niveau en diminuant la longueur de la section de câble frontière et en ajoutant des réseaux correcteurs passifs appropriés, comme il est indiqué dans l'annexe 1.

Dans certains cas, il demeurera une légère différence résiduelle de niveau, même si la longueur de la section de câble est ramenée à zéro. Il est alors recommandé de corriger cette légère différence à la station de répéteurs principale suivante.

Il arrivera, dans certains autres cas, qu'on puisse conserver l'espacement normal des répéteurs sur la section de câble frontière et tolérer certaines différences de niveau dans quelques répéteurs intermédiaires au voisinage de la frontière, des réseaux auxiliaires d'amplification et de correction étant alors prévus dans la station principale la plus proche (voir l'annexe 2).

c) *Alimentation en énergie*

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les administrations ou exploitations privées intéressées à une section d'alimentation en énergie électrique traversant une frontière, il est recommandé que chaque administration n'alimente en énergie que les stations de répéteurs situées dans son propre pays.

d) *Surveillance et dispositifs d'alarme*

Dans chaque cas particulier, ce point doit faire l'objet d'un accord entre les administrations intéressées.

e) *Conditions relatives à la section d'amplification*

Le C.C.I.T.T. a normalisé les dimensions des paires coaxiales à utiliser dans le réseau téléphonique international européen (voir les Avis G.331 et G.342). Néanmoins, cette normalisation permet certaines variations, de sorte que les paires coaxiales fabriquées par différents constructeurs dans différents pays peuvent ne pas avoir exactement les mêmes caractéristiques. Pour assurer l'uniformité dans toute la section frontière, il est instamment recommandé que les deux administrations ou exploitations privées intéressées se mettent d'accord pour confier à un même fournisseur la construction de toute la section. Si la totalité de celle-ci n'est pas construite par le même fournisseur, les deux administrations ou exploitations privées intéressées doivent coordonner *très soigneusement* leurs spécifications détaillées et leurs méthodes de pose et d'épissurage, afin que soient remplies les conditions recommandées par le C.C.I.T.T. pour l'ensemble de la section d'amplification.

En ce qui concerne l'adaptation de l'impédance de cette section d'amplification aux impédances des deux amplificateurs adjacents, dans le cas général d'une section de paire coaxiale en câble comprise entre deux répéteurs adjacents et utilisée seulement pour la téléphonie, le C.C.I.T.T. n'a défini que les limites admissibles de la somme N de trois termes définie au paragraphe e) de l'Avis G.332.

Il est recommandé que les administrations ou exploitations privées intéressées à une section de paire coaxiale en câble traversant une frontière, se mettent d'accord en ce cas sur des valeurs admissibles pour chacun de ces trois termes de manière à satisfaire à la condition ci-dessus, c'est-à-dire s'entendent sur l'emploi d'une adaptation aussi bonne que possible. Il est d'ailleurs très souhaitable que les administrations ou exploitations privées intéressées s'entendent pour utiliser toujours les mêmes méthodes, tout le long d'un système sur paires coaxiales, en particulier pour l'adaptation des impédances, de manière à simplifier la maintenance du système.

ANNEXE 1
(à l'Avis G.352)

L'interconnexion aux frontières de systèmes fonctionnant avec des valeurs différentes de préaccentuation et de niveau de sortie, peut se réaliser au moyen de la méthode représentée sur la figure 1. Les emplacements des répéteurs sont désignés par les chiffres I à IV et les systèmes différents utilisés dans les deux pays sont indiqués par les types de répéteur A et B; les lignes tiretées w, x, y et z représentent les positions de la frontière possibles en réalité. Les réseaux correcteurs figurés entre les emplacements de répéteurs II et III sont étudiés en fonction de la longueur de câble comprise entre II et III, pour compenser les différences de niveau et de préaccentuation des systèmes A et B. Les réseaux correcteurs peuvent être montés dans l'un des boîtiers de répéteur en II ou en III ou peuvent l'être dans chacun de ces deux boîtiers, ou encore dans un boîtier distinct situé entre II et III. La distance entre II et III est normalement inférieure à l'espacement des répéteurs dans le système A ou dans le système B et peut, à la limite, s'annuler, les boîtiers de répéteur II et III étant alors adjacents et la frontière se trouvant en w ou en z.

Cette méthode permet de réaliser l'interconnexion entre deux systèmes en n'utilisant que des réseaux d'interconnexion passifs, pourvu que la condition suivante soit remplie: à toute fréquence, le niveau à l'entrée du répéteur de l'un des systèmes, doit être inférieur d'une petite quantité (par exemple 1 dB) au niveau de sortie de l'autre système pour la même fréquence, pour tenir compte de l'affaiblissement du circuit d'interconnexion.

Les répéteurs du type A peuvent être téléalimentés et télésurveillés à partir de la station d'alimentation la plus proche située dans le pays A et une situation analogue existe pour les répéteurs de type B. Si la frontière était située en x ou en y, aucun des deux systèmes d'alimentation en énergie et de surveillance n'aurait besoin de traverser la frontière.

Par cette méthode, il serait possible d'adopter des types normalisés pour tous les répéteurs et les niveaux de sortie et des ondes pilotes pourraient être normaux. Elle exigerait l'utilisation de réseaux correcteurs spéciaux.

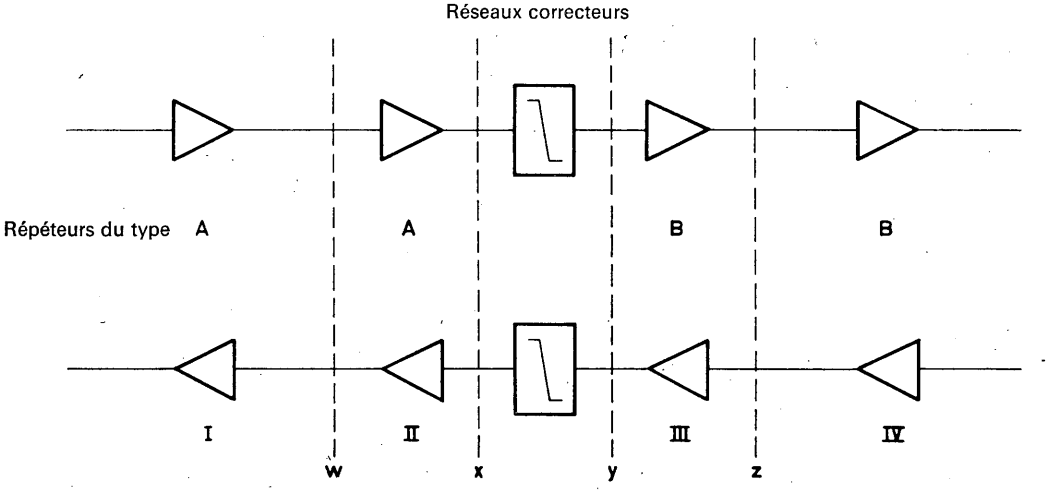


FIGURE 1

ANNEXE 2
(à l'Avis G.352)

La figure 2 représente une autre méthode, suivant laquelle on maintient dans la section de câble frontière la longueur ordinaire de l'espacement entre répéteurs, avec l'affaiblissement nominal a. Le niveau relatif nominal d'émission du système I est n_I et celui du système II est n_{II}. La différence des niveaux relatifs se définit comme étant la préaccentuation différentielle.

$$\Delta_{pré} = n_I - n_{II}$$

On doit supposer que $\Delta_{pré}$ est positif dans toute la bande transmise et qu'à la fréquence maximale transmise les niveaux d'émission des deux systèmes sont presque égaux. Pour adapter les niveaux relatifs entre les systèmes I et II, il est nécessaire d'introduire un réseau correcteur passif supplémentaire $\Delta_{pré}$ dans le sens I⟶II et un réseau correcteur actif supplémentaire $-\Delta_{pré}$ dans le sens II⟶I.

Pour des raisons relatives aux dimensions du boîtier de répéteur et à l'alimentation en énergie, il pourrait être souhaitable d'éviter une amplification supplémentaire dans la section frontière, qui comprend généralement des répéteurs souterrains avec téléalimentation. Il n'y a pas grand inconvénient à utiliser la préaccentuation du système étranger à son entrée dans le pays, jusqu'à la prochaine station de répéteurs surveillée et à introduire uniquement dans cette dernière le gain requis pour la transformation de la préaccentuation. Dans la station de répéteurs surveillée, il n'y aura pas de difficulté particulière à obtenir la place et le courant nécessaire à l'équipement supplémentaire. Le gain requis dans le sens II⟶I (pour $-\Delta_{pré}$) et dans le sens I⟶II (en raison d'un éventuel affaiblissement minimal dans le réseau $\Delta_{pré}$) est fourni par des amplificateurs supplémentaires, généralement installés dans les stations surveillées, afin de compenser l'affaiblissement minimal des réseaux correcteurs de précision.

Comme l'indique la figure 2, il pourrait être judicieux d'utiliser une préaccentuation différentielle pour les deux sens dans la même station de répéteurs, par exemple du côté de la frontière où se trouve le système utilisant la préaccentuation la plus petite (niveau relatif d'émission le plus élevé). Si l'on suppose, comme dans la figure 2, qu'il s'agit du système I, les quelques répéteurs souterrains de ce système qui sont situés entre la frontière et la station de répéteurs surveillée fonctionneront (dans les voies inférieures) au niveau du système II, qui est le plus bas; ils affecteront les caractéristiques de bruit globables de l'ensemble du système de façon moins critique que dans le cas inverse, c'est-à-dire celui où le système II fonctionnerait à un niveau plus élevé.

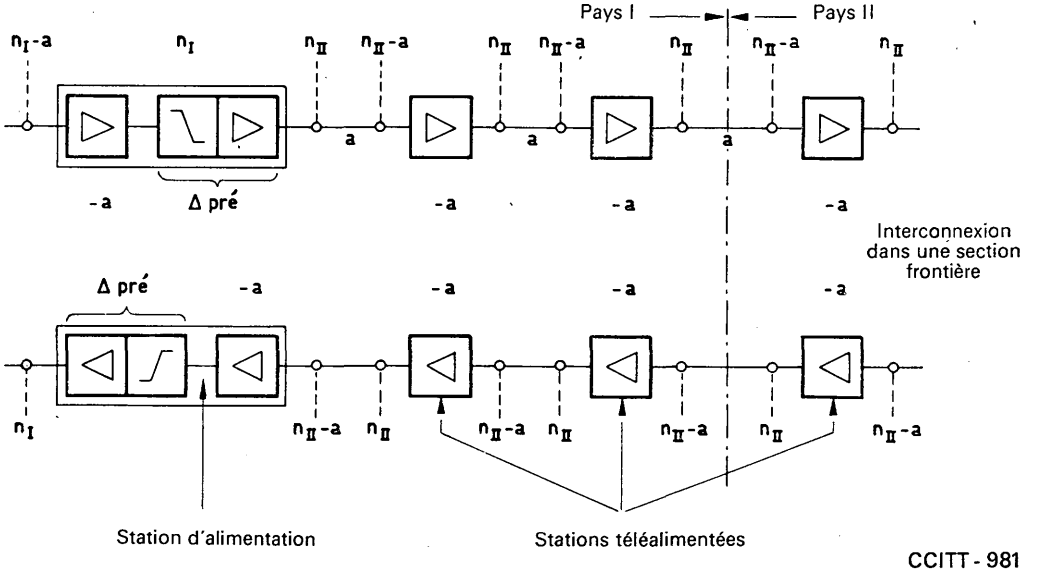


FIGURE 2

AVIS G.356 (Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A (120 + 120) VOIES SUR UNE PAIRE COAXIALE UNIQUE

A. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES

Les systèmes proposés procurent (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique, avec des répéteurs bidirectionnels téléalimentés par le câble.

Ces systèmes appartiennent à deux catégories; l'une à deux groupes secondaires (120 voies), l'autre à deux groupes secondaires plus un groupe primaire (120 + 12 voies).

Le choix entre ces systèmes dépend des conditions d'utilisation.

a) *Fréquences transmises en ligne*

Dans les systèmes de la 1re catégorie, les deux groupes secondaires sont transmis en ligne dans la position des groupes secondaires nos 1 et 2 pour un sens de transmission et dans une bande de fréquences comprise entre 812 et 1304 kHz pour l'autre sens. Dans les systèmes de la 2e catégorie, les deux groupes secondaires sont transmis en ligne dans la position des groupes secondaires nos 4 et 5 pour un sens de transmission et dans la bande 188-676 kHz pour l'autre sens de transmission; le groupe primaire est transmis dans la position du groupe primaire de base (60-108 kHz) pour un sens de transmission et dans la bande 1380-1428 kHz pour l'autre sens de transmission.

Les deux plans de fréquences correspondants sont représentés sur la figure 1 (plans 1A et 1B pour la 1re catégorie, plan 2 pour la 2e catégorie).

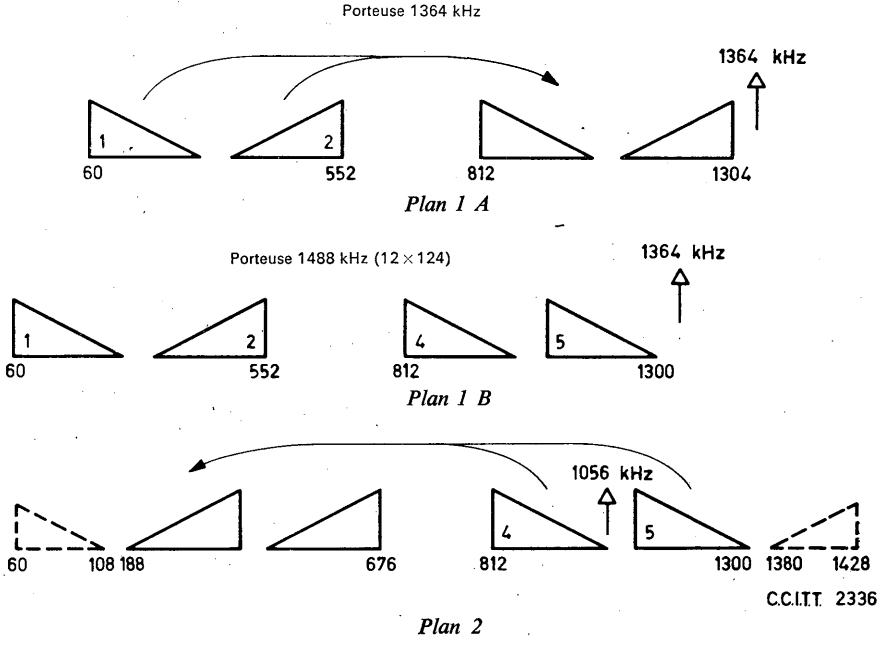


FIGURE 1. — **Plans de répartition des fréquences**

Tous ces systèmes permettent l'interconnexion aux fréquences du groupe secondaire de base.

Le système utilisant le plan 1A nécessite moins de fréquences porteuses que les autres systèmes; il permet l'interconnexion simple dans la bande 60-552 kHz.

Le système utilisant le plan 1B fait appel à des fréquences de transposition normalisées pour d'autres systèmes (par exemple, systèmes à 300 circuits à quatre fils) et à des équipements largement répandus.

Le système utilisant le plan 2 permet de constituer en plus 12 circuits le long de l'artère principale et indépendamment des 120 voies à grande distance; en outre, dans les régions où des bruits induits importants sont à craindre, il permet une meilleure protection.

Dans le cas d'une interconnexion à la traversée d'une frontière de systèmes utilisant des plans de fréquences différents, les administrations intéressées s'entendront sur les dispositions à adopter. En cas de difficultés, le C.C.I.T.T. recommande que le plan 1A soit adopté pour relier les deux stations situées de part et d'autre de la frontière.

	1re catégorie 120 voies plans 1A et 1B	2e catégorie (120+12) voies plan 2
b) *Ondes pilotes*		
de régulation	1364 kHz	432 et 1056 kHz
de contrôle	52 ou 60 kHz	
Ondes additionnelles de mesure		
(éventuellement) bande inférieure	60 et 308 kHz	124 et 677 kHz
bande supérieure	808, 1056 et 1304 kHz	811 et 1364 kHz
Niveau et stabilité de fréquence des ondes pilotes et additionnelles	Avis G.341	Avis G.341
c) *Circuit fictif de référence*	Avis G.338	Avis G.338
d) *Charge conventionnelle* (recommandation provisoire)	Avis G.223 pour un système à quatre fils et à 240 voies	Avis G.223 pour un système à quatre fils et à (240+24) voies

e) *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

L'effet de fluctuation le plus important provenant des réflexions le long du câble est dû à l'interaction desdites réflexions avec les défauts d'adaptation aux extrémités d'une section d'amplification. Pour minimiser les effets des réflexions internes, il faut que les défauts d'adaptation ci-dessus soient tels que l'effet de fluctuation dû seulement à l'interaction entre ces défauts ne soit égal qu'à la moitié de l'objectif autorisé, à savoir une amplitude de fluctuation de 0,5 dNp pour une section de 280 km. Pour un système à 120 voies, ceci est tout à fait réalisable.

f) *Niveaux relatifs et interconnexion*

1. Interconnexion: dans les stations principales [1] en groupes secondaires 1 et 2 ou 4 et 5

		1re catégorie 120 voies plans 1A et 1B	2e catégorie (120+12) voies plan 2
Entrée	Emission	−36 dB	−4,1 Np ou −36 dB
Sortie	Réception	−23 dB	−2,6 Np ou −23 dB

2. Interconnexion en ligne: Avis G.352.

g) *Régulation*

Comme pour les autres systèmes normalisés par le C.C.I.T.T., les constructeurs d'équipements de régulation de ligne doivent tenir compte des variations quotidiennes et saisonnières de température auxquelles les câbles et les répéteurs sont susceptibles d'être soumis. Dans le cas de câbles aériens on peut rencontrer des écarts particulièrement importants par rapport à la température moyenne, par exemple ± 35° C.

B. Câbles

La ligne est constituée par une paire coaxiale unique, dont la spécification est adaptée au milieu extérieur, aux conditions d'emploi en souterrain ou en aérien, aux contraintes occasionnées par les coups de foudre ou le voisinage des lignes d'énergie, au mode de pose, etc.

Le conducteur intérieur peut, ou bien être isolé suivant les techniques habituelles des paires coaxiales normalisées par le C.C.I.T.T., ou bien, en vue d'accroître la rigidité diélectrique ou la résistance mécanique, comporter une isolation en polyéthylène massif ou en polyéthylène aéré (disques entourés d'un tube en polyéthylène, polyéthylène cellulaire, cylindre en polyéthylène avec canaux longitudinaux, etc.).

Le conducteur extérieur peut être en cuivre ou en aluminium.

Le raccordement des longueurs de câble peut être effectué soit par épissure soit par connecteur.

L'impédance caractéristique à 1 MHz est en principe de 75 ohms, sauf dans les cas où le prix d'un câble ayant cette impédance serait beaucoup plus élevé dans l'application envisagée.

Les spécifications de régularité d'impédance doivent tenir compte de la capacité finale de tout système pouvant utiliser le câble.

Les paires coaxiales normalisées de 4,4 mm et de 9,5 mm sont soumises à d'étroites limites en ce qui concerne l'impédance et les réflexions internes notamment pour en permettre l'emploi éventuel pour les transmissions télévisuelles. Dans le cas d'un système à 120 voies, l'objectif fixé par le C.C.I.T.T. pour la variation du niveau en fonction de la fréquence à l'extrémité d'une section de régulation de ligne (amplitude maximale des fluctuations: 1 dNp suivant objectif utilisé dans l'Avis G.332 e)) peut être satisfait même si l'on emploie des câbles dont la régularité d'impédance est moindre. Si la condition indi-

[1] Correspondant aux points T et T′ définis dans l'Avis G.213.

quée au paragraphe A e du présent avis est remplie, les irrégularités internes du câble peuvent être plus mauvaises que dans le cas des paires de 4,4 mm, et cela jusqu'à 10 dB en plus (voir l'Avis G.342).

3.6 Autres systèmes modernes à courants porteurs

Bien que les systèmes décrits dans la présente sous-section soient des systèmes modernes, en particulier parce que la bande des fréquences vocales effectivement transmises par chaque voie téléphonique s'étend de 300 à 3400 Hz, les recommandations générales de la section 2 ci-dessus ne peuvent pas leur être appliquées intégralement, eu égard à certaines particularités de leur constitution. C'est pourquoi les dispositions spéciales ci-après ont été fixées.

AVIS G.361 (ancien Avis G.351)

SYSTÈMES PROCURANT TROIS CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES A COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

A. Système normalisé

Le système particulier décrit ci-après procure trois circuits téléphoniques de bonne qualité dans des bandes de fréquences situées au-dessus du circuit à fréquences vocales existant. Ce système peut être placé au-dessous de la bande de fréquences indiquée par le schéma I de la figure 1 de l'Avis G.311 pour un système procurant 12 circuits téléphoniques.

On a spécifié la répartition des fréquences transmises en ligne dans ce système de telle sorte que, quand un tel système traverse une frontière (le point où l'on traverse cette frontière pouvant se trouver dans une région complètement inhabitée), il ne soit pas nécessaire d'employer des démodulateurs et des modulateurs.

En outre, avec cette répartition de fréquences, il est possible de procurer, en plus du circuit téléphonique à fréquences vocales, soit un circuit téléphonique à courants porteurs et un circuit duplex pour transmissions radiophoniques de type B, soit un circuit duplex pour transmissions radiophoniques de type A[1].

Ce système peut comporter comme partie intégrante un certain nombre de voies télégraphiques, sans affecter la largeur de la bande des fréquences transmises par les circuits à courants porteurs; toutefois, dans ce cas, la largeur de la bande des fréquences transmises par le circuit à fréquences vocales est diminuée.

La spécification ci-après a été établie pour le cas particulier précité:

a) *Bande des fréquences transmises*

L'espacement des fréquences porteuses doit être de 4 kHz.

La bande inférieure transmise en ligne, pour un sens de transmission, doit être comprise entre 4 et 16 kHz, et la bande supérieure utilisée pour l'autre sens de transmission doit être comprise, soit entre 18 et 30 kHz, soit entre 19 et 31 kHz, afin de permettre l'emploi d'un

[1] Voir les Avis J.21 et J.31.

décalage des fréquences porteuses *(staggering)* si l'on était amené à placer plus tard un second système de ce genre sur la même artère en fils aériens (voir le paragraphe j) ci-après et la figure 1).

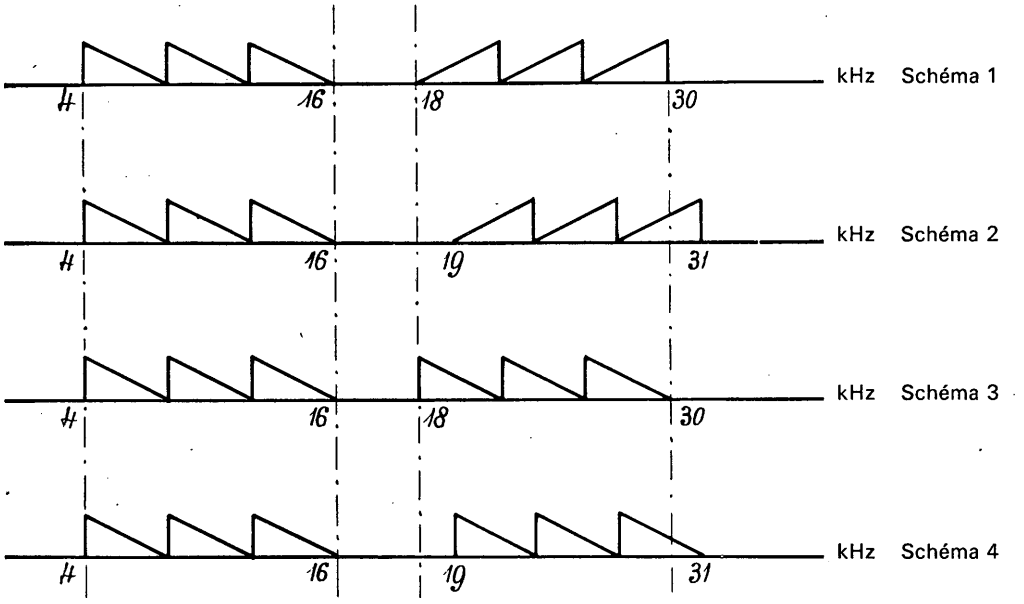


FIGURE 1. — **Schémas de répartition des fréquences pour quatre systèmes, procurant chacun trois circuits téléphoniques à courants porteurs établis successivement sur la même artère en fils aériens**

b) *Niveaux relatifs de puissance*

Le niveau relatif de puissance à la sortie des équipements terminaux et des répéteurs intermédiaires, sur chaque voie et pour la fréquence de cette voie qui correspond à la fréquence vocale 800 Hz, est au plus égal à + 2 népers ou + 17 décibels.

c) *Ondes pilotes*

Les fréquences des ondes pilotes sont normalement 16,110 kHz pour la bande inférieure transmise en ligne et 31,110 kHz pour la bande supérieure. La stabilité recommandée pour ces fréquences est, en valeur relative, de $2{,}5 \cdot 10^{-5}$. Cette recommandation est applicable pour les quatre modes de répartition des fréquences indiqués ci-après. Le niveau absolu de puissance des ondes pilotes de ligne doit être de −1,73 néper (−15 décibels) en un point de niveau relatif zéro.

L'onde pilote supérieure ayant une fréquence de 31,110 kHz, doit convenir à la plupart des administrations. Normalement, on doit pouvoir s'attendre à ce que son emploi permette une qualité de régulation sensiblement meilleure que ne le permettrait le choix d'une onde pilote de fréquence moins élevée.

Dans certains autres cas, cette spécification peut, par contre, ne point convenir et ceci pour les raisons suivantes:

1. La régulation peut être affectée si la paire de fils aériens est déjà munie d'un certain nombre de filtres conçus pour séparer les systèmes à 12 circuits des anciens systèmes à 3 circuits.

2. Si un seul étage de modulation est utilisé pour les voies téléphoniques à basse fréquence du système normalisé, il convient que les voies télégraphiques interbandes (voir la partie B du présent avis) soient disposées au-dessus plutôt qu'au-dessous de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques dans le sens de transmission correspondant à la bande supérieure.

Le C.C.I.T.T. recommande en conséquence qu'une autre fréquence pilote de 17,800 kHz soit utilisée dans les cas où il serait convenu entre les administrations intéressées que la fréquence pilote normale de 31,110 kHz ne peut être employée soit pour les raisons exposées ci-dessus, soit pour satisfaire à d'autres conditions particulières à l'artère empruntée.

d) *Variation (en fonction de la fréquence) de l'équivalent à la sortie de l'équipement terminal d'émission*

Voir le paragraphe A e) de l'Avis G.232.[1]

e) *Distorsion de non-linéarité de l'ensemble des équipements terminaux*

Voir le paragraphe A f) de l'Avis G.232.[1]

f) *Diaphonie dans les équipements terminaux*

Voir le paragraphe A g) de l'Avis G.232.[1]

g) *Impédance vue du jack du commutateur*

Voir le paragraphe A h) de l'Avis G.232.[1]

h) *Stabilité des générateurs de courants porteurs*

Pour que l'effet des modulations ou des démodulations ne produise jamais un écart supérieur à 2 Hz entre la fréquence vocale appliquée à l'origine d'une voie et celle qui est reçue à l'extrémité correspondante (dans le cas où il n'y a pas de démodulation et remodulation intermédiaire), la stabilité des générateurs de courants porteurs doit être telle que la fréquence en soit toujours exacte à moins de $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ près.

i) *Résidus des courants porteurs transmis en ligne*

En un point de niveau relatif zéro, le niveau absolu de puissance des résidus de courants porteurs ne doit pas être supérieur à:

—2,0 népers ou —17 décibels pour une voie et pour chaque sens de transmission;

—1,7 néper ou —14,5 décibels pour l'ensemble des voies du système et pour chaque sens de transmission.

j) *Exploitation de plusieurs systèmes sur la même artère*

Le C.C.I.T.T. recommande les quatre modes de répartition des fréquences correspondant aux schémas de la figure 1; aucun ordre de préférence entre ces schémas n'a été fixé et les administrations intéressées choisiront, dans chaque cas particulier, le ou les schémas les plus appropriés.

Remarque. — Par accord entre les administrations ou exploitations privées intéressées, on peut aussi inverser la bande inférieure de fréquences transmises en ligne dans les schémas 2 et 4.

---

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.:* Cet avis n'a pas été révisé par l'Assemblée plénière de Genève, 1964. Il s'agit de références à l'Avis G.232 (tome III du *Livre Rouge*) et l'on devrait étudier si les clauses de l'Avis G.232 du présent ouvrage sont applicables.

B. Systèmes utilisant des répéteurs communs pour la téléphonie et pour la télégraphie interbande

Il y a lieu d'envisager, pour le trafic international, un système à courants porteurs sur fils aériens utilisant des répéteurs de ligne communs pour les voies téléphoniques et les voies de télégraphie interbande.

a) *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie*

La répartition des fréquences en ligne pour ce qui est des voies téléphoniques serait celle qui est indiquée dans la partie A du présent avis.

b) *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la télégraphie*

1. Il est recommandé que le système considéré procure quatre voies télégraphiques, les fréquences nominales à utiliser étant les suivantes:

   1.1 *Sens de transmission correspondant à la bande inférieure*

   3,22 — 3,34 — 3,46 et 3,58 kHz.

   1.2 *Sens de transmission correspondant à la bande supérieure*

   α) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 18 et 30 kHz:

   30,42 — 30,54 — 30,66 et 30,78 kHz.

   β) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 19 et 31 kHz:

   18,22 — 18,34 — 18,46 et 18,58 kHz.

2. Si l'on utilise la signalisation à l'intérieur de la bande des fréquences vocales sur des voies téléphoniques (par opposition à la signalisation hors bande à la limite de la bande de 4 kHz), il devient possible de disposer de deux voies télégraphiques supplémentaires avec les fréquences nominales ci-après:

   2.1 *Sens de transmission correspondant à la bande inférieure*

   3,70 et 3,82 kHz.

   2.2 *Sens de transmission correspondant à la bande supérieure*

   α) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 18 et 30 kHz: 30,18 et 30,30 kHz.

   β) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 19 et 31 kHz: 18,70 et 18,82 kHz.

3. Dans le cas où, à la suite d'un accord entre les administrations intéressées, le système utiliserait une fréquence pilote supérieure de 17,800 kHz (voir le para. A c du présent avis), on pourra substituer les fréquences suivantes à celles qui sont spécifiées aux alinéas 1.2 β et 2.2 β ci-dessus. Ce changement permet, dans certains systèmes, un procédé de modulation plus économique:

   31,42 — 31,54 — 31,66 et 31,78 kHz au lieu de
   18,22 — 18,34 — 18,46 et 18,58 kHz
   ainsi que 31,18 et 31,30 kHz au lieu de 18,70 et 18,82 kHz.

c) *Puissance transmise en ligne*

Le C.C.I.T.T. n'a pas jugé désirable de normaliser de façon absolue la puissance transmise sur la ligne, attendu que celle-ci peut dépendre des conditions sur l'artère en fils aériens. Il n'a pas non plus été jugé nécessaire de faire une distinction entre les voies télégraphiques à modulation d'amplitude et à modulation de fréquence. Dans des conditions favorables, une valeur typique pour la puissance à transmettre sur une voie télégraphique serait de —2,35 népers ou —20 dB par rapport à 1 milliwatt en un point de niveau relatif zéro.

C. Autres systèmes

Dans certains cas il est nécessaire d'exploiter, de part et d'autre d'une frontière et sur une paire de fils aériens sans démodulateurs ni modulateurs au point de franchissement de la frontière, un système procurant 3 circuits téléphoniques de bonne qualité (bande de fréquences effectivement transmises par chaque circuit: de 300 à 3400 Hz) et procurant, au-dessous de 6 kHz environ, une bande de fréquences libre utilisable à d'autres fins. En pareil cas, la répartition des fréquences doit faire l'objet d'une entente bilatérale entre les administrations intéressées. S'appliqueront à tout système de ce genre les paragraphes b), d), e), f), g), h) et i) de la partie A du présent avis.

L'espacement des fréquences porteuses pourrait être de 4 kHz comme dans toutes les autres recommandations du C.C.I.T.T. pour les systèmes modernes à courants porteurs. Cette solution permettrait d'utiliser sur chaque voie téléphonique la signalisation hors bande reconnue par le C.C.I.T.T. (Avis Q.21, tome VI du *Livre Blanc*). A titre de variante, on pourrait utiliser un système dans lequel l'espacement des fréquences porteuses serait inférieur à 4 kHz mais qui cependant procurerait une bande de fréquences effectivement transmises de 300 à 3400 Hz sur chaque voie téléphonique. L'emploi d'un système semblable faciliterait la mise en service, si le besoin s'en faisait sentir, d'une liaison utilisant jusqu'à 6 voies télégraphiques employant les mêmes répéteurs de ligne que les voies téléphoniques.

Etablissement d'un modèle de questionnaire concernant les renseignements préalables que doivent recueillir, en ce qui concerne les lignes en fils aériens existantes et les centraux existants, les administrations ou exploitations privées téléphoniques qui désirent établir des installations de téléphonie multiple par courants porteurs de haute fréquence

Le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis* que le questionnaire suivant soit employé:

1. Quelles voies de communication doivent être exploitées au moyen de courants porteurs de haute fréquence?

2. De quelles lignes dispose-t-on pour l'installation des appareils de haute fréquence?

a) longueur de ces lignes;

b) calibre, nature du fil, distance entre fils;

c) sections de câbles existantes (emplacement, type et longueur de ces câbles);

d) croisements et transpositions existants;

e) parmi les lignes dont on dispose, y a-t-il deux ou plusieurs circuits identiques qui pourraient être interchangeables et parmi lesquels on pourrait prélever des circuits de remplacement?

3. Quelles localités intermédiaires conviennent pour l'installation des répéteurs? Où sont déjà insérés les répéteurs basse fréquence sur les lignes qu'il s'agit d'équiper en haute fréquence?

4. Quels sont les emplacements des postes radioémetteurs susceptibles d'influencer la communication haute fréquence? Quelles sont les puissances et les fréquences utilisées par ces postes?

5. Les nouvelles voies haute fréquence doivent-elles être reliées à d'autres lignes, d'une manière durable ou de temps en temps?

6. Les réponses aux questions ci-dessus ayant permis de retenir certains circuits et certaines localités, les administrations ou exploitations privées devront recueillir les renseignements suivants:

Quels sont les résultats des mesures d'impédance et d'affaiblissement effectuées sur chacun des tronçons de ligne envisagés, dans toute la bande des fréquences à utiliser?

3.7 Systèmes téléphoniques internationaux à courants porteurs en câble sous-marin

AVIS G.371 (ancien Avis G.361, Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

SYSTÈMES A COURANTS PORTEURS EN CÂBLE SOUS-MARIN

Le présent avis s'applique aux systèmes dont la longueur ne dépasse pas 2500 km.

a) *Interconnexion avec le réseau terrestre*

Il existe, entre les systèmes terrestres et les systèmes sous-marins, une différence fondamentale dans les conditions d'interconnexion. Dans le premier cas, il s'agit de relier, en un point proche d'une frontière, deux systèmes gérés par des administrations différentes et construits par des fournisseurs différents, quelquefois selon des principes différents, tout en respectant les mêmes avis du C.C.I.T.T. Dans le second cas, il s'agit au contraire le plus souvent d'un système unique, acheté, installé et exploité en copropriété et construit sous la responsabilité d'un fournisseur unique; dans un tel système, les équipements terminaux comprennent des équipements spéciaux qui sont étudiés en fonction des équipements de ligne (téléalimentation, égalisation, localisation des défauts, etc.) et qui ne peuvent en être dissociés. L'interconnexion se fait alors entre ce système pris dans son ensemble et les réseaux terrestres de chacun des deux pays qu'il relie; il n'y a pas un point frontière, mais deux. Dans ces conditions, on définit comme point d'interconnexion la sortie et l'entrée des équipements spéciaux qui assurent le passage entre la répartition de fréquences utilisées dans le système en câble sous-marin et une répartition de fréquences transmises en ligne pour un système terrestre (ou une partie d'un tel plan de répartition), de façon à permettre

d'utiliser de l'autre côté de ces points d'interconnexion les équipements de modulation de groupe primaire, secondaire ou tertiaire, etc. (selon la capacité du système) conformes aux Recommandations du C.C.I.T.T. (voir la figure 1).

Le C.C.I.T.T. recommande d'appliquer en ces points les niveaux relatifs prévus par l'Avis G.213 aux points T et T′ pour les systèmes terrestres de capacité correspondante (pour plus de détails voir le paragraphe b).

Ces points doivent être considérés comme les points T et T′ d'entrée et de sortie d'une liaison en ligne, tels qu'ils sont définis dans l'Avis G.213. De ce fait, toutes les recommandations du C.C.I.T.T. relatives à l'interconnexion des systèmes et au transfert (ou transfert direct) des groupes primaires, secondaires, etc. (en particulier l'Avis G.243) s'appliquent à partir de ces points.

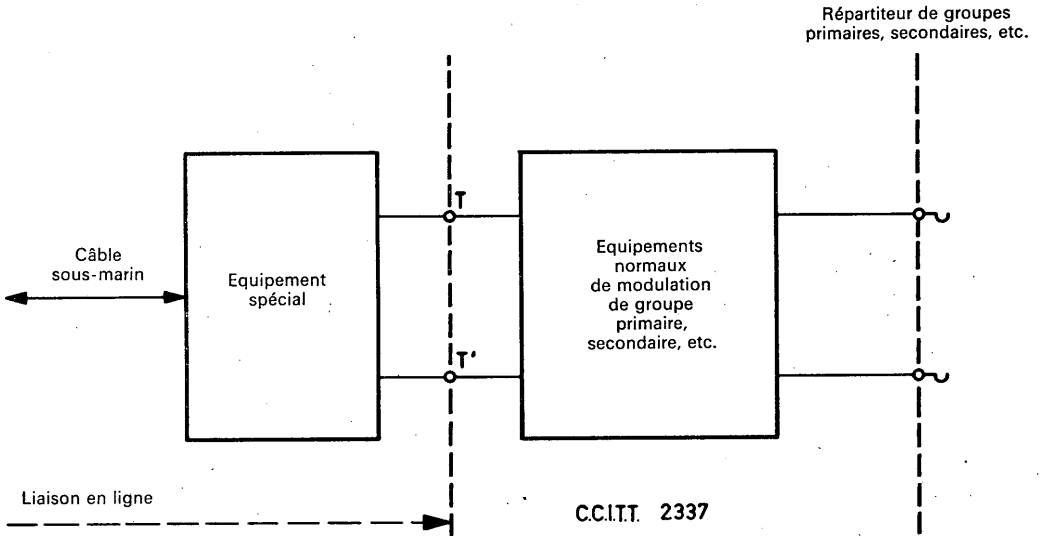


FIGURE 1

Recommandations relatives aux groupes primaires, secondaires, etc. — Afin de ne pas troubler le fonctionnement des systèmes terrestres auxquels les systèmes en câble sous-marin peuvent être interconnectés comme il est indiqué ci-dessus, le C.C.I.T.T. recommande que les systèmes en câble sous-marin n'utilisent aucune onde pilote à l'intérieur de la bande de chacun des groupes secondaires [1] et que, autant qu'il est économiquement possible, les signaux de surveillance des répéteurs et les ondes de télésignalisation soient placés à l'extérieur de la bande de chacun des groupes secondaires [1] et de préférence à l'extérieur de la bande occupée par l'ensemble des groupes secondaires transmis dans l'un ou l'autre sens.

Remarque 1. — Les signaux de surveillance des répéteurs et les ondes de télésignalisation ne sont pas normalement transmis en permanence.

Remarque 2. — Lorsqu'il s'agit d'essais sur un système retiré de l'exploitation, il n'est pas nécessaire d'appliquer la restriction indiquée ci-dessus à la fréquence des signaux de surveillance des répéteurs.

[1] Ou de chacun des groupes primaires, dans le cas d'un système dont la capacité est inférieure à 60 voies.

b) *Plan de fréquences*

Il n'a pas été jugé nécessaire de normaliser la bande des fréquences transmises en ligne, qui doit être fixée dans chaque cas par accord entre les deux administrations intéressées. Toutefois, il est recommandé que les circuits soient assemblés dans un des groupes primaires de base recommandés par le C.C.I.T.T. et, le cas échéant, dans le groupe secondaire de base. Pour obtenir une capacité supérieure à 8 groupes primaires, il est recommandé de se limiter à des systèmes procurant 2, 5 ou 8 groupes secondaires, étant entendu que des systèmes de plus grande capacité feront l'objet de recommandations ultérieures; ce point est à l'étude.

Il est recommandé que l'on trouve à l'entrée et à la sortie de l'équipement terminal spécial, aux points d'interconnexion définis au paragraphe a), les groupes primaires et éventuellement les groupes secondaires assemblés dans une des répartitions de fréquences déjà recommandées par le C.C.I.T.T. pour l'interconnexion entre faisceaux hertziens et systèmes sur lignes métalliques et qui figurent dans le tableau 1 de l'Avis G.423 (ou une partie d'un tel plan de répartition). Bien entendu, lorsque la capacité du système ne correspond pas à l'une de celles qui sont indiquées dans ce tableau, il conviendra de prendre la capacité immédiatement supérieure.

c) *Conditions générales de transmission*

Ces systèmes doivent satisfaire à toutes les recommandations des sections 1 et 2 de la 1re partie du présent ouvrage, en particulier: bruit (objectif de 3 pW/km pour les systèmes considérés), diaphonie, distorsion d'affaiblissement, erreur sur la restitution des fréquences, variation d'affaiblissement en fonction du temps. Toutefois, il y a lieu de spécifier pour les calculs de bruit une charge conventionnelle différente de celle qui est actuellement recommandée par le C.C.I.T.T. (Avis G.223); ce point est à l'étude.

Remarque. — Deux valeurs de charge par bande de 4 kHz ont été proposées, elles peuvent être retenues toutes les deux, à titre provisoire, comme correspondant à deux cas typiques d'exploitation:

— 11 dBm0, qui tient compte de l'augmentation de la charge due à l'emploi d'équipements procurant 16 voies par groupe primaire et de concentrateurs de communications;

— 13 dBm0, calculée en supposant qu'il y aura deux systèmes de télégraphie harmonique par groupe primaire.

d) *Câbles*

Cette question est à l'étude.

Le supplément nº 11 du présent ouvrage contient une documentation sur les navires câbliers utilisés dans divers pays.

SECTION 4

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX SUR FAISCEAUX HERTZIENS OU A SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES

Le tableau suivant indique à quels types de systèmes s'appliquent les divers avis de la présente section (entre parenthèses, les numéros des avis correspondants du C.C.I.R., Oslo, 1966).

Sujet de l'avis	Faisceaux hertziens à multiplexage par			Systèmes de télécommunication [4] par satellites
	répartition en fréquence		répartition dans le temps [3]	
	en visibilité directe [1]	transhorizon [2]		
Emploi de faisceaux hertziens .	G.411 (335-1)	G.411 (335-1)	G.411 (335-1)	
Equipements terminaux . . .	G.412	G.412	G.412	
Interconnexion aux fréquences vocales	G.422 (268)	G.422 (268)	G.422 (297)	
Interconnexion dans la bande de base (niveaux, ondes pilotes, répartition de fréquences dans cette bande, etc.)	G.423 (380-1, 381-1)	G.423 (380-1, 381-1)		
Circuits fictifs de référence . .	G.431 (391, 392)	G.433 (396-1)	G.432 (300)	G.434 (352)
Bruit de circuit	G.441 (393-1, 395-1), G.442	G.444 (397-1)	G.443 (394)	G.445 (353-1)

[1] Ou proches de la visibilité directe.

[2] Pour les capacités (nombres de circuits téléphoniques) qui les concernent.

[3] Avis applicables uniquement en ce qui concerne les caractéristiques entre extrémités à fréquences vocales.

[4] Dans la présente section, on ne considère que l'emploi de ces systèmes pour la téléphonie.

4.1 Recommendations générales

AVIS G.411

EMPLOI DE FAISCEAUX HERTZIENS POUR PROCURER DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

Le C.C.I.T.T.

émet, à l'unanimité, l'avis[1]

qu'on doit, chaque fois qu'il est possible, et afin de rendre moins difficile le problème de l'assignation des fréquences radioélectriques, réaliser les communications téléphoniques entre points fixes par lignes métalliques ou faisceaux hertziens employant des fréquences supérieures à environ 30 MHz; lorsque ceci peut être effectué, l'objectif doit être d'atteindre les qualités de transmission recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits métalliques internationaux de téléphonie.

AVIS G.412

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX DES SYSTÈMES SUR FAISCEAUX HERTZIENS INCORPORÉS AU RÉSEAU GÉNÉRAL DE TÉLÉCOMMUNICATION

Le C.C.I.T.T.,

considérant

qu'en Europe, et même dans d'autres régions du monde, il existe un vaste réseau de télécommunication qui (de même que les réseaux nationaux), a été établi en conformité avec les recommandations du C.C.I.T.T., notamment en ce qui concerne la répartition des voies téléphoniques dans la bande des fréquences jusqu'à 4 MHz, et aussi en ce qui concerne les caractéristiques techniques essentielles des équipements terminaux de tous les systèmes à courants porteurs;

considérant, d'autre part,

que, notamment pour introduire de plus en plus le service téléphonique rapide et le service semi-automatique, on sera amené à augmenter sensiblement dans un proche avenir le nombre de circuits internationaux et nationaux à grande distance,

---

[1] Avis identique à un passage de l'Avis 335-1 du C.C.I.R. (Volume III).
Tous les autres avis du C.C.I.R. cités dans la section 4 se trouvent dans l'ouvrage intitulé « C.C.I.R. — Documents de la XI[e] Assemblée plénière (Oslo, 1966) — Volume IV ».

qu'il y a lieu de prévoir, par conséquent, l'installation au cours des prochaines années de systèmes sur faisceaux hertziens à grand nombre de voies téléphoniques et leur incorporation au réseau général de télécommunication;

considérant enfin

qu'on doit faciliter les interconnexions et qu'on ne doit pas compliquer indûment la tâche des administrations téléphoniques qui auront à exploiter et à entretenir ces systèmes,

émet, à l'unanimité, l'avis

que, lorsqu'il est techniquement possible et économiquement souhaitable,

1. les systèmes sur faisceaux hertziens soient organisés de telle sorte qu'au point d'interconnexion avec le réseau général, les circuits téléphoniques se présentent assemblés suivant les règles déjà recommandées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes en câble (l'application de cette règle fait l'objet des Avis G.421 et G.423);

2. dans tous les cas, les équipements de modulation de voie satisfassent aux clauses essentielles de la spécification figurant dans l'Avis G.232 ci-dessus.

4.2 Interconnexion de faisceaux hertziens avec des systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques

AVIS G.421

MÉTHODES D'INTERCONNEXION

Pour étudier l'interconnexion des faisceaux hertziens, soit entre eux, soit avec des systèmes sur lignes métalliques, il y a lieu de distinguer les cas énumérés ci-après:

a) *Interconnexion aux fréquences vocales*

Dans l'état actuel de la technique, c'est le cas normal dès qu'intervient un faisceau hertzien à multiplexage par répartition dans le temps. Le passage par les fréquences vocales peut être aussi nécessaire, pour des raisons d'exploitation, dans le cas de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence et de systèmes sur lignes métalliques. Ces deux cas sont traités dans l'Avis G.422.

b) *Interconnexion par transfert de groupes*

Dans l'état actuel de la technique, seuls les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence peuvent présenter des voies téléphoniques assemblées en groupes primaires, en groupes secondaires, en groupes tertiaires et, le cas échéant, en groupes quaternaires ou en assemblages de 15 groupes secondaires.

L'interconnexion entre un faisceau hertzien à multiplexage par répartition en fréquence et un système sur ligne métallique peut s'effectuer par transfert de groupes primaires, de groupes secondaires, etc.; ceci est possible parce que, selon les dispositions recommandées par l'Avis G.423, la bande de base d'un tel faisceau hertzien correspond à un certain nombre de groupes primaires, secondaires ou tertiaires transmis en ligne dans le système en câble;

or ces groupes peuvent être obtenus, à partir des groupes de base, au moyen des équipements de modulation déjà normalisés pour les systèmes en câble conformément aux recommandations du C.C.I.T.T.

Le transfert doit alors s'effectuer conformément aux recommandations du C.C.I.T.T. qui figurent dans l'Avis G.242 avec passage par la bande des fréquences du groupe primaire de base (60 à 108 kHz), du groupe secondaire de base (312 à 552 kHz), etc. (voir l'Avis G.211 et en particulier sa figure 1).

c) *Interconnexion dans la bande de base*

La « bande de base » des faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence correspond à la bande des fréquences transmises sur les lignes métalliques à courants porteurs et l'interconnexion dans cette bande est possible dans les conditions indiquées par l'Avis G.423.

On peut aussi procéder à des transferts directs, dans cette bande de base, entre systèmes sur ligne métallique et faisceaux hertziens suivant les dispositions générales de l'Avis G.242, paragraphe g.

Pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps, la « bande de base » est définie par le C.C.I.R. comme « la série d'impulsions modulées avant qu'elle ne soit appliquée à la fréquence porteuse ». L'interconnexion dans la bande de base de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps avec des systèmes sur lignes métalliques n'a pas encore été étudiée jusqu'à présent.

d) *Interconnexion aux fréquences intermédiaires* et

e) *Interconnexion aux fréquences radioélectriques*

Ces cas ne peuvent se présenter que pour l'interconnexion de deux faisceaux hertziens et sont de la compétence du C.C.I.R.

L'Avis 304 du C.C.I.R. indique comment il est recommandé de choisir le type de multiplexage d'un faisceau hertzien, en vue de faciliter les interconnexions.

AVIS G.422

INTERCONNEXION AUX FRÉQUENCES VOCALES

a) *Faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence*

D'après l'Avis 268 du C.C.I.R., les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence qui font partie d'un circuit international doivent être, autant que possible, conformes aux avis pertinents du C.C.I.T.T. relatifs aux circuits téléphoniques de types modernes:

1. au point de vue de la méthode d'établissement des connexions internationales dans la bande des fréquences vocales;

2. au point de vue des caractéristiques de l'équipement terminal du système à multiplexage par répartition en fréquence;

3. au point de vue de la méthode de signalisation sur les circuits internationaux.

b) *Faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps*

D'après l'Avis 297 du C.C.I.R., les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps qui font partie d'un circuit international doivent être, autant que possible, conformes aux avis pertinents du C.C.I.T.T. relatifs aux circuits téléphoniques de types modernes:

1. au point de vue de la méthode d'établissement des connexions internationales dans la bande des fréquences vocales;

2. au point de vue de la méthode de signalisation sur les circuits internationaux.

Remarque. — Etant donné que les avis du C.C.I.T.T. mentionnés sous 2 envisagent l'utilisation de fréquences vocales de signalisation bien définies, transmises sur la voie de conversation, aucun problème de répétition de la signalisation ne devrait en principe se poser.

Dans les cas où l'on utilise des méthodes de signalisation différentes sur un système en câble et un système sur faisceau hertzien, il sera nécessaire d'insérer aux points d'interconnexion un équipement ramenant les deux types de signalisation à la même forme, de préférence en courant continu.

AVIS G.423 (modifié à Genève, 1964)[1]

INTERCONNEXION DANS LA BANDE DE BASE DE FAISCEAUX HERTZIENS A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE [2]

a) *Principes généraux*

Le C.C.I.R. a émis les Avis 380-1 et 381-1, afin que les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence présentent, autant que possible, des caractéristiques permettant l'interconnexion directe avec des systèmes sur lignes métalliques de même capacité, dans la « bande de base » du faisceau hertzien, qui correspond alors à la bande des fréquences transmises sur la ligne métallique.

Cette interconnexion directe est avantageuse, par exemple:

1. en un point de jonction entre un système sur ligne métallique et un faisceau hertzien de même capacité, quand il n'y a pas besoin de dériver en ce point des groupes de voies téléphoniques;

2. au point de jonction entre un faisceau hertzien et une courte section de prolongement en câble (voir le paragraphe c) ci-après). Une section de prolongement en câble est considérée comme courte si elle ne nécessite pas un système particulier de régulation de ligne.

Les caractéristiques de préaccentuation à la sortie des répéteurs des systèmes en câbles n'ont pas été entièrement normalisées par le C.C.I.T.T. En outre, la transmission en ligne dans une section d'amplification d'un système présente diverses particularités dues, par exemple, à la présence de diverses ondes pilotes et à la téléalimentation des répéteurs. D'autre part, les points *R* et *T* définis dans l'Avis G.213 peuvent être très voisins, ou reliés par plusieurs kilomètres de câble.

Pour ces motifs, il n'y a pas lieu de prévoir l'interconnexion directe d'un faisceau hertzien pour la téléphonie avec un système téléphonique en câble, à paires symétriques ou à paires coaxiales, de telle sorte que les niveaux d'entrée et de sortie du faisceau hertzien correspondent exactement aux niveaux normaux à l'entrée et à la sortie d'un répéteur du système en câble. Il est préférable d'effectuer l'interconnexion en un point des équipements

[1] Mis à jour par le Secrétariat après l'Assemblée plénière de Mar del Plata, 1968.

[2] Cet avis, comme les avis correspondants du C.C.I.R., s'applique aux faisceaux hertziens en visibilité directe ou proches de la visibilité directe, et également aux faisceaux hertziens transhorizon, pour les capacités qui les concernent.

TABLEAU 1

Répartitions des fréquences, dans la bande de base de faisceaux hertziens, recommandées pour l'interconnexion avec des systèmes sur lignes métalliques

Capacité du faisceau hertzien (nombre maximum de voies téléphoniques)	Dispositions possibles des voies téléphoniques qui sont recommandées	Schéma de la figure	Limites de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Ondes pilotes ou fréquences qu'il peut y avoir lieu de transmettre (kHz) [1]		Bande de fréquences totale [2] (kHz)
				au-dessous de (4)	au-dessus de (4)	
1	2	3	4	5		6
24	2 GP [3]	2-a (Avis G.322)	12-108	—	—	12-108
	2 GP [4]	1 (Avis G.327)	6-108 ou 12-120	—	—	6-108 ou 12-120
60	1 GS	2-c (Avis G.322)	12-252	—	—	12-252
	1 GS	4 (Avis G.322)	60-300	—	—	60-300
120	GS 1 et 2	4 (Avis G.322)	12-552	—	—	12-552
	GS 1 et 2	4 (Avis G.322)	60-552	—	—	60-552
300	5 GS	1-a (Avis G.341)	60-1300	—	1364	60-1364
	1 GT [5]	1-b (Avis G.341)	64-1296	60	1364	
600	10 GS	1	60-2540	—	2604	60-2792
	2 GT [5]	2	64-2660	—	2792	
900	3 GT ou 1 GQ [6]	4	316-4188	300, 308	4287	60-4287
960	16 GS	5	60-4028	—	4092	
1260 [7]	21 GS	Schéma 1 [8]	60-5636	—	5680	60-5680
	21 GS	Schéma 2	60-5564	—	5608	
	40 GT	Schéma 3	316-5564	308	5608	
1800	15 GS+3 GT	6	312-8204	300, 308	8248	300-8248
	15 GS + 15 GS [9]	7	312-8120			
	6 GT ou 2 GQ	8	316-8204			
2700	15 GS+6 GT	9	312-12388	300, 308	12435	300-12435
	15 GS + 15 GS + 15 GS [9]	10	312-12336			
	9 GT ou 3 GQ	11	316-12388			

GP = groupe primaire
GS = groupe secondaire
GT = groupe tertiaire
GQ = groupe quaternaire

téléphoniques où le niveau est indépendant de la fréquence. Par conséquent, l'interconnexion, dans la bande de base d'un faisceau hertzien, avec des équipements téléphoniques de multiplexage (qui, conformément à l'Avis 381-1 du C.C.I.R., est toujours considérée comme ayant lieu à une extrémité de la section de régulation de ligne sur faisceau hertzien) devra toujours s'effectuer dans une « station principale de répéteurs » [1]. L'interconnexion avec un autre système, en câble ou sur faisceau hertzien, s'effectuera dans cette station entre les points T et T' définis dans l'Avis G.213.

b) *Limites de la bande de base, impédance et niveaux relatifs de puissance*

L'Avis 380-1 du C.C.I.R., reproduit ci-dessous, contient un tableau indiquant les valeurs préférées par le C.C.I.R. pour les caractéristiques suivantes:

— fréquences limites de la bande de base;

— impédance nominale dans la bande de base au point d'interconnexion;

— niveaux relatifs de puissance aux points d'entrée et de sortie des équipements radioélectriques (R' et R);

ainsi qu'une annexe donnant des définitions en harmonie avec l'Avis G.213 du C.C.I.T.T.

Le tableau 1 de la page précédente contient les répartitions de fréquences recommandées par le C.C.I.T.T., dans les bandes de base définies dans l'Avis 380-1 du C.C.I.R., pour des faisceaux hertziens susceptibles d'être interconnectés avec des lignes métalliques. Ces répartitions de fréquences peuvent être obtenues au moyen des équipements de modulation normalisés pour les systèmes en câble, conformément aux avis du C.C.I.T.T.

FIGURES 1 à 11. — Schémas de répartition des fréquences, dans la bande de base de faisceaux hertziens, recommandés pour l'interconnexion avec des systèmes sur paires coaxiales

Remarque 1. — Dans tous les schémas des figures 1 à 11, on a indiqué les ondes pilotes de ligne, de groupe tertiaire, de groupe quaternaire et les ondes additionnelles de mesure qui *peuvent* se trouver dans la bande transmise (voir le paragraphe c) du présent avis).

Remarque 2. — Les symboles graphiques utilisés dans ces figures se trouvent sur le dépliant placé à la fin du présent ouvrage.

Remarque 3. — Certains schémas d'autres avis s'appliquent aussi à des faisceaux hertziens (voir le tableau 1 du présent avis).

---

[1] Définie au point 18 de l'Avis G.211.

---

[1] Voir le paragraphe c) du présent avis.

[2] Il s'agit de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques, ainsi que par les ondes pilotes et les fréquences de comparaison qui y sont associées, à l'exclusion des ondes pilotes de continuité du système sur faisceau hertzien.

[3] Pour les faisceaux hertziens à 12 voies, l'un ou l'autre des groupes primaires A (12-60 kHz) ou B (60-108 kHz), recommandés par le C.C.I.T.T., peut être aménagé dans la bande 12-108 kHz.

[4] Dans ces variantes, il y a certaines restrictions à l'emploi des voies de mesures du bruit ou des ondes pilotes de continuité recommandées par le C.C.I.R. (voir la Note 6 de l'Avis 380-1 du C.C.I.R., reproduit ci-après).

[5] Cette répartition de fréquences s'obtient, à partir du groupe tertiaire de base, au moyen de modulations par des multiples de fréquences porteuses de groupes secondaires.

[6] La répartition de fréquences particulière comprenant 600 voies téléphoniques disposées en 2 groupes tertiaires dans la bande de 316 à 2868 kHz (figure 3) est considérée comme correspondant à un système à 960 voies partiellement équipé.

[7] D'après l'Avis 380-1 du C.C.I.R., d'autres limites de la bande occupée par les voies téléphoniques peuvent être appliquées, après accord entre les administrations intéressées.

[8] Figure 1 de l'Avis G.344.

[9] En ce qui concerne l'emploi d'assemblages de 15 groupes secondaires, voir l'Avis G.211.

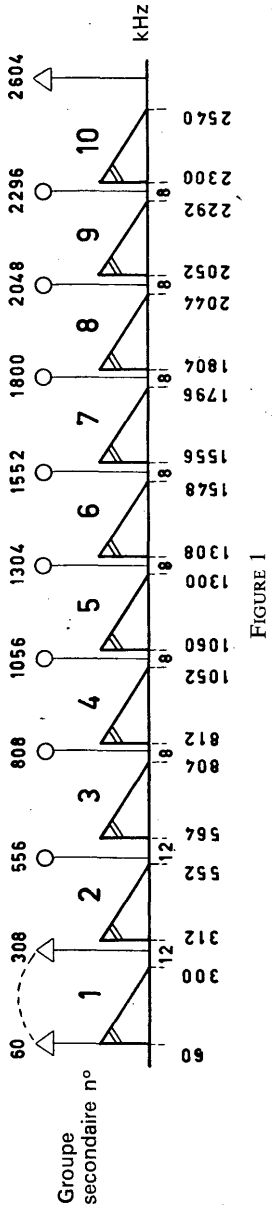


FIGURE 1

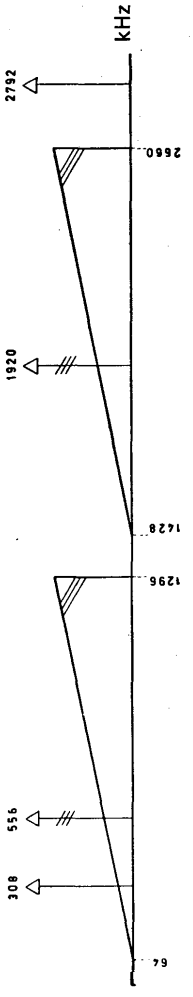


FIGURE 2

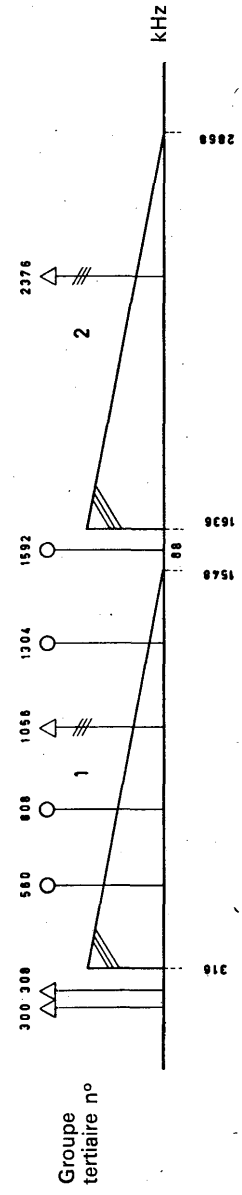


FIGURE 3

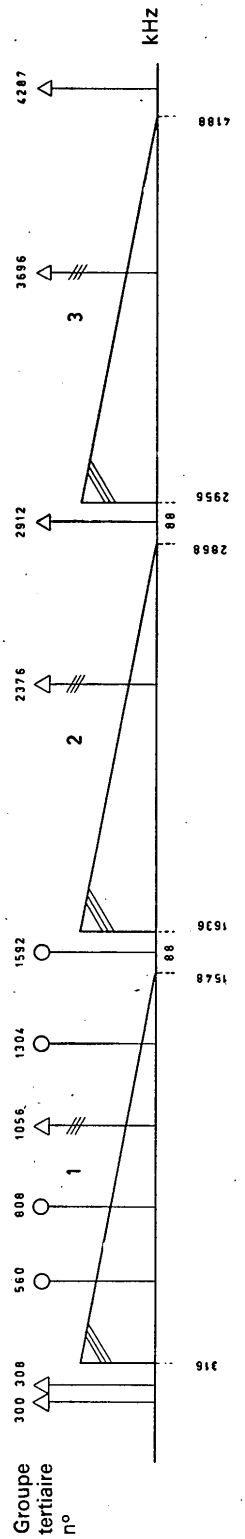


FIGURE 4

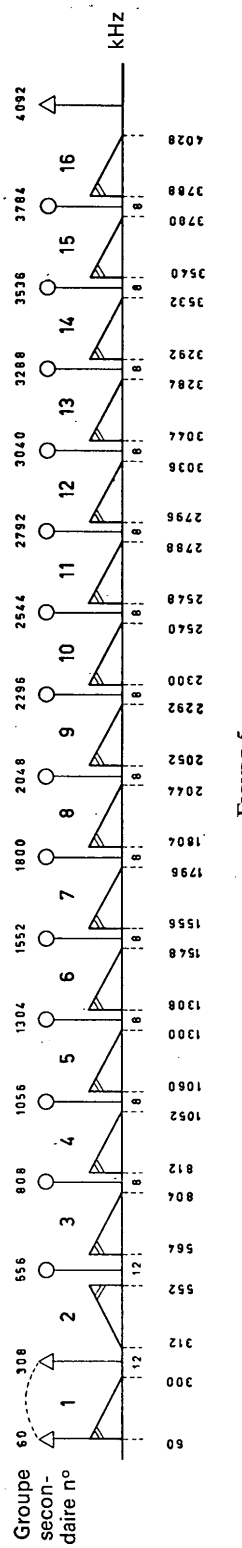


FIGURE 5

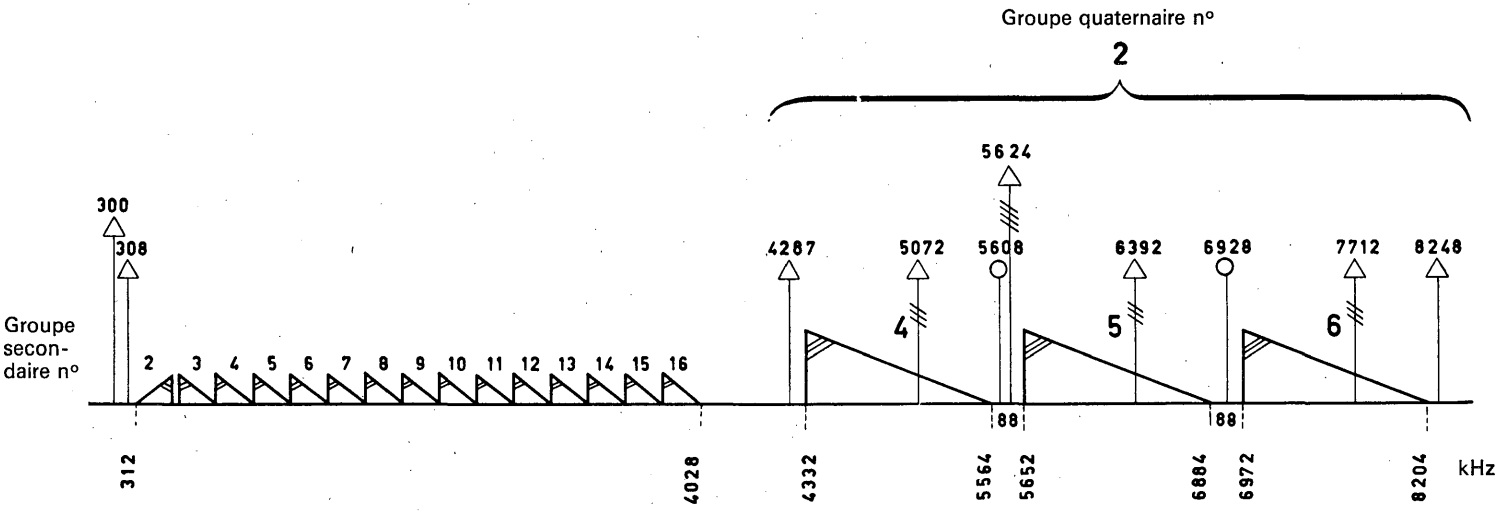


FIGURE 6

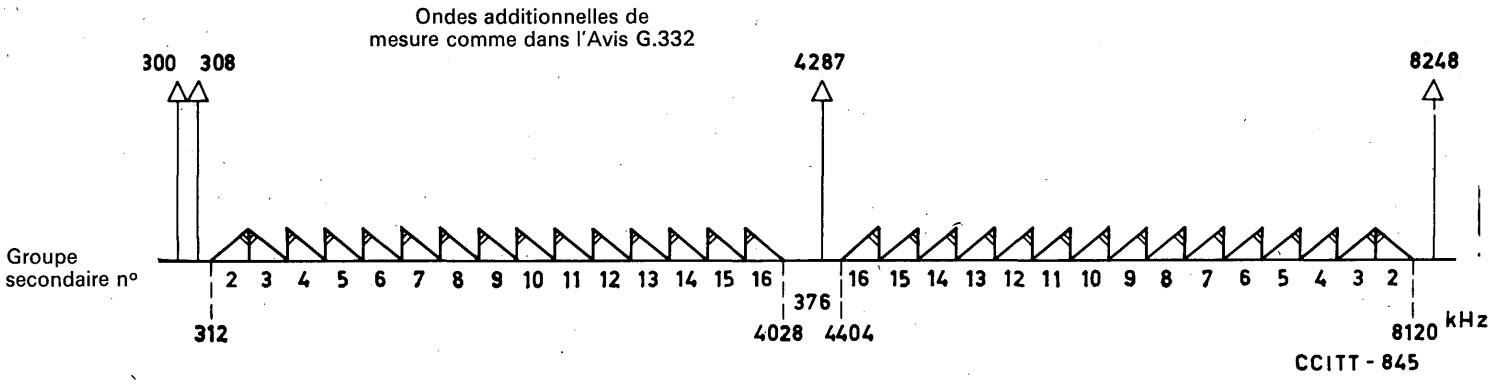


FIGURE 7

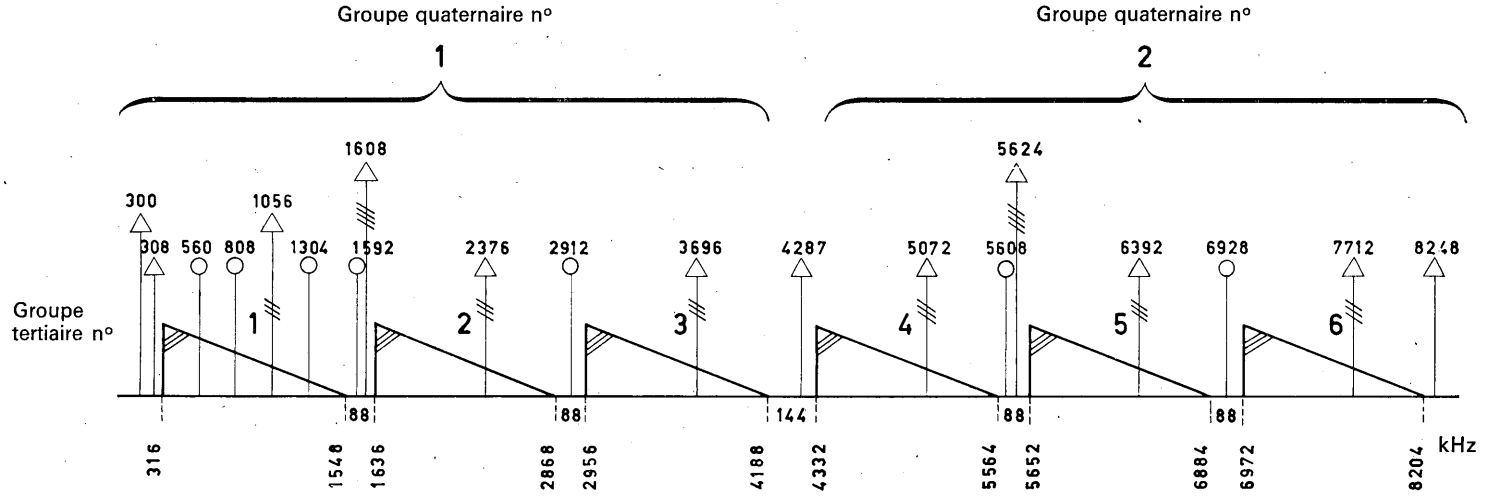


FIGURE 8

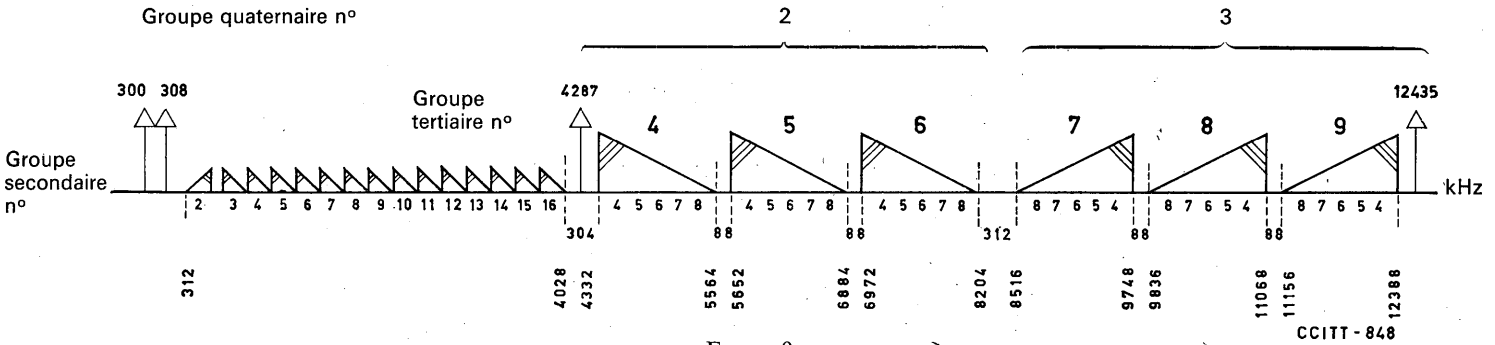


FIGURE 9

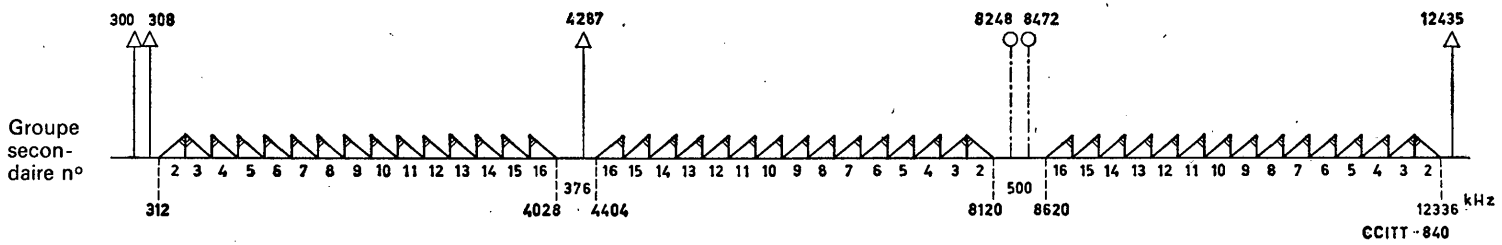


FIGURE 10[1]

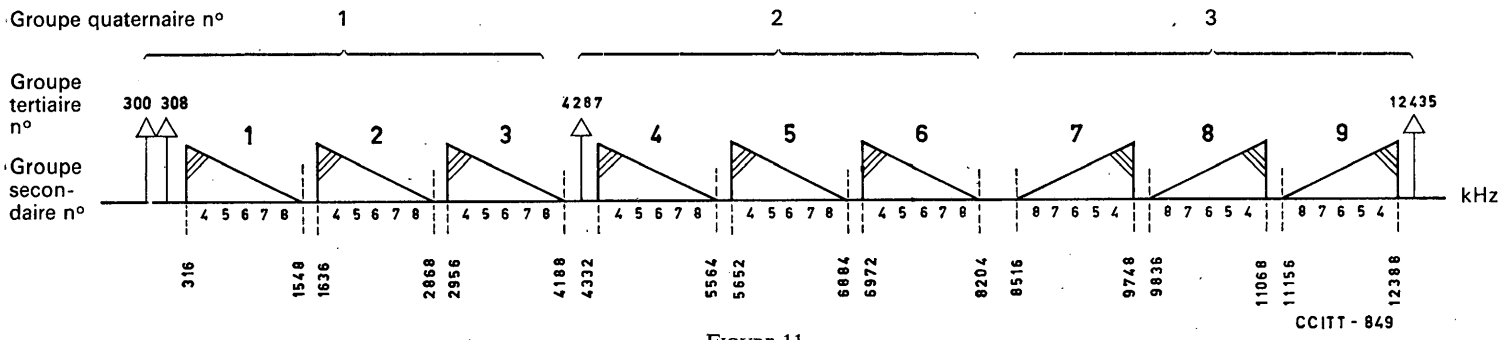


FIGURE 11

[1] Pour le détail des ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure transmises à l'intérieur de la bande des fréquences occupées par les voies téléphoniques, voir l'Avis G.332.

c) *Sections de régulation de ligne — Ondes pilotes de régulation de ligne et autres ondes*

Le C.C.I.R., dans son Avis 381-1 reproduit ci-dessous, a recommandé d'utiliser pour la régulation des faisceaux hertziens:

1. une onde pilote de continuité, située hors de la « bande de fréquences totale » (voir tableau 1 ci-dessus);

2. une onde pilote de régulation de ligne à 308 kHz (ou 60 kHz, suivant la capacité du faisceau hertzien), avec un niveau de −10 dBm0;

3. s'il est jugé utile, une onde pilote supérieure de régulation de ligne, avec la fréquence et le niveau recommandés par le C.C.I.T.T. pour les systèmes en câble correspondants.

Blocage des ondes pilotes en un point d'interconnexion. — Le C.C.I.T.T. fait au C.C.I.R. les recommandations générales suivantes: le niveau de l'onde pilote de continuité d'un faisceau hertzien doit, dans tous les cas, être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0 au point d'interconnexion avec un système sur ligne métallique.

Normalement, ce point d'interconnexion est l'extrémité de deux sections de régulation de ligne, l'une sur ligne métallique, et l'autre sur faisceau hertzien. En pareil cas, au point d'interconnexion:

1. le niveau de toute onde pilote de régulation de la ligne métallique doit être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0, sauf accord entre les administrations intéressées;

2. le niveau absolu de puissance de toute onde pilote de régulation du faisceau hertzien doit être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0 [1];

3. toute autre onde pilote ou onde additionnelle de mesure du système sur ligne métallique, située à l'intérieur de la « bande de fréquences totale » définie par le tableau 1, est transmise librement sur le faisceau hertzien.

Toutefois, un faisceau hertzien peut être prolongé par de courtes sections de câble qui font partie de la même section de régulation de ligne; on peut alors transmettre les mêmes ondes pilotes tout le long de cette section de régulation de ligne.

d) *Limites pour les résidus de signaux en dehors de la bande de base*

Le C.C.I.T.T. fait au C.C.I.R. les recommandations suivantes relatives aux résidus de signaux en dehors des limites de la bande de base:

1. Sauf accord particulier entre administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur le faisceau hertzien, hors de la bande de base et à une fréquence non spécifiée par le C.C.I.R., devrait être réduit, à l'intérieur des équipements radioélectriques, à une valeur de −50 dBm0 au point *R*.

De même, sauf accord particulier entre administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur le système en câble, hors de la bande de base du faisceau hertzien, devrait être réduit, à l'intérieur des équipements du système en câble, à une valeur de −50 dBm0 au point *T*.

---

[1] Dans le cas de systèmes à faible capacité (au plus 120 voies), une onde pilote de régulation de ligne de 60 kHz avec le niveau de −10 dBm0 peut être utilisée; dans ce cas, le niveau de suppression devra être conforme aux dispositions prévues par le C.C.I.T.T. (Avis G.243 et Avis G.322, paragraphe A. d); en effet, le niveau de l'onde pilote de régulation de ligne prévu par le C.C.I.T.T. pour une section en ligne métallique diffère suivant qu'il s'agit d'un système sur paires coaxiales ou sur paires symétriques (−10 dBm0 pour les systèmes sur paires coaxiales et −15 dBm0 pour les systèmes sur paires symétriques).

2. Si une voie de service du faisceau hertzien, adjacente à une voie téléphonique de la bande de base, utilise les niveaux, la répartition de fréquence et les niveaux de signalisation correspondant à ceux qui seraient recommandés par le C.C.I.T.T. pour une voie téléphonique normale qui occuperait la même position dans le spectre de fréquence, les filtres de voie suffisent à éviter les risques de perturbation par diaphonie.

3. Si la condition indiquée au paragraphe 2 n'est pas remplie, un filtre additionnel peut être nécessaire et doit être prévu dans les équipements radioélectriques.

4. Les fréquences mentionnées en 1 et en 2 doivent être assez éloignées de la bande de base pour que les filtres (ou autres dispositifs appropriés) nécessaires à leur élimination n'amènent pas la distorsion d'affaiblissement dans la bande passante, à dépasser les valeurs recommandées.

5. Afin d'éviter la surcharge du système en câble, le niveau de tout signal transmis, au-delà du point R, en dehors de la bande de base, doit être abaissé à -20 dBm0. En outre, le niveau correspondant à la puissance totale de tels résidus (y compris le bruit et les produits d'intermodulation) doit être abaissé à -17 dBm0.

e) *Autres caractéristiques à respecter pour assurer une qualité de transmission satisfaisante*

1. *Affaiblissement d'adaptation.* — Cette caractéristique présente une grande importance pour les systèmes à courants porteurs en câble, qui comportent de nombreux répéteurs espacés assez régulièrement. On pense que, dans le cas de faisceaux hertziens, les sections de câble reliant les équipements radioélectriques aux équipements de multiplexage sont généralement courtes et de différentes longueurs, de sorte qu'il n'y a guère à craindre des ondulations systématiques de la caractéristique « affaiblissement-fréquence ».

Ceci étant, il est recommandé qu'aux points d'interconnexion T et T', l'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, soit d'au moins 2,3 Np (20 dB) dans toute la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques. Cette recommandation a essentiellement pour but de faciliter les mesures et la maintenance et doit assurer une certaine protection contre les réflexions qui se produisent de façon aléatoire, en divers points, entre les équipements et des sections de câble; elle tient compte de la valeur de 24 dB recommandée par le C.C.I.R. (Avis 380-1, point 3) pour l'affaiblissement d'adaptation aux points R et R'.

Remarque. — L'attention du C.C.I.R. est attirée sur le fait que si les câbles de jonction des équipements radioélectriques aux équipements de multiplexage dans des stations intermédiaires sont assez longs (par exemple 1 à 2 km) et non munis d'amplificateurs, il peut se produire des effets de réflexion systématiques. Ces cas particuliers doivent être étudiés d'après les principes déjà établis par le C.C.I.T.T.; ils ne semblent pas justifier une recommandation générale.

2. *Distorsion d'affaiblissement.* — D'après l'Avis M.45 du C.C.I.T.T., paragraphes 2.b et 2.c (*Livre Blanc*, tome IV), les niveaux mesurés à la frontière sur une section de ligne haute fréquence en câble ne doivent s'écarter, à aucune fréquence, de plus de $\pm$ 2 dB des valeurs nominales, quelle que soit la caractéristique de préaccentuation utilisée. Au point T pour un système en câble, on peut s'attendre à trouver des variations du même ordre par rapport à une caractéristique plate.

Aucune valeur n'est fixée pour les faisceaux hertziens au paragraphe 2.a du même avis. Le C.C.I.R. a recommandé la même tolérance de $\pm$ 2 dB en R et R' dans son Avis 380-1 (Note 7).

3. *Variation d'équivalent en fonction du temps.* — Le C.C.I.T.T. est en train d'étudier les résultats qui peuvent être obtenus sur des sections de régulation de ligne en câble, compte tenu des Avis M.19, M.53 et G.333. Lorsque cette étude sera terminée, il sera alors possible d'indiquer au C.C.I.R. qu'une recommandation analogue serait désirable pour les faisceaux hertziens.

AVIS 380-1 * DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS DE TÉLÉPHONIE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

Interconnexion aux fréquences de la bande de base

(Question 1/IX)

Le C.C.I.R., (1956 — 1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence peuvent faire partie d'un circuit international;

b) que l'on peut parfois être amené à réaliser à l'échelon des fréquences de la bande de base l'interconnexion internationale de tels systèmes, soit entre eux, soit avec d'autres faisceaux hertziens, soit encore avec d'autres systèmes sur ligne métallique;

c) que les définitions des points R et R′ pour l'interconnexion aux fréquences de la bande de base sont données dans l'Annexe au présent Avis et par la Fig. 1;

d) que les niveaux aux points T et T′ qui sont sous la responsabilité du C.C.I.T.T., Doc. 175, Genève, 1963, doivent être connus de ceux qui sont chargés de la conception des systèmes,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que, pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, faisant partie d'un circuit international, les caractéristiques essentielles de la bande de base sont les suivantes:

1.1 nombre maximal de voies téléphoniques;

1.2 les limites de la bande occupée par les voies téléphoniques;

1.3 les limites des fréquences de la bande de base, y compris les ondes pilotes ou les fréquences qu'il peut y avoir lieu de transmettre en ligne;

1.4 les niveaux relatifs de puissance d'entrée et de sortie aux points d'interconnexion R et R′;

1.5 l'impédance nominale au point d'interconnexion des circuits sur lesquels est transmise la bande de base;

2. qu'autant que cela pourra se faire, ces caractéristiques soient conformes aux valeurs préférées indiquées dans le Tableau I**;

3. que l'affaiblissement d'adaptation aux points d'interconnexion devrait être $\geqq 24$ dB.

---

* Cet Avis s'applique aux faisceaux hertziens en visibilité directe ou proches de la visibilité directe et également aux faisceaux hertziens transhorizon, pour les capacités qui les concernent.

** Il est reconnu que, dans certains cas et dans certaines régions, il pourrait être souhaitable, après accord entre les administrations intéressées, d'utiliser des caractéristiques de bande de base autres que celles indiquées ci-après.

TABLEAU I

1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre maximal de voies téléphoniques (Note 5)	Limites de la bande de fréquence occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences limites de la bande de base (kHz) (Note 4)	Impédance nominale dans la bande de base (Ω)	Niveau relatif de puissance par voie en dBr (Notes 1 et 2)			
				Sortie équipement radio-électrique R (Note 7)	Station principale de répéteur		Entrée équipement radio-électrique R′ (Note 7)
					T	T′	
24	12-108 (Notes 3 et 6)	12-108 (Notes 3 et 6)	150 symétrique	−15	−23	−36	−45
60	12-252 60-300	12-252 60-300	150 symétrique 75 dissymétrique	−15	−23	−36	−45
120	12-552 60-552	12-552 60-552	150 symétrique 75 dissymétrique	−15	−23	−36	−45
300	60-1300 64-1296	60-1364	75 dissymétrique	−18	−23	−36	−42
600	60-2540 64-2660	60-2792	75 dissymétrique	−20 [1]	−23 −33	−36 −33	−45 [1]
960	60-4028 316-4188	60-4287	75 dissymétrique	−20 [1]	−23 −33	−36 −33	−45 [1]
1260 [2]	60-5636 60-5564 316-5564	60-5680	75 dissymétrique	−28	−33	−33	−37
1800	312-8204 316-8204 312-8120	300-8248	75 dissymétrique	−28	−33	−33	−37
2700	312-12 388 316-12 388 312-12 336	300-12 435	75 dissymétrique	−28	−33	−33	−37

[1] Des niveaux $R = -23$ dBr et $R' = -42$ dBr sont aussi applicables lorsque l'équipement de transmission de ligne associé est entièrement du type pour lequel le C.C.I.T.T. recommande les niveaux d'interconnexion $T = -33$ dBr et $T' = -33$ dBr (station principale de répéteurs équipée de transistors).

[2] D'autres limites de la bande occupée par les canaux de téléphonie peuvent être appliquées, après accord entre les administrations intéressées.

Note 1. — Les valeurs particulières préférées données dans le tableau pour les niveaux relatifs de puissance sont acceptées par le C.C.I.T.T. De plus, elles ne s'appliquent qu'aux systèmes non encore installés.

Note 2. — Le niveau indiqué se rapporte à un point de niveau relatif zéro du système, conformément à la pratique du C.C.I.T.T.

Note 3. — Pour les faisceaux hertziens à 12 voies, l'un ou l'autre des groupes de base A (12-60 kHz) ou B (60-108 kHz), recommandés par le C.C.I.T.T. peut être aménagé dans la bande 12-108 kHz.

Note 4. — Y compris les ondes pilotes ou les fréquences qu'il peut y avoir lieu de transmettre en ligne.

Note 5. — Ce tableau n'exclut pas les faisceaux hertziens de plus grande capacité.

Note 6. — Une variante utilisant la gamme de fréquence 6-108 kHz est admise. Dans cette variante, on ne peut utiliser que la voie de mesure du bruit située au-dessus de la bande de base, conformément à l'Avis 293. Une seconde variante utilisant la gamme de fréquence 12-120 kHz est également autorisée. Dans cette variante, on ne peut utiliser qu'une onde pilote de continuité située au-dessous de la bande de base, conformément à l'Avis 381-1.

Note 7. — La variation en fonction de la fréquence, dans la gamme des fréquences de la bande de base, de l'affaiblissement équivalent d'une section homogène du circuit fictif de référence entre le point R′ et le point R ne devrait pas dépasser provisoirement la limite de ± 2 dB par rapport à la valeur nominale. Cette tolérance est analogue à celle qui est acceptée par le C.C.I.T.T. pour les systèmes en câble (voir l'Avis M.45 du C.C.I.T.T.).

L'étude de la variation en fonction de la fréquence devrait être poursuivie. Il est également souhaitable d'étudier la variation de l'affaiblissement en fonction du temps.

ANNEXE

DÉFINITION DES POINTS D'INTERCONNEXION INTERNATIONALE DANS LA BANDE DE BASE

(Cette annexe correspond au paragraphe b) de l'Avis G.213 ci-dessus.)

AVIS 381-1 * DU C.C.I.R.

INTERCONNEXION DES FAISCEAUX HERTZIENS ET DES SYSTÈMES SUR FIL

Ondes pilotes de régulation de ligne et autres ondes pilotes Limitation des résidus de signaux à l'extérieur de la bande de base **

Le C.C.I.R., (1953 — 1959 — 1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que l'on peut avoir à interconnecter des faisceaux hertziens et des systèmes sur fil lors de l'établissement de liaisons internationales;

b) que l'usage d'une onde pilote de continuité peut être nécessaire pour s'assurer que le trajet de transmission est bien continu entre les bornes d'entrée et de sortie du faisceau hertzien, indépendamment des signaux de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence qui sont transmis;

---

* Cet Avis s'applique aux faisceaux hertziens en visibilité directe, ou proches de la visibilité directe, et également, s'il y a lieu, aux faisceaux hertziens transhorizon.

** Il convient de noter que, pour la connexion directe entre deux faisceaux hertziens, des fréquences extérieures à la bande de base peuvent passer entre les points R et R′ en subissant un affaiblissement minime, par rapport à la bande de base. Les précautions requises pour la protection des systèmes en câble peuvent donc aussi être nécessaires pour protéger des faisceaux hertziens. Les points R et R′ et les points T et T′ sont définis à la Fig. 1 de l'Avis 380-1 (reproduisant la Fig. 1 de l'Avis G.213).

c) qu'en outre, l'usage d'une onde pilote de régulation de ligne peut être nécessaire pour permettre de mesurer la stabilité du niveau dans la bande de base d'un faisceau hertzien pour téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence;

d) que les variations du niveau de l'onde pilote de régulation de ligne doivent suivre de près les variations du gain total entre les bornes d'entrée et de sortie du faisceau hertzien, aux fréquences des signaux de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence;

e) que l'usage d'ondes pilotes est de même indispensable dans les systèmes sur fil pour assurer la régulation du gain, le contrôle et la comparaison des fréquences;

f) que les ondes pilotes servant au contrôle et à la comparaison des fréquences dans les systèmes sur fil peuvent avoir à être transmises sur un faisceau hertzien;

g) qu'une fréquence pilote de 308 kHz est déjà utilisée dans les systèmes sur fil pour la régulation du gain ainsi qu'à d'autres fins et qu'il existe, dans le spectre des signaux transmis en multiplexage par répartition en fréquence, un intervalle dans lequel est insérée l'onde pilote;

h) que, dans certains systèmes de faisceaux hertziens, les voies de service peuvent être placées au-dessous de la bande de base (dans certains cas une voie de service peut être très voisine d'une voie téléphonique du réseau général);

i) que, si des faisceaux hertziens et des systèmes sur fil doivent être interconnectés, il est essentiel d'éviter des effets indésirables tels que l'interaction des systèmes de régulation du gain, le brouillage ou la diaphonie résultant de la présence des ondes pilotes;

j) que tous les signaux transmis sur un faisceau hertzien, même s'ils ne peuvent perturber ni les voies téléphoniques ni les ondes pilotes d'un système en câble interconnecté avec ce faisceau hertzien, doivent avoir une puissance limitée, afin de ne pas surcharger le système en câble;

k) que, si de tels signaux perturbateurs doivent être éliminés par un filtre à l'intérieur des équipements radioélectriques, ce filtre, dont la caractéristique « affaiblissement-fréquence » a une pente finie, ne doit pas introduire de distorsion d'affaiblissement appréciable sur la voie téléphonique ainsi protégée,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que le point d'interconnexion entre un faisceau hertzien et un système sur fil constituant les éléments d'une liaison internationale doit être considéré comme point de jonction entre les sections de régulation de ligne, sauf si le système sur fil constitue un prolongement de courte longueur du faisceau hertzien et fait alors partie de la même section de régulation de ligne; si le faisceau hertzien constitue une section de régulation, une station située à une extrémité de ce faisceau sera désignée par « station directrice de faisceau hertzien » et la station située à l'autre extrémité sera désignée par « station sous-directrice de faisceaux hertziens ». Les fonctions de ces stations sont indiquées dans les Consignes de maintenance, dans le Tome IV du C.C.I.T.T.;

2. que l'onde pilote de continuité d'un faisceau hertzien pour la téléphonie à grand nombre de voies devrait être située hors de la bande de fréquence occupée par le signal transmis en multiplexage par répartition en fréquence, les fréquences et les niveaux préférés à cet effet étant indiqués dans l'Avis 401-1 *;

3. que le niveau de l'onde pilote de continuité d'un faisceau hertzien pour la téléphonie doit être rendu inférieur à -50 dBm0 au point d'interconnexion avec un système sur fil (point R);

4. qu'en ce qui concerne l'onde pilote de régulation de ligne dans un faisceau hertzien pour la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence d'une capacité au moins égale à

---

* Dans le cas de systèmes de 120 voies au plus, et pour des raisons d'économies, une onde pilote de continuité située dans la bande de base et éventuellement confondue avec l'onde pilote de régulation de ligne peut être utilisée après accord entre les administrations intéressées.

60 voies, la valeur préférée de la fréquence à utiliser est de 308 kHz ± 3 Hz et celle du niveau pilote de −10 dBm0. On peut utiliser également une seconde onde pilote de régulation de ligne située dans la partie supérieure de la bande de base dont les valeurs préférées de la fréquence et du niveau sont celles recommandées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes sur fil*;

5. que le niveau de l'onde pilote de régulation de ligne d'un faisceau hertzien pour la téléphonie doit être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0 au point d'interconnexion avec un système sur fil dans tous les cas où ce point est un point de jonction entre sections de régulation de ligne (point T ou avant ce point);

6. que le niveau de toute onde pilote de régulation de ligne, dans un système sur fil interconnecté avec un faisceau hertzien, doit être réduit jusqu'à −50 dBm0 au moins, de préférence avant les bornes d'entrée du faisceau hertzien (point T′) dans tous les cas où ce point est un point de jonction entre sections de régulation de ligne, sauf accord entre les administrations intéressées;

7. que, dans le cas où un système sur fil constitue un prolongement de courte longueur d'un faisceau hertzien et fait alors partie de la même section de régulation de ligne, on peut transmettre les mêmes ondes pilotes de régulation de ligne sur les deux systèmes;

8. que, sauf accord particulier entre administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur le faisceau hertzien, hors de la bande de base et à une fréquence non spécifiée par le C.C.I.R., devrait être réduit, à l'intérieur des équipements radioélectriques, à une valeur inférieure à −50 dBm0 au point R;

9. que de même, sauf accord particulier entre administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur le système en câble, à des fréquences situées hors de la bande de base du faisceau hertzien, devrait être réduit, à l'intérieur des équipements du système en câble, à une valeur inférieure à −50 dBm0 au point T (et par conséquent au point R′);

10. que, si une voie de service du faisceau hertzien, adjacente à une voie téléphonique de la bande de base, utilise les niveaux, la répartition de fréquence et les niveaux de signalisation correspondant à ceux qui seraient recommandés par le C.C.I.T.T. pour une voie téléphonique normale qui occuperait la même position dans le spectre de fréquence, les filtres de voie suffisent à éviter les risques de perturbation par diaphonie; si les conditions précédentes ne sont pas remplies, un filtre additionnel peut être nécessaire et devrait être prévu dans les équipements radioélectriques;

11. que les fréquences mentionnées aux sections 8 et 10 doivent être assez éloignées de la bande de base pour que les filtres (ou autres dispositifs appropriés) nécessaires à leur élimination n'amènent pas la distorsion d'affaiblissement, dans la bande passante, à dépasser les valeurs recommandées;

12. que, afin d'éviter la surcharge du système en câble, le niveau de tout autre signal en dehors de la bande de base doit être inférieur à −20 dBm0 au point R; de même, afin d'éviter la surcharge du faisceau hertzien, le niveau de tout autre signal en dehors de la bande de base doit être inférieur à −20 dBm0 au point R′;

13. que, en outre, le niveau correspondant à la puissance totale de tous les signaux en dehors de la bande de base, y compris le bruit thermique et le bruit d'intermodulation doit être inférieur à −17 dBm0 aux points R et R′;

---

* Pour les systèmes de 120 voies au plus, une onde pilote de régulation de ligne de 60 kHz avec le niveau de −10 dBm0 peut être utilisée; dans ces cas, le niveau de suppression devra être conforme aux dispositions prévues par le C.C.I.T.T. (Tome III, Avis G.243, Section A-a); en effet, le niveau de l'onde pilote de régulation de ligne prévu par le C.C.I.T.T. pour une section en ligne métallique diffère suivant qu'il s'agit d'un système sur paires coaxiales ou sur paires symétriques (−10 dBm0 pour les systèmes sur paires coaxiales et −15 dBm0 pour les systèmes sur paires symétriques).

14. que toutes les autres ondes pilotes situées *à l'intérieur* de la bande de fréquence occupée par le signal de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, soient transmises librement par le faisceau hertzien auquel le système sur fil est connecté.

Note. — Les problèmes posés par les ondes pilotes de continuité pour la transmission de télévision devraient faire l'objet d'une étude complémentaire.

4.3 Circuits fictifs de référence

AVIS G.431 (modifié à Genève, 1964)

CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE POUR LES FAISCEAUX HERTZIENS A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE [1]

A. Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens de 12 a 60 voies téléphoniques

Le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique, défini par l'Avis 391 du C.C.I.R., a 2500 kilomètres de longueur.

Ce circuit comporte, pour chaque sens de transmission:

— trois couples de modulation de voie;

— six couples de modulation de groupe primaire;

— six couples de modulation de groupe secondaire,

étant entendu que par l'expression « couple de modulation », il faut entendre l'ensemble d'un modulateur et d'un démodulateur (voir la figure 1).

Ce circuit comprend également, pour chaque sens de transmission, six couples de modulateurs et démodulateurs radioélectriques, divisant le circuit en six sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.222).

B. Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens a plus de 60 voies téléphoniques

Le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de plus de 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique, défini par l'Avis 392 du C.C.I.R., a 2500 kilomètres de longueur.

Ce circuit comporte, pour chaque sens de transmission:

— trois couples de modulation de voie;

— six couples de modulation de groupe primaire;

[1] Cet avis s'applique seulement aux faisceaux hertziens fonctionnant en visibilité directe ou proches de la visibilité directe.

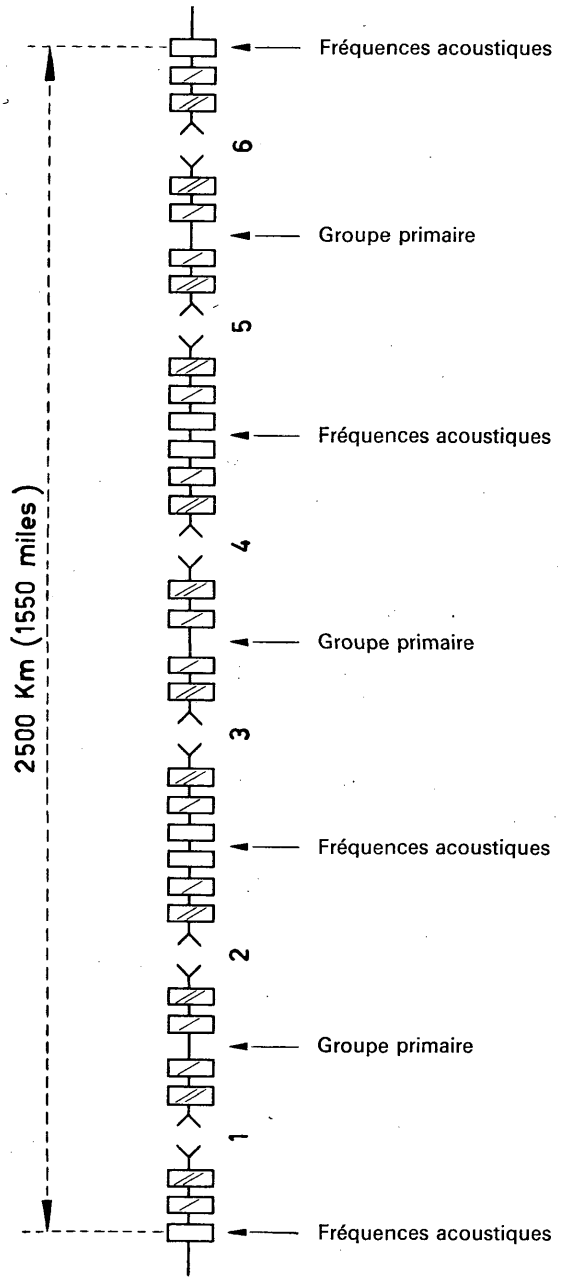


FIGURE 1. — **Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique**

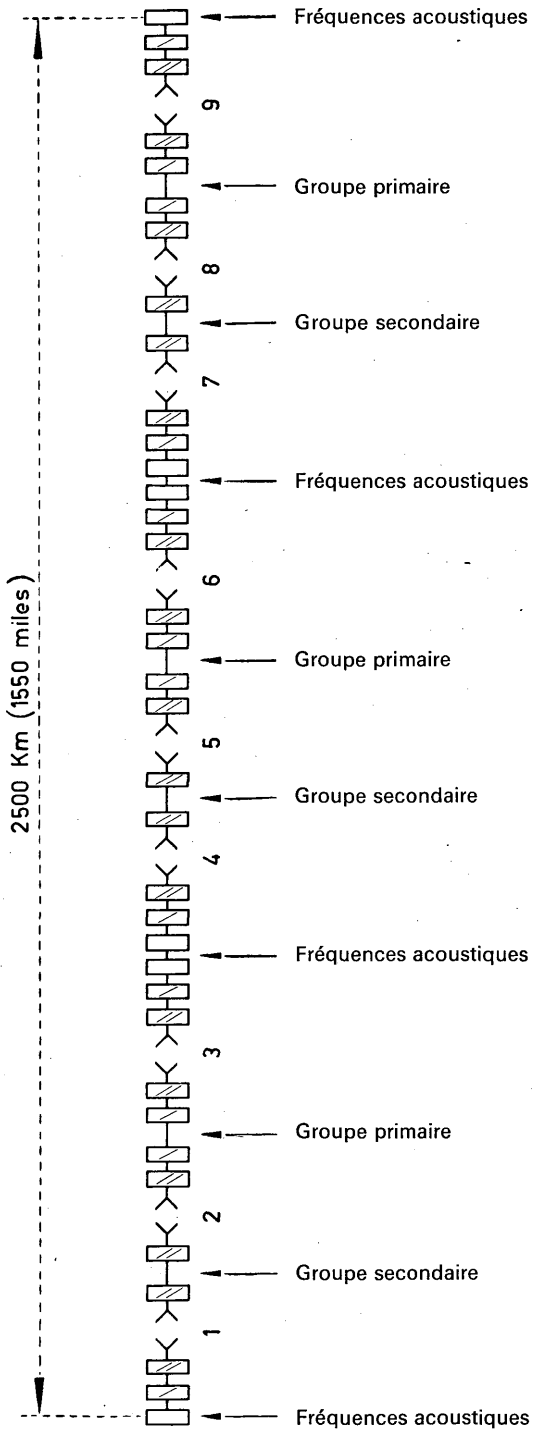


FIGURE 2. — **Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de plus de 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique**

— neuf couples de modulation de groupe secondaire,

étant entendu que par l'expression « couple de modulation », il faut entendre l'ensemble d'un modulateur et d'un démodulateur (voir la figure 2).

Ce circuit comprend également, pour chaque sens de transmission, neuf couples de modulateurs et démodulateurs radioélectriques, divisant le circuit fictif de référence en neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.222).

AVIS G.432

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR LES FAISCEAUX HERTZIENS A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION DANS LE TEMPS [1]

Le circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps, d'une capacité de 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique ou moins, défini par l'Avis 300 du C.C.I.R., a 2500 kilomètres de long.

Ce circuit de référence est constitué par six sections d'égale longueur, avec modulateurs et démodulateurs de voie à chaque extrémité d'une section.

AVIS G.433 (Genève, 1964)

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON AVEC MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

L'Avis 396-1 du C.C.I.R. est reproduit ci-après:

AVIS 396-1 DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON

Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens de téléphonie avec multiplexage par répartition en fréquence

(Question 7/IX)

Le C.C.I.R., (1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que des faisceaux hertziens transhorizon peuvent faire partie d'un circuit international;

[1] Cet avis s'applique seulement aux faisceaux hertziens fonctionnant en visibilité directe ou proches de la visibilité directe.

b) que les circuits fictifs de référence pour faisceaux hertziens en visibilité directe pourraient ne pas s'appliquer aux faisceaux hertziens transhorizon, en raison des différences de caractéristiques des deux types de faisceaux;

c) que les faisceaux hertziens transhorizon sont généralement limités à 120 voies téléphoniques n'utilisant pas le transfert des groupes secondaires;

d) qu'en général, les caractéristiques particulières des faisceaux hertziens transhorizon sont spécifiées individuellement en vue de l'obtention de valeurs optimales,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. qu'un circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon doit avoir 2500 km de longueur;

2. que l'on ne doit pas subdiviser en sections homogènes de longueur déterminée le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon, parce que ceux-ci, contrairement aux faisceaux hertziens à visibilité directe, comportent habituellement de longues sections radioélectriques dont la longueur dépend des conditions locales et peut varier dans de larges limites (par exemple, entre 100 et 400 km);

3. que, si L est la longueur en kilomètres d'une section radioélectrique à étudier, le circuit fictif de référence doit comprendre $2500/L$ sections de ce type en cascade, le quotient $2500/L$ étant arrondi au nombre entier le plus proche;

4. que le circuit fictif de référence défini ci-dessus doit comporter, dans chaque sens de transmission:

— 3 couples de modulation de voie,
— 6 couples de modulation de groupe primaire,
— 6 couples de modulation de groupe secondaire,

étant entendu que l'expression « couple de modulation » désigne l'ensemble d'un modulateur et d'un démodulateur.

AVIS G.434 (Genève, 1964)

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

L'Avis 352 du C.C.I.R. est reproduit ci-après

AVIS 352 DU C.C.I.R.

SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES ACTIFS POUR TRANSMISSION DE TÉLÉPHONIE MULTIPLEX ET/OU DE TÉLÉVISION MONOCHROME

Circuit fictif de référence pour systèmes intercontinentaux

(Question 2/IV)

Le C.C.I.R., (1963)

CONSIDÉRANT

a) qu'il y a intérêt à établir un circuit fictif de référence pour systèmes de télécommunication par satellites actifs, qui puisse servir de guide à ceux qui conçoivent et réalisent le matériel

et les systèmes destinés à être utilisés dans les réseaux intercontinentaux de téléphonie et de télévision;

b) que, avec divers types de systèmes à satellites actifs, il est possible de faire en sorte que la plupart des liaisons intercontinentales ne comportent qu'une seule section par satellite, pourvu que cette section soit capable de couvrir une distance de 7500 km au moins, comptée le long de l'arc de grand cercle;

c) que, afin de couvrir une distance atteignant 25 000 km, comptée le long de l'arc de grand cercle nécessaire pour un système mondial, il sera nécessaire de connecter deux et quelquefois trois sections en chaîne;

d) que le fonctionnement global de la liaison ne dépend que peu de la distance, comptée le long de l'arc de grand cercle, entre les stations terriennes;

e) qu'il faut éviter d'inclure un convertisseur de normes de télévision dans un circuit fictif de référence,

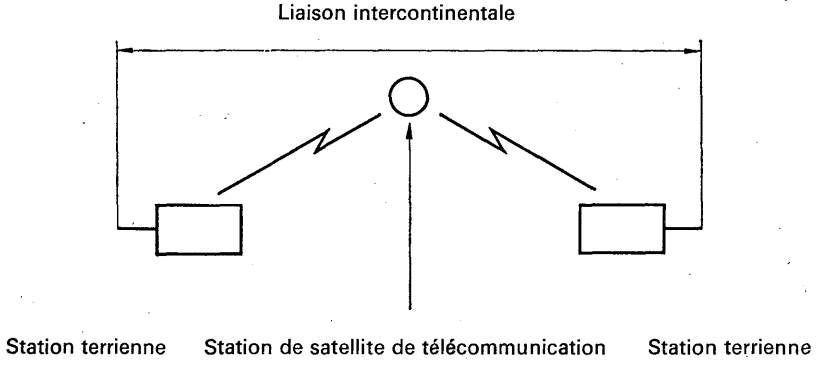


FIGURE 1. — **Circuit fictif de référence élémentaire**

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. qu'un circuit fictif de référence élémentaire pour systèmes de télécommunication par satellites actifs doit se composer d'une seule section terre-satellite-terre (voir Fig. 1);
2. que la qualité d'au moins un certain nombre des liaisons intercontinentales devrait être déterminée en tenant compte du besoin de réunir deux et quelquefois trois sections en chaîne;
3. que ce circuit fictif de référence élémentaire doit comprendre un couple de modulateurs et démodulateurs pour transfert de la bande de base à la porteuse radioélectrique et vice versa.

4.4 Bruits de circuit

AVIS G.441

BRUIT DE CIRCUIT ADMISSIBLE SUR LES FAISCEAUX HERTZIENS A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE [1]

a) *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne les bruits sur les circuits fictifs de référence*

Le C.C.I.R., dans son Avis 393-1 (reproduit ci-après) [2], a recommandé que la puissance du bruit en un point de niveau relatif zéro dans n'importe quelle voie téléphonique d'un circuit fictif de référence de 2500 km pour faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence (voir l'Avis G.431) [2] ne dépasse pas les valeurs provisoires ci-après:

1.1 7500 pW, puissance psophométrique moyenne, quelle que soit l'heure [3];

1.2 7500 pW, puissance psophométrique moyenne, pendant une minute, pendant plus de 20 % d'un mois quelconque;

1.3 47 500 pW, puissance psophométrique moyenne, pendant une minute, pendant plus de 0,1 % d'un mois quelconque;

1.4 1 000 000 pW, puissance non pondérée (avec un temps d'intégration de 5 ms), pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque.

Si l'on ajoute à ces valeurs la puissance psophométrique de 2500 pW admise pour les équipements de multiplexage (paragraphe c) de l'Avis G.222), on retrouve les objectifs recommandés au paragraphe a) 1 de l'Avis G.222 au point de vue de la transmission téléphonique et de la signalisation. L'Avis 393-1 du C.C.I.R. indique les conditions d'application de ces objectifs aux faisceaux hertziens; ces conditions correspondent, d'une manière générale, à celles qui figurent au paragraphe b) de l'Avis G.222 et dans l'Avis G.223.

Le C.C.I.R. n'a pas encore recommandé d'objectifs pour les bruits, au point de vue de la transmission de télégraphie harmonique. Le C.C.I.T.T. a émis, à ce sujet, l'Avis G.442.

b) *Bruit dans les circuits réels*

Voir l'Avis 395-1 du C.C.I.R., reproduit ci-après.

---

[1] Mis à jour par le Secrétariat d'après les Avis cités du C.C.I.R. (Oslo, 1966).

[2] Cet avis s'applique seulement aux faisceaux hertziens fonctionnant en visibilité directe ou proches de la visibilité directe.

[3] Voir la note ** de l'Avis 393-1.

AVIS 393-1 DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS DE TÉLÉPHONIE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence

(Question 2/IX)

Le C.C.I.R., (1956 — 1959 — 1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que le circuit fictif de référence est destiné à servir de guide à ceux qui conçoivent et réalisent les systèmes utilisés dans la pratique;

b) que la puissance globale du bruit sur un faisceau hertzien dépend, d'une part, d'un certain nombre de facteurs ayant un rapport avec la conception de l'appareillage, d'autre part, de l'affaiblissement dû au trajet et de sa variation en fonction du temps, laquelle dépend de facteurs tels que l'espacement entre les stations et la nature du terrain intermédiaire;

c) que la puissance totale du bruit sur le circuit fictif de référence ne devrait pas gêner sensiblement la conversation dans une bonne part des communications téléphoniques, ou la transmission de la signalisation téléphonique;

d) que, de l'avis du C.C.I.R., fondé sur les informations reçues jusqu'à présent du C.C.I.T.T., les répartitions types des puissances moyennes de bruit sur une minute au cours d'un mois quelconque (indiquées en annexe) ne constitueraient vraisemblablement pas un obstacle sérieux aux conversations téléphoniques;

e) que, si les conditions indiquées dans les Notes 3 et 4 du présent Avis sont remplies, l'apparition de nombreuses pointes de bruit longues ou brèves est peu probable, et qu'en conséquence, on peut négliger les perturbations de la signalisation téléphonique qui pourraient être produites par ces bruits,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que la puissance du bruit en un point de niveau relatif zéro, dans n'importe quelle voie téléphonique du circuit fictif de référence de 2500 km de longueur pour faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, ne dépasse pas les valeurs provisoires ci-après, qui ont été choisies pour tenir compte des évanouissements:

1.1 7500 pW puissance psophométrique * moyenne, quelle que soit l'heure **;

1.2 7500 pW puissance psophométrique * moyenne, pendant une minute ***, pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

---

* Le niveau de puissance d'un bruit à spectre uniforme dans une bande de 3,1 kHz doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique.

** Cette clause, qui n'indique aucune répartition statistique au cours du temps, s'applique bien aux systèmes en câble, mais il se présente des difficultés pour l'appliquer aux faisceaux hertziens. Pour cette raison, un certain nombre d'administrations n'ont pas tenu compte de cette clause jusqu'à présent dans les projets de construction des faisceaux hertziens. En conséquence, son interprétation et son application pratique aux faisceaux hertziens sont à l'étude. Les heures pendant lesquelles le bruit est le plus élevé sont habituellement celles où les évanouissements sont les plus importants. Ces heures sont quelquefois différentes des heures chargées.

*** La puissance moyenne pendant une minute a été choisie par la Commission d'études XII du C.C.I.T.T. qui est chargée de toutes les études concernant la qualité de la transmission téléphonique (C.C.I.T.T., Livre Rouge, 1957, Tome I, p. 110 et 662).

1.3 47 500 pW puissance psophométrique* moyenne, pendant une minute, pendant plus de 0,1 % d'un mois quelconque;

1.4 1 000 000 pW puissance non pondérée (avec un temps d'intégration de 5 ms) pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque;

2. que, dans une partie d'un circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, définies dans les Avis 391 et 392, la puissance moyenne de bruit pour une heure quelconque** et la puissance moyenne de bruit pour une minute pendant 20 % d'un mois soient considérées comme proportionnelles au nombre de sections homogènes considérées;

3. que, dans les parties du circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, définies dans les Avis 391 et 392, les faibles pourcentages d'un mois pendant lesquels la puissance de bruit moyenne pendant une minute pourra dépasser 47 500 pW et la puissance de bruit (avec un temps d'intégration de 5 ms) pourra dépasser 1 000 000 pW, soient considérés comme proportionnels au nombre de sections homogènes considérées;

4. que les notes qui suivent soient considérées comme faisant partie de l'Avis:

Note 1. — Les bruits dus à l'équipement de multiplexage par répartition en fréquence lui-même sont exclus de ce qui précède. Sur un circuit fictif de référence d'une longueur de 2500 km, le C.C.I.T.T. autorise une puissance moyenne de 2500 pW pour ces bruits, quelle que soit l'heure.

Note 2. — Cet Avis a trait au circuit fictif de référence; les valeurs indiquées sont des objectifs pour les projets et ne doivent pas être citées dans des spécifications pour les équipements, ni utilisées pour des essais de recette. Les recommandations concernant les circuits réels sont contenues dans l'Avis 395-1.

Note 3. — L'Avis concerne seulement des faisceaux hertziens en visibilité directe avec un dégagement suffisant au-dessus du terrain intermédiaire.

Note 4. — On admet que les pointes de bruits et les clics dus aux dispositifs d'alimentation et aux appareils de commutation sont réduits à des proportions négligeables, et il n'en sera pas tenu compte dans les calculs de bruit.

Note 5. — Pour calculer les bruits des circuits fictifs de référence, il y a lieu d'adopter les caractéristiques recommandées par le C.C.I.R. et indiquées dans ses Avis, toutes les fois que cela sera convenable; au cas où l'on a le choix entre plusieurs valeurs, on indiquera laquelle a été choisie.

Note 6. — Les services chargés de l'établissement des projets devront indiquer leurs propres hypothèses concernant les longueurs des sections relais, l'affaiblissement nominal entre la sortie d'un émetteur et l'entrée d'un récepteur, les bruits d'intermodulation dans les feeders et les trajets radioélectriques, les brouillages possibles entre les canaux radioélectriques du système considéré, les mesures prises contre les évanouissements (en particulier, l'emploi éventuel de la réception en diversité et de canaux de protection) et enfin la courbe de répartition des évanouissements pendant de brèves périodes. Il est préférable que la courbe de répartition du bruit moyen pendant une minute satisfasse, pendant un mois quelconque, aux valeurs recommandées aux Sections 1.2 et 1.3. On s'attend à ce que les ingénieurs qui font les projets adaptent les courbes de répartition qu'ils utilisent pour qu'elles restent en dessous de ces deux valeurs. La partie de cette courbe qui correspond à environ 50 % du temps donnera, dans ces conditions, la valeur des bruits « en l'absence d'évanouissements », valeur sur laquelle est basé le projet.

Note 7. — On admet que les voies et groupes primaires, secondaires et tertiaires de téléphonie sont interconnectés au hasard, aux jonctions entre les sections homogènes d'un circuit fictif de référence et que les bruits provenant des différentes sections homogènes d'un circuit fictif de référence s'ajoutent en puissance.

Note 8. — On admet que le signal multiplex, au cours de l'heure chargée, peut être représenté par un signal à spectre uniforme, dont le niveau absolu moyen de puissance, en un point de niveau relatif zéro, est $(-15 + 10 \log_{10} N)$ dBm pour 240 voies ou plus, et $(-1 + 4 \log_{10} N)$ dBm quand le nombre de voies est compris entre 12 et 240 (cette valeur est provisoire pour les systèmes dont le nombre de voies est inférieur à 60), N étant le nombre total de voies pour lequel le faisceau hertzien est prévu.

---

* Le niveau de puissance d'un bruit à spectre uniforme dan une bande de 3,1 kHz doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique.

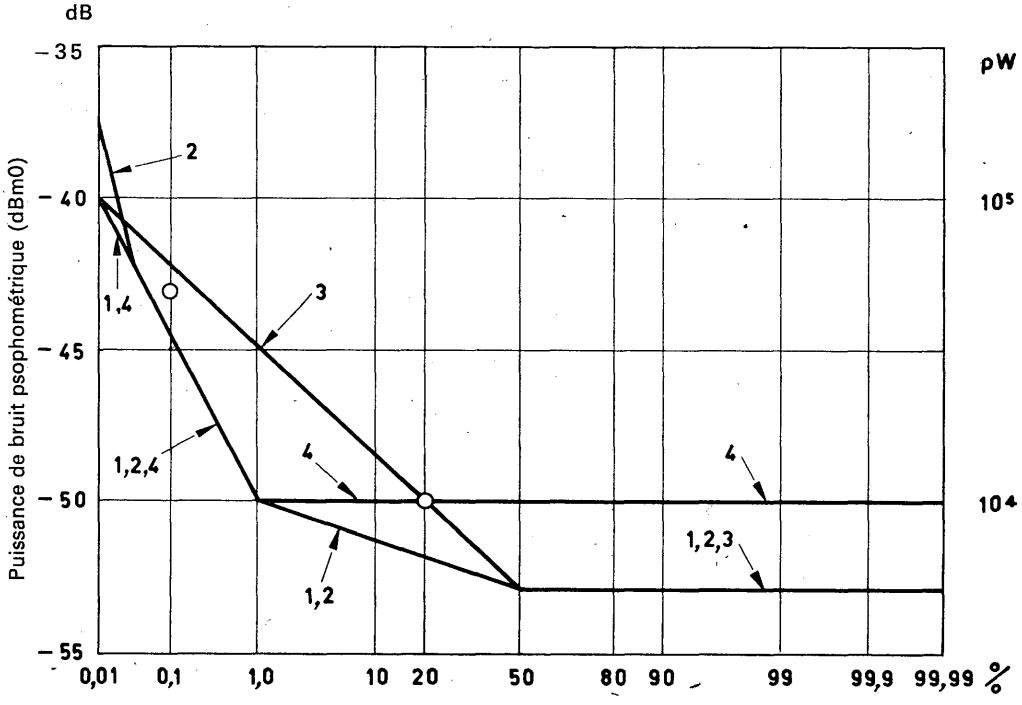
** Cette clause est provisoire. Etant donné que la puissance moyenne horaire du bruit varie dans les faisceaux hertziens, la répartition de cet objectif de bruit entre les sections sur la base de leur longueur ne convient pas; en effet, il n'y a pas de corrélation entre les heures les plus défavorables de toutes les sections. Des principes plus satisfaisants pour opérer cette répartition sont à l'étude.

Note 9. — Les caractéristiques indiquées à la Section 1.4 se rapportent à la nécessité de transmettre convenablement la signalisation téléphonique ainsi que la télégraphie harmonique à 50 bauds sur les voies téléphoniques. Les conditions indiquées à la Section 1.4 seront vraisemblablement satisfaisantes lorsqu'on utilisera du matériel de télégraphie harmonique à modulation de fréquence à 50 bauds; par contre, le C.C.I.T.T. étudie encore la possibilité de faire fonctionner de façon satisfaisante des systèmes de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds.

Note 10. — L'Avis 357-1 fixe la valeur maximale admissible des brouillages dus aux systèmes de télécommunication par satellite dans une voie téléphonique de faisceau hertzien. Les valeurs indiquées dans l'Avis 357-1 (ou des valeurs plus faibles calculées compte tenu des paramètres du faisceau hertzien) doivent, en principe, être comprises dans les objectifs généraux de bruit. (Voir l'Avis G.222 dans le Doc. A.P.III/51 de la III[e] Assemblée plénière du C.C.I.T.T.) Toutefois, dans certains cas, des bruits supplémentaires pourront entraîner un léger dépassement des objectifs généraux. On ne doit pas s'inquiéter outre mesure, pourvu que les dispositions de l'Avis G.222, Section 6 du C.C.I.T.T. soient respectées.

ANNEXE

EXEMPLES DE COURBES DE RÉPARTITION DE LA PUISSANCE DE BRUIT PSOPHOMÉTRIQUE MOYENNE PENDANT UNE MINUTE A L'EXTRÉMITÉ DU CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE



Dans les valeurs du bruit sont compris 2500 pW pour tenir compte du bruit dû aux équipements terminaux.

○ Objectifs recherchés, y compris le bruit dû aux équipements terminaux.

Les chiffres 1, 2, 3, 4 servent uniquement à distinguer les courbes les unes des autres.

AVIS 395-1 * DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS DE TÉLÉPHONIE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

Bruit dans la partie radioélectrique de circuits à établir sur des liaisons réelles **

(Question 2/IX)

Le C.C.I.R., (1966)

CONSIDÉRANT

a) que l'Avis 393-1 donne des valeurs maximales provisoires des bruits dans les circuits fictifs de référence, pour servir de guide à ceux qui font le projet de construction des équipements;

b) que, dans certains cas, des circuits réels peuvent avoir une constitution différente de celle du circuit fictif de référence (Avis 392) (voir la Fig. 1);

c) que le circuit fictif de référence représente un circuit téléphonique unique de 2500 km et que les circuits établis sur des liaisons réelles ont en commun avec d'autres circuits téléphoniques de longueur plus petite un grand nombre de sections élémentaires aux fréquences de la bande de base. S'il est vrai que les spécifications de qualité de ces circuits plus courts pourraient, sans inconvénient, être assouplies afin de faciliter la planification des liaisons, les circuits internationaux de plus grande longueur ne doivent pas subir tous les effets cumulés résultant de l'assouplissement admissible pour les circuits plus courts;

d) que, dans certaines circonstances, les points de modulation aux fréquences de la bande de base peuvent être plus nombreux dans une liaison réelle prévue dans la planification, que dans le circuit fictif de référence;

e) que l'on ne peut attendre d'un équipement dont les spécifications sont conformes à celles fixées dans l'Avis 393-1 à titre d'objectifs pour le circuit fictif de référence (Avis 392), qu'il satisfasse aux mêmes normes de qualité lorsqu'on l'emploie dans un circuit établi sur des liaisons réelles dont la constitution diffère de celle du circuit fictif de référence ou de la section homogène de ce circuit;

f) qu'il faut donc indiquer, à titre d'objectif, des valeurs de bruit admissibles, destinées à servir de guide dans la planification de liaisons entrant dans la constitution de circuits internationaux;

g) que plusieurs sources contribuent au bruit; certaines dépendent du nombre des équipements aux fréquences de la bande de base et d'autres, de la loi d'addition du bruit d'intermodulation dans une longue chaîne de sections radioélectriques ou de liaisons en groupe primaire (définie dans l'Avis G.211 du C.C.I.T.T.) établies de façon permanente et que ces contributions diffèrent selon la portion considérée du spectre des fréquences de la bande de base,

---

* Cet Avis ne s'applique qu'aux faisceaux hertziens en visibilité directe utilisables dans le réseau téléphonique international.

** Le terme « circuit » se rapporte à un circuit au sens de la Définition 02.06 du Répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications de l'U.I.T., 2e édition, Genève, 1961, 1re Partie. Les calculs sont faits entre les points R′ et R (voir l'Avis 380-1) de chaque section radioélectrique qui entre dans la constitution du circuit considéré.

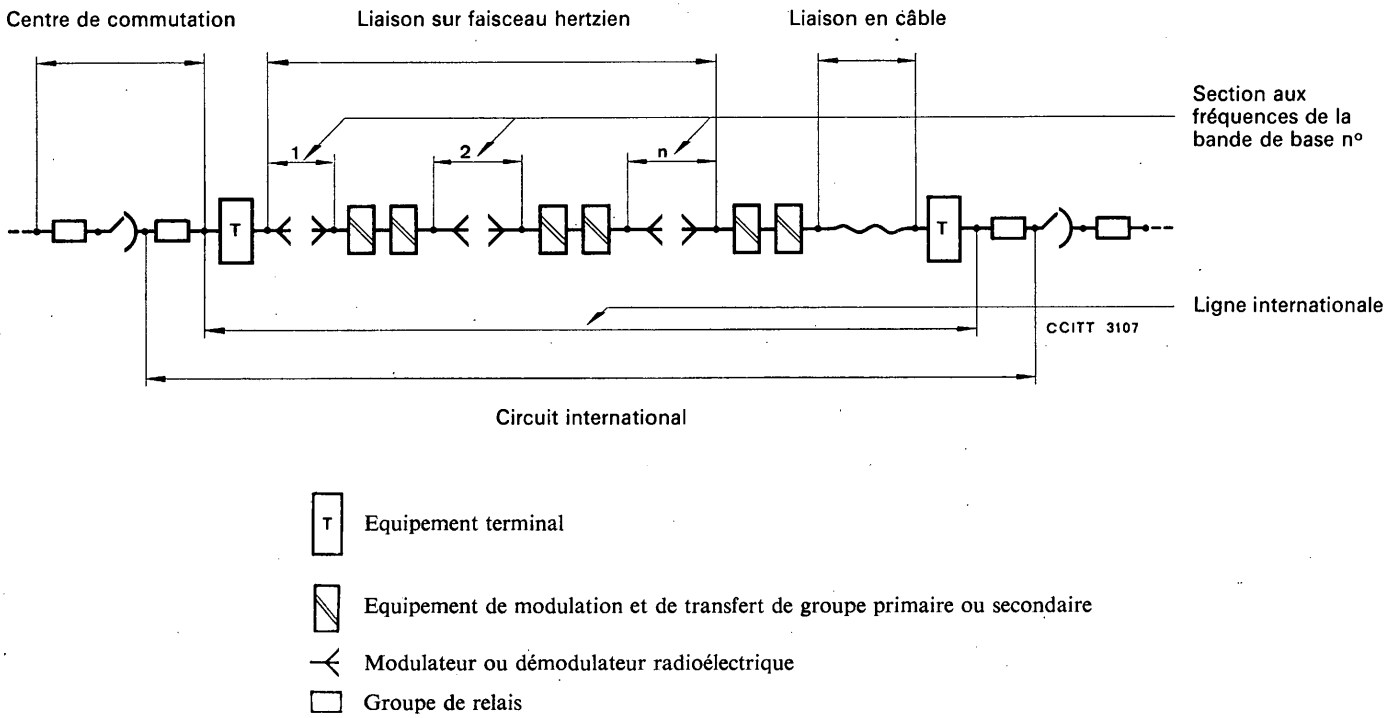


FIGURE 1. — **Constitution d'un circuit international comprenant des liaisons réelles sur un système de faisceaux hertziens et sur un système en câble**
(Cette figure a pour objet d'illustrer les termes utilisés dans le présent avis)

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que dans les circuits établis sur des liaisons réelles qui ne diffèrent pas notablement du circuit fictif de référence, la puissance psophométrique* du bruit en un point de niveau relatif zéro dans les voies téléphoniques d'un faisceau hertzien à multiplexage par répartition en fréquence, de longueur L comprise entre 280 et 2500 km, ne doit pas dépasser:

1.1 une valeur moyenne de 3 L pW pendant une heure quelconque**;

1.2 une valeur moyenne, pendant une minute, de 3 L pW pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

1.3 une valeur moyenne, pendant une minute, de 47 500 pW pendant plus de $(L/2500) \times 0{,}1\%$ d'un mois quelconque; il est reconnu que la qualité de fonctionnement réalisée pendant de très courts intervalles de temps est extrêmement difficile à mesurer avec précision et que dans un circuit établi sur une liaison réelle, cette qualité, après installation, peut être différente de l'objectif de planification;

2. qu'il y a lieu de prévoir les circuits à établir sur des liaisons réelles dont la constitution, par suite d'impératifs de planification, diffère notablement de celle du circuit fictif de référence, de telle sorte que la puissance psophométrique du bruit en un point de niveau relatif zéro d'une voie téléphonique de longueur L comprise entre 50 et 2500 km et établie sur une ou plusieurs sections aux fréquences de la bande de base d'un faisceau hertzien à multiplexage par répartition en fréquence, ne dépasse pas;

2.1 pour 50 km $\leq L \leq$ 840 km:

2.1.1 une valeur moyenne de 3 L pW + 200 pW pendant une heure quelconque **,

2.1.2 une valeur moyenne, pendant une minute, de 3 L pW + 200 pW pendant plus de 20% d'un mois quelconque,

2.1.3 une valeur moyenne, pendant une minute, de 47 500 pW pendant plus de $(280/2500) \times 0{,}1\%$ d'un mois quelconque lorsque L est inférieur à 280 km ou $(L/2500)$, 0,1% d'un mois quelconque, lorsque L est supérieur à 280 km;

2.2 pour 840 km $< L \leq$ 1670 km:

2.2.1 une valeur moyenne de 3 L pW + 400 pW pendant une heure quelconque **,

2.2.2 une valeur moyenne, pendant une minute, de 3 L pW + 400 pW pendant plus de 20% d'un mois quelconque,

2.2.3 une valeur moyenne, pendant une minute, de 47 500 pW pendant plus de $(L/2500) \times 0{,}1\%$ d'un mois quelconque ;

2.3 pour 1670 $< L \leq$ 2500 km:

2.3.1 une valeur moyenne de 3 L pW + 600 pW pendant une heure quelconque **,

2.3.2 une valeur moyenne, pendant une minute, de 3 L pW + 600 pW pendant plus de 20% d'un mois quelconque,

2.3.3 une valeur moyenne, pendant une minute, de 47 500 pW, pendant plus de $(L/2500) \times 0{,}1\%$ d'un mois quelconque;

3. que les notes qui suivent soient considérées comme faisant partie de l'Avis.

Note 1. — Les bruits intérieurs à l'équipement de multiplexage par répartition en fréquence sont exclus de ce qui précède. Sur un circuit fictif de référence d'une longueur de 2500 km, le C.C.I.T.T. accepte, pour la puissance moyenne pendant une heure de ces derniers bruits, la valeur 2500 pW quelle que soit cette heure.

Note 2. — On admet que les pointes de bruit et les clics dus aux dispositifs d'alimentation et aux appareils de commutation sont réduits à des proportions négligeables et on n'en tiendra pas compte dans les calculs de bruit.

---

* Le niveau de puissance d'un bruit à spectre uniforme dans une bande de 3,1 kHz doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique.

** L'objectif pour la puissance moyenne horaire et sa subdivision sont actuellement à l'étude (voir l'Avis 393-1).

Note 3. — On a le droit d'admettre que les bruits provenant des diverses sections aux fréquences de la bande de base s'ajoutent en puissance, mais seulement si les spectres, dans la bande de base, des sections adjacentes sont nettement différents.

Note 4. — On admettra que le signal multiplex, au cours de l'heure chargée, peut être représenté par un signal à spectre uniforme dont le niveau absolu de puissance moyenne en un point de niveau relatif zéro est $(-15 + 10 \log_{10} N)$ dBm pour 240 voies ou plus et $(-1 + 4 \log_{10} N)$ dBm quand le nombre de voies est compris entre 12 et 240 (cette valeur est provisoire pour les systèmes dont le nombre de voies est inférieur à 60), N étant le nombre de voies pour lequel le faisceau hertzien est prévu.

AVIS G.442 (modifié à Genève, 1964)

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DES FAISCEAUX HERTZIENS, A L'EXTRÉMITÉ D'UN CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE, AU POINT DE VUE DE LA TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE

Comme il est indiqué dans l'Avis G.222, s'il est prévu d'utiliser sur des faisceaux hertziens des équipements de télégraphie harmonique pour 50 bauds à modulation d'amplitude conformes aux avis de la série R du C.C.I.T.T., en vue d'obtenir des communications télégraphiques de la qualité indiquée dans l'Avis F.10 du C.C.I.T.T., on devrait adopter dans les projets de construction de ces faisceaux hertziens, en plus des objectifs recommandés pour la transmission téléphonique et la signalisation, les objectifs rappelés ci-après:

Sur toute voie téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence pour le type de faisceau hertzien considéré, la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 5 millisecondes et rapportée au point de niveau relatif zéro, ne devrait pas dépasser 10^6 pW pendant plus de 10^{-5} (soit 0,001 %) d'un mois quelconque, ni pendant plus de 0,1 % d'une heure quelconque.

Pour les projets de faisceaux hertziens en visibilité directe, à condition que les courtes pointes de bruit de niveau élevé dues à des causes autres que la propagation aient été réduites à des proportions négligeables et en supposant que la structure fine du bruit est assimilable à celle d'un bruit blanc, on estime que l'objectif au cours d'un mois quelconque est pratiquement équivalent à l'objectif suivant:

La puissance de bruit non pondérée de 2×10^5 pW, calculée sur une voie téléphonique au point de niveau relatif zéro à partir des mesures réalisées avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde, ne devra pas être dépassée pendant plus de 10^{-4} (soit 0,01 %) d'un mois quelconque.

En ce qui concerne l'objectif à respecter au cours d'une heure quelconque, il peut arriver que, sur certains faisceaux hertziens, des conditions de propagation imprévisibles

et exceptionnelles empêchent d'atteindre cet objectif pendant certaines heures particulièrement défavorables. Ces heures, dites « heures d'interruption pour le trafic télégraphique », seront caractérisées par un dépassement du niveau de bruit de 10^6 pW pendant plus de 36 secondes.

On devrait faire tous les efforts possibles pour réduire le nombre de telles heures à une très petite fraction du temps total. Comme d'ailleurs, d'après l'objectif recommandé au point de vue de la signalisation téléphonique, la puissance non pondérée du bruit sur 5 ms ne doit pas dépasser 10^6 pW pendant plus de 10^{-4} (soit 0,01 %) d'un mois quelconque, il ne devrait jamais y avoir plus de sept « heures d'interruption pour le trafic télégraphique » au cours d'un mois.

On peut alors s'attendre à ce que le service télégraphique soit satisfaisant. Toutefois, pour atteindre ce but, il sera peut-être nécessaire, dans certains cas, de choisir les voies affectées à la télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds parmi les voies les moins sensibles au bruit dû à la propagation.

Remarque 1. — Il est recommandable d'utiliser un appareil de mesure ayant une durée d'intégration (ou constante de temps) de 5 ms, en particulier afin de déceler la présence de courtes pointes de bruit ayant un niveau élevé, telles que celles qui sont produites par les dispositifs d'alimentation en énergie électrique et par les équipements. Les administrations devraient prendre toutes les mesures applicables en pratique pour éliminer de tels bruits.

On prévoit que sur la plupart des faisceaux hertziens à visibilité directe (sinon sur tous), il sera possible de réduire à des proportions négligeables ces courtes pointes de bruit et que, pour la plupart des faisceaux hertziens, les courtes pointes de bruit de niveau élevé qui subsisteront seront dues à la propagation radioélectrique. Les crêtes de bruit dont la puissance moyenne dépasse environ 10^5 pW auront alors une durée d'environ 1 à 10 secondes et un niveau à peu près constant pendant cette durée. Dans ces conditions, on pourra utiliser, pour les mesures concernant la propagation et préliminaires aux projets de faisceaux hertziens, des appareils ayant une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde.

Remarque 2. — La fraction de 10^{-5} d'un mois pour un circuit de 2500 km conduit à des fractions du temps pratiquement inapplicables pour des circuits plus courts (par exemple 10^{-6} pour un circuit de 250 km). C'est la raison pour laquelle l'objectif pratique se réfère à une fraction plus élevée du temps (10^{-4} pour 2500 km) combinée avec une réduction de la puissance (2×10^5 pW), cette dernière étant mesurée avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde.

AVIS G.443

OBJECTIFS POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION, EN CE QUI CONCERNE LES BRUITS SUR LE CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR FAISCEAUX HERTZIENS A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION DANS LE TEMPS

Le C.C.I.R., dans son Avis 394, reproduit ci-après, a recommandé, au point de vue de la transmission téléphonique et de la signalisation, les objectifs correspondant à ceux qui figurent au paragraphe a) 1 de l'Avis G.222.

Le C.C.I.R. n'a pas encore recommandé d'objectifs pour les bruits, au point de vue de la transmission de télégraphie harmonique.

AVIS 394 * DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS DE TÉLÉPHONIE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION DANS LE TEMPS

Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence

(Question 2/IX)

Le C.C.I.R., (1956 — 1959 — 1963)

CONSIDÉRANT

a) qu'un circuit de référence pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition dans le temps a été défini par l'Avis 300;

b) que la puissance totale de bruit sur le circuit fictif de référence ne devrait pas gêner sensiblement la conversation dans une bonne part des communications téléphoniques, ni la transmission de la signalisation téléphonique;

c) que la puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition dans le temps, devrait être conforme à celle définie dans l'Avis 393-1, pour les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que la puissance de bruit en un point de niveau relatif zéro, dans n'importe quelle voie téléphonique du circuit fictif de référence de 2500 km pour faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition dans le temps, ne dépasse pas les valeurs provisoires ci-après, qui ont été choisies pour tenir compte des évanouissements, dans des conditions équivalentes à celles du service normal:

1.1 10 000 pW, puissance psophométrique ** moyenne quelle que soit l'heure;

1.2 10 000 pW, puissance psophométrique ** moyenne pendant une minute, pendant plus de 20 % d'un mois quelconque;

1.3 50 000 pW, puissance psophométrique ** moyenne pendant une minute, pendant plus de 0,1 % d'un mois quelconque;

1.4 1 000 000 pW, puissance non pondérée (avec une durée d'intégration de 5 ms), pendant plus de 0,01 % d'un mois quelconque;

2. que les notes qui suivent soient considérées comme faisant partie de l'Avis.

Note 1: — Cet Avis a trait au circuit fictif de référence; les valeurs indiquées sont des objectifs pour les projets et ne doivent pas être citées dans des spécifications pour les équipements, ni utilisées pour des essais de recette.

Note 2. — Les caractéristiques indiquées à la Section 1.4 se rapportent à la nécessité de transmettre convenablement la signalisation téléphonique ainsi que la télégraphie harmonique à 50 bauds sur les voies téléphoniques. Les conditions indiquées à la Section 1.4 seront vraisemblablement satisfaisantes lorsqu'on utilisera du matériel de télégraphie harmonique à modulation de fréquence à 50 bauds, mais la mesure dans laquelle il est possible de faire fonctionner de façon satisfaisante des systèmes de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds fait encore l'objet d'une étude par le C.C.I.T.T.

---

* Cet Avis remplace l'Avis 301.

** Le niveau de puissance d'un bruit à spectre uniforme dans une bande de 3,1 kHz doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique.

AVIS G.444 (Genève, 1964)

PUISSANCE DE BRUIT ADMISSIBLE SUR LE CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON AVEC MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

L'Avis 397-1 du C.C.I.R. est reproduit ci-après:

AVIS 397-1 DU C.C.I.R.

FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON

Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour transmission téléphonique avec multiplexage par répartition en fréquence

(Question 7/IX)

Le C.C.I.R., (1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que le circuit fictif de référence défini dans l'Avis 396-1 est destiné à servir de guide à ceux qui conçoivent les systèmes de faisceaux hertziens utilisés dans les réseaux internationaux;

b) que les faisceaux hertziens transhorizon devraient, chaque fois que possible, satisfaire aux clauses de bruit fixées pour les faisceaux hertziens en visibilité directe dans l'Avis 393-1;

c) que, pour souhaitable que soit cet objectif, sa réalisation conduirait dans certains cas à des dépenses très élevées, voire prohibitives, ou à une puissance exagérée ou susceptible de produire vraisemblablement des brouillages nuisibles;

d) que cela pourrait entraver certaines extensions souhaitables du réseau téléphonique,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. qu'au point de vue des performances, les faisceaux hertziens transhorizon soient divisés en deux classes;

2. que, lorsqu'un faisceau hertzien transhorizon est destiné à être utilisé entre des points que d'autres systèmes de transmission (tels que faisceaux hertziens à visibilité directe, câbles souterrains, etc.) pourraient desservir sans trop de difficultés, on doit déterminer le circuit fictif de référence conformément à l'Avis 396-1 et calculer la puissance de bruit à l'extrémité de ce circuit fictif de référence par combinaison statistique de la puissance de bruit de chacune de ses sections radioélectriques. La courbe de distribution statistique de la puissance psophométrique moyenne pendant une minute, au cours d'un mois quelconque, doit alors passer au-dessous des points définis aux Sections 1.2 et 1.3 de l'Avis 393-1. De plus, la puissance psophométrique moyenne, quelle que soit l'heure, ne doit pas dépasser la valeur fixée à la Section 1.1 de cet Avis 393-1;

3. que pour les faisceaux hertziens transhorizon destinés à être utilisés entre des points qu'aucun autre système de transmission ne pourrait desservir sans difficultés excessives et lorsque les conditions fixées à l'Avis 393-1 ne pourraient être non plus satisfaites sans difficultés excessives, les conditions suivantes doivent s'appliquer, une fois que la distribution statistique de la puissance de bruit à l'extrémité du circuit fictif de référence a été calculée selon la méthode indiquée à la Section 2 ci-dessus;

3.1 la puissance psophométrique moyenne pendant une minute ne doit pas dépasser 25 000 pW pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

3.2 la puissance psophométrique moyenne pendant une minute ne doit pas dépasser 63 000 pW pendant plus de 0,5% d'un mois quelconque;

4. que, pour les deux classes de faisceaux hertziens définies ci-dessus, la puissance de bruit non pondérée (avec un temps d'intégration de 5 ms) doit satisfaire aux conditions fixées à la Section 1.4 de l'Avis 393-1, le pourcentage d'un mois quelconque étant toutefois remplacé par 0,05% pour les systèmes dont il est question à la Section 3 du présent Avis;

5. que les clauses des Sections 3 et 4 ci-dessus soient considérées comme provisoires et sujettes à réexamen.

Note 1. — Toutes les valeurs citées dans le présent Avis tiennent compte du bruit d'intermodulation dans la partie radioélectrique du faisceau hertzien, mais non du bruit dans l'équipement de multiplexage par répartition en fréquence. Pour ce dernier bruit, le C.C.I.T.T. autorise une valeur moyenne de 2500 pW, quelle que soit l'heure, sur un circuit fictif de référence de 2500 km.

Note 2. — La méthode de combinaison statistique dont il est question à la Section 2 du présent Avis est décrite en détail dans « Thermal noise in multi-section radio links » de B. B. Jacobsen, Monograph N° 262 R, de l'I.E.E. (1957).

Note 3. — Le calcul de la puissance moyenne de bruit dans une voie téléphonique à partir de la distribution de l'amplitude du signal reçu sur chaque récepteur est traité dans « Puissance moyenne de bruit dans les faisceaux hertziens transhorizon à modulation de fréquence » de L. Boithias et J. Battesti, Annales des télécommunications (mai-juin, 1963).

Note 4. — Les systèmes qui satisfont seulement aux conditions spécifiées aux Sections 3 et 4 seront exclus des principales liaisons internationales ou intercontinentales; en conséquence, dans une interconnexion mondiale, on ne rencontrera au maximum qu'un ou deux circuits de longueur moyenne satisfaisant seulement aux conditions de la Section 4 avec un pourcentage de 0,05%; cela est acceptable en ce qui concerne la signalisation téléphonique. Dans ces conditions, la transmission de la télégraphie harmonique est, elle aussi, satisfaisante (voir la réponse de la Commission mixte spéciale C (C.C.I.T.T./C.C.I.R.) à la Question 1/C, annexée aux Doc. IX/240 et IX/164, 1963-1966).

AVIS G.445 (Genève, 1964)

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DE SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

L'Avis 353-1 du C.C.I.R. est reproduit ci-après:

AVIS 353-1 DU C.C.I.R.

SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES ACTIFS POUR TRANSMISSION DE TÉLÉPHONIE A MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

Puissance de bruit admissible dans le circuit fictif de référence élémentaire

(Question 2/IV)

Le C.C.I.R., (1963 — 1966)

CONSIDÉRANT

a) que le circuit fictif de référence est destiné à servir de guide à ceux qui conçoivent et réalisent les systèmes utilisés dans la pratique;

b) que les frais d'établissement et de maintenance d'un système de télécommunication par satellites dépendent étroitement de la qualité de fonctionnement requise au point de vue du rapport signal/bruit global;

c) que la puissance totale du bruit sur le circuit fictif de référence élémentaire ne doit pas gêner sensiblement la conversation dans la plupart des communications téléphoniques, ni la transmission de la signalisation téléphonique;

d) que l'on ne peut pas évaluer pleinement l'importance des évanouissements avant de disposer de données expérimentales, mais que l'on ne s'attend pas à ce qu'elle soit appréciable dans les systèmes de télécommunication par satellites actifs;

e) qu'il peut exister d'autres sources de bruit de courte durée,

ÉMET A L'UNANIMITÉ L'AVIS

1. que la puissance du bruit en un point de niveau relatif zéro dans n'importe quelle voie téléphonique du circuit fictif de référence élémentaire défini à l'Avis 352 ne dépasse pas les valeurs provisoires ci-après:

1.1 10 000 pW, puissance psophométrique moyenne, quelle que soit l'heure;

1.2 10 000 pW, puissance psophométrique moyenne, pendant une minute, pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

1.3 50 000 pW, puissance psophométrique moyenne, pendant une minute, pendant plus de 0,3% d'un mois quelconque;

1.4 1 000 000 pW, puissance non pondérée (avec un temps d'intégration de 5 ms) pendant plus de 0,03% d'un mois quelconque;

2. que les notes qui suivent soient considérées comme faisant partie de l'Avis.

Note 1. — Les bruits intérieurs à l'équipement de multiplexage par répartition en fréquence sont exclus de ce qui précède.

Note 2. — On admet que les pointes de bruit et les clics dus aux dispositifs d'alimentation et aux appareils de commutation (y compris la commutation de satellite à satellite) sont réduits à des proportions négligeables et on n'en tiendra pas compte dans les calculs de bruit.

Note 3. — Lorsqu'on applique la notion de circuit fictif de référence élémentaire et la notion de bruit admissible de circuit dans la conception de l'équipement des satellites et des stations terriennes pour une certaine valeur du rapport signal/bruit global, il convient d'utiliser, le cas échéant, les caractéristiques préférées par le C.C.I.R., telles qu'elles sont exposées dans les Avis de ce Comité; dans les cas où plusieurs valeurs sont recommandées, l'ingénieur qui conçoit le système indique la valeur qu'il a choisie; en l'absence de valeurs préférées, il indique les hypothèses qu'il a faites.

Note 4. — Pour la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, on admettra que le signal dans la bande de base, au cours de l'heure chargée, peut être représenté par un signal à spectre uniforme, dont le niveau absolu de puissance, en un point de niveau relatif zéro, est $(-15 + 10 \log_{10} N)$ dBm pour 240 voies ou plus, et $(-1 + 4 \log_{10} N)$ dBm* quand le nombre de voies est compris entre 12 et 240, N étant le nombre de voies. Ces formules s'appliquent uniquement aux signaux dans la bande de base, sans préaccentuation, et avec utilisation d'amplificateurs ou de répéteurs indépendants pour les deux sens de transmission. Pour plus de renseignements sur la charge conventionnelle, en particulier dans le cas d'un répéteur commun aux deux sens de transmission, voir l'Avis G.223 du C.C.I.T.T. (Livre Bleu, Tome III, Genève, 1964).

Note 5. — Il n'est pas encore possible de faire des propositions concrètes quant aux conditions qu'il y aurait lieu de respecter, dans les cas où l'on devrait assurer la transmission de télégraphie harmonique ou de données sur des voies téléphoniques d'un système de télécommunication par satellites.

Note 6. — Le système devrait être conçu de manière à fonctionner dans les conditions de bruits spécifiées, y compris le bruit dû aux brouillages dans les limites définies à l'Avis 356-1 pour les faisceaux hertziens en visibilité directe utilisant les mêmes bandes de fréquence et le bruit durant les conditions de propagation défavorables, comme celles qui résultent de l'absorption atmosphérique et de l'augmentation de la température de bruit due à la pluie. Toutefois, dans certains cas, des bruits supplémentaires pourront entraîner un léger dépassement des objectifs généraux. On ne doit pas s'en inquiéter outre mesure, pourvu que les dispositions de l'Avis G.222, Section 6, du C.C.I.T.T. soient respectées.

---

* On estime que ces formules fournissent une bonne approximation pour le calcul du bruit d'intermodulation quand $N \geq 60$. Toutefois, pour des systèmes à petit nombre de voies, les résultats de mesures effectuées avec un bruit erratique à spectre uniforme sont plus éloignés de la réalité, en raison de la grande différence qui existe entre la nature du signal réel et celle du signal de mesure.

SECTION 5

CIRCUITS A FRÉQUENCES VOCALES

Cette section est relative aux circuits à fréquences vocales qui peuvent être utilisés comme circuits internationaux, c'est-à-dire soit les circuits à quatre fils en câble, soit les circuits à deux fils à fréquences vocales sur lignes en fils aériens.

Toutefois, les spécifications qui figurent à la fin de cette section sont aussi applicables aux circuits interurbains nationaux susceptibles d'intervenir dans une communication internationale.

5.1 Recommandations relatives aux circuits

AVIS G.511

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CIRCUITS A FRÉQUENCES VOCALES

A. Bande des fréquences effectivement transmises

Le C.C.I.T.T.,

considérant

qu'il convient d'assurer une qualité de transmission satisfaisante dans le service téléphonique international et de mettre à profit les progrès accomplis au point de vue électro-acoustique dans la fabrication des postes téléphoniques d'abonné,

émet, à l'unanimité, l'avis

qu'on évite toute ligne ou tout équipement qui, dans une communication internationale, rétrécirait sensiblement la bande des fréquences effectivement transmises en dedans des limites 300 à 3400 Hz.

Les limites admissibles pour la variation (en fonction de la fréquence) du niveau relatif de puissance à la sortie d'un répéteur frontière, sur un circuit à quatre fils à fréquences vocales transmettant effectivement la bande des fréquences de 300 à 3400 Hz, sont indiquées par le graphique n° 4 ci-après (figure 1).

B. Autres caractéristiques

Les recommandations de la section 1 de la 1re partie du présent ouvrage sont encore applicables, sauf en ce qui concerne l'équivalent et la stabilité pour les circuits en fils aériens (voir ci-après l'Avis G.521).

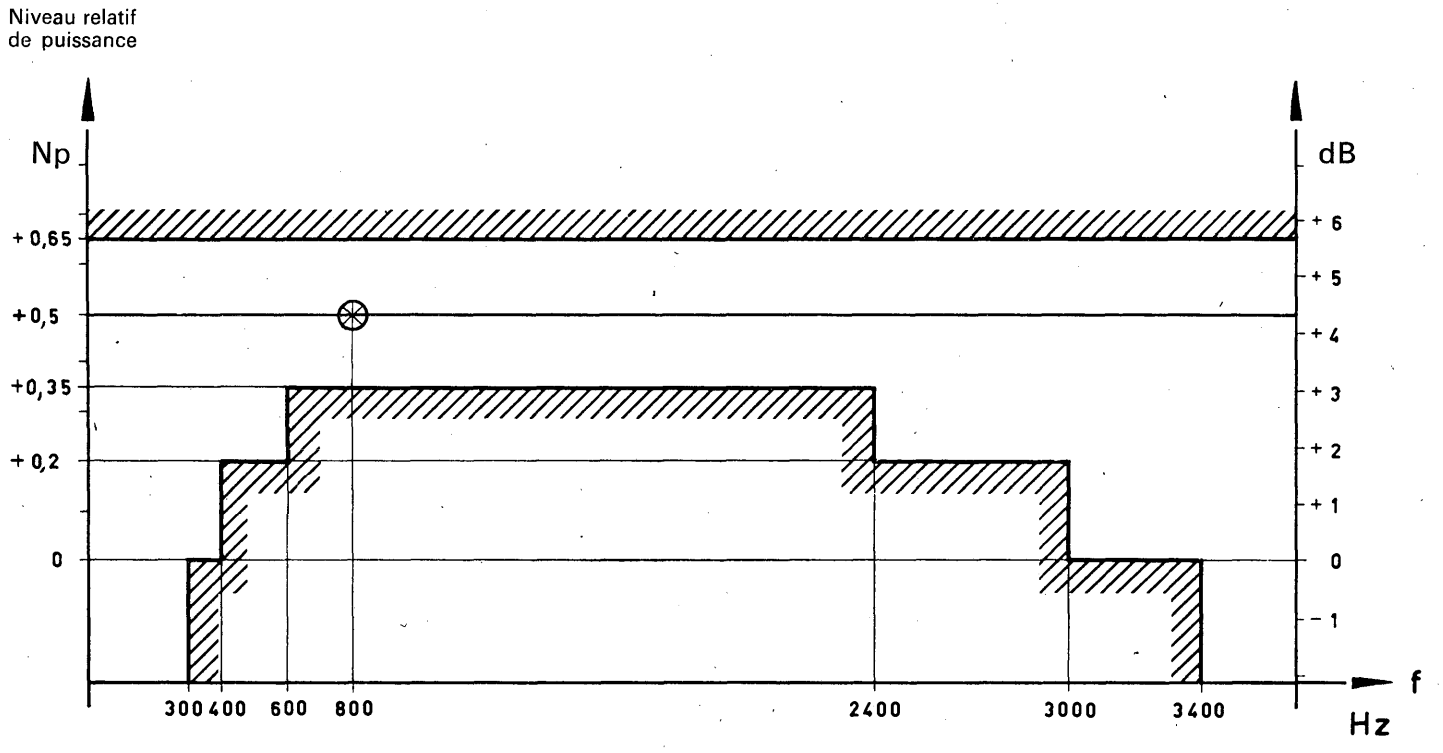


FIGURE 1. Graphique n° 4. — **Limites admissibles pour la variation (en fonction de la fréquence) du niveau relatif de puissance à la sortie d'un répéteur frontière, côté frontière, d'un circuit international à quatre fils, transmettant effectivement la bande des fréquences comprises entre 300 et 3400 Hz**

AVIS G.512

COMBINAISON DES CIRCUITS INTERNATIONAUX

Le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis*

que, pour des raisons de stabilité de transmission, la combinaison des circuits téléphoniques internationaux ne devrait jamais être effectuée que sur des tronçons complets, limités à deux stations de répéteurs.

5.2 Lignes à fréquences vocales

AVIS G.521

LIGNES EN FILS AÉRIENS ET LIGNES MIXTES

A. Pupinisation des lignes en fils aériens

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que la pupinisation des lignes en fils aériens

1. rend difficile l'exploitation de ces lignes à cause de la variation d'isolement et de la magnétisation des bobines par suite des décharges atmosphériques;

2. rend difficile l'exploitation de ces lignes avec amplificateurs;

3. est incompatible avec l'exploitation de ces lignes au moyen de la téléphonie à courants porteurs;

4. rend trop variable la transmission des différentes fréquences de la parole, introduit de la distorsion et, par conséquent, diminue la netteté de la conversation,

émet, à l'unanimité, l'avis

que les lignes téléphoniques en fils aériens, munies de répéteurs et affectées aux relations internationales à grande distance, ne soient pas pupinisées.

B. Etablissement des lignes en fils aériens

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que l'établissement des communications internationales à grande distance nécessite actuellement, dans certains pays, l'emploi de lignes en fils aériens;

que le meilleur rendement de ces lignes sera obtenu en permettant la réalisation de circuits combinés, l'emploi de répéteurs, puis l'installation de systèmes de téléphonie multiple à courants porteurs;

que, pour assurer le bon fonctionnement de telles lignes, il est essentiel de réaliser la symétrie électrique des circuits, ainsi que l'uniforme distribution des constantes électriques sur toute la longueur d'une section d'amplification;

qu'il n'est pas possible de définir immuablement et généralement les constantes géométriques ou mécaniques de la configuration des lignes, le choix de ces valeurs étant fonction non seulement des facteurs électriques, mais encore de facteurs économiques variables dans le temps et d'un pays à l'autre.

émet, à l'unanimité, l'avis

que les lignes téléphoniques internationales en fils aériens satisfassent aux conditions suivantes:

a) *Qualités mécaniques*

1. On ne doit employer, pour la construction des lignes téléphoniques internationales à longue distance, que des conducteurs de diamètre égal ou supérieur à 3 millimètres et présentant une résistance mécanique suffisante pour réduire au minimum les causes de rupture.

2. La stabilité de la ligne de poteaux doit être supérieure, autant que possible, aux charges les plus grandes provenant des tempêtes, du vent, du givre et de la neige.

b) *Qualités électriques*

1. Les conducteurs doivent être établis soit en cuivre ou en alliage de cuivre, dont la conductivité ne diffère pas de plus de 10% de celle du cuivre de haute conductivité, soit en métal ou alliage présentant les mêmes avantages et satisfaisant aux conditions énumérées ci-dessous.

2. Dans une même section d'amplification ou dans une section comprise entre une station de répéteurs et la station terminale voisine, le métal, le diamètre des conducteurs et l'écartement entre les conducteurs d'un circuit téléphonique à grande distance doivent rester toujours les mêmes pour assurer une homogénéité satisfaisante.

Les sections de lignes en fils aériens ou de lignes mixtes utilisées dans le réseau téléphonique international européen doivent être construites avec une régularité suffisante et être entretenues avec un soin suffisant (mesures fréquentes, entretien préventif, etc.) pour que l'affaiblissement de régularité ait au moins les valeurs suivantes:

α) dans le cas de lignes comportant un seul répéteur situé au milieu du circuit, l'affaiblissement de régularité de chaque section d'amplification doit avoir au moins la valeur de l'équivalent du circuit (sans le répéteur); si le répéteur n'est pas inséré au milieu du circuit, une majoration allant jusqu'à 0,2 néper ou 1,7 décibel environ suffit;

β) si deux répéteurs sont insérés sur la ligne, l'affaiblissement de régularité de chaque section d'amplification doit avoir au moins la valeur de l'équivalent du circuit (sans répéteur) majoré de 0,4 néper ou 3,5 décibels, en supposant que les longueurs des trois sections d'amplification sont sensiblement égales. Si plusieurs répéteurs sont insérés sur la ligne, la majoration doit être encore plus élevée.

S'il s'agit de lignes en fils aériens ne comportant aucune section en câble, le résultat ci-dessus est atteint facilement, si les lignes sont construites conformément aux dispositions du présent avis.

S'il s'agit de lignes mixtes comportant des sections en fils aériens et des sections (en général très courtes) de lignes en câble (câble d'amorce, câble de traversée de tunnels, rivières, etc.), le résultat ci-dessus peut être atteint si les sections de câble inévitables, insérées sur les lignes en fils aériens, sont krarupisées ou pupinisées conformément aux

« Directives pour la construction et la pupinisation des câbles intercalés sur les circuits en fils aériens à fréquences vocales », du paragraphe f) ci-après, ou si des réseaux de complément appropriés sont insérés aux points de jonction entre les sections de câble et les sections en fils aériens (comme il est indiqué dans ces « Directives »).

En maintenant l'affaiblissement de régularité à la valeur indiquée ci-dessus, on peut exploiter le circuit avec un équivalent de 1 néper ou 8,7 décibels et avec une stabilité satisfaisante (d'au moins 0,3 néper ou 2,6 décibels lorsque le circuit est ouvert à ses deux extrémités)[1].

Les variations atmosphériques influent sur l'affaiblissement des sections en fils aériens (et par conséquent, sur l'équivalent du circuit), ainsi que sur l'impédance (et par conséquent sur l'affaiblissement d'équilibrage). Toutefois, cette influence n'est généralement pas très considérable.

Si l'on prend comme valeur moyenne de la température ambiante + 10° C, la résistance d'un circuit en fils aériens varie de ± 14%; quand la température varie entre + 45° C, et −25° C, la variation qui en résulte pour l'affaiblissement du circuit est du même ordre de grandeur (12 à 14%); elle est à peu près uniforme dans la plus grande partie de la bande des fréquences vocales. S'il n'existe pas sur les circuits en fils aériens des défauts bien caractérisés, l'influence exercée sur la perditance par le degré hygrométrique de l'air est faible; il n'en est pas ainsi cependant sur les lignes moins bien entretenues et on peut observer alors dans les cas extrêmes une variation de 20% entre l'affaiblissement par temps humide et l'affaiblissement par temps sec.

Ces variations d'affaiblissement peuvent, en général, être compensées en modifiant le gain procuré par les répéteurs, sans nuire à la stabilité du circuit, si les diverses sections du circuit ont une homogénéité suffisante. Cependant, sur les très longs circuits en fils aériens, on peut utilement envisager l'emploi de régulateurs automatiques du gain.

Le module de l'impédance caractéristique d'un circuit en fils aériens d'un diamètre égal ou supérieur à 3 millimètres ne varie que de ± 5% lorsque la température varie entre + 45° et −25° C; l'influence du degré hygrométrique est encore moins importante si le circuit est en parfait état d'entretien. Par contre, dans le cas d'un très long circuit en fils de petit calibre (≦ 2,5 mm de diamètre), les variations de l'impédance, surtout pour les basses fréquences, et notamment suivant que le temps est humide ou sec, peuvent être assez importantes pour nécessiter une réduction du gain des répéteurs, attendu qu'il n'est pas pratique d'agir sur la constitution ou le réglage des équilibreurs; c'est une raison de plus pour éviter d'établir les longs circuits en fils aériens avec des conducteurs de faible diamètre.

On pourra donc en général négliger l'effet des variations des conditions atmosphériques (température, degré hygrométrique), mais il est désirable de vérifier de temps à autre la stabilité du circuit (le circuit étant ouvert à ses deux extrémités) lorsqu'il se produit d'importants changements dans les conditions atmosphériques.

3. Tous les joints, sur la ligne en fils aériens, doivent être effectués de telle sorte qu'ils n'introduisent pas de résistance variable.

Dans une section d'amplification quelconque d'une ligne en fils aériens, ou dans une section comprise entre un répéteur et la station terminale voisine, la différence des résistances des deux conducteurs d'une paire quelconque, mesurée en courant continu, ne doit pas dépasser 2 ohms.

[1] Cette valeur de stabilité ne sera atteinte que si l'impédance de l'équilibreur coïncide avec la courbe d'impédance moyenne de la ligne terminée sur son impédance caractéristique.

Les valeurs de stabilité et d'équivalent indiquées sont différentes de celles qui sont recommandées en règle générale dans la section 1 de la 1re partie du présent ouvrage.

4. Les filtres des répéteurs insérés sur les circuits en fils aériens et la charge des courtes sections de câble insérées sur les circuits en fils aériens doivent être tels que ces circuits transmettent effectivement, et avec une stabilité toujours supérieure à 0,3 néper (2,6 décibels) [1] (stabilité déterminée lorsque le circuit est ouvert à ses deux extrémités), la bande des fréquences recommandées pour les circuits internationaux (voir l'Avis G.132).

5. Pour éviter les perturbations dues à la diaphonie et les influences perturbatrices des lignes électriques ou des circuits télégraphiques, les circuits téléphoniques internationaux à grande distance doivent être munis de rotations ou de croisements arrangés de telle manière que la longueur d'une section complète d'anti-induction entre deux circuits quelconques de la nappe soit inférieure à 100 kilomètres; dans le cas de la téléphonie au moyen de courants porteurs de haute fréquence, dans le cas d'influences perturbatrices d'installations d'énergie à courant fort ou à haute tension et dans le cas de voisinage avec des circuits télégraphiques, il peut être recommandable d'augmenter le nombre des croisements ou des rotations.

6. En ce qui concerne les dangers et les troubles d'exploitation provenant des lignes électriques, les circuits téléphoniques doivent satisfaire aux conditions indiquées dans les *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques.*

7. L'isolement de chacun des fils par rapport à la terre ne doit pas descendre au-dessous de la valeur 1 mégohm × kilomètre, valeur que l'expérience acquise dans les divers pays a démontrée comme valeur pratique dans des conditions normales de l'atmosphère au point de vue de l'humidité, le maintien de cet isolement étant possible par l'emploi d'isolateurs à double cloche construits convenablement. Cette valeur peut être abaissée dans les régions à climat exceptionnellement humide.

8. L'affaiblissement composite d'une section d'amplification, ou d'une section comprise entre une station de répéteurs et le central extrême voisin, ne doit pas dépasser 1,6 néper (13,9 décibels).

Sur les longs circuits en fils aériens, il est recommandable d'avoir pour l'affaiblissement composite d'une section d'amplification la valeur de 1,2 néper (10,4 décibels) et d'exploiter les répéteurs avec un gain de 1,2 néper (10,4 décibels) environ, en insérant éventuellement une ligne artificielle de complément sans distorsion, ayant une impédance image correspondant à l'impédance caractéristique du circuit considéré.

9. Les circuits en fils aériens doivent être pourvus de points de coupure (d'après le paragraphe c) du présent avis).

c) *Points de coupure sur les lignes internationales en fils aériens*

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que la localisation des dérangements doit se faire surtout au moyen de mesures précises et en évitant, le plus possible, les coupures en ligne;

que, d'autre part, le passage en coupure des circuits dans de nombreux centraux augmente l'affaiblissement et détruit l'homogénéité des lignes,

---

[1] Cette recommandation est différente de la règle générale qui figure dans l'Avis G.131 ci-dessus.

émet, à l'unanimité, l'avis

1. que le nombre des postes de coupure, sources de fréquents dérangements, soit réduit, sur les lignes internationales en fils aériens, au minimum compatible avec les exigences locales;

2. que des postes de mesure permettant des mesures précises soient installés dans les centraux situés sur le trajet du circuit et distants de 200 kilomètres environ. Ces centraux s'appelleront « points de coupure principaux » et la portion du circuit comprise entre deux points de coupure principaux « section principale ». Dans une section principale, la position du défaut sera déterminée par des mesures effectuées en concordance aux points de coupure placés de part et d'autre du défaut. Les résultats de ces mesures seront échangés entre les centraux correspondants;

3. que des essais de conductivité et d'isolement des conducteurs soient faits fréquemment et au moins chaque mois par les postes tête de ligne ou les stations de répéteurs les plus voisines des frontières et que les résultats de ces mesures soient échangés entre les services intéressés.

Remarque. — Si le circuit est muni de répéteurs, les stations de répéteurs seront des points de coupure principaux.

Il est conseillé d'éviter l'introduction permanente d'une grande longueur de câble sur un circuit aérien pour le passage de ce circuit dans un point de coupure principal, en recourant à l'emploi d'un dispositif de coupure à distance.

d) *Service de patrouilles de surveillance le long des lignes internationales en fils aériens*

Le C.C.I.T.T.,

considérant

qu'il y a intérêt à assurer la surveillance continue des lignes téléphoniques internationales aériennes, en vue de prévenir les dérangements dans la limite du possible et d'assurer leur relève rapide,

émet, à l'unanimité, l'avis

qu'il y a intérêt, lorsque l'importance de la ligne le justifie, à organiser un service de patrouilles de surveillance le long des lignes, ainsi qu'il est déjà d'usage dans certains pays.

e) *Conditions générales à remplir par les lignes mixtes*

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que, sur les lignes mixtes, c'est-à-dire comportant à la fois des sections en fils aériens et des sections de câble, il est difficile d'avoir un fonctionnement stable et efficace des répéteurs;

qu'il y a toujours, à la jonction de lignes de caractéristiques différentes, des pertes par réflexion qui réduisent l'efficacité totale du circuit;

que l'intercalation, dans les lignes téléphoniques, de tronçons hétérogènes, même d'une longueur extrêmement courte (aux traversées de tunnels, aux passages à travers les grandes villes, etc.), est, d'après l'expérience acquise par certains pays représentés au C.C.I.T.T., de nature à entraver sérieusement le développement de la téléphonie à grande distance, à cause des perturbations apportées au fonctionnement des répéteurs et des installations de téléphonie à courants porteurs; qu'il y a donc lieu d'éviter ce procédé;

que, toutefois, des cas d'espèce peuvent entraîner la nécessité de recourir à de semblables pratiques, mais qu'il convient alors de prendre des précautions spéciales,

émet, à l'unanimité, l'avis

1. qu'il est recommandable d'éviter, chaque fois que la chose est possible, de recourir aux lignes mixtes pour la téléphonie internationale à grande distance;

2. que, s'il est impossible d'éviter les lignes mixtes, on doit chercher à diminuer les effets de réflexion en utilisant, par exemple, du câble convenablement krarupisé ou pupinisé d'après les « Directives pour la construction et la pupinisation des câbles intercalés sur les circuits en fils aériens à fréquences vocales » du paragraphe f) ci-après.

3. que, pour une ligne mixte de longueur quelconque, l'équivalent et la distorsion d'affaiblissement doivent être aussi voisins que possible de ceux d'une ligne homogène.

f) *Directives pour la construction et la pupinisation des câbles intercalés sur les circuits en fils aériens à fréquences vocales*

Le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis*

que toute section en câble d'une longueur dépassant 100 mètres, intercalée sur une ligne en fils aériens, soit construite spécialement pour satisfaire aux conditions recommandées ci-dessous:

1. Les écarts $2\,\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$ entre l'impédance Z_1 d'une section mixte entre deux répéteurs intermédiaires ou un répéteur et le central extrême voisin, d'une part, et l'impédance Z_2 d'une section en fils aériens tout à fait homogène ou de l'équilibreur correspondant, d'autre part, ne doivent dépasser 5 % (mesurés aux bouts de la section), pour aucune des fréquences comprises dans la bande 300 à 3400 Hz.

Cette condition peut être remplie selon la longueur et le nombre des câbles intermédiaires par l'utilisation de câbles krarupisés ou de câbles à charge légère (voir 3 ci-après).

2. Les qualités électriques d'un câble intercalé sur la section en fils aériens, à savoir la résistance R_1, l'inductance L_1 et la capacité C_1, comparées aux mêmes qualités de la ligne en fils aériens R, L, C, doivent satisfaire aux relations

$$\frac{R_1}{R} = \frac{L_1}{L} = \frac{C_1}{C}$$

la perditance n'étant pas prise en considération, parce que son influence est minime et variable.

3. On doit utiliser, pour les sections de câble: soit des câbles krarupisés — notamment quand il s'agit d'une ou de plusieurs courtes sections de câble dans le même circuit — dont les qualités électriques R, L, C répondent aux conditions sous 2; soit des câbles pupinisés dont les qualités électriques R, L, C répondent aux conditions sous 2 et qui ont une fréquence de coupure telle que l'impédance du circuit remplisse les conditions sous 1. S'il existe plusieurs sections de câble dans un seul et même circuit en fils aériens, il est nécessaire d'augmenter la fréquence de coupure des différentes sections de câble, afin de remplir les conditions sous 1.

AVIS G.522

CÂBLES A FRÉQUENCES VOCALES

Emploi des différents types de charge

1. Etant donné les difficultés qui résultent de l'existence, dans certains pays, de grands réseaux et de conditions auxquelles on doit nécessairement satisfaire dans l'établissement des projets de nouveaux câbles chargés, il n'est pas pratique d'unifier les caractéristiques détaillées de la constitution des circuits en câble, telles que pas de pupinisation, diamètre des conducteurs, etc.

Les types de charge usuels et les calibres des conducteurs correspondants présentent assez de souplesse pour satisfaire à toutes les conditions de la pratique, en ce qui concerne l'espacement des stations de répéteurs.

Toutefois, il peut se produire des cas où l'on ne peut pas utiliser ces types de charge; on doit alors veiller à ce que les caractéristiques générales des circuits téléphoniques internationaux à établir soient conformes à celles indiquées dans l'Avis G.511.

Dans le cas où l'on se propose d'augmenter le calibre des conducteurs, le C.C.I.T.T. fait remarquer qu'il est plus difficile de réaliser une distribution uniforme des constantes de la ligne avec des conducteurs de plus grand diamètre. Par conséquent, lorsqu'il faut augmenter le diamètre des conducteurs afin de diminuer l'affaiblissement d'une section d'amplification particulièrement longue, il peut être nécessaire de choisir un calibre tel que l'affaiblissement de la section d'amplification soit inférieur à sa valeur normale. De cette façon, il est possible d'exploiter le circuit avec des gains plus faibles des répéteurs et d'obtenir ainsi la même stabilité, au point de vue de la transmission, que dans le cas d'un circuit d'un type plus usuel.

2. Tant pour assurer le bon fonctionnement des répéteurs que pour éviter les pertes par réflexion, il est désirable de réaliser l'uniforme répartition des constantes électriques sur toute la section d'amplification. L'homogénéité des lignes en câble doit être absolue entre répéteurs successifs situés sur le territoire d'un même pays; d'autre part, la construction des câbles doit être telle que les circuits soient parfaitement équilibrés et que les constantes électriques des circuits soient uniformément réparties. Toutefois, pour la constitution des sections de câble chevauchant la frontière de deux pays limitrophes, on peut être, dans certains cas, conduit à réunir deux tronçons de câble ne répondant pas à la même spécification; en fait, certaines jonctions de cette sorte, déjà réalisées, ont donné de bons résultats.

Par conséquent, bien que l'homogénéité de constitution soit également très désirable pour la section d'amplification d'un câble international chevauchant une frontière, la liaison directe de deux tronçons de spécifications différentes peut être autorisée, par exception, dans certains cas et sous la réserve expresse que soient satisfaites, pour la section ainsi constituée, les conditions d'équilibrage des impédances prescrites au paragraphe f) de l'Avis G.543, intitulé: « Spécification des sections d'amplification de câbles de télécommunication chargés. »

[Voir: 1. l'Annexe à l'Avis G.543 intitulée: « Différentes méthodes de coopération entre deux administrations ou exploitations privées téléphoniques pour la construction d'une section d'amplification de câble chargé qui traverse une frontière »; 2. l'Avis G.533, intitulé « Répéteurs de jonction entre deux câbles de caractéristiques différentes ».]

L'homogénéité des sections d'amplification présente une importance toute particulière pour les circuits en conducteurs de 1,3 et 1,4 millimètre de diamètre; mais étant donné le fait que, pour ces circuits, les capacités totales des sections de charge sont à très peu près les mêmes pour plusieurs types de charge très usités, on obtiendra un degré suffisant d'homogénéité si, dans une section d'amplification entière, on emploie seulement l'une ou l'autre des deux sortes de bobines de charge en conservant respectivement les caractéristiques des deux types de charge correspondants pour ce qui concerne l'équipement en câble proprement dit des tronçons à raccorder.

5.3 Répéteurs [1]

AVIS G.531

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES RÉPÉTEURS POUR CIRCUITS A QUATRE FILS

a) *Type*

Les répéteurs utilisés sur les circuits à quatre fils doivent amplifier dans un seul sens sans affecter d'une manière appréciable la qualité de la transmission pour toutes les fréquences que les circuits associés aux répéteurs doivent transmettre effectivement et pour la puissance d'entrée maximum que l'on peut rencontrer en pratique.

b) *Amplification*

Le gain produit par le répéteur (ou par le répéteur associé à un correcteur de distorsion d'affaiblissement) doit varier avec la fréquence de façon à compenser suffisamment la distorsion introduite par la ligne dans la bande des fréquences effectivement transmises (300 à 3400 Hz).

On doit prévoir un dispositif permettant de régler le gain des répéteurs, de préférence par échelons ne dépassant pas 1 décinéper ou 1 décibel. Dans le cas de circuits très longs, il peut être nécessaire de prévoir un réglage par échelons ne dépassant pas 5 cNp ou 0,5 décibel.

Les courbes représentant le gain en fonction de la fréquence doivent être parallèles pour tous les réglages du répéteur dans la bande des fréquences effectivement transmises par le circuit.

Le montage et l'appareillage du répéteur doivent être étudiés de telle sorte que, dans l'état normal d'entretien des sources d'énergie, les variations de la tension de ces sources et de l'intensité du courant qu'elles débitent produisent seulement une variation maximum du gain du répéteur en service ne dépassant pas 3 cNp (0,26 décibel).

c) *Impédance*

Les valeurs de l'impédance du répéteur, non compris les transformateurs de ligne, mesurée aux bornes d'entrée et de sortie et à la fréquence de 800 Hz, doivent, en principe, avoir la valeur admise par le C.C.I.T.T. pour l'impédance des circuits internationaux.

[1] On n'a pas reproduit l'avis intitulé « Tubes à vide pour répéteurs » (*Livre Jaune*, tome III *bis*, pages 64 et 65), car la XVIII[e] Assemblée plénière du C.C.I.F. n'a pas estimé utile d'établir un cahier des charges type pour la fourniture des tubes à vide, ni même d'établir la liste des clauses essentielles qui devraient figurer dans un tel cahier des charges.

L'impédance du répéteur, non compris les transformateurs de ligne, sera approximativement égale à celle du circuit sur lequel ce répéteur est supposé être en service, de manière que le module du coefficient d'adaptation

$$\left|\frac{Z-W}{Z+W}\right|$$

soit, au maximum, égal à 0,4 pour l'impédance d'entrée du répéteur et à 0,6 pour l'impédance de sortie du répéteur, Z étant l'impédance de la ligne (y compris le transformateur de ligne) et W l'impédance du répéteur; ces deux nombres ne doivent pas être dépassés pour aucune fréquence effectivement transmise.

d) *Surveillance*

On doit prévoir un dispositif qui permette d'écouter sur les circuits avec un poste d'opérateur dans une direction quelconque ou dans les deux directions, et de parler sur ces circuits lorsque cela est nécessaire.

Lorsqu'on fait la surveillance sur un répéteur inséré sur le circuit, l'affaiblissement d'insertion du dispositif d'écoute ne doit pas dépasser 3 cNp (0,26 décibel).

e) *Diaphonie*

1. *Diaphonie entre les répéteurs.* — Lorsque les répéteurs sont installés les uns à côté des autres ou les uns au-dessus des autres, et que le courant est fourni par l'installation d'alimentation dans les conditions du service, les résultats des mesures de diaphonie effectuées entre les bornes de sortie des répéteurs doivent être supérieurs ou égaux à la valeur correspondant à un écart diaphonique de 8,5 népers ou 74 décibels. Il est entendu que, pour ces mesures, les répéteurs seront connectés à des impédances Z d'une valeur égale à celle de l'impédance uniforme fixée pour les circuits internationaux et que les répéteurs seront réglés à leur gain maximum. Un dispositif de mesure convenable est représenté par la figure 1.

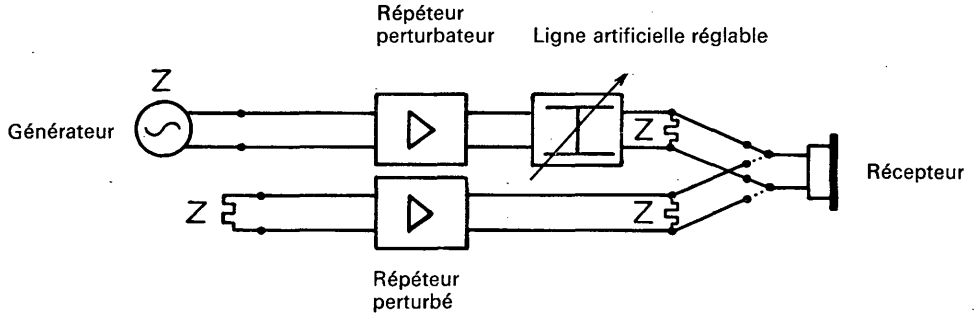


FIGURE 1

2. *Diaphonie dans une station (y compris le câblage).* — Les résultats des mesures de diaphonie, effectuées entre deux répéteurs à quatre fils quelconques ou entre un répéteur à deux fils et un répéteur à quatre fils, situés dans la même station de répéteurs, y compris

le câblage de la station et les transformateurs de ligne (c'est-à-dire depuis la tête du câble d'entrée jusqu'à la tête du câble de sortie), doivent être supérieurs ou égaux à la valeur correspondant à un écart diaphonique de 8,0 népers ou 70 décibels. Il est entendu que, pour ces mesures, les répéteurs seront dans les conditions de service, réglés à leur gain maximum possible en service et que les bornes des transformateurs de ligne seront reliées à des impédances Z d'une valeur égale à celle de l'impédance fixée (ou des impédances fixées) pour les circuits en question. Le gain des répéteurs à deux fils dans la direction non mesurée est supprimé. Un dispositif de mesure convenable est représenté par la figure 2.

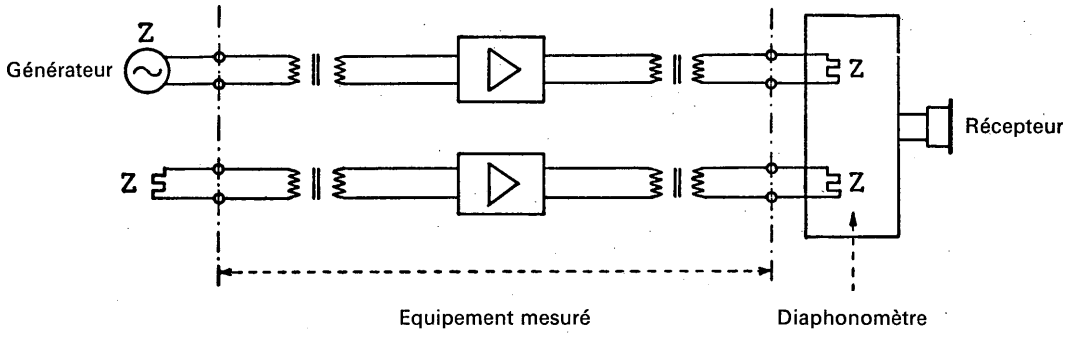


FIGURE 2

f) *Distorsion de non-linéarité*

Le coefficient de distorsion harmonique totale ne doit pas dépasser 5 % pour la fréquence de 800 Hz et pour une puissance maximum égale à 50 milliwatts dans le cas d'un circuit à quatre fils, les tensions d'alimentation et de polarisation des lampes du répéteur ayant les valeurs normales et les grilles de commande conservant toujours un potentiel négatif par rapport aux cathodes; les transformateurs de ligne ne font pas partie du circuit de mesure, et le répéteur a sa sortie raccordée, pendant l'essai, à une résistance pure de 600 ohms.

D'autre part, le C.C.I.T.T. estime qu'il convient de fixer comme suit, à titre provisoire, dans les différents cas, la puissance maximum mesurée à la sortie d'un répéteur:

Répéteurs pour circuits téléphoniques à quatre fils en câble	50 milliwatts;
Répéteurs pour télégraphie harmonique	50 milliwatts.

Cette condition a été fixée en supposant que le niveau relatif de puissance, à la sortie d'un répéteur quelconque, ne dépassera jamais + 1,1 néper ou + 10 décibels.

AVIS G.532

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES RÉPÉTEURS POUR CIRCUITS A DEUX FILS

a) *Type*

Sur les circuits à deux fils, en fils aériens ou en câble, on ne doit utiliser que des répéteurs réversibles comportant deux équilibreurs, équilibrant séparément les deux côtés du circuit téléphonique. Ces répéteurs ne doivent pas siffler, c'est-à-dire que des oscillations ne doivent

pas s'amorcer pour le gain maximum lorsque les bornes « ligne » et « équilibreur », correspondant à une même direction, sont fermées sur des résistances non réactives, ayant une valeur égale à l'impédance spécifiée pour le répéteur, les bornes « ligne » et « équilibreur » pour l'autre direction étant respectivement laissées en circuit ouvert ou en court-circuit, ou vice versa. Les deux résistances doivent être reliées directement aux bornes du transformateur différentiel.

Dans le cas où l'on utilise des répéteurs comportant des dispositifs de contre-distorsion réglables, cette condition doit être remplie pour tous les réglages possibles de contre-distorsion.

b) *Amplification*

Les répéteurs doivent assurer une reproduction fidèle de la parole, c'est-à-dire que les gains produits par les répéteurs doivent être tels que le circuit transmette effectivement les fréquences comprises entre 300 et 3400 Hz.

Pour atteindre ce résultat, on pourra à volonté, soit employer des répéteurs amplifiant dans la même proportion toutes les fréquences précitées et associés, au besoin, à des dispositifs correcteurs indépendants, soit utiliser des répéteurs construits de manière à effectuer par eux-mêmes la correction désirée.

Dans le cas où les répéteurs fournissent une compensation de la distorsion introduite par la ligne, le gain produit par les répéteurs doit varier avec la fréquence dans la bande des fréquences que le circuit doit transmettre effectivement. Pour les fréquences plus élevées, le gain doit décroître de façon à être supprimé complètement dans le voisinage de la fréquence de coupure du circuit; pour les fréquences plus basses, le gain ne doit pas dépasser les valeurs d'une courbe de gain produisant une contre-distorsion exacte.

On doit prévoir un dispositif permettant de régler le gain du répéteur, de préférence par échelons ne dépassant pas 1 décinéper ou 1 décibel.

Les courbes représentant le gain en fonction de la fréquence doivent être parallèles pour tous les réglages du répéteur dans la bande des fréquences que le câble doit transmettre effectivement.

Le montage et l'appareillage doivent être étudiés de telle sorte que, dans l'état normal d'entretien des sources d'énergie, les variations de la tension de ces sources et de l'intensité du courant qu'elles débitent produisent seulement une variation maximum du gain du répéteur en service ne dépassant pas 3 cNp (0,26 décibel).

c) *Impédance*

L'impédance du répéteur, y compris les transformateurs de ligne, doit être approximativement égale à celle du circuit sur lequel ce répéteur est supposé être en service, de manière que le module du coefficient d'adaptation

$$\left| \frac{Z - W}{Z + W} \right|$$

soit au maximum égal à 0,2 s'il s'agit d'un circuit à charge mi-forte et à 0,1 s'il s'agit d'un circuit à charge légère, pour une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises, Z étant l'impédance caractéristique du circuit et W l'impédance du répéteur, mesuré comme suit:

l'impédance du répéteur est mesurée dans les conditions d'utilisation, y compris les deux équilibreurs, mais en supprimant les effets de rétroaction. Pour mesurer, par exemple,

l'impédance du côté « X » du répéteur, le circuit du côté « Y » est remplacé par son équilibreur; l'équilibreur du côté « X » doit reproduire le circuit du côté « X », qui est remplacé par l'instrument de mesure; le potentiomètre du sens X → Y reste sur le plot normal et la transmission est supprimée dans le sens Y → X sans modification d'impédance.

d) *Surveillance*

On doit prévoir un dispositif qui permette d'écouter sur les circuits, avec un poste d'opérateur, dans une direction quelconque ou dans les deux directions, et de parler sur les circuits quand cela est nécessaire.

Lorsque la surveillance se fait sur un répéteur inséré dans le circuit, l'affaiblissement d'insertion du dispositif d'écoute ne doit pas dépasser 3 cNp (0,26 décibel).

e) *Diaphonie*

1. *Diaphonie entre les répéteurs.* — Lorsque les répéteurs sont installés les uns à côté des autres ou les uns au-dessus des autres et que le courant est fourni par l'installation d'alimentation dans les conditions du service, les résultats des mesures de diaphonie effectuées entre les bornes de sortie des répéteurs doivent être supérieurs ou égaux à la valeur correspondant à un écart diaphonique de 8 népers ou 70 décibels. Il est entendu que, pour ces mesures, les répéteurs seront connectés à des impédances (Z) d'une valeur égale à celle de l'impédance fixée pour les circuits internationaux, et que les répéteurs seront réglés à leur gain maximum. Un dispositif de mesure convenable est représenté par la figure 1.

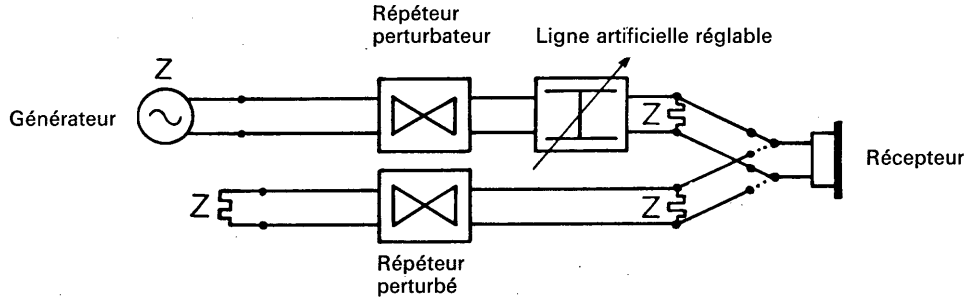


FIGURE 1

Remarque 1. — Pour effectuer cette mesure, on doit supprimer le gain dans la direction non mesurée.

Remarque 2. — Les transformateurs de ligne et les câblages qui les rattachent au bâti des répéteurs ne sont pas compris dans les systèmes soumis aux essais; il faut que les appareils de mesure soient établis de façon que les répéteurs se trouvent dans les conditions du service, notamment en ce qui concerne la symétrie.

2. *Diaphonie dans une station (y compris le câblage).* — Les résultats des mesures de diaphonie, effectuées entre deux répéteurs à deux fils quelconques, situés dans la même station de répéteurs, y compris le câblage de la station et les transformateurs de ligne (c'est-à-dire depuis la tête du câble d'entrée jusqu'à la tête du câble de sortie), doivent être supérieurs ou égaux à la valeur correspondant à un écart diaphonique de 7,5 népers ou 65 décibels. Il est entendu que, pour ces mesures, les répéteurs seront, dans les conditions de service, réglés à leur gain maximum possible en service et que les bornes des transformateurs de ligne seront reliées à des impédances Z d'une valeur égale à celle de l'impédance fixée (ou des impédances fixées) pour les circuits en question. Le gain des répéteurs à deux

fils dans la direction non mesurée doit être supprimé. Un dispositif de mesure convenable est analogue à celui qui est représenté par la figure 2 de l'Avis G.531 pour les circuits à quatre fils.

f) *Distorsion de non-linéarité*

Le coefficient de distorsion harmonique totale ne doit pas dépasser 5 % pour la fréquence de 800 Hz et pour une puissance maximum égale à 20 milliwatts dans le cas d'un circuit à deux fils, les tensions d'alimentation et de polarisation des lampes du répéteur ayant les valeurs normales et les grilles de commande conservant toujours un potentiel négatif par rapport aux cathodes; les transformateurs de ligne ne font pas partie du circuit de mesure et le répéteur a sa sortie raccordée, pendant l'essai, à une résistance pure de 600 ohms.

D'autre part, le C.C.I.T.T. estime qu'il convient de fixer comme suit, à titre provisoire, dans les différents cas, la puissance maximum mesurée à la sortie du répéteur:

Répéteurs pour circuits téléphoniques,

à deux fils en câble	20 milliwatts,
à deux fils (fils aériens)	20 milliwatts.

AVIS G.533

RÉPÉTEURS DE JONCTION ENTRE DEUX CÂBLES DE CARACTÉRISTIQUES DIFFÉRENTES

D'une manière générale, ces répéteurs de jonction doivent remplir les conditions données ci-dessus pour tous les répéteurs à quatre fils.

Il y a plusieurs procédés pour remplir ces conditions pour les répéteurs de jonction entre circuits à quatre fils de caractéristiques différentes:

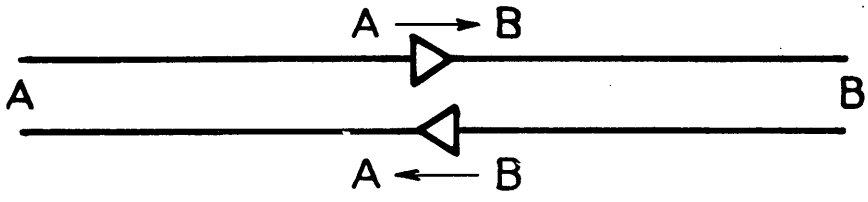


FIGURE 1

a) Si l'on pose en principe que le répéteur doit compenser l'affaiblissement de la section d'amplification précédente, dans la bande des fréquences à transmettre effectivement, on doit en toute rigueur faire usage de répéteurs qui corrigent la distorsion d'affaiblissement d'une manière différente dans les deux sens de transmission.

La courbe du gain du répéteur A → B (voir figure 1) doit correspondre à la courbe d'affaiblissement du type de câble *a*, lorsque, du côté de l'entrée, il est terminé par Z_a, qui est l'impédance du câble *a*, et du côté de la sortie, par Z_b, qui est l'impédance du câble *b*. Pour le répéteur B → A c'est exactement le contraire. L'application de ce principe entraîne, lorsque divers modèles de câbles existent dans un pays, l'installation d'un nombre relativement grand de types de répéteurs qui doivent être spécialement créés à cet effet.

b) Si, comme répéteur A → B, on utilise un répéteur normal du genre de celui qui est employé dans l'installation d'un circuit construit uniformément d'après le modèle de câble *a* et, de même, comme répéteur B → A, un répéteur normal du modèle de câble *b*, on s'écarte de la courbe normale de gain, du fait que, par exemple, le répéteur A → B est terminé, du côté de la sortie, par l'impédance du câble *b*, au lieu de l'être normalement par celle du câble *a*, ce qui produit un affaiblissement additionnel.
Soient:

Z_a l'impédance du câble *a*,
Z_b l'impédance du câble *b*,
Z_v l'impédance du répéteur;

$$K_1 = \frac{Z_a}{Z_v} \qquad K_2 = \frac{Z_b}{Z_v}$$

L'affaiblissement additionnel est:

$$a = \tfrac{1}{2} \ln \frac{K_2 (1 + K_1)^2}{K_1 (1 + K_2)^2}$$

Cet affaiblissement s'élève, dans tous les cas qui se présentent dans la pratique, à quelques centièmes de néper, et peut donc être négligé. On est ainsi conduit à un nombre de types de répéteurs considérablement moindre que par application du principe indiqué sous a).

c) Si les caractéristiques de transmission des types de câbles existants sont analogues sous le rapport de l'impédance et de l'affaiblissement, on peut ne pas avoir recours à une correction différente pour les deux sens de transmission. Dans ce cas, il est pratique d'établir, en dehors des courbes d'affaiblissement différentes des types de câbles existants, une courbe moyenne, à laquelle les répéteurs des deux directions devront être adaptés. En raison de leurs courbes d'affaiblissement systématiquement différentes, il convient de distinguer ici entre les circuits à charge moyenne et les circuits à charge légère. On peut ainsi réduire à deux le nombre des types de répéteurs de jonction à employer.

d) Un autre procédé consiste à employer des répéteurs à correction réglable qui permettent de réaliser, pour chaque sens de transmission, la courbe de gain la plus favorable dans chaque cas.

5.4 Spécifications recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits en câble à fréquences vocales

INTRODUCTION

Le C.C.I.T.T. recommande aux administrations et exploitations privées d'utiliser, pour l'établissement de leurs cahiers des charges pour la fourniture des câbles de télé-

communication susceptibles d'être employés pour le service international et exploités aux fréquences acoustiques (ainsi que de leurs organes d'équipement: bobines Pupin, répéteurs, etc.) les spécifications ci-après.

Dans ces spécifications, seules les dispositions relatives aux circuits à quatre fils sont applicables aux circuits téléphoniques internationaux établis dans des câbles chargés. L'ensemble des spécifications est applicable aux circuits interurbains nationaux susceptibles d'intervenir dans une communication internationale, qui peuvent être des circuits à deux fils ou à quatre fils.

Le C.C.I.T.T. estime que l'efficacité d'un tel câble à grande distance (comprenant plusieurs stations de répéteurs) dépend dans une large mesure des questions de détail de construction et de la disposition générale du système.

Le C.C.I.T.T. propose de recommander à une administration ou exploitation privée qui préférerait laisser le projet d'un câble entier (y compris plusieurs stations de répéteurs) entre les mains d'un fournisseur, au lieu d'avoir un service d'ingénieurs spécialisés et d'assumer la responsabilité qui résulte de l'acceptation des différentes portions du système séparément, de discuter en détail avec ce fournisseur pour obtenir les renseignements nécessaires concernant les dispositions, arrangements, etc., et de demander toutes les garanties voulues pour que les conditions spécifiées dans les cahiers des charges partiels ci-après soient dûment remplies. Au préalable, cette administration ou exploitation privée devrait donner au fournisseur des renseignements sur les circuits qui seront nécessaires et sur le trafic prévu.

Certaines administrations et exploitations privées font figurer, dans leurs propositions concernant les spécifications des câbles souterrains, des détails sur les méthodes de fabrication, de pose, etc. Ceux-ci ne sont pas compris dans les spécifications ci-après, car le C.C.I.T.T. estime qu'il est préférable de laisser les différentes administrations et exploitations privées libres du choix de leurs méthodes pour tout ce qui se rapporte à la fabrication et à la pose des câbles, sous la réserve que les circuits réalisés satisfassent aux conditions générales indiquées dans l'Avis G.511.

(Voir aussi l'Annexe à l'Avis G.543, intitulée « Différentes méthodes de coopération entre deux administrations ou exploitations privées pour la construction d'une section de câble chargé qui traverse une frontière ».)

AVIS G.541

SPÉCIFICATION DES LONGUEURS DE FABRICATION DES CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

a) *Généralités*

La présente spécification règle les conditions électriques auxquelles doivent satisfaire les longueurs de fabrication des câbles téléphoniques chargés, placés sous enveloppe de plomb et isolés au papier et à l'air sec, utilisés pour l'établissement de communications à grande distance.

Ces conditions sont spécifiées, afin d'assurer que les câbles permettent:

1. l'utilisation éventuelle des circuits fantômes;
2. la charge des circuits réels et éventuellement des circuits fantômes;

3. l'obtention d'un bon rendement dans les communications à grande distance avec répéteurs;

4. l'obtention d'un bon rendement dans les transmissions radiophoniques à grande distance par des circuits spéciaux sous écran.

Ces conditions ne s'appliquent pas:

1. aux câbles dont les conducteurs ont moins de 0,8 mm (approximativement 16 livres anglaises par mile);

2. aux groupes de conducteurs d'un même calibre comprenant moins de 20 paires;

3. quand le nombre total des circuits spécifiés est tel que l'arrangement des conducteurs dans le câble est nécessairement dissymétrique, ou tel que des conducteurs de calibres différents se trouvent placés dans une même couche.

Certaines des conditions les plus essentielles relatives aux matières premières sont spécifiées au paragraphe b); les paragraphes suivants sont applicables aux caractéristiques électriques.

b) *Matières premières*

Conducteurs de cuivre. — Chaque conducteur consistera en un fil de cuivre pur, recuit, étiré avec régularité, cylindrique, de qualité et de résistance homogène, sans gerçure ou autres défauts et ayant une conductivité au moins égale à celle qui a été spécifiée par la Commission Electrotechnique Internationale (Berlin, 1913), soit 1/58 d'ohm pour un mètre de fil de cuivre recuit standard ayant un millimètre carré de section à la température de 20° C.

Pour faire la correction de température, le coefficient de température spécifié par la même Commission sera admis; à savoir: 0,00393 par degré Celsius pour le coefficient de température à masse constante du cuivre recuit standard, à une température de 20° C.

Le diamètre des fils employés ne devra pas varier de plus de 1,5% en plus ou en moins du diamètre nominal.

Soudures faites en cours de fabrication. — Lorsqu'il est nécessaire de souder des conducteurs dans le cours de la fabrication, on emploiera une méthode remplissant les conditions suivantes:

La résistance à la traction d'une section de conducteur comprenant la soudure sera au moins égale à 90% de la résistance d'une section adjacente de même longueur et ne comprenant pas de soudure.

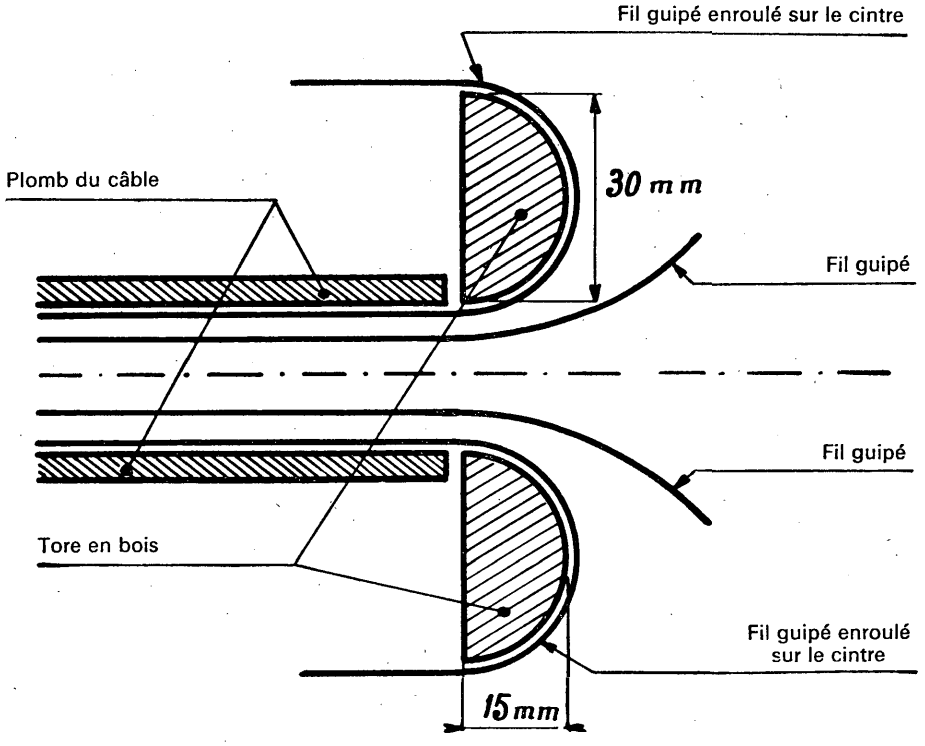
La résistance électrique d'une section de conducteur ne dépassant pas 15 centimètres de long (approximativement 6 pouces) et comprenant la soudure, ne devra pas dépasser de plus de 5% la résistance d'une section adjacente de même longueur et ne comprenant pas de soudure. Aucune soudure ne doit comporter de torsade. Les substances employées dans la soudure ne devront pas contenir d'acide.

Papier employé pour l'isolement. — Le papier employé pour l'isolement sera homogène, d'épaisseur uniforme, en fibres longues et autant que possible exempt de particules métalliques; il sera pratiquement exempt de matières résineuses et de substances à réaction acide ou alcaline, et ne devra pas contenir de substances qui peuvent avoir une influence nuisible sur les conducteurs ou l'enveloppe de plomb.

Le ruban de papier isolant des conducteurs ne doit pas se déchirer quand ces conducteurs prélevés sur le câble terminé sont enroulés sur un cylindre ou un tore ayant un rayon de courbure de 15 millimètres. (Voir le croquis explicatif de la figure 1). Un échantillon de papier pris sur le câble terminé, et ayant été exposé pendant deux heures à une atmosphère de degré hygrométrique égal à 65 %, devra avoir une résistance à la rupture au moins égale au poids de 5 kilomètres (approximativement 3,1 miles) de papier de mêmes dimensions et de même composition.

Matières employées pour l'enveloppe et pour l'armure des câbles. — Les conditions auxquelles ces matières doivent satisfaire seront spécifiées séparément pour chaque câble particulier.

Essais d'étanchéité. — L'étanchéité de l'enveloppe de plomb sera vérifiée par des expériences de pression, de préférence à des essais d'immersion.



Diamètre intérieur du tore légèrement supérieur au diamètre intérieur du plomb

FIGURE 1. — **Croquis explicatif**

c) *Résistance des conducteurs*

La résistance d'un conducteur quelconque dans une longueur de fabrication, mesurée en courant continu, ne devra pas dépasser de plus de 4 % la valeur calculée pour un conducteur rectiligne ayant le diamètre nominal du conducteur considéré.

La résistance moyenne pour tous les fils d'un groupe de conducteurs d'un calibre donné ne devra pas dépasser la valeur nominale définie ci-dessus de plus de 1 %.

On tiendra compte de l'effet de l'augmentation de longueur due au câblage sur la valeur maximum et la valeur moyenne de la résistance, de la façon suivante:

Diamètre total (en millimètres) de la couche extérieure formée de conducteurs du calibre considéré	*Tolérance* pour l'augmentation de longueur due au câblage
En dessous de 30	1,0 %
30 à 40	1,6 %
40 à 50	2,5 %
50 à 60	3,7 %
60 à 70	5,0 %
70 à 80	7,0 %

La différence de résistance en courant continu entre deux conducteurs d'une même paire, prise dans une longueur de câble quelconque, ne devra pas dépasser de plus de 1 % la résistance en boucle de cette paire.

La différence de résistance en courant continu entre les deux paires d'un même groupe combinable, les conducteurs de chaque paire étant pris en parallèle dans une longueur de câble quelconque, ne devra pas dépasser de plus de 2 % la résistance en boucle des deux paires, les conducteurs de chaque paire étant pris en parallèle.

d) *Rigidité diélectrique*

Sur demande spéciale, les câbles auront une disposition telle que l'isolant d'une longueur quelconque de câble sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel spécifiée dans chaque cas particulier, mais ne dépassant pas 2000 volts efficaces, appliquée pendant au moins deux secondes entre tous les conducteurs en parallèle et l'enveloppe mise à la terre. L'essai pourra s'effectuer avec du courant alternatif à 50 Hz. La valeur de la tension d'essai ne devra pas dépasser de plus de 10 % la valeur maximum de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

L'essai pourra aussi s'effectuer en courant continu (voir dans la 4e partie du tome III du *Livre Bleu* l'Annexe 19, intitulée « Essais de rigidité diélectrique »). Dans ce cas, la limite à fixer pour la tension continue sera la limite qui sera fixée pour la tension alternative efficace, multipliée par 1,4[1].

e) *Résistance d'isolement*

Dans une longueur de câble, la résistance d'isolement mesurée entre un conducteur et tous les autres conducteurs réunis ensemble, connectés à l'enveloppe et à la terre, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre (approximativement 6200 mégohms ×

[1] Au paragraphe 4 de l'Annexe 19, on ne recommande aucune formule d'application générale pour les mesures sur des diélectriques composites. Toutefois, pour les mesures sur des câbles téléphoniques, le C.C.I.T.T. recommande d'appliquer le facteur 1,4, qui est typique de la pratique commerciale usuelle.

mile), la différence de potentiel employée étant d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts. La lecture se fera après une électrisation d'une minute, la température étant au moins égale à 15° C (59° F).

f) *Capacité effective en courant alternatif*

La capacité effective d'une paire est la capacité mesurée entre les deux conducteurs de cette paire, tous les autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe de plomb; on indiquera pour chaque câble la valeur nominale de cette capacité.

La capacité effective du circuit fantôme qu'on peut réaliser avec un groupe combinable est la capacité mesurée entre les deux paires de ce groupe combinable, chaque paire étant court-circuitée, tous les autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe de plomb. Par définition, la capacité nominale du circuit fantôme est égale à 1,6 fois la capacité nominale d'une paire (câbles à paires combinables ou Dieselhorst-Martin).

L'essai sera fait en courant alternatif à la température ambiante. On n'apportera pas de correction pour la température. Dans le cas de désaccord, les résultats obtenus avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 Hz et à une température d'au moins 15° C (approximativement 60° F) seront considérés comme définitifs.

Dans chaque longueur de câble, la moyenne des capacités de toutes les paires de même calibre sera soumise aux conditions imposées par les administrations et exploitations privées intéressées; une tolérance sera toutefois admise à chaque longueur de fabrication.

Pour les circuits relayant des émissions radiophoniques, une tolérance de la capacité effective sera admise de $\pm$ 12% de la valeur nominale.

Dans chaque longueur de fabrication, la moyenne des capacités effectives des circuits fantômes de chaque groupe d'un même calibre ne différera pas de plus que $\pm$ 5% de la valeur que l'on obtient en multipliant par le facteur 1,6 la valeur moyenne des capacités des paires de ce groupe.

Ce facteur est valable pour les câbles à paires combinables. Dans les câbles à paires câblées en étoile, ce facteur est plus grand; sa valeur doit être fixée spécialement dans chaque cas particulier.

La capacité effective de chaque circuit réel et de chaque circuit fantôme sera mesurée sur au moins 10% du nombre total des longueurs de fabrication.

L'écart de capacité d'un circuit réel ou d'un circuit fantôme sur une longueur quelconque de câble ne devra pas dépasser les valeurs suivantes dans un groupe de conducteurs de calibre donné:

Moyenne	4,0%
Maximum	12,5%

(On entend par écart de capacité, la différence entre la capacité d'un circuit quelconque d'un groupe et la capacité moyenne de tous les circuits analogues de ce groupe, dans une même longueur de fabrication. Cet écart est exprimé sous forme de pourcentage de cette valeur moyenne.)

Remarque. — Pour chaque groupe de circuits réels et fantômes du câble, les capacités moyennes des différentes sections de pupinisation comprises dans une même section d'amplification ne doivent pas différer de plus de $\pm$ 2% de la valeur moyenne de la capacité prise pour le groupe de circuits considéré pour l'ensemble des sections de pupinisation. Dans le cas où une pareille régularité ne pourrait être obtenue directement par les procédés de fabrication, s'il y a des écarts supérieurs aux limites indiquées, il est recommandé de distribuer les longueurs de fabrication, dans chaque section comprise dans une même section d'amplification, de façon que les capacités des différentes sections de pupinisation satisfassent à la condition mentionnée ci-dessus.

g) *Constante de perditance*

La perditance moyenne des circuits réels et fantômes sera déterminée sur un petit pourcentage des longueurs de fabrication, avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 Hz.

La constante moyenne de perditance pour chaque type de circuit et pour toute longueur de fabrication à l'essai ne devra pas dépasser 25. Cette constante est prise égale au rapport de la conductance moyenne à la capacité moyenne mesurée en courant alternatif.

Sa valeur peut être également exprimée par le rapport

$$\frac{G}{\omega C} = \frac{\text{perditance}}{\text{capacitance}}$$

qui ne doit pas dépasser 0,005.

h) *Déséquilibres de capacité*

Les déséquilibres de capacité mesurés en courant alternatif à une fréquence d'environ 800 Hz, sur des câbles de 230 mètres de long (approximativement 750 pieds), ne dépasseront pas les valeurs indiquées ci-après, chaque groupe de circuits d'un même diamètre étant envisagé séparément.

Ces valeurs conviennent pour les circuits en câble chargé exploités aux fréquences vocales.

Limites admissibles pour les déséquilibres de capacité
(en picofarads pour les longueurs de 230 mètres)

I. *Circuits téléphoniques ordinaires*

		Moy.	*Max.*
Dans toute quarte	réel-réel	40	150
	fantôme-réel	75	375
	réel-terre	150	600
	fantôme-terre *	300	1200
Déséquilibres de capacité externe des circuits de la couche extérieure	circuit réel	150	600
	circuit fantôme	300	1200
Entre circuits situés dans les quartes adjacentes dans une même couche ou entre une quarte placée dans la première couche et une quarte située au centre	paire-paire *	40	170
	fantôme-paire *	40	170
	fantôme-fantôme	40	170
Entre circuit à quatre fils de sens opposé (cette prescription ne s'applique pas aux quartes adjacentes)			20

II. *Circuits pour transmissions radiophoniques*

α) Entre circuits sous écran formant une quarte (D.-M. ou étoile)	réel-réel	150
	fantôme-réel	375
	réel-écran mis à la terre	600
	fantôme-écran mis à la terre *	1200
β) Circuits sous écran, paire unique	paire-écran mis à la terre	600
	paire-terre	600
γ) Circuits sans écran, paire unique	paire-paire de quartes adjacentes	170
	paire-fantôme de quartes adjacentes	170

La vérification des déséquilibres mentionnés ci-dessus conduit à un nombre de mesures élevé: il est désirable de les limiter. Cette limitation peut être effectuée le plus avantageusement en ne faisant les mesures, dans les cas marqués d'un astérisque * dans le tableau ci-dessus, que sur 2 % des longueurs de fabrication d'une commande, avec un minimum de deux longueurs. Dans les cas exceptionnels, les administrations et exploitations privées intéressées pourront exiger des mesures sur un plus grand nombre de longueurs; les longueurs de fabrication sur lesquelles seront faites ces mesures seront désignées par les administrations et exploitations privées.

Si une longueur ne satisfait pas aux valeurs spécifiées ci-dessus pour les déséquilibres, elle sera seule à rejeter, mais l'administration ou l'exploitation privée pourra exiger des mesures sur d'autres longueurs de fabrication.

Dans le cas des câbles destinés à fonctionner avec des circuits à quatre fils, des déséquilibres moyens de capacité entre les circuits d'une direction et les circuits analogues de la direction opposée seront mesurés sur une ou plusieurs longueurs de fabrication, et le déséquilibre moyen pour une longueur de fabrication de 230 mètres ne devra pas dépasser 3 picofarads.

Dans chaque longueur de fabrication de câble d'une longueur différente de 230 mètres, les déséquilibres de capacité mesurés en courant alternatif pour des diamètres divers de conducteurs ne devront pas dépasser les valeurs obtenues en appliquant les règles suivantes:

1. Entre les circuits:

réel-réel paire-paire fantôme-paire fantôme-fantôme	valeurs moyennes

multiplier les valeurs données dans le tableau précédent par la racine carrée du rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

2. Entre les circuits:

réel-réel paire-paire fantôme-paire fantôme-fantôme	valeurs maxima
fantôme-réel réel-terre fantôme-terre	valeurs moyennes et maxima

multiplier les valeurs données dans le tableau précédent par le rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

Cette règle ne s'applique pas aux longueurs de moins de 100 mètres (approximativement 110 yards), auquel cas on emploie les valeurs relatives à des longueurs de fabrication de 100 mètres, calculées d'après les règles qui précèdent.

Remarque 1. — Les définitions relatives aux déséquilibres de capacités sont données ci-après.

Remarque 2. — Dans le cas où l'on adopte les spécifications relatives aux déséquilibres de capacités externes pour les circuits de la couche extérieure, il n'y a pas lieu de spécifier pour ces circuits des limites de déséquilibre des capacités par rapport à la terre.

Définitions des déséquilibres

Si, à l'intérieur d'une courte section de circuit téléphonique (par exemple d'une longueur de fabrication d'un câble), les caractéristiques électriques de ce circuit (caractéristiques entre fils ou entre chaque fil et la terre) présentent une irrégularité, on dit qu'il existe un déséquilibre au point considéré du circuit. On peut ainsi avoir des déséquilibres de résistance, des déséquilibres de perditance, des déséquilibres d'inductance propre ou mutuelle, des déséquilibres de capacité. Dans les circuits en câble, ce sont les déséquilibres de capacité qui jouent le principal rôle, soit au point de vue de la diaphonie, soit au point de vue des bruits induits.

Les conducteurs d'un câble téléphonique sont câblés ensemble de manière à constituer des « quartes », conformément aux schémas ci-après (figure 2).

Avec les différents conducteurs d'une ou de plusieurs quartes, on constitue des circuits réels et fantômes (simples et doubles) à l'aide des montages représentés schématiquement ci-après (figure 3).

Cela posé, les différents « déséquilibres de capacité » auxquels on a affaire dans une longueur de fabrication du câble se caractérisent ainsi:

On exprime le déséquilibre de capacité d'un circuit réel d'une quarte, par rapport à l'autre circuit réel de la même quarte, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre un fil d'une paire et un fil de l'autre paire de cette quarte corrigerait ce déséquilibre.

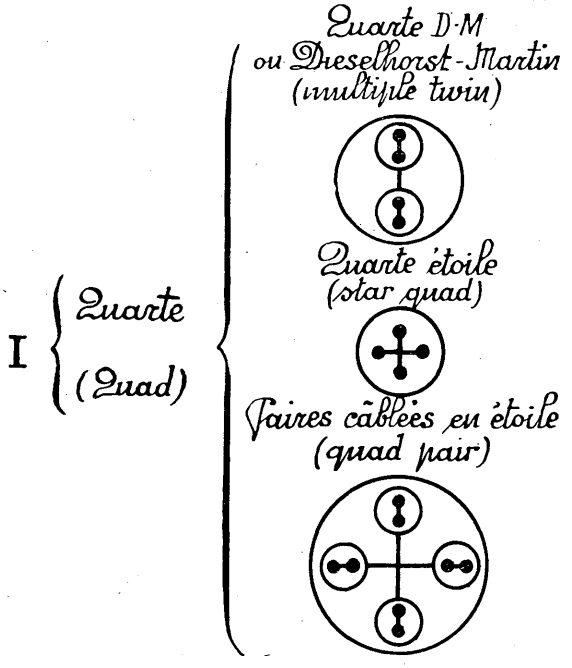


FIGURE 2

On exprime le déséquilibre de capacité d'un circuit fantôme, par rapport à l'un quelconque des circuits réels de la même quarte, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre un fil de cette paire et les deux fils court-circuités de l'autre paire de cette quarte corrigerait ce déséquilibre.

On exprime le déséquilibre de capacité d'une paire, par rapport à une autre paire d'une quarte différente, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre un fil d'une paire et un fil de l'autre paire corrigerait ce déséquilibre.

On exprime le déséquilibre de capacité d'un circuit fantôme, par rapport à l'une quelconque des deux paires d'une autre quarte, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre l'une des paires du circuit fantôme et l'un des fils de la paire en question corrigerait ce déséquilibre.

On exprime le déséquilibre de capacité entre deux circuits fantômes, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre une paire du premier circuit fantôme et une paire du deuxième circuit fantôme corrigerait ce déséquilibre.

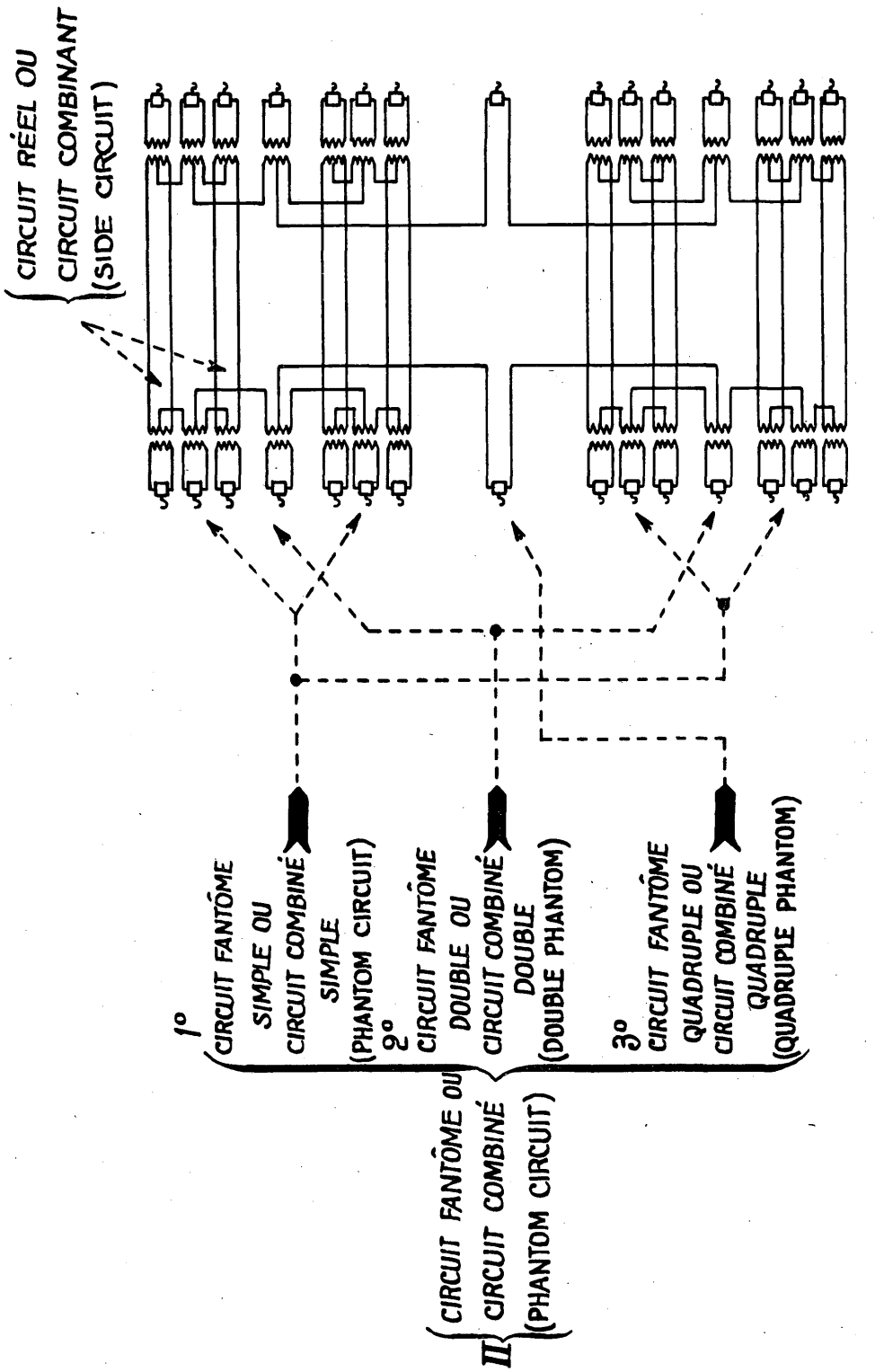

CIRCUIT RÉEL OU CIRCUIT COMBINANT (SIDE CIRCUIT)
1°
CIRCUIT FANTÔME SIMPLE OU CIRCUIT COMBINÉ SIMPLE (PHANTOM CIRCUIT)
2°
CIRCUIT FANTÔME DOUBLE OU CIRCUIT COMBINÉ DOUBLE (DOUBLE PHANTOM)
3°
CIRCUIT FANTÔME QUADRUPLE OU CIRCUIT COMBINÉ QUADRUPLE (QUADRUPLE PHANTOM)
II
CIRCUIT FANTÔME OU CIRCUIT COMBINÉ (PHANTOM CIRCUIT)

FIGURE 3

On exprime le déséquilibre de capacité d'un circuit réel, par rapport à la terre, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre un des fils de la paire et l'ensemble des conducteurs de toutes les autres quartes du câble réunis entre eux et reliés à l'enveloppe mise à la terre corrigerait ce déséquilibre, les deux autres fils de la quarte étant réunis au point milieu des bras de proportion.

On exprime le déséquilibre de capacité d'un circuit fantôme, par rapport à la terre, par la valeur de la capacité dont l'introduction entre une des deux paires du circuit fantôme et l'ensemble des conducteurs de toutes les autres quartes du câble réunis entre eux et reliés à l'enveloppe mise à la terre corrigerait ce déséquilibre.

On exprime le déséquilibre de capacité externe *(sheath unbalance)* d'un circuit réel (ou paire) appartenant à une quarte de la couche extérieure, par la valeur de la capacité dont l'introduction, entre un des fils de la paire et l'enveloppe mise à la terre, corrigerait ce déséquilibre, tous les conducteurs du câble étrangers au circuit à l'essai étant portés au potentiel des deux conducteurs de ce circuit.

On exprime le déséquilibre de capacité externe d'un circuit fantôme formé par une quarte de la couche extérieure par la valeur de la capacité dont l'introduction, entre une des paires du circuit fantôme et l'enveloppe, corrigerait ce déséquilibre, l'ensemble des conducteurs de toutes les autres quartes du câble étant réunis entre eux et portés au potentiel des fils de la quarte en essai.

AVIS G.542

SPÉCIFICATION DES BOBINES DE CHARGE POUR CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

Les bobines de charge devront convenir pour la charge des deux circuits réels et du circuit fantôme. Les bobines employées seront assemblées de façon à former une unité de charge telle que l'introduction de cette unité dans une quarte charge les deux circuits réels et le circuit fantôme. Les conditions électriques spécifiées ci-après s'appliquent aux circuits réels et fantôme d'une telle unité de charge.

Les matières magnétiques employées seront du type poudre de fer comprimée ou de quelque autre matière ayant des caractéristiques également satisfaisantes.

a) *Boîte de charge*

Les bobines seront placées dans des boîtes de protection convenables, qui seront scellées hermétiquement. Les boîtes devront être étanches et pouvoir être enterrées dans un sol humide sans subir de détérioration.

Un dispositif permettant la connexion facile des unités de charge du câble principal sera prévu.

b) *Stabilité magnétique*

La stabilité magnétique de la matière dont sont faits les noyaux doit être telle que la variation maximum de l'inductance d'une bobine soit de $\pm$ 2% après passage, dans l'enroulement correspondant à un fil, d'un courant continu d'une intensité d'une valeur quelconque comprise entre 0 et 2 ampères. Le courant continu maximum doit être appliqué pendant 5 secondes environ. La mesure sera faite 5 minutes après la cessation du passage du courant. Cet essai rend les bobines inutilisables et ne doit être appliqué qu'à des bobines-échantillons.

c) *Inductance*

La valeur de l'inductance mesurée avec un courant de 1 milliampère, à une fréquence de 1800 Hz, devra être égale à la valeur nominale avec des tolérances suivantes:

1. Pour les bobines d'une inductance égale ou supérieure à 22 millihenrys $\pm$ 1,5%

2. Pour les bobines d'une inductance égale ou supérieure à 10 millihenrys et inférieure à 22 millihenrys $\pm 2{,}0\%$

3. Pour les bobines d'une inductance inférieure à 10 millihenrys $\pm 3{,}0\%$

d) *Résistance*

La différence entre la résistance effective et la résistance en courant continu des bobines de charge pour circuits réels et fantômes, mesurée sur une unité de charge, ne doit pas dépasser la valeur suivante, afin d'éviter une distorsion d'affaiblissement exagérée:

1. Pour les circuits téléphoniques utilisés seulement pour transmettre les fréquences vocales:

125 ohms par henry.

2. Pour les circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien[1]:

180 ohms par henry.

e) *Résistance effective*

La résistance effective des bobines de charge pour circuits réels et fantômes, mesurée sur une unité de charge avec une intensité de courant de 1 milliampère, ne doit pas dépasser la valeur suivante:

1. Pour les circuits téléphoniques utilisés seulement pour transmettre les fréquences vocales (téléphonie ordinaire):

200 ohms par henry à la fréquence 3400 Hz.

2. Pour les circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien[1]:

300 ohms par henry à la fréquence 6400 Hz.

La résistance additionnelle due à l'hystérésis h, mesurée à 800 Hz et exprimée en ohms par milliampère de courant et par henry d'inductance de bobine, ne doit pas dépasser les valeurs indiquées ci-après:

1. Pour les circuits à deux fils d'une longueur inférieure ou égale à 200 kilomètres:

$$h = 24 \sqrt{L} \text{ ohms/mA} \times \text{H}.$$

2. Pour les circuits à deux fils d'une longueur supérieure ou égale à 200 kilomètres, ainsi que pour des circuits à quatre fils utilisés pour la transmission à fréquences vocales seulement:

$$h = 12 \sqrt{L} \text{ ohms/mA} \times \text{H}.$$

3. Pour les circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien[1]:

$$h = 6 \sqrt{L} \text{ ohms/mA} \times \text{H}.$$

Dans ces formules, L désigne l'inductance de la bobine, exprimée en henrys.

[1] Il s'agit de circuits établis spécialement pour le relais des émissions radiophoniques et qui satisfont aux conditions de l'Avis J.41.

f) *Diaphonie*

La diaphonie pour les bobines de charge en boîte sera mesurée avec un courant alternatif ayant une fréquence de 800 Hz et une intensité qui ne sera pas inférieure à 5 milliampères. Cet essai sera fait dans les conditions suivantes:

On relie aux bornes des bobines des résistances non réactives ayant environ la valeur de l'impédance caractéristique du circuit auquel ces bobines sont destinées.

Les valeurs de l'affaiblissement diaphonique entre les différents circuits d'une même boîte de bobines ne devront en aucun cas être inférieures aux valeurs indiquées ci-dessous:

Réel-réel	dans une même unité de charge	10 népers ou 87 décibels
Réel-fantôme	dans une même unité de charge	
Réel-réel	dans des unités de charge différentes	
Réel-fantôme	dans des unités de charge différentes	
Fantôme-fantôme	dans des unités de charge différentes	

g) *Rigidité diélectrique*

Le contrôle de la rigidité diélectrique peut être effectué à volonté par des essais en courant alternatif ou en courant continu.

Essais en courant alternatif. — L'isolant entre deux enroulements de ligne quelconques sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel d'une valeur efficace de 500 volts. Cet essai sera fait avec un courant alternatif à une fréquence qui ne sera pas inférieure à 50 Hz, la différence de potentiel étant appliquée d'une façon instantanée.

L'isolant entre un enroulement de ligne quelconque et la boîte sera, en outre, capable de supporter sans rupture une différence de potentiel d'une valeur efficace de 2000 volts, appliquée pendant 2 minutes.

La valeur maximum de la tension d'essai ne devra jamais dépasser de plus de 10% la valeur maximum de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

Essais en courant continu. — La différence de potentiel que l'isolant sera capable de supporter sans rupture est de 700 volts entre deux enroulements de ligne quelconques et de 2800 volts entre un enroulement de ligne quelconque et la boîte.

h) *Résistance d'isolement*

L'isolement mesuré entre un enroulement quelconque d'une unité de charge et tous les autres enroulements de ligne (pris dans la même unité de charge et dans toutes les autres unités de charge) et la boîte ne sera pas inférieur à 15 000 mégohms. Cet essai sera fait sous une différence de potentiel qui ne sera pas inférieure à 100 volts et ne sera pas supérieure à 500 volts, la température n'étant pas inférieure à 15° C (approximativement 60° F).

i) *Déséquilibres*

Déséquilibre par rapport à la terre. — La différence de capacité par rapport à la terre des bobines de charge des deux paires d'une même quarte ne devra pas dépasser une valeur fixée provisoirement à 100 picofarads.

Différence d'inductance. — La différence d'inductance des bobines de charge des deux paires d'une même quarte — mesurée en circuit fantôme — ne devra pas dépasser une valeur fixée provisoirement à 0,25% de l'inductance du circuit fantôme.

Différence de résistance. — La différence de résistance mesurée en courant continu des bobines de charge des deux paires d'une même quarte — mesurée en circuit fantôme — ne devra pas dépasser une valeur fixée provisoirement à 0,20 ohm.

AVIS G.543

SPÉCIFICATION DES SECTIONS D'AMPLIFICATION DE CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

a) *Généralités*

La présente spécification règle les principales conditions électriques auxquelles doivent satisfaire, après pose, les sections d'amplification de câbles chargés, en supposant que les longueurs de fabrication du câble et que les bobines de charge répondent aux spécifications correspondantes.

Les clauses de cette spécification ont été rédigées en vue de permettre d'utiliser des circuits fantômes dans ces câbles et d'obtenir un bon rendement dans les communications à longue distance, avec répéteurs, pour circuits à deux fils ou à quatre fils.

Les clauses ci-dessous s'appliquent aussi bien aux circuits à quatre fils qu'aux circuits à deux fils, sauf indication contraire dans le texte.

b) *Déséquilibre de résistance*

Dans une section de câble quelconque entre répéteurs, la différence des résistances des deux conducteurs d'une paire quelconque, mesurée en courant continu, ne devra pas dépasser 3 ohms pour des conducteurs d'un diamètre maximum de 1 millimètre, ou 2 ohms pour des conducteurs de diamètre supérieur.

La différence des résistances des deux paires d'une quarte quelconque, mesurée en courant continu, ne devra pas dépasser 3 ohms pour des conducteurs d'un diamètre maximum de 1 millimètre ou 2 ohms pour des conducteurs de diamètre supérieur.

La différence des résistances des deux paires d'une quarte quelconque, les conducteurs de chaque paire étant pris en parallèle, ne devra pas dépasser 4 ohms pour des conducteurs de diamètre maximum de 1 millimètre, ou 3 ohms pour des conducteurs de diamètre supérieur.

c) *Rigidité diélectrique*

Si l'on désire vérifier la rigidité diélectrique d'une section d'amplification, une fois la pose terminée, on appliquera au câble une tension continue, numériquement égale à la valeur fixée pour la tension alternative efficace d'essai dans le cas des mesures de réception en usine des longueurs de fabrication (voir l'Avis G.541).

d) *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement, mesurée à l'extrémité du câble, sans faire intervenir le câblage à l'intérieur du central téléphonique, et prise entre un conducteur quelconque, d'une part, et tous les autres conducteurs réunis entre eux et connectés à l'enveloppe et à la terre d'autre part, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre, cette résistance d'isolement étant mesurée avec une différence de potentiel d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts, et les lectures étant faites après une durée d'électrisation d'une minute, la température étant au moins égale à 10° C (50° F).

e) *Régularité des capacités moyennes des diverses sections de pupinisation*

Pour chaque groupe de circuits réels et fantômes du câble, les capacités moyennes des différentes sections de pupinisation comprises dans une même section d'amplification ne doivent pas différer de plus de + 2% de la valeur moyenne de la capacité prise pour le groupe de circuits considéré, pour l'ensemble des sections de pupinisation.

f) *Equilibrage de l'impédance*

L'équivalence entre l'impédance Z_{ct} d'un circuit quelconque réel ou fantôme et l'impédance Z_{eq} de l'équilibreur correspondant, déduit de la mesure des constantes moyennes de ce circuit, devra satisfaire aux conditions suivantes: après avoir déterminé par des mesures directes les composantes réelles et imaginaires des impédances Z_{ct} et Z_{eq}, on exprime la différence des composantes réelles et la différence des composantes imaginaires en pour-cent d_r et d_i de l'impédance Z_{eq} de l'équilibreur, et si l'on prend d_r et d_i comme coordonnées cartésiennes d'un point, ce point devra, pour tous les circuits et pour une fréquence quelconque, comprise dans la bande des fréquences à transmettre effectivement, être situé à l'intérieur d'un cercle ayant un rayon de 9/100. En outre, les points correspondant à 90% des circuits et à toutes les fréquences précédentes devront tomber à l'intérieur d'un cercle ayant un rayon de 7/100. Les valeurs d'affaiblissement de régularité, correspondant respectivement aux valeurs ci-dessus, 9/100 et 7/100, sont 3,1 népers ou 27 décibels et 3,4 népers ou 30 décibels.

g) *Diaphonie*

Les valeurs ci-après indiquent la diaphonie maximum tolérable entre des circuits quelconques répondant aux spécifications précédentes, mesurée dans une section d'amplification d'un câble. Ces valeurs sont celles qui seraient mesurées à partir des extrémités du câble et ne font intervenir que la diaphonie produite par le câble et par les bobines de charge.

Ces nombres ne tiennent pas compte de la diaphonie provenant des organes de protection des transformateurs terminaux, du câblage et de l'équipement supplémentaire de la station de répéteurs et du bâtiment où les câbles se terminent.

Les valeurs de la diaphonie seront déterminées par un essai à la voix ou en utilisant une méthode de mesure objective en courant alternatif (voir l'annexe à l'Avis G.134).

Pour ces mesures, les circuits perturbateur et perturbé seront terminés par des impédances correspondant respectivement aux impédances images des circuits perturbateur et perturbé.

Les valeurs limites de l'écart télé- ou paradiaphonique doivent être au moins égales aux valeurs suivantes *(recommandation provisoire)*:

Ecart para- ou télédiaphonique entre circuits à deux fils de la même quarte ou de quartes différentes:

7 népers ou 61 décibels.

Ecart paradiaphonique entre circuits à quatre fils de quartes de sens de transmission opposés:

7,5 népers ou 65 décibels.

Ecart para- ou télédiaphonique entre un circuit à deux fils et un circuit à quatre fils, ou entre un circuit à deux fils et un circuit *sans* écran relayant des émissions radiophoniques:

1. si le circuit à deux fils est le circuit perturbateur,

7,5 népers ou 65 décibels;

2. si le circuit à deux fils est le circuit perturbé:

7 népers ou 61 décibels.

Ecart télédiaphonique entre circuits à quatre fils de même sens de transmission:

7,5 népers ou 65 décibels.

Ecart para- ou télédiaphonique entre un circuit *sans* écran relayant des émissions radiophoniques et un circuit à quatre fils:

7,5 népers ou 65 décibels.

Ecart para- ou télédiaphonique entre circuits *sans* écran relayant des émissions radiophoniques:

7,5 népers ou 65 décibels.

Ecart para- ou télédiaphonique entre un circuit *sous* écran relayant des émissions radiophoniques et un circuit téléphonique quelconque:

1. si le circuit téléphonique est le circuit perturbateur:

9,5 népers ou 82 décibels;

2. si le circuit téléphonique est le circuit perturbé:

7,5 népers ou 65 décibels.

Ecart para- ou télédiaphonique entre circuits *sous* écran relayant des émissions radiophoniques:

9,5 népers ou 82 décibels.

Remarque 1. — Pas de pupinisation. — Le pas de pupinisation nominal dans une section d'amplification sera égal à la valeur théorique avec une approximation de $\pm$ 2%. Le pas de pupinisation réel, mesuré le long d'une section d'amplification, peut différer au maximum de $\pm$ 10 mètres du pas nominal.

Remarque 2. — Fréquence de coupure. — Les fréquences de coupure pour les différents systèmes de charge appliqués aux circuits réels et fantômes seront déterminées à l'aide de la formule suivante:

$$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{LC}}$$

où

f_0 = fréquence de coupure exprimée en périodes par seconde;

L = inductance d'une bobine exprimée en henrys;

C = capacité effective du circuit en câble entre bobines de charge, exprimée en farads.

Etant donné que la formule ci-dessus est principalement destinée à classer différents types de charge d'une façon approximative pour des buts administratifs, il y aurait peu d'avantages à compliquer cette formule, en la modifiant pour la rendre plus précise, en tenant compte de l'inductance propre du circuit en câble entre bobines de charge.

Quand une précision plus grande est nécessaire, il y a lieu de déterminer, par des calculs rigoureux, les caractéristiques « affaiblissement-fréquence » et « impédance-fréquence », en tenant compte de tous les paramètres du câble et des bobines de charge.

Remarque 3. — Vitesse de propagation. — La vitesse nominale de propagation est calculée par la formule:

$$v = \frac{s}{\sqrt{LC}}$$

où

v = vitesse nominale de propagation en kilomètres par seconde;

s = pas de pupinisation en kilomètres;

L et C étant les constantes définies ci-dessus.

Remarque 4. — Impédance caractéristique. — L'impédance caractéristique des circuits réels et fantômes est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

où Z_c = impédance caractéristique (L et C étant les constantes qu'on a déjà rencontrées dans la détermination de la fréquence de coupure).

Remarque 5. — Constante d'affaiblissement. — La constante d'affaiblissement sera déduite de mesures faites sur une section d'amplification entière. Si pendant cette mesure le répéteur ne se trouve pas exactement au milieu d'une section de pupinisation, on complétera le circuit au moyen d'un complément de ligne convenable.

ANNEXE
(à l'Avis G.543)

Différentes méthodes de coopération entre deux administrations ou exploitations privées pour la construction d'une section d'amplification de câble chargé qui traverse une frontière

Etant donné les difficultés qui résultent de l'existence, dans certains pays, de grands réseaux et de conditions auxquelles on doit nécessairement satisfaire dans l'établissement des projets de nouveaux câbles, il n'est pas pratique d'unifier les caractéristiques détaillées de la constitution des circuits en câble, telles que: pas de pupinisation, diamètre des conducteurs, etc. (Voir l'avis ci-dessus.)

Toutefois, on doit veiller à ce que les caractéristiques générales des circuits téléphoniques internationaux à établir soient conformes à celles indiquées ci-dessus.

Dans le cas où l'on se propose d'augmenter le calibre des conducteurs, le C.C.I.T.T. fait remarquer qu'il est plus difficile de réaliser une distribution uniforme des constantes de la ligne avec des conducteurs de plus grand diamètre. Par conséquent, lorsqu'il faut augmenter le diamètre des conducteurs, afin de diminuer l'affaiblissement d'une section d'amplification particulièrement longue, il peut être nécessaire de choisir un calibre tel que l'affaiblissement de la section d'amplification soit inférieur à sa valeur normale. De cette façon, il est possible d'exploiter le circuit avec des gains plus faibles des répéteurs et d'obtenir ainsi la même stabilité au point de vue de la transmission que dans le cas d'un circuit d'un type plus usuel.

Tant pour assurer le bon fonctionnement des répéteurs que pour éviter les pertes par réflexion, il est désirable de réaliser l'uniforme répartition des constantes électriques sur toute la section d'amplification. L'homogénéité des lignes en câble doit être absolue entre répéteurs successifs situés sur le territoire d'un même pays et la construction des câbles doit être telle que les circuits soient parfaitement équilibrés et que les constantes électriques des circuits soient uniformément réparties.

Il est mentionné dans l'avis ci-dessus que lorsque les procédés de fabrication ne permettent pas de réaliser directement avec une approximation suffisante l'égalité des différentes sections de pupinisation comprises dans une même section d'amplification, cette égalité devrait être obtenue d'une façon aussi parfaite que possible par une distribution convenable des longueurs de fabrication dans ces sections de pupinisation.

Des règles précises ont été données dans cet avis au sujet du pas de pupinisation des câbles. Si, par suite de circonstances locales, le pas de pupinisation ne peut être constant, les dispositions spéciales adoptées dans ce cas devront être telles qu'il n'en résulte aucune répercussion fâcheuse.

Pour la constitution des sections de câble chevauchant la frontière de deux pays limitrophes, on peut être conduit, dans certains cas, à réunir deux tronçons de câbles ne répondant pas à la même spécification; en fait, certaines jonctions de la sorte déjà réalisées ont donné de bons résultats.

Par conséquent, bien que l'homogénéité de constitution soit également très désirable pour la section d'amplification d'un câble international chevauchant une frontière, la liaison directe de deux tronçons de spécifications différentes peut être autorisée, par exception, dans certains cas et sous la réserve expresse que soient satisfaites pour la section ainsi constituée les conditions d'équilibrage des impédances prescrites dans l'article « Equilibrage de l'impédance » de l'avis ci-dessus (voir l'Avis G.533 intitulé: « Répéteurs de jonction entre deux câbles de caractéristiques différentes »).

L'homogénéité des sections d'amplification présente une importance toute particulière pour les circuits en conducteurs de 1,3 et 1,4 millimètre de diamètre; mais, étant donné le fait que, pour ces circuits, les capacités totales des sections de charge sont à très peu près les mêmes pour plusieurs types de charge très usités, on obtiendra un degré suffisant d'homogénéité si, dans une section d'amplification entière, on emploie seulement l'une ou l'autre des deux sortes de bobines de charge, en conservant respectivement les caractéristiques des deux types de charge correspondants pour ce qui concerne l'équipement en câble proprement dit des tronçons à raccorder.

S'il arrive que les types de charge, adoptés par chacun des pays limitrophes pour une section d'amplification d'un câble chargé international traversant une frontière, soient différents, ou que les méthodes d'équilibrage soient différentes (équilibrage par croisements ou par condensateurs), on doit distinguer deux cas:

a) les deux pays ont adopté pour leur réseau national le même type de charge;

b) les deux pays ont adopté pour leur réseau national des types de charge différents.

Dans le cas a) mentionné ci-dessus, le procédé le plus satisfaisant, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique, est de confier la fourniture de toute la section d'amplification au même fabricant; il faudra toujours agir ainsi lorsqu'il y aura moins d'un quart de la longueur de la section dans l'un des pays, et ce procédé doit être fortement recommandé dans tous les cas. Une entente pourrait d'ailleurs intervenir, si nécessaire, pour que les contrats conclus par chaque pays avec l'entrepreneur unique soient concordants.

Dans les pays où l'on considère la fabrication des réseaux téléphoniques par l'industrie nationale comme étant de première importance, ce procédé a l'inconvénient d'obliger l'un des pays à accepter que la portion du câble située sur son territoire soit de fabrication étrangère. Ce désavantage, cependant, semble de peu d'importance si l'on réfléchit qu'il y a, ou qu'il y aura probablement, plusieurs câbles reliant les deux pays, ce qui permettra d'équilibrer approximativement les parties de l'installation fournies par les entrepreneurs de chaque pays.

De tels arrangements pour la fourniture des installations sont déjà de pratique courante lorsqu'on pose des câbles sous-marins entre deux pays.

Les avantages de ce procédé sont:

1. une meilleure qualité de la transmission pour le câble entier, car les différentes parties de celui-ci seront plus conformes;
2. une économie plus grande dans la fabrication;
3. l'entrepreneur donnera aux deux administrations ou exploitations privées des garanties sur les caractéristiques de la section entière.

Si les deux pays ne suivent pas les recommandations qui précèdent, et construisent chacun le câble jusqu'à la frontière, il faudra prendre des mesures spéciales pour assurer l'homogénéité de la construction: en particulier, on devra comparer les étalons de capacité et d'inductance utilisés pour les mesures par les usines de câble et de bobines de charge et, surtout, on devra réaliser un espacement uniforme des bobines de charge.

Lorsqu'on agit ainsi, chaque entrepreneur ne garantira naturellement que la portion qu'il a fournie lui-même, et les variations admissibles des caractéristiques électriques pourront provoquer

une faible irrégularité au point de jonction. L'importance de cette irrégularité sera variable et due surtout à des différences d'outillage, au degré de coopération entre fabricants et à la position de la jonction par rapport aux extrémités de la section d'amplification.

Dans le cas b), il faut recommander l'emploi de la même méthode de pupinisation pour toute la section d'amplification. La meilleure solution consiste, comme il a été dit ci-dessus, à confier la construction de la section d'amplification entière au même constructeur. Si cependant cette solution ne peut être admise pour des raisons d'économie nationale, il conviendra que le pays dans lequel la partie de la section d'amplification est la plus courte adopte exceptionnellement les caractéristiques essentielles admises dans l'autre pays pour les circuits intéressés: diamètre de fils, capacité kilométrique, inductance des bobines de charge. On pourra cependant, à la rigueur, admettre que de part et d'autre de la frontière les circuits à quatre fils soient constitués par des fils de diamètres différents.

Dans le cas où les deux pays ont adopté des types de charges différents pour leurs réseaux nationaux, et où chaque pays construit sa fraction de la section d'amplification suivant une spécification commune, cela conduit un pays à introduire dans son réseau une fraction de section d'amplification qui n'est pas de type normal. Ceci ne présente que des inconvénients tout à fait acceptables, tant au point de vue de la construction que de l'entretien. Les constructeurs sont en effet actuellement suffisamment maîtres de leur technique pour ne pas éprouver de grosses difficultés à construire un câble dont la capacité diffère un peu de la capacité normalisée et des bobines d'une inductance différente des valeurs normalisées. Pour l'entretien, il faut remarquer qu'une réserve minime de câble et de bobines Pupin permet généralement l'entretien pendant des années. Enfin, on doit noter qu'en cas de nécessité urgente on peut réparer un câble avec une baguette de câble d'un type différent du type normal, et on peut supprimer provisoirement une boîte de bobines Pupin.

Dans tous les cas, il sera bon que dans chaque pays la dernière épissure avant la frontière soit placée dans une chambre souterraine d'accès facile, pour permettre de localiser un défaut sur l'un ou l'autre territoire.

L'utilisation de sections de câble non chargé peut présenter, par rapport à l'utilisation de sections de câble chargé, des avantages techniques et économiques dans certains cas particuliers, par exemple pour certains câbles sous-marins; mais les sections de câble non chargé n'ont été employées jusqu'ici, dans la téléphonie internationale, que sur une échelle réduite; faute d'expérience, on ne peut donc pas recommander, à l'heure actuelle, l'usage systématique de câbles non chargés pour le service téléphonique international. Toutefois, dans certains cas particuliers, dont chacun doit faire l'objet d'une étude spéciale (par exemple lorsqu'il s'agit de câbles sous-marins), il est possible d'employer, pour la téléphonie internationale, des sections de câble non chargé, à condition que les circuits internationaux à établir aient des caractéristiques générales conformes aux recommandations ci-dessus.

AVIS G.544

SPÉCIFICATION DES INSTALLATIONS TERMINALES ET DES STATIONS DE RÉPÉTEURS INTERMÉDIAIRES [1]

A. TRANSFORMATEURS DE LIGNE (TRANSLATEURS)

Cette spécification concerne les transformateurs de ligne à utiliser sur les circuits à fréquences vocales munis de répéteurs.

[1] La spécification des répéteurs proprement dits fait l'objet des Avis G.531, G.532 et G.533.

Clauses générales

1. Le rapport de transformation doit être tel que, lorsque le transformateur de ligne est raccordé aux circuits pour lesquels il a été construit, l'impédance mesurée aux bornes des enroulements côté central soit conforme aux recommandations relatives à l'impédance des circuits internationaux et interurbains.

2. Pour les fréquences vocales, on caractérise un transformateur de ligne par son affaiblissement composite.

L'affaiblissement composite d'un transformateur de ligne usuel (transformateur dont le rapport des nombres de spires des deux enroulements est inférieur à 3), mesuré dans des conditions correspondant à une puissance transmise de 1 à 50 milliwatts, ne doit dépasser la valeur de 8 cNp ou 0,7 décibel pour aucune fréquence de la bande des fréquences vocales effectivement transmises.

3. Les transformateurs doivent être équilibrés au point de vue de l'inductance, de la résistance et de la capacité, de telle manière que l'affaiblissement diaphonique entre les enroulements, correspondant aux circuits combinants et au circuit combiné, dépasse la valeur de 9 népers ou 78 décibels lorsque ces enroulements sont reliés à des résistances non inductives parfaitement équilibrées, représentant les lignes.

La disposition des différents transformateurs de ligne sur un même bâti doit être telle que l'affaiblissement diaphonique entre transformateurs de groupes combinables différents dépasse la valeur de 12 népers ou 104 décibels.

4. L'isolement entre deux enroulements quelconques ou entre un enroulement quelconque et la boîte (ou l'écran lorsqu'on utilise un écran) ne doit pas être inférieur à 500 mégohms quand il est mesuré avec une tension continue de 100 volts.

La rigidité diélectrique peut être contrôlée à volonté par des essais en courant alternatif ou en courant continu.

Essais en courant alternatif. — La rigidité diélectrique entre l'enroulement côté ligne et l'enroulement côté central, ainsi que la rigidité diélectrique entre un enroulement quelconque et la boîte (ou l'écran si l'on utilise un écran) doivent être suffisantes pour permettre à ces enroulements de supporter l'application d'une tension de 500 volts alternatifs à une fréquence industrielle.

En cas de voisinage entre lignes téléphoniques et lignes électriques à haute tension, la rigidité diélectrique entre les deux enroulements et entre l'enroulement de ligne et la boîte (ou l'écran) doit permettre au transformateur de supporter l'application d'une tension alternative de 2000 volts efficaces, de fréquence industrielle.

Entre l'enroulement côté central et la boîte (ou l'écran) il doit pouvoir supporter l'application d'une tension alternative de 500 volts efficaces, de fréquence industrielle.

Essais en courant continu. — Les limites ci-dessus deviennent:

— 700 volts entre l'enroulement côté ligne et l'enroulement côté central,

— 700 volts entre un enroulement quelconque et la boîte (ou l'écran si l'on utilise un écran),

— 2800 volts entre les deux enroulements et entre l'enroulement de ligne et la boîte (ou l'écran) en cas de voisinage entre lignes téléphoniques et lignes d'énergie à haute tension,

— 700 volts entre l'enroulement côté central et la boîte.

5. Les qualités (ou constantes) des transformateurs de ligne ne doivent pas varier d'une manière appréciable sous l'action des courants continus ou alternatifs qui se présentent dans la pratique.

Clauses spéciales

6. *Transformateurs destinés à être utilisés dans les circuits de la ligne et de l'équilibreur d'un montage de répéteur à deux fils*

Dans les répéteurs à deux fils, lorsqu'un transformateur est intercalé du côté de la ligne et qu'un autre transformateur est intercalé du côté de l'équilibreur, ces deux transformateurs doivent être sélectionnés par paires, de telle manière que les impédances Z_1 et Z_2, mesurées aux bornes des enroulements du côté du répéteur à une fréquence quelconque comprise dans la bande des fréquences effectivement transmises, satisfassent à la condition:

$$\left| \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right| \leq 0{,}02$$

quelles que soient les conditions de courant, de température, etc., qui se présentent dans la pratique.

Dans l'exécution des mesures précitées, la ligne et l'équilibreur sont remplacés par des résistances égales au module de leur impédance nominale.

7. *Transformateurs destinés à transmettre les courants de signalisation à basse fréquence de 16 à 50 hertz*

Pour ces fréquences, on caractérise un transformateur de ligne par son rendement énergétique. Pour permettre de comparer les transformateurs entre eux, on mesure le rendement énergétique en fermant le côté « ligne » du transformateur sur une impédance de 2000 ohms (résistance pure) et en appliquant une tension de 45 $\pm$ 3 volts au côté « central » du transformateur. Le rendement énergétique ne doit pas être inférieur à 55 %.

Dans la recommandation ci-dessus, on suppose que le rapport de transformation est égal à 1. Si le rapport de transformation n diffère de la valeur 1, il faut remplacer l'impédance de 2000 ohms sur laquelle est fermé le transformateur par une impédance égale à $\frac{2000}{n^2}$ ohms.

B. Termineurs

1. Cette spécification s'applique aux termineurs comportant un transformateur différentiel.

2. La valeur minimum de l'affaiblissement composite du termineur, mesuré entre les paires de bornes « entrée » et « sortie » du circuit à quatre fils, fermées sur des résistances de 600 ohms (les bornes « ligne » et « équilibreur » étant elles-mêmes raccordées à des résistances de 600 ohms), et à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises, doit être au moins égale à 7 népers ou 61 décibels; pour la mesure, on met en court-circuit les condensateurs du termineur; si ces condensateurs sont inaccessibles, la limite de 7 népers est ramenée à 6 népers ou 52 décibels.

Cependant, ces valeurs ne doivent être réalisées que dans les cas où l'on a de bonnes raisons de penser que le termineur travaillera avec un circuit à quatre fils prolongé par un circuit à deux fils de grande longueur comprenant des répéteurs à deux fils. Dans les conditions d'exploitation modernes, et pour des termineurs connectés entre un circuit à quatre fils et un circuit de prolongement à deux fils de faible longueur, sans répéteur, on peut admettre un affaiblissement composite de 4,6 népers (40 décibels) dans toute la bande de fréquences de 300 à 3400 Hz, que les condensateurs soient en circuit ou en court-circuit, cet affaiblissement étant mesuré selon la méthode décrite plus haut.

3. L'affaiblissement composite du termineur dans le sens circuit à quatre fils vers circuit à deux fils et vice versa ne doit pas dépasser 5,5 dNp (4,8 décibels), y compris l'affaiblissement du filtre ou des dispositifs similaires. Dans le cas où le termineur et le filtre forment deux appareils distincts, la limite d'affaiblissement du termineur est ramenée à 5 dNp ou 4,3 décibels.

4. L'impédance, mesurée à la sortie du termineur, destinée à être reliée au jack du circuit sur lequel le termineur doit être placé, doit avoir la valeur recommandée par le C.C.I.T.T. pour l'impédance des circuits internationaux et des répéteurs, lorsque les trois autres sorties sont fermées sur des résistances pures ayant la même valeur que l'impédance nominale des lignes ou répéteurs avec lesquels le termineur sera utilisé. Il est désirable que les impédances soient, autant que possible, indépendantes de la fréquence.

C. Installations d'alimentation des répéteurs

1. Par suite de la nécessité d'assurer sur les circuits internationaux un service ininterrompu, il est indispensable de prévoir les installations d'alimentation de telle façon qu'il soit possible de remédier aux interruptions des sources normales.

2. Il est nécessaire que l'installation d'alimentation entière soit suffisamment exempte de perturbations.

Dans le cas où les stations de répéteurs sont pourvues d'installations d'alimentation en courant continu (batteries d'accumulateurs, redresseurs) commandées à un constructeur différent de celui qui fournit les répéteurs, l'administration intéressée doit se mettre d'accord avec les deux fournisseurs pour que cette prescription soit observée.

3. L'installation doit être établie de telle sorte que les variations des tensions d'alimentation (tension de chauffage des cathodes, tension d'alimentation des plaques et tensions de polarisation des grilles de commande) ne dépassent pas $\pm$ 2% de leur valeur nominale. Il est recommandable de prévoir dans ce but des dispositifs spéciaux de réglage automatique.

D. Câblages des stations de répéteurs a fréquences vocales

a) *Câblages entre la tête de câble et les protecteurs*, s'il en existe, ou entre la tête de câble et les transformateurs de ligne, s'il n'existe pas de protecteurs.

Tension minimum de claquage: 2000 volts (tension efficace appliquée pendant au moins deux secondes entre tous les conducteurs en parallèle et l'enveloppe mise à la terre). L'essai se fera avec du courant alternatif à 50 hertz.

Résistance d'isolement: 600 mégohms × kilomètre, entre un conducteur et tous les autres conducteurs réunis entre eux et connectés à la terre et aussi à l'enveloppe métallique éventuelle du câble.

b) *Câblages compris entre les protecteurs*, s'il en existe, ou les transformateurs de ligne, s'il n'existe pas de protecteurs, *et les baies de répéteurs.*

Tension minimum de claquage: 500 volts (voir ci-dessus les conditions de mesure), Isolement: 100 mégohms × kilomètre (voir ci-dessus les conditions de mesure).

c) *Diaphonie due aux câblages*

(Voir les Avis G.531 et G.532.)

d) *Spécifications*

(Voir l'Avis G.231-D.)

SECTION 6

COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE

6.1 Circuits radiotéléphoniques

AVIS G.611

LIAISONS RADIOTÉLÉPHONIQUES INTERCONTINENTALES ET UTILISATION DES FAISCEAUX HERTZIENS DANS LES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX [1, 2]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

a) que les systèmes radiotéléphoniques reliant actuellement les divers pays emploient ordinairement des fréquences porteuses inférieures à 30 MHz environ [3];

b) que l'insertion d'une telle liaison radioélectrique dans un circuit téléphonique à grande distance implique certaines conditions spéciales créant des difficultés particulières que l'on ne rencontre pas lorsqu'on emploie exclusivement des circuits métalliques;

c) qu'une telle liaison radiotéléphonique diffère d'un circuit métallique par les points suivants:

c.1 une liaison radiotéléphonique de cette nature est sujette à des variations d'affaiblissement et aux difficultés particulières résultant de l'évanouissement des signaux;

c.2 une liaison radiotéléphonique de cette nature est affectée par les bruits causés par les parasites atmosphériques, dont l'intensité peut atteindre ou même dépasser une valeur comparable à celle du signal que l'on désire recevoir;

c.3 des précautions spéciales sont nécessaires dans l'établissement et la maintenance d'une telle liaison, afin d'éviter au récepteur radioélectrique les perturbations causées par tout émetteur radioélectrique, et spécialement par celui qui fait partie de la liaison radioélectrique considérée;

c.4 afin de maintenir la liaison radiotéléphonique dans les meilleures conditions, du point de vue de la qualité de la transmission, il est nécessaire de prendre des mesures particulières pour s'assurer que l'émetteur radioélectrique fonctionne autant que possible toujours à pleine charge, quels que soient la nature et l'affaiblissement du système téléphonique connecté à la liaison radiotéléphonique;

c.5 il est nécessaire de prendre des mesures pour éviter ou corriger les conditions anormales d'amorçage d'oscillations ou de diaphonie;

---

[1] Voir dans la section 1 ci-dessus les caractéristiques générales des circuits intercontinentaux ne comportant que des sections terrestres ou sous-marines.

[2] Avis 335-1 du C.C.I.R. Tous les avis du C.C.I.R. cités dans la section 6 se trouvent dans l'ouvrage intitulé « C.C.I.R. — Documents de la XI[e] Assemblée plénière (Oslo, 1966) — Volume III ».

[3] Chaque fois qu'il est fait mention, dans le texte qui suit, de la limite de 30 MHz, on doit comprendre « environ 30 MHz ».

c.6 bien que la bande des fréquences effectivement transmises qui a été recommandée pour les circuits internationaux terrestres ait été déterminée d'après l'étude des besoins de l'oreille humaine, cette bande (dans le cas d'une liaison radiotéléphonique travaillant sur des fréquences inférieures à 30 MHz) peut être limitée par la nécessité de placer le maximum de voies téléphoniques dans cette partie du spectre radioélectrique et de ne pas occuper, par voie téléphonique, une bande de fréquences radioélectriques plus large qu'il n'est nécessaire;

c.7 une telle liaison radiotéléphonique est, en général, une liaison internationale à grande distance, assurant un service téléphonique entre deux réseaux étendus, et ce fait présente une grande importance à deux points de vue;

c.7.1 d'une part, les conversations intercontinentales ont, en général, beaucoup d'importance pour les usagers et, d'autre part, elles sont échangées dans des langues qui ne sont pas toujours la langue maternelle des correspondants, de sorte qu'une bonne qualité de l'audition est particulièrement importante;

c.7.2 il ne convient pas de priver le public d'un service très utile sous le prétexte qu'il n'offre pas toujours la qualité désirable pour les communications à grande distance,

émet, à l'unanimité, l'avis

1. *Liaisons employant des fréquences supérieures à 30 MHz*

qu'on doit, chaque fois qu'il est possible, et afin de rendre moins difficile le problème de l'assignation des fréquences radioélectriques, réaliser les communications téléphoniques entre points fixes par lignes métalliques ou faisceaux hertziens employant des fréquences supérieures à 30 MHz; lorsque ceci peut être effectué, l'objectif doit être d'atteindre les qualités de transmission recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits métalliques internationaux de téléphonie.

2. *Liaisons employant des fréquences inférieures à 30 MHz*

2.1 que, étant donné la nécessité d'économiser le spectre des fréquences, lorsqu'il s'agit de liaisons internationales constituées principalement par une liaison radioélectrique unique à grande portée travaillant sur des fréquences inférieures à 30 MHz, il convient d'employer le plus possible les systèmes à bande latérale unique, de transmettre une bande de fréquences moindre que la bande de 300 à 3400 Hz recommandée par le C.C.I.T.T. pour les circuits terrestres, et, de préférence, d'abaisser la fréquence supérieure à 3000 Hz ou moins, mais pas au-dessous de 2600 Hz, sauf dans des cas spéciaux;

2.2 que, malgré la nécessité de tolérer de grandes variations du niveau des bruits sur une telle liaison radiotéléphonique, tous les efforts possibles soient faits pour que la liaison soit affectée au minimum par les bruits et les évanouissements, en employant des moyens techniques tels que la modulation complète de l'émetteur, les antennes directives, la transmission à bande latérale unique[1];

2.3 que, pendant les périodes où une telle liaison radiotéléphonique est prolongée par un circuit muni de suppresseurs d'écho, on devra s'assurer que l'intensité des courants perturbateurs n'a pas une valeur suffisante pour que les suppresseurs d'écho soient fréquemment actionnés;

---

[1] Le C.C.I.R. indique, dans son Avis 339-1, que l'écart entre signal et bruit en basse fréquence (pour une largeur de bande basse fréquence de 3 kHz, le signal à basse fréquence étant mesuré avec un v.u. mètre) devrait être au moins égal à 33 décibels dans les cas suivants:

— circuit téléphonique à double bande latérale de modulation, assurant un service commercial de bonne qualité;

— liaison radioélectrique à bande latérale unique procurant 1 ou 4 voies téléphoniques.

2.4 qu'une telle liaison radiotéléphonique soit munie d'un suppresseur de réaction (dispositif de commutation commandé par la voix — voir l'Avis G.623) afin d'éviter un amorçage d'oscillations ou des échos perturbateurs sur l'ensemble du circuit;

2.5 qu'une telle liaison radiotéléphonique soit munie d'appareils de réglage automatique de gain afin de compenser automatiquement, autant que possible, les phénomènes d'évanouissements;

2.6 que les appareillages terminaux d'une telle liaison radiotéléphonique soient tels qu'elle puisse être connectée, comme un circuit quelconque, avec tout autre type de circuit;

2.7 que, dans les cas où l'on emploie un dispositif de secret des conversations (voir l'Avis G.624), ce dispositif n'affecte pas sensiblement la qualité de la transmission téléphonique;

2.8 que, lorsqu'il n'existe pas de dispositifs automatiques appropriés, un opérateur agisse aussi souvent qu'il est nécessaire sur les commandes, de façon à assurer le meilleur réglage de la charge de l'émetteur, du niveau à la sortie du récepteur et des conditions de fonctionnement des suppresseurs de réaction (voir l'Avis G.621).

Remarque. — Bien que les directives énoncées dans le paragraphe 2 du présent avis soient beaucoup moins sévères que celles imposées aux circuits internationaux terrestres sur fil, l'objectif reste d'atteindre les mêmes normes de transmission téléphonique dans tous les cas. Ceci étant, il est souhaitable que les systèmes téléphoniques connectés à une liaison radiotéléphonique soient conformes aux avis du C.C.I.T.T. relatifs aux conditions générales auxquelles doivent satisfaire les circuits internationaux employés pour la téléphonie terrestre sur fil, notamment en ce qui concerne l'équivalent, les distorsions, les bruits, les échos et les phénomènes transitoires (voir la section 1 de cet ouvrage).

Compte tenu des paragraphes 1 et 2 du présent avis, il est souhaitable que dans chaque cas particulier les administrations et les exploitations privées intéressées se mettent d'accord, tout d'abord, pour savoir jusqu'à quel point on peut atteindre, dans le cas considéré, les normes généralement employées pour les lignes internationales terrestres sur fil. Si la technique recommandée dans le paragraphe 1 de cet avis peut être appliquée, l'objectif doit être de réaliser autant que possible les caractéristiques recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits téléphoniques internationaux terrestres sur fil. Dans le cas où cela n'est pas possible, les administrations ou exploitations privées intéressées doivent étudier la meilleure solution, en se plaçant à la fois au point de vue technique et au point de vue économique.

AVIS G.612

INTERCONNEXION DE DEUX CIRCUITS RADIOTÉLÉPHONIQUES AU MOYEN D'UN CIRCUIT TERRESTRE A QUATRE FILS

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que, dans un grand nombre de cas, il a été possible de relier ensemble deux circuits radiotéléphoniques au moyen d'un circuit terrestre à quatre fils par la connexion en tandem de ces trois circuits, sans introduire aucune modification à la méthode habituelle;

que, toutefois, dans d'autres cas, en raison notamment d'une intensité élevée des bruits radioélectriques ou des bruits de circuit produits sur l'un des circuits terrestres extrêmes, cette méthode n'a pas donné de résultats satisfaisants, en particulier par suite du fonctionnement intempestif des suppresseurs d'écho ou des suppresseurs de réaction,

émet, à l'unanimité, l'avis

que, lorsque la méthode habituelle de connexion directe de deux circuits radiotéléphoniques et d'un circuit terrestre à quatre fils intermédiaire ne donne pas des résultats satis-

faisants, il y a lieu d'employer l'un des procédés suivants, qui sont susceptibles d'apporter des améliorations notables:

a) mise hors circuit des suppresseurs de réaction placés aux points de jonction du circuit terrestre intermédiaire et des liaisons radiotéléphoniques;

b) mise hors circuit du suppresseur d'écho placé sur le circuit terrestre interurbain (cette manœuvre serait facilitée au cas où les deux moitiés du suppresseur d'écho se trouveraient aux extrémités du circuit);

c) réglage de la sensibilité des dispositifs de blocage à une valeur telle qu'ils discriminent entre les bruits et les courants de conversation supposés séparés par une différence de niveau suffisante.

Remarque. — Des méthodes techniques nouvelles sont à l'étude pour améliorer le fonctionnement des circuits en tandem. C'est ainsi que plusieurs administrations ont étudié l'emploi de méthodes de commande à distance des dispositifs de blocage, soit par des signaux auxiliaires de fréquence déterminée, soit par l'onde porteuse elle-même.

6.2 Dispositifs associés aux circuits radiotéléphoniques

AVIS G.621

DISPOSITIFS DE MESURE ET DE RÉGULATION DU VOLUME DES SONS VOCAUX

A. INSTRUMENT PERMETTANT A L'OPÉRATEUR SPÉCIAL, QUI SE TROUVE AU POINT DE JONCTION ENTRE LA LIAISON RADIOTÉLÉPHONIQUE ET LE CIRCUIT MÉTALLIQUE, DE MESURER LE VOLUME

Le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis*

1. que les instruments qu'il convient d'installer sur la position de surveillance, desservie par l'opérateur spécial, dépendent des renseignements que l'on désire posséder sur le volume instantané transmis par le circuit au point où ces appareils sont placés;

2. que la pratique actuelle est ordinairement d'employer deux appareils distincts dont la réalisation peut d'ailleurs varier. Le premier indique les pointes de puissance (indicateur d'impulsions maxima, indicateur de crête ou indicateur d'amplitude maximum); le deuxième suit en moyenne les variations du volume (indicateur de volume ou indicateur d'impulsions moyennes). De cette manière, on est à même, d'une part, de protéger le poste radioémetteur contre les surcharges trop fréquentes (parfois au moyen d'un limiteur automatique) et, d'autre part, de régler la modulation du poste radioémetteur à sa valeur optimum. Il peut être désirable, dans certains cas, d'employer simultanément ces deux types d'appareils;

3. qu'il est possible cependant d'employer un appareil unique dont la fonction est d'intégrer la puissance transmise sur le circuit pendant un intervalle de temps égal à l'inter-

valle maximum pendant lequel un excès de modulation est sans inconvénient. Les constantes d'un tel appareil peuvent d'ailleurs être choisies de manière à le faire fonctionner soit en indicateur de crête, soit en indicateur de volume (ou indicateur d'impulsions moyennes), suivant les desiderata de l'exploitation. Il est alors possible de régler la modulation de manière que l'aiguille de l'instrument ne dépasse qu'exceptionnellement une limite fixée;

4. que, bien que l'exploitation des communications radiotéléphoniques à grande distance n'exige pas l'unification des caractéristiques de ces divers appareils, il est néanmoins très désirable d'adopter ultérieurement des caractéristiques uniformes pour les appareils utilisés par les différentes administrations et exploitations privées téléphoniques, de manière à rendre possible la comparaison des observations faites aux extrémités d'une même liaison.

Il y a lieu de se conformer à ce sujet aux indications données dans l'Avis P.52 (tome V du *Livre Blanc*).

B. Régulateur de volume

Le C.C.I.T.T.,

considérant

qu'il est désirable d'assurer la constance approximative de la charge du radioémetteur, malgré les variations du volume provenant de l'abonné qui parle,

émet, à l'unanimité, l'avis

qu'il convient d'insérer sur les circuits radiotéléphoniques internationaux (sauf pour les circuits de faible longueur), au point de jonction du réseau téléphonique terrestre et de la liaison radiotéléphonique, un régulateur de volume, soit à commande manuelle, soit à commande automatique.

Des régulateurs de ces deux types sont actuellement utilisés par différentes administrations et exploitations privées et donnent satisfaction dans les conditions du service courant.

L'annexe ci-après définit les fonctions essentielles que doit remplir un régulateur automatique de volume de type relativement simple. Les nombres qui y figurent, donnés à titre indicatif, correspondent à des régulateurs effectivement en service.

On peut aussi vouloir disposer d'un régulateur plus parfait mais qui devrait être en conséquence plus complexe.

ANNEXE
(à l'Avis G.621)

Conditions auxquelles doit satisfaire un régulateur automatique de volume inséré au point de jonction du réseau téléphonique terrestre et d'une liaison radiotéléphonique

Un régulateur automatique de volume inséré au point de jonction du réseau terrestre et d'une liaison radiotéléphonique doit, autant que possible, satisfaire aux conditions suivantes (les valeurs numériques étant données à titre indicatif).

1. *Condition générale.* — La vitesse de réglage du gain et les autres caractéristiques de fonctionnement du régulateur doivent être telles qu'elles ne produisent aucune réduction appréciable, soit de la qualité de la transmission, soit du naturel de la conversation, dans toute la bande des fréquences dans laquelle le régulateur doit fonctionner (250 à 2750 Hz).

2. *Caractéristique statique.* — Un régulateur automatique de volume peut être défini d'une manière suffisante par la donnée de sa caractéristique en régime permanent (ou caractéristique statique) et des durées de ses périodes transitoires initiale et finale.

La caractéristique statique (figure 1) doit être telle que le régulateur assure en moyenne la régulation du volume à ses bornes de sortie en fonction du volume à ses bornes d'entrée: pour une variation de l'ordre de 5 népers (43,4 décibels) du volume à l'entrée, le volume à la sortie doit varier de moins de $\pm$ 0,3 néper ($\pm$ 2,6 décibels).

Au-dessous de cet intervalle de régulation, le gain du régulateur doit rester constant.

3. *Périodes transitoires.* — Les périodes transitoires initiale et finale du régulateur peuvent être soit différentes (cas a), soit égales (cas b):

Cas a. — La période transitoire initiale du régulateur doit être de l'ordre d'une fraction de la durée d'un logatome, afin que l'appareil s'ajuste rapidement à la valeur que le volume des sons de la parole prend immédiatement après une période de silence.

La période transitoire finale du régulateur doit être de l'ordre de la durée de plusieurs logatomes, afin que les variations du volume, lors de l'émission de plusieurs syllabes consécutives, soient conservées et que le naturel de la voix soit ainsi respecté.

De plus, en vue d'éviter le fonctionnement intempestif des suppresseurs de réaction, il est nécessaire que le gain du régulateur ne s'élève pas, durant les périodes de silence, au-dessus d'une valeur déterminée.

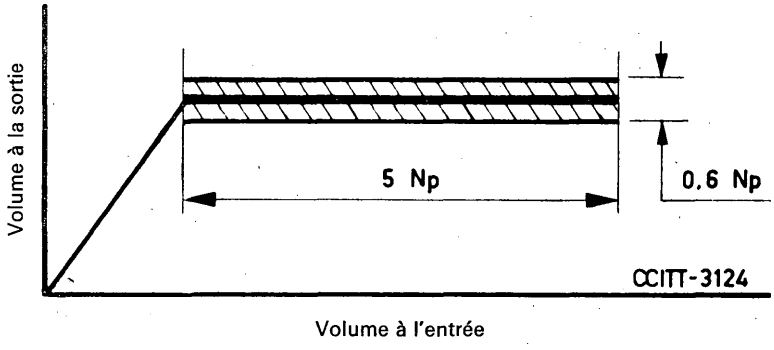


FIGURE 1. — **Caractéristique statique d'un régulateur automatique de volume**

Cas b. — Lorsque les périodes transitoires initiale et finale du régulateur sont égales, elles doivent être de l'ordre de la durée de plusieurs logatomes, afin de respecter le naturel de la voix; mais en ce cas, afin d'éviter une surcharge du radioémetteur au début d'une émission vocale nouvelle, il est nécessaire que le régulateur conserve pendant les intervalles de silence un gain voisin de celui qu'il avait lorsque l'abonné a cessé de parler.

4. *Sensibilité aux bruits.* — Il est désirable que dans son ensemble le régulateur soit insensible aux bruits d'origine étrangère. Dans ce but, on pourra par exemple rendre le régulateur insensible aux excitations dont les fréquences sont en dehors de la bande de 600 à 2000 Hz.

Il doit être entendu que l'action de pareils régulateurs pourra être inefficace lorsque les conditions de bruit ou d'évanouissement des signaux seront particulièrement défavorables. En ce cas, il pourra être nécessaire de revenir à une méthode de régulation manuelle.

AVIS G.622

CORRECTEUR D'ÉVANOUISSEMENT

Le C.C.I.T.T.,

considérant

1. qu'il est désirable d'assurer la constance approximative du volume que le radiorécepteur fournit au réseau téléphonique terrestre, malgré les variations de volume du signal reçu;

2. que les phénomènes d'évanouissement des signaux observés à l'extrémité réceptrice d'une liaison radioélectrique varient considérablement suivant la longueur de l'onde porteuse employée;

3. que l'intérêt des correcteurs d'évanouissement destinés aux circuits radiotéléphoniques internationaux est surtout limité, pour le moment, au cas des ondes courtes, auquel se rapporte en conséquence le présent avis;

4. que le problème du maintien de la constance du débit en basse fréquence se présente d'une manière différente suivant le système de modulation utilisé et que le présent avis s'applique au cas de la modulation de l'amplitude de l'onde porteuse, système qui est, à présent, le plus employé en radiotéléphonie commerciale;

5. que dans le cas d'évanouissement sélectif prononcé, les correcteurs d'évanouissement considérés dans le présent avis pourraient ne pas fonctionner d'une façon satisfaisante et qu'il y a lieu en ce cas de recourir à d'autres dispositions techniques, notamment à l'emploi de plusieurs antennes séparées dans l'espace et à l'emploi de postes radiorécepteurs de types spéciaux.

émet, à l'unanimité, l'avis

que les correcteurs d'évanouissement devraient avoir des caractéristiques se rapprochant des données suivantes:

1. *Régulation en régime permanent.* — Pour des variations du volume de la haute fréquence à l'entrée, de l'ordre de 6 népers ou 52 décibels, les variations du volume de la basse fréquence à la sortie du récepteur ne doivent pas dépasser $\pm$ 0,3 néper ($\pm$ 2,6 décibels) dans toute la bande des fréquences transmises. Ce résultat est généralement obtenu par des variations du potentiel de grille des lampes de un ou plusieurs étages commandés soit par la tension redressée d'un seul étage, soit par les tensions redressées de plusieurs étages agissant séparément.

2. *Constante de temps.* — La constante de temps de ces appareils, aussi bien pour la période transitoire initiale que pour la période transitoire finale, doit pouvoir prendre plusieurs valeurs comprises entre 0,1 seconde et 1 ou 2 secondes, ou même davantage.

Il est désirable que l'opérateur technique dispose d'une commutation par plots, lui permettant de choisir la valeur de la constante de temps la plus favorable à un moment donné. En pratique, un petit nombre de plots (2 ou 3) a été trouvé suffisant.

3. *Distorsion d'affaiblissement.* — Le correcteur d'évanouissement ne doit introduire qu'une distorsion d'affaiblissement négligeable à la sortie du poste radiorécepteur.

AVIS G.623

SUPPRESSEURS DE RÉACTION ET SUPPRESSEURS D'ÉCHO

A. Classification et caractéristiques des divers types de suppresseurs de réaction [1]

a) *Classification*

La classification des divers types de suppresseurs de réaction est basée sur l'état dans lequel ces dispositifs mettent la liaison au repos, c'est-à-dire pendant les intervalles de silence des deux correspondants.

Considérons une des extrémités A d'un tel circuit AB et ses deux voies Emission (E) et Réception (R); on peut remarquer tout d'abord qu'il n'est nullement nécessaire que les suppresseurs soient identiques des deux côtés, et que des liaisons fonctionnent parfaitement avec des appareils de principe différents en A et B.

Or, à l'une des extrémités, on peut avoir, au repos, les quatre possibilités suivantes:

1. voies Emission et Réception toutes deux débloquées (ED et RD);
2. voie Emission débloquée et voie Réception bloquée (ED et RB);
3. voie Emission bloquée et voie Réception débloquée (EB et RD);
4. voies Emission et Réception toutes deux bloquées (EB et RB).

Or, l'état au repos de la liaison peut dépendre de son état antérieur au travail, c'est-à-dire du sens suivant lequel les courants vocaux se sont propagés en dernier lieu sur le circuit; on se trouve donc pendant un intervalle de silence devant l'alternative suivante; le correspondant A vient de cesser de parler ou vient de cesser d'écouter (c'est-à-dire que le correspondant B vient de cesser de parler). Dans chacun de ces deux cas l'extrémité A peut, théoriquement tout au moins, se trouver au repos dans l'un quelconque des quatre états 1 à 4 indiqués précédemment.

On se trouve donc en présence de seize systèmes possibles que l'on peut représenter par les seize combinaisons suivantes *dans lesquelles le premier chiffre* [2] *représente l'état au repos de l'extrémité A, quand A vient de cesser d'émettre, et le deuxième chiffre l'état au repos de l'extrémité A, quand A vient de cesser de recevoir :* 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4.

Les quatre combinaisons 1-1, 2-2, 3-3 et 4-4 correspondent à des systèmes dans lesquels l'état au repos de la liaison est indépendant de l'état antérieur au travail; ce sont ceux qui ont été les plus utilisés jusqu'à présent.

La combinaison 2-3 correspond au cas d'un système dans lequel le circuit reste, au repos, dans l'état où l'a mis celui des deux correspondants qui a parlé le dernier.

On pourrait concevoir tout aussi bien un mode d'exploitation où le dispositif correspondant à la combinaison inversée 3-2 serait également intéressant; dans ce cas, le fait que l'un des deux interlocuteurs cesse de parler prépare la liaison à transmettre la parole de l'autre; on ne connaît cependant pas de système basé sur ce principe.

Les dix autres combinaisons ne paraissent pas présenter à première vue de particularités très intéressantes et semblent même souvent assez illogiques; elles n'ont donné lieu en tout cas à aucune réalisation.

Il n'en est pas de même pour les cinq combinaisons 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 2-3 qui correspondent toutes à des systèmes existants.

Certains circuits radiotéléphoniques de faible importance et à trafic réduit (relations intercoloniales, par exemple), ont été réalisés suivant le principe de la combinaison 1-1 (les deux voies toujours débloquées au repos).

A la combinaison 2-2 (voie émission débloquée et voie réception bloquée) on peut rattacher en particulier le principe du suppresseur d'écho dit *à suppresseur de suppresseur* dans lequel, au repos, la voie émission est ouverte et la voie réception est affaiblie.

---

[1] Le C.C.I.R., dans son Avis 75, n'a pas jugé utile d'adopter une classification des suppresseurs de réaction.

[2] L'on fait usage de chiffres au lieu d'initiales pour éviter les confusions que risqueraient d'entraîner celles-ci, suivant la langue utilisée.

Classifications des différents types de suppresseurs de réaction

Combinaison servant à caractériser le type de suppresseur de réaction	Etat de la liaison au repos		Opérations qui s'accomplissent au travail			Principes de fonctionnement	Exemples de dispositifs utilisant les principes correspondants
	Emission	Réception	Fonction de déblocage	1re fonction de blocage	2e fonction de blocage		
1-1 (U)	D	D		RBE		Emission et réception débloquées (au repos) et blocage (unilatéral) de l'émission par la réception	Liaisons très peu importantes et de faible trafic
1-1	D	D		RBE	EBR	Emission et réception débloquées (au repos) et blocage bilatéral	Liaisons peu importantes et de faible trafic
2-2	D	B	RDR	RBE	EBR	Réception bloquée (au repos) et blocage bilatéral	(Suppressor-Suppressor)
3-3	B	D	EDE	RBE	EBR	Emission bloquée (au repos) et blocage bilatéral	VODAS
4-4 (U)	B	B	EDERDR	RBE		Emission et réception bloquées (au repos) et blocage (unilatéral) de l'émission par la réception	Système étudié en France
4-4	B	B	EDERDR	RBE	EBR	Emission et réception bloquées (au repos) et blocage bilatéral	Système utilisé en France; système américain dit « à commande positive »
2-3	D ou B	B ou D	RDR ou EDE	RBE	EBR	Blocage basculant	Système à commande différentielle utilisé en Allemagne

La troisième combinaison 3-3 (voie émission bloquée et voie réception débloquée, au repos) correspond à l'un des systèmes les plus utilisés — principe des suppresseurs de réaction tels que le VODAS *(voice operated device anti-singing)*.

La quatrième combinaison 4-4 (les deux voies bloquées au repos) est utilisée depuis longtemps sur toutes les grandes liaisons radiotéléphoniques françaises. C'est également sur le même principe que sont réalisés les systèmes américains dit « à commande positive des dispositifs commutateurs-récepteurs » tels que CODAN *(carrier operated device anti-noise)*.

Enfin, la cinquième combinaison 2-3 fait l'objet d'une intéressante réalisation en Allemagne (suppresseur de réaction différentiel).

Le mode de réalisation des différents types de suppresseurs de réaction est très variable. La classification donnée ci-dessus ne précise pas le mode de réalisation ni les caractères secondaires. Le C.C.I.T.T. considère qu'il ne convient pas de donner des dénominations détaillées et recommande de désigner les divers types de suppresseurs de réaction par une combinaison de deux chiffres. Cependant, en vue d'éviter des confusions, l'on fera en outre suivre la combinaison de ces deux chiffres de la lettre U (unilatéral), lorsque le suppresseur de réaction effectue un blocage unilatéral de l'émission par la réception.

b) *Caractéristiques essentielles des suppresseurs de réaction du type 3-3* (VODAS)

Les caractéristiques essentielles des suppresseurs de réaction du type 3-3 (VODAS) pour l'exploitation téléphonique de poste à poste entre stations fixes et qui devraient être normalisées sont les suivantes:

1. Quand il n'y a pas de conversation en cours, la voie de réception est débloquée, la voie d'émission est bloquée.

2. Quand l'abonné (dans un pays) commence à parler, la voie de réception dans le même pays est d'abord bloquée, la voie d'émission dans le même pays se débloque ensuite et les courants vocaux parviennent au radioémetteur. Quand l'émission vocale s'arrête, la voie d'émission est d'abord bloquée au bout d'un intervalle de temps d'environ 120 millisecondes, puis la voie de réception est débloquée seulement après un court intervalle de temps suffisant pour empêcher que les ondes vocales transmises, rayonnées par le radioémetteur, ne puissent entrer sur la voie de réception par un chemin d'écho produit à l'extrémité rapprochée.

3. Quand commence (après un intervalle de silence de durée suffisante) la réception des courants vocaux, le blocage normal sur la voie de transmission est maintenu, et les conditions normales de déblocage de la voie de réception permettent à ces courants vocaux d'atteindre l'abonné. Quand cesse la réception des courants vocaux, la commande du blocage de la voie d'émission est supprimée, mais seulement après un court intervalle de temps, suffisant pour prévenir le risque qu'un écho des courants vocaux provenant du circuit terrestre puisse agir sur la voie d'émission.

4. Les détecteurs qui commandent le fonctionnement des relais des suppresseurs de réaction VODAS sont prévus pour faire la distinction entre courants vocaux et bruits, de façon à réduire les fonctionnements intempestifs éventuels.

c) *Caractéristiques essentielles des suppresseurs de réaction du type 2-3*

Le suppresseur du type 2-3 a les caractéristiques suivantes:

1. A l'état de repos la voie d'émission est débloquée pour l'abonné qui a parlé le dernier. Quand, par exemple, l'abonné dans l'autre pays a parlé le dernier, la voie de réception est débloquée et celle d'émission est bloquée.

2. Quand l'abonné, qui a parlé le dernier avant l'état de repos, recommence à parler, sa voie d'émission reste débloquée et la voie inverse est bloquée pour des tensions vocales qui sont inférieures (ou pas sensiblement supérieures) à celles de l'abonné qui est en train de parler.

3. Quand l'abonné qui n'a pas parlé le dernier avant l'état de repos commence à parler, les tensions vocales débloquent la nouvelle voie d'émission avec une sensibilité si grande et un temps de fonctionnement si court que les syllabes initiales ne sont pas coupées sensiblement. La voie inverse est bloquée pour des tensions vocales inférieures (ou pas sensiblement supérieures).

4. Quand l'abonné cesse de parler, la voie d'émission reste débloquée, de sorte que des syllabes finales à voix basse ne peuvent être supprimées. Si la voie de réception était débloquée, la voie d'émission reste bloquée encore environ 125 ms, afin qu'un écho possible de la dernière syllabe ne change pas la position du suppresseur dans le circuit de prolongement.

5. Le suppresseur ne fonctionne que dans le cas où le sens de conversation change. De cette façon, un fonctionnement inutile est évité au commencement et à la fin des intervalles de silence.

6. Un abonné peut interrompre son correspondant en élevant la voix si, à l'autre extrémité de la liaison radioélectrique, on utilise également un suppresseur basculant.

7. Le cas échéant, un abonné peut surmonter les bruits sur la voie inverse (par exemple, bruits à la réception) en élevant la voix et en débloquant ainsi sa voie d'émission.

8. Les circuits de commande peuvent être constitués de façon qu'ils soient moins influencés par le bruit que par la voix. Ce fonctionnement sélectif peut aussi être effectué par des régulateurs automatiques de volume adaptés à cet emploi.

Remarque. — La classification ci-dessus pourra être éventuellement complétée s'il apparaît que de nouveaux types de suppresseurs de réaction ont été mis au point pour une utilisation pratique. Dans ce cas, leurs caractéristiques essentielles seront indiquées à la fin de cet avis.

B. PROTECTION DES SUPPRESSEURS DE RÉACTION PLACÉS SUR UN CIRCUIT RADIOTÉLÉPHONIQUE

Le C.C.I.T.T.,

considérant

qu'en ce qui concerne la protection des suppresseurs de réaction placés au voisinage de l'opérateur spécial contre l'action intempestive des pointes de bruits parasites, un instrument de mesure n'est pas toujours nécessaire, et qu'il peut suffire de disposer d'un simple indicateur d'amplitude maximum fonctionnant chaque fois que le suppresseur de réaction a été actionné, l'opérateur spécial réglant alors l'amplification en conséquence;

considérant, toutefois,

qu'on pourra parfois trouver désirable, dans le cas des suppresseurs de réaction, et qu'il sera en tout cas nécessaire dans le cas des suppresseurs d'écho placés sur les lignes terrestres, d'employer un instrument de mesure,

émet, à l'unanimité, l'avis

que, pour protéger les suppresseurs de réaction placés sur un circuit radiotéléphonique contre l'action intempestive des pointes de bruits parasites, il est recommandable d'utiliser un volumètre (indicateur de volume, ou indicateur d'impulsions, dont les caractéristiques sont indiquées dans l'Avis P.52, tome V du *Livre Blanc*), en s'assurant que la caractéristique, en fonction de la fréquence, de cet appareil correspond bien à celle du suppresseur qu'il s'agit de protéger.

C. Fonctionnement intempestif (sous l'action des bruits perturbateurs) des suppresseurs de réaction ou des suppresseurs d'écho insérés dans une communication téléphonique internationale empruntant des circuits radiotéléphoniques et des circuits terrestres

Comme conséquence de l'amélioration des circuits radiotéléphoniques effectuée récemment (surtout en ce qui concerne les bruits perturbateurs), les fonctionnements intempestifs des suppresseurs d'écho ou des suppresseurs de réaction insérés dans une communication téléphonique internationale empruntant des circuits radiotéléphoniques et des circuits terrestres sont assez rares. D'ailleurs, il existe maintenant des dispositifs pour éviter ces fonctionnements intempestifs et, d'autre part, les suppresseurs de réaction ne sont plus pratiquement utiles sur les circuits terrestres.

AVIS G.624

PRINCIPES DES DISPOSITIFS EMPLOYÉS POUR ASSURER LE SECRET DES CONVERSATIONS [1]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

1. que les dispositifs en question sont destinés à assurer le *secret commercial* plutôt qu'un *secret absolu* des conversations radiotéléphoniques;

2. que, pour assurer au maximum le caractère secret des conversations, les caractéristiques de détail des dispositifs employés et de leur fonctionnement devraient faire l'objet d'un accord entre les administrations ou les exploitations privées intéressées,

émet, à l'unanimité, l'avis

1. que l'exposé des principes et des caractéristiques de ces dispositifs, qui figure aux paragraphes a, b et c ci-après, met le point final à l'étude de ce sujet, en ce qui concerne les circuits radiotéléphoniques exploités sur des fréquences inférieures à 30 MHz environ;

2. que, pour les fréquences supérieures à 30 MHz environ, les caractéristiques des systèmes à utiliser et de leur fonctionnement doivent faire l'objet d'un accord entre les administrations ou les exploitations privées intéressées.

a) *Principe des dispositifs*

On emploie deux types principaux de systèmes pour réaliser le « secret commercial » des circuits radiotéléphoniques travaillant sur des fréquences inférieures à 30 MHz environ.

a.1. *Systèmes à double bande latérale.* On utilise des systèmes à inversion, avec ou sans variation de la fréquence porteuse sur une étendue de quelques centaines de hertz, la bande des fréquences vocales étant inversée par rapport à une fréquence fixe.

[1] Avis 336-1 du C.C.I.R. (avec quelques différences dans l'ordre et la numérotation des paragraphes).

a.2. *Systèmes à bande latérale unique et à bande latérale indépendante.* On utilise des systèmes de découpage de la bande dans lesquels la bande des fréquences vocales est subdivisée en un certain nombre de sous-bandes d'égale largeur que l'on permute avec ou sans inversion de fréquence, selon un rythme récurrent déterminé à l'avance, de manière à former un signal inintelligible. A la réception, on reconstitue les signaux vocaux par un procédé inverse de celui utilisé à l'émission; il est évidemment nécessaire d'assurer un synchronisme rigoureux entre les permutations aux deux stations terminales.

b) *Caractéristiques des dispositifs*

b.1. Les systèmes à découpage de la bande permettent d'assurer un meilleur secret des conversations que les systèmes à inversion mais, pour qu'ils donnent satisfaction, les distorsions doivent être moindres que pour les premiers systèmes.

b.2. L'appareillage est conçu de manière à réduire au minimum la distorsion d'affaiblissement, ainsi que les niveaux des produits de modulation non désirés et des porteuses. Le degré admissible de distorsion due à la présence des dispositifs de secret commercial dépend généralement du type du dispositif de secret utilisé et est fixé d'un commun accord par les administrations et les exploitations privées intéressées.

c) *Emplacement des dispositifs*

Afin de faciliter l'exploitation et l'entretien des appareils, et pour des raisons d'économie, on installe généralement les dispositifs de secret à l'endroit où se réunissent les voies d'émission et de réception d'une liaison.

6.3 Liaisons avec des stations mobiles

AVIS G.631

CONDITIONS REQUISES POUR LES LIAISONS ENTRE LES STATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES MOBILES (PAR EXEMPLE CELLES DES VOITURES, DES AÉRONEFS ET DES NAVIRES) ET LES LIGNES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES [1]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

1. que les conditions qui doivent être définies par voie d'accord international semblent être peu nombreuses;

2. qu'une fois réalisées, de telles conditions permettraient d'assurer des liaisons satisfaisantes entre stations radiotéléphoniques mobiles et lignes téléphoniques internationales;

[1] Correspond à l'Avis 77-1 du C.C.I.R.

émet, à l'unanimité, l'avis

1. que les liaisons radiotéléphoniques du service mobile destinées à être reliées aux réseaux téléphoniques internationaux doivent se terminer (en deux fils, pour l'instant tout au moins), de façon à pouvoir être reliées aux lignes internationales comme n'importe quel autre circuit par fil;

Remarque. — A titre d'information, s'il s'agit d'une terminaison à deux fils, il est désirable de se référer à l'ancien Avis G.123 (tome III du *Livre Rouge*) relatif à l'impédance des circuits interurbains et internationaux. Cet avis précisait:

a) qu'il était désirable d'adopter pour l'impédance des circuits à deux fils la même valeur nominale que pour l'impédance des circuits à quatre fils;

b) que la valeur nominale de l'impédance des circuits interurbains à quatre fils (vue du jack du tableau commutateur manuel ou vue du sélecteur) devait être normalisée soit à 600 ohms (valeur préférée), soit à 800 ohms, dans un même central interurbain.

S'il s'agit d'une liaison téléphonique vers une station radiotéléphonique mobile aboutissant par quatre fils au central interurbain terrestre, il y a lieu de se référer aux conditions fixées par le C.C.I.T.T. pour le coefficient d'adaptation à la jonction entre des répéteurs à quatre fils et une ligne à quatre fils (Avis G.531), à savoir les valeurs de l'impédance du répéteur, non compris les transformateurs de ligne, mesurée aux bornes d'entrée et de sortie du répéteur et à la fréquence de 800 Hz, doivent en principe avoir la valeur admise par le C.C.I.T.T. pour l'impédance des circuits internationaux.

L'impédance du répéteur, non compris les transformateurs de ligne, sera approximativement égale à celle du circuit sur lequel ce répéteur est supposé être en service, de manière que le module du coefficient d'adaptation

$$\left| \frac{Z - W}{Z + W} \right|$$

soit au maximum égal à 0,4 pour l'impédance d'entrée du répéteur et à 0,6 pour l'impédance de sortie du répéteur, Z étant l'impédance de la ligne (y compris le transformateur de ligne) et W l'impédance du répéteur; ces deux nombres ne doivent être dépassés pour aucune fréquence effectivement transmise.

2. que les volumes de sons vocaux en provenance ou à destination de la liaison radiotéléphonique vers la station radiotéléphonique mobile doivent respecter, autant que possible, les normes du C.C.I.R. et du C.C.I.T.T. en vigueur, qui traitent des connexions avec les circuits internationaux;

3. qu'en ce qui concerne la bande des fréquences effectivement transmises par une liaison téléphonique avec une station radiotéléphonique mobile, l'idéal serait d'avoir les mêmes conditions que pour les circuits internationaux terrestres (voir l'Avis G.132).

Bien que des limitations à ce sujet ne proviennent pas des équipements terminaux, il faut considérer que, dans le cas des liaisons téléphoniques avec des stations radiotéléphoniques mobiles utilisant des fréquences porteuses inférieures à 30 MHz environ, il y a des limitations dues par exemple à la nécessité d'obtenir le maximum de voies téléphoniques dans cette région du spectre radioélectrique, ce qui oblige à n'occuper par voie de communication téléphonique qu'une bande de fréquences restreinte; en outre, il y a des bruits inévitables dus aux perturbations d'origine atmosphérique ou aux brouillages.

Le cas le plus important dans la pratique est, pour l'instant, le cas des stations radiotéléphoniques à bord des grands paquebots; il est désirable de faire en sorte que la bande des fréquences effectivement transmises ne soit pas inférieure à 300-2600 Hz.

Le cas des stations radiotéléphoniques mobiles à bord des voitures automobiles, des trains et des avions doit être réservé pour le moment, car on dispose de trop peu d'expérience à ce sujet;

4. que le bruit provenant de la liaison téléphonique avec une station radiotéléphonique mobile ne doit pas être suffisant pour provoquer le fonctionnement intempestif de suppresseurs d'écho ou autres dispositifs placés sur les circuits à grande distance, nationaux ou internationaux, intervenant dans la communication à établir. En ce qui concerne notamment le fonctionnement intempestif des suppresseurs d'écho, il y a lieu de rappeler (Avis G.161) que la valeur recommandée par le C.C.I.T.T. pour le niveau de fonctionnement (rapporté au niveau relatif zéro) d'un suppresseur d'écho terminal est égale à -35 ± 7 dNm ou -30 ± 6 dBm.

D'autre part, il y a lieu de se préoccuper aussi du fonctionnement intempestif d'autres dispositifs, et en particulier des dispositifs d'appel ou de signalisation existant sur les circuits à grande distance (nationaux ou internationaux) intervenant dans la communication à établir avec la station radiotéléphonique mobile;

5. que, lorsque des stations radiotéléphoniques mobiles peuvent être amenées à communiquer avec des stations terrestres de plus d'un pays, il est nécessaire de s'entendre sur la méthode de signalisation à employer entre les stations terrestres et mobiles (voir à ce sujet l'Avis 257 du C.C.I.R.).

AVIS G.632

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS COMMANDÉS PAR LES COURANTS VOCAUX DANS LES STATIONS DE NAVIRES ET PAR L'ONDE PORTEUSE DANS LES STATIONS CÔTIÈRES [1]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

1. que les caractéristiques essentielles des dispositifs de commande de la porteuse par la voix, en service dans les stations de navires, et des dispositifs commandés par la porteuse, en service dans les stations côtières de réception, sont, d'une part, leur délai de fonctionnement et, d'autre part, leur délai de retour au repos;

2. que les délais de fonctionnement doivent être de courte durée, afin de réduire au minimum la mutilation des syllabes, et les temps de retour au repos assez longs pour que les dispositifs demeurent en position de travail pendant les intervalles séparant les mots dans une conversation courante,

émet, à l'unanimité, l'avis

a) que, sur les navires, les délais de fonctionnement et de retour au repos du dispositif de commande de la porteuse par la voix devraient être les suivants:

Niveau d'entrée *(Note 1)*	Délai de fonctionnement net *(Note 2)*	Délai de retour au repos net *(Note 3)*
−30 dB	moins de 25 ms	entre 75 et 170 ms
−20 dB	moins de 15 ms	entre 75 et 170 ms

[1] Avis 76 du C.C.I.R.

b) que le délai de fonctionnement *(Note 4)* de l'appareil commandé par la porteuse dans la station réceptrice côtière devrait être aussi bref que possible, afin de permettre une augmentation des délais de fonctionnement du dispositif en service à bord du navire et ne devrait pas excéder 5 millisecondes lorsque le niveau de la porteuse à l'entrée du récepteur de la station côtière est de 1 décibel au-dessus du niveau juste suffisant pour actionner l'appareil. Les valeurs requises pour le délai de retour au repos *(Note 5)* dépendent, entre autres facteurs, des constantes de temps de la commande automatique du gain du récepteur côtier; on pourrait considérer comme généralement satisfaisante une valeur comprise entre 10 et 50 millisecondes.

Note 1. — *Niveau d'entrée.* Niveau d'un signal sinusoïdal d'essai dont la fréquence correspond au milieu de la bande des fréquences vocales, par rapport à celui qui produit une modulation de 100%.

Note 2. — *Délai de fonctionnement net.* Durée qui sépare l'instant où le signal d'essai est appliqué à l'entrée du modulateur de l'émetteur, de celui où la porteuse atteint 50% de son amplitude maximum.

Note 3. — *Délai de retour au repos net.* Durée qui sépare l'instant où le signal d'essai cesse d'être appliqué de celui où l'affaiblissement de la porteuse est à moins de 5 décibels de son affaiblissement maximum au moment où elle est théoriquement supprimée.

Note 4. — *Délai de fonctionnement de l'appareil commandé par la porteuse.* Durée qui s'écoule entre l'application brusque d'un signal d'essai destiné à jouer le rôle de la porteuse émise par la station de navire et le déblocage de la voie de réception (instant où l'affaiblissement de la voie de réception est à moins de 5 décibels de la valeur finale de son affaiblissement en position de réception).

Note 5. — *Délai de retour au repos de l'appareil commandé par la porteuse.* Durée qui s'écoule entre l'interruption d'un signal d'essai destiné à jouer le rôle de la porteuse émise par la station de navire et le blocage de la voie de réception (instant où l'affaiblissement de la voie de réception est à moins de 5 décibels de la valeur finale de son affaiblissement lorsqu'elle est bloquée).

SECTION 7

SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE

AVIS G.711 (Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES M.I.C.

A. GÉNÉRALITÉS

Considérant que des systèmes à modulation par impulsions et codage (M.I.C.) sont déjà employés dans divers pays, en particulier pour procurer un grand nombre de circuits téléphoniques à courte distance sur certaines paires dans des câbles existants, et pour diminuer le nombre de systèmes M.I.C. différents procurant des circuits pouvant être utilisés dans les communications internationales,

Le C.C.I.T.T. recommande que les administrations intéressées fassent leur choix parmi des systèmes ayant des caractéristiques conformes à celles qu'indique la section B du présent avis jusqu'au jour où les études pertinentes entreprises par le C.C.I.T.T. seront achevées.

L'étude des caractéristiques des équipements traitées dans la section B du présent avis et des équipements destinés à d'autres systèmes M.I.C. et numériques se poursuit dans le cadre des Questions 1/D à 11/D.

B. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES ÉQUIPEMENTS TERMINAUX DU BLOC PRIMAIRE M.I.C.

L'étude de ces caractéristiques n'est pas encore achevée. De nouvelles études visent à fixer une valeur nominale unique pour chaque caractéristique et, le cas échéant, à spécifier les tolérances nécessaires.

a) *Taux d'échantillonnage pour chaque entrée analogique*

La valeur nominale recommandée est 8000 Hz.

b) *Nombre d'amplitudes quantifiées*

Le codage doit être basé sur 7 ou 8 éléments binaires.

c) *Loi de compression*

On recommande provisoirement deux lois fondamentales: $A = 87{,}6$ et $\mu = 100$.

Les définitions de ces lois sont les suivantes:

Caractéristique A

$$0 \leq v \leq V/A \quad y = \frac{Ax}{1 + \log A}$$

$$V/A \leq v \leq V \quad y = \frac{1 + \log (Ax)}{1 + \log A}$$

avec $A = 87{,}6$

Caractéristique μ

$$y = \frac{\log (1 + \mu x)}{\log (1 + \mu)}$$

avec $\mu = 100$

Dans ces formules: $x = v/V$ où v est la valeur instantanée de la tension d'entrée,

$y = i/B$ V est la tension d'entrée maximale pour laquelle il n'y a pas de limitation de crête,

i est le rang de l'échelon de quantification à partir du milieu de la plage de fonctionnement,

B est le nombre d'échelons de quantification de part et d'autre du point milieu de cette plage.

d) *Capacité de charge*

Les valeurs nominales recommandées sont + 2 ou + 3 dBm0.

Le tableau 1 indique les quatre combinaisons de lois de compression, avec leur type de caractéristique et des capacités de charge (paragraphes b), c) et d) ci-dessus) dont il a été décidé qu'elles seraient seules étudiées par le C.C.I.T.T. pour une normalisation ultérieure.

TABLEAU 1

Type de loi de compression	Nombre d'éléments binaires du code	
	7	8
$A = 87{,}6$	(W) 13 segments + 2 dBm0	(X) 13 segments + 2 dBm0
$\mu = 100$	(Y) continu + 3 dBm0	(Z) 31 segments + 3 dBm0

(Les lettres entourées d'un cercle servent seulement à faciliter la désignation.)

e) *Nombre d'éléments binaires par secteur de temps*

Le nombre recommandé est huit, quel que soit le nombre d'éléments utilisés pour le codage (paragraphe b) ci-dessus).

f) *Nombre de secteurs par trame*

Il faut utiliser 24 ou 32 secteurs par trame.

DEUXIÈME PARTIE

AVIS DE LA SÉRIE H

Utilisation des lignes pour la transmission de signaux autres que téléphoniques, tels que signaux télégraphiques, de fac-similé, de données, etc.[1]

On trouve dans cette deuxième partie deux catégories d'avis: ceux qui définissent les caractéristiques des *canaux de transmission* (circuit de type téléphonique, groupe primaire, secondaire, etc.) propres à la transmission de signaux autres que téléphoniques, et ceux qui définissent les caractéristiques des *signaux* faisant l'objet de cette transmission [2].

Pour éviter toute confusion entre les canaux de transmission et les signaux transmis en ce qui concerne les bandes de fréquences mises en jeu, dans le cas de transmission sur des liaisons en groupe primaire, secondaire, etc., on emploie, dans cette partie, les expressions « à large bande » pour les canaux de transmission, et « à large spectre » pour les signaux transmis.

On doit s'efforcer d'éviter, dans toute la mesure du possible, la spécification de caractéristiques de canaux ou de signaux particulières lors de la définition d'un nouveau service, et de s'accommoder des caractéristiques des canaux faisant l'objet de la section 1 de cette deuxième partie.

En fait, les Avis des sections 2, 3, et 4 contiennent encore de telles spécifications particulières à chaque service. Une question est à l'étude pour examiner dans quelle mesure ces particularismes peuvent disparaître.

---

[1] A l'exclusion de la transmission des signaux radiophoniques ou de télévision, qui fait l'objet des avis de la série J.

[2] Cette modification du plan de la 2e partie, décidée à Mar del Plata en 1968, a entraîné un changement dans la numérotation des avis.

Les Avis H.11 à H.15 sont nouveaux.

L'Avis H.21 du présent ouvrage remplace l'ancien Avis H.11 (tome III du *Livre Bleu*). L'Avis H.22 remplace les anciens Avis H.13, H.14 et H.15. L'Avis H.23 remplace l'ancien Avis H.12.

Les Avis H.31 à H.33 reproduisent les anciens Avis H.21 à H.23.

Les Avis H.41 et H.42 reproduisent les anciens Avis H.31 et H.32.

L'Avis H.51 remplace l'ancien Avis H.41.

Les Avis H.52 et H.53 sont nouveaux.

SECTION 1

CARACTÉRISTIQUES DES CANAUX DE TRANSMISSION POUR DES USAGES AUTRES QUE TÉLÉPHONIQUES

AVIS H.11 (Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE COMMUTÉ

Ces circuits téléphoniques ont, lorsqu'ils sont d'un type moderne, des caractéristiques conformes aux Avis G.151, G.152 et G.153. On peut aussi rencontrer des circuits à fréquences vocales, de caractéristiques conformes aux Avis G.124, G.511 et G.543.

Quelques renseignements sur les caractéristiques de communications établies sur le réseau téléphonique commuté sont contenus dans les suppléments nos 4.1 et 4.3 du tome IV du *Livre Blanc*.

AVIS H.12 (Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS LOUÉS DU TYPE TÉLÉPHONIQUE

A. Circuits ordinaires du type téléphonique

Ces circuits ont les mêmes caractéristiques que ceux du réseau téléphonique commuté (Avis H.11). Toutefois, parce que ces circuits ne traversent pas de commutateurs automatiques, le bruit impulsif peut y être beaucoup plus faible et la distorsion d'affaiblissement un peu moins importante.

B. Circuits du type téléphonique de qualité spéciale

a) *Distorsion d'affaiblissement*

Les limites de l'affaiblissement par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz pour le circuit compris entre les installations d'abonné sont indiquées dans la figure 1.

Pour que ces limites puissent être respectées, il peut être nécessaire de mettre en place des compensateurs de distorsion d'affaiblissement (avec, peut-être, des restrictions d'acheminement).

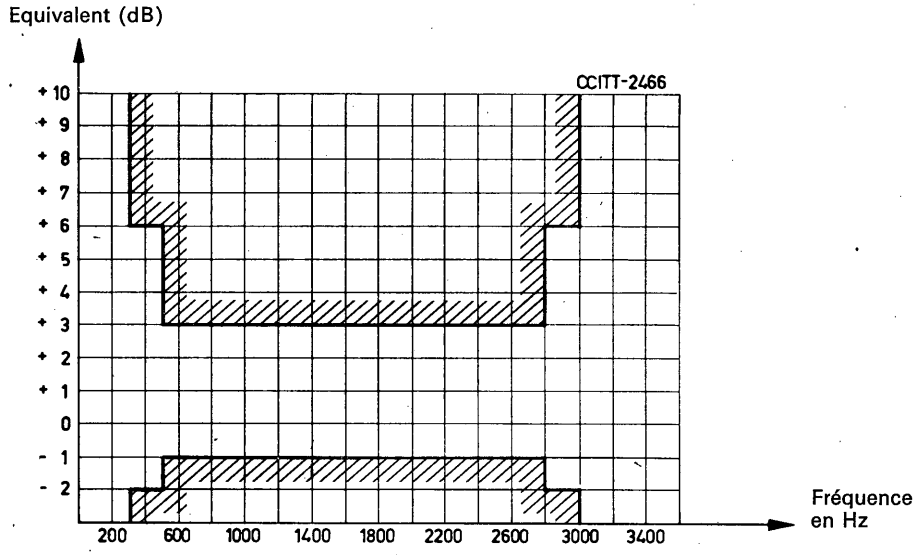


FIGURE 1. — **Variation admissible de l'équivalent en fonction de la fréquence pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale**

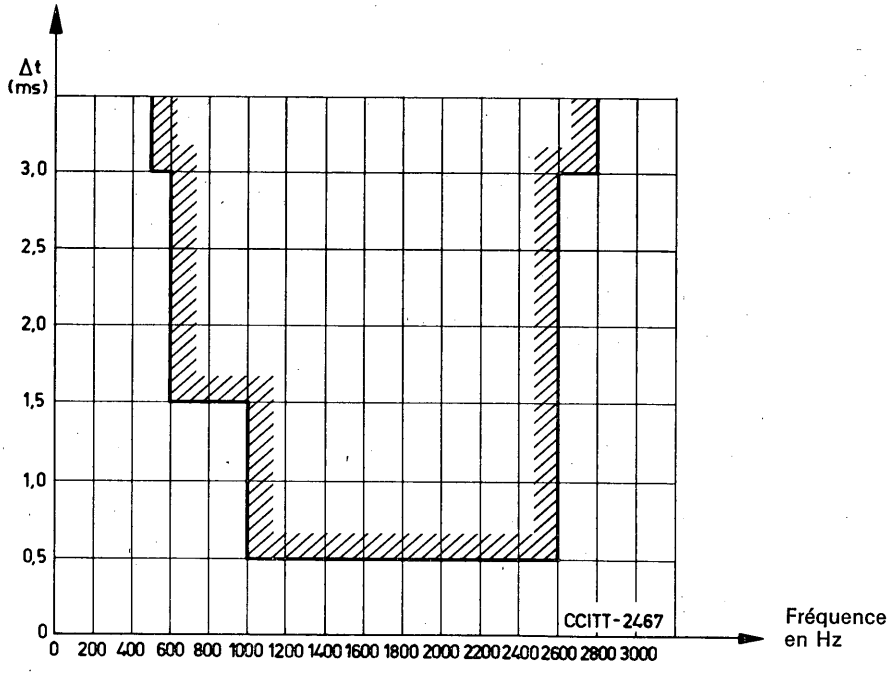


FIGURE 2. — **Variation admissible de la distorsion de phase globale avec la fréquence pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale**

b) *Distorsion du temps de propagation de groupe*

Seuls certains types de transmission autre que la transmission de la parole obligent à imposer des limites à la distorsion du temps de propagation de groupe. De ce fait, il convient de vérifier dans tous les cas s'il est nécessaire d'appliquer des limites à ce type de distorsion. S'il faut compenser la distorsion du temps de propagation de groupe, les limites à appliquer sont celles qu'indique la figure 2. Dans ce tableau, les valeurs limites indiquées pour toute la bande de fréquences sont exprimées par rapport à la valeur mesurée minimale du temps de propagation de groupe.

Remarque. — Ces valeurs pourront être reconsidérées à l'occasion de l'étude de la Question 36/XV.

c) *Variation dans le temps de l'équivalent du circuit à la fréquence de 800 Hz*

Cette variation, qui doit être aussi faible que possible, ne doit pas dépasser les limites ci-après:

Variation à court terme (pendant quelques secondes)	±3 dB
Variation à long terme (pendant de longues périodes, y compris les variations journalières et saisonnières)	±4 dB

d) *Bruit de circuit*

1. *Bruit de fond*

Le niveau nominal de la puissance psophométrique du bruit à l'installation d'abonné dépend de la constitution réelle du circuit, en particulier de la longueur des systèmes à courants porteurs avec multiplexage par répartition en fréquence. On peut prévoir que, pour une puissance moyenne de bruit typique de 4 pW/km, on aura, sur un circuit de 2500 km, un niveau de puissance psophométrique de bruit de −50 dBm0p ou −5,7 Nm0p. Sur cette base, on peut évaluer la valeur du rapport signal/bruit. (Le niveau absolu de la puissance de bruit mesuré à l'installation d'abonné dépend alors de l'affaiblissement des lignes et des appareils qui relient l'abonné à la section de circuit à courants porteurs.)

2. *Bruit de quantification*

Si une section de circuit est acheminée sur un système à modulation par impulsions et codage, le signal sera accompagné d'un bruit de quantification donnant lieu à un rapport signal/bruit de quantification dont la valeur peut, par exemple, être égale à 30 dB ou 3,5 Np.

3. *Bruit impulsif*

Les valeurs à prescrire en ce qui concerne le bruit impulsif sur les circuits pour des transmissions autres que celles de la parole, de même que les méthodes de mesure à appliquer, sont à l'étude.

Un appareil pour la mesure des bruits impulsifs sur les circuits du type téléphonique est spécifié dans l'Avis H.13.

e) *Erreur sur la fréquence restituée*

L'écart entre une fréquence vocale émise à l'origine d'un circuit et la fréquence restituée à l'extrémité ne doit pas dépasser 2 Hz (Avis G.225, a).

AVIS H.13 (Mar del Plata, 1968)

APPAREIL DE MESURE DES BRUITS IMPULSIFS SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE [1]

Considérant

que le bruit impulsif intéresse les transmissions de données et la télégraphie et qu'il convient tout d'abord de considérer un compteur d'impulsions simple pouvant être utilisé en service,

le C.C.I.T.T. *émet à l'unanimité l'avis*

que l'appareil de mesure des bruits impulsifs devrait avoir les caractéristiques suivantes:

a) Il doit marquer un comptage chaque fois que la tension appliquée à l'entrée dépasse un seuil réglable.

b) Il doit fonctionner indépendamment du sens (ou de la polarité) de l'impulsion appliquée.

c) Son impédance nominale d'entrée dans la gamme de 200 à 3400 Hz, doit être de 600 ohms, ou une impédance élevée commutable telle que l'affaiblissement dû à la dérivation ne dépasse pas 0,1 dB. Le circuit d'entrée doit être symétrique par rapport à la terre, avec un degré de symétrie tel qu'une impulsion dont le niveau est supérieur de 60 dB au seuil, appliquée entre le point milieu de l'impédance du générateur et la borne « terre » de l'appareil, ne doit pas le faire fonctionner.

d) Le seuil doit être réglable, par échelons de 3 dB (avec une tolérance de $\pm$ 0,5 dB), depuis -50 dB jusqu'à 0 dB par rapport à 1,1 volt (tension de crête d'une onde sinusoïdale dissipant une puissance de 1 mW dans 600 ohms). Les seuils pour les deux polarités doivent être égaux à 0,5 dB près.

e) L'appareil ayant été étalonné avec une onde sinusoïdale à 1000 Hz au niveau 0 dBm et la commande du réseau de pondération étant dans la position « réponse uniforme », on doit appliquer à l'entrée de l'appareil des impulsions rectangulaires ayant l'une ou l'autre polarité et une durée de 50 millisecondes avec une amplitude de crête de 1,1 volt, l'intervalle entre ces impulsions étant supérieur au temps de fonctionnement du compteur (temps mort, voir f)); le compteur doit alors indiquer la valeur correcte de la cadence des impulsions. Le réglage du niveau de fonctionnement étant fixé à -1 dBm, on réduira progressivement la durée de ces impulsions. Le compteur doit alors indiquer la valeur correcte de la cadence des impulsions lorsqu'elles ont une durée de 50 microsecondes mais ne doit rien compter lorsque les impulsions ont une durée de 20 microsecondes.

f) Le temps mort est défini comme le temps après lequel le compteur peut enregistrer une autre impulsion après le début de l'impulsion précédente. Diverses valeurs ont été proposées pour ce temps mort. Quelle que soit la gamme de valeurs adoptée pour un appareil particulier, la valeur de 125 $\pm$ 25 millisecondes devrait être assurée dans tous les cas.

g) Dans la position « réponse uniforme », la réponse ne doit pas varier de plus de $\pm$1 dB dans la bande de 275 à 3250 Hz. En dehors de cette bande, la courbe de réponse doit être compatible avec la clause e) relative à la sensibilité.

A titre facultatif, l'appareil peut offrir d'autres largeurs de bande à réponse uniforme.

[1] Cet appareil peut être utilisé pour vérifier si un circuit convient à la transmission de données ou de télégraphie harmonique; on peut aussi l'employer pour évaluer l'effet perturbateur de bruits impulsifs sur les conversations téléphoniques (Avis P.55, tome V du *Livre Blanc*).

h) Pour pouvoir être utilisé lors de mesures autres que des mesures de maintenance, l'appareil sera construit de manière à pouvoir être complété par des filtres extérieurs.

Un de ces filtres présentera les caractéristiques suivantes:

points à 3 dB: 600 Hz et 3000 Hz;

caractéristique uniforme de 750 Hz à 2300 Hz à ± 1 dB près;

— au-dessous de 600 Hz
— au-dessus de 3000 Hz

} la caractéristique doit décroître à raison d'environ 18 dB par octave.

i) L'étalonnage doit pouvoir se faire à partir des crêtes d'une onde sinusoïdale de mesure normalisée d'un milliwatt.

j) Une minuterie réglable de façon continue entre 5 et 60 minutes doit être incorporée à l'appareil. Les intervalles de mesure significatifs seront 5, 15, 30 et 60 minutes;

k) toutes les clauses précédentes doivent être satisfaites lorsque la température ambiante varie dans l'intervalle de $+10°$ C à $+40°$ C;

l) la capacité du compteur doit être au moins égale à 999.

ANNEXE
(a l'Avis H.13)

Utilisation de l'appareil de mesure des bruits impulsifs pour la transmission de données

1. Il y a lieu de faire usage des niveaux exprimés en dBm0, cela pour les raisons suivantes: a) parce que cette façon permet de tenir compte des différences qui existent entre les plans de transmission des divers pays; b) parce qu'elle est étroitement liée à la notion de niveau du signal de données.

Compte tenu des deux points suivants:

— l'Avis V.2 spécifie une valeur maximale de -10 dBm0 pour le niveau du signal de données en transmission simplex et -13 dBm0 en transmission duplex;

— on a acquis une très large expérience des conditions de transmission avec les valeurs de seuil -18 dBm0 et -22 dBm0,

les seuils devraient être réglés à -18 dBm0 pour les circuits de type téléphonique et à -21 dBm0 pour les circuits de qualité spéciale mentionnés dans l'Avis H.12, l'appareil de mesure normalisé étant réglable par seuils espacés de 3 dB.

Faute d'expérience en la matière, il convient actuellement d'éviter, dans les opérations de maintenance, l'usage d'un filtre extérieur.

Il est cependant convenu qu'il y a lieu de poursuivre l'étude des conditions d'utilisation de filtres extérieurs; un de ces filtres sera le filtre décrit au point h) de l'Avis V.55; il est signalé de plus, que le compteur d'impulsions de l'Administration britannique comporte aussi un filtre dont les caractéristiques sont les suivantes:

points à 3 dB: 300 et 500 Hz

— au-dessous de 300 Hz
— au-dessus de 500 Hz

} la caractéristique doit décroître à raison d'environ 18 dB par octave.

Dans les mesures, la ligne devrait être terminée aux deux extrémités sur des impédances de 600 ohms. On pourra utiliser à cet effet le modem, s'il satisfait à ces spécifications d'impédance.

2. Pour le comptage du nombre d'impulsions, l'appareil sera utilisé en condition « réponse uniforme ».

Sur un circuit loué, la limite admissible serait de 70 pointes de bruit par heure. Toutefois, compte tenu du fait que les mesures du taux d'erreurs se font pendant des intervalles de temps de

15 minutes chacun, la limite recommandée pour la maintenance serait de 18 pointes de bruit en 15 minutes pour les circuits loués. Ces mesures devraient être effectuées pendant les heures chargées.

3. Pour ce qui est du réseau téléphonique général avec commutation, l'on ne devrait pas recommander de limites de maintenance pour le nombre de pointes de bruit, tout en reconnaissant que l'appareil pourrait constituer un auxiliaire de « diagnostic » utile, à l'initiative des administrations. Cette opinion se fonde sur le fait que le comptage des impulsions de bruit accuse des variations considérables dans le temps, sur un circuit donné; on observe des écarts encore plus grands entre des circuits différents.

4. La corrélation entre le taux d'erreurs sur les bits et le nombre de comptages de bruits impulsifs ainsi déterminés n'est pas encore établie.

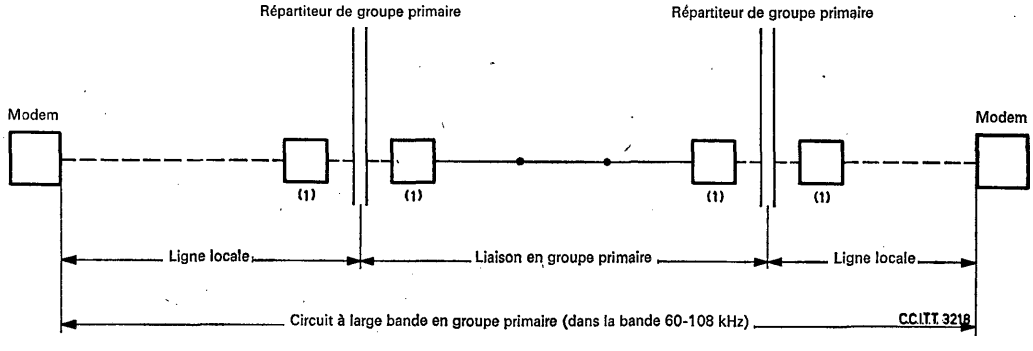
AVIS H.14 (Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS A LARGE BANDE EN GROUPE PRIMAIRE POUR LA TRANSMISSION DES SIGNAUX A LARGE SPECTRE (DONNÉES, FAC-SIMILÉ, ETC.)

A. GÉNÉRALITÉS

Un circuit à large bande en groupe primaire est composé d'une ou de plusieurs sections de groupe primaire en cascade, généralement prolongées à chaque extrémité par des « lignes locales ». Ces lignes locales relient aux répartiteurs de groupes primaires des stations de répéteurs d'extrémité les appareils d'émission et de réception des signaux à large spectre (modems, etc.), qui peuvent être situés soit dans la station elle-même, soit chez l'abonné ou en tout autre lieu. Dans ces derniers cas, elles empruntent le plus souvent le réseau urbain de câbles téléphoniques, et quelquefois une ligne spéciale en câble ou sur faisceau hertzien. Le « circuit à large bande en groupe primaire » comprend ces lignes locales dans le cas où les signaux qui y sont transmis occupent tout ou partie de la bande de fréquences 60-108 kHz. Il comprend également les équipements complémentaires d'égalisation, de filtrage, etc., dans la bande 60-108 kHz, s'ils existent, mais il ne comprend pas les appareils d'extrémité (modems, etc.). La figure 1 schématise ces notions.

Les caractéristiques du présent avis s'appliquent au circuit à large bande ainsi défini, qui peut être soit spécialement corrigé (principalement en temps de propagation) soit non corrigé.



(1) Egaliseurs, filtres, etc. Ces équipements peuvent être situés d'un côté ou de l'autre du répartiteur.

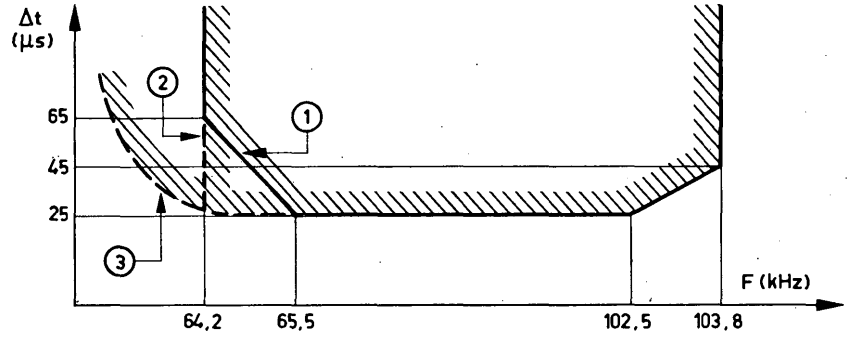
FIGURE 1. — **Parties constitutives d'un circuit à large bande en groupe primaire**

B. Caractéristiques provisoires des circuits a large bande en groupe primaire corrigés

On suppose qu'il n'existe pas plus de deux sections en tandem, et pas plus de deux filtres de transfert de groupe primaire corrigés en temps de propagation de groupe, chaque filtre de transfert apportant une distorsion de temps de propagation de groupe inférieure à 10 microsecondes dans la bande 64,2-103,8 kHz. On suppose en outre que les ondes pilotes de groupe primaire à 104,080 kHz et de groupe secondaire à 547,920 kHz sont utilisées, et bloquées à l'extrémité de la liaison par des filtres à distorsion de temps de propagation de groupe réduite dans la bande 64,2-103,8 kHz.

a) *Distorsion de temps de propagation de groupe*

La distorsion de temps de propagation de groupe d'un tel circuit, entre modems, est donnée par la figure 2. Pour pouvoir respecter ces limites il peut être nécessaire d'éviter l'utilisation des groupes primaires 1 et 5.



① = Circuit comprenant une section en groupe primaire 5.

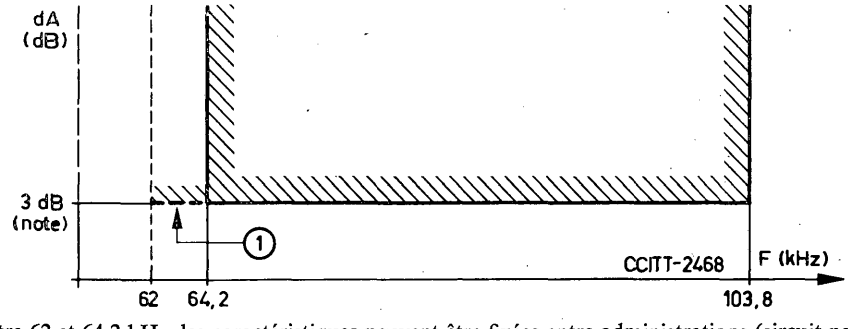
② = Circuit ne comprenant aucune section en groupe primaire 5.

③ = Entre 62 et 64,2 kHz, les caractéristiques peuvent être fixées entre administrations (circuit ne comprenant aucune section en groupe primaire 5).

FIGURE 2. — **Distorsion maximale de temps de propagation de groupe d'un circuit à large bande en groupe primaire corrigé**

b) *Distorsion d'affaiblissement*

La distorsion d'affaiblissement d'un tel circuit, entre modems, est donnée par la figure 3.



① = Entre 62 et 64,2 kHz, les caractéristiques peuvent être fixées entre administrations (circuit ne comportant aucune section en groupe primaire 5).

Note. — Une valeur inférieure (par exemple 1,5 dB) peut être obtenue dans le cas d'acheminement simple.

FIGURE 3

c) *Résidu de porteurs*

Le résidu de tout porteur dans la bande utile ne doit pas dépasser —4,6 Nm0 (—40 dBm0). Cette valeur est provisoire et peut être incompatible avec la même valeur spécifiée dans l'Avis G.223, j) pour un seul étage de modulation.

Ce point fait l'objet d'une question à l'étude.

C. Caractéristiques provisoires des circuits a large bande en groupe primaire de constitution complexe, non corrigés

(Question à l'étude)

AVIS H.15 (Mar del Plata, 1968)

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS A LARGE BANDE EN GROUPE SECONDAIRE POUR LA TRANSMISSION DES SIGNAUX A LARGE SPECTRE (DONNÉES, ETC.)

Les caractéristiques de tels circuits sont encore à l'étude.

A titre provisoire, on peut indiquer les valeurs suivantes:

a) *Distorsion de temps de propagation de groupe*

La distorsion de temps de propagation de groupe dans la bande 330 à 550 kHz pourrait être limitée, après correction, à 5 microsecondes, chaque filtre de transfert de groupe secondaire corrigé apportant une distorsion inférieure à 3 microsecondes.

b) *Résidu de porteurs*

Le résidu de tout porteur dans la bande utile ne doit pas dépasser —4,6 Nm0 (—40 dBm0). Cette valeur est provisoire et peut être incompatible avec la même valeur spécifiée dans l'Avis G.223, j) pour un seul étage de modulation.

Ce point fait l'objet d'une question à l'étude.

SECTION 2

EMPLOI DE CIRCUITS DU TYPE TÉLÉPHONIQUE POUR LA TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE

AVIS H.21 (Mar del Plata, 1968)[1]

CONSTITUTION ET NOMENCLATURE DES SYSTÈMES INTERNATIONAUX DE TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE

La figure 1 montre la constitution d'un système de télégraphie harmonique international et la terminologie utilisée.

a) *Le système international de télégraphie harmonique*

Il est constitué par l'ensemble des équipements terminaux et des lignes, y compris l'équipement de télégraphie harmonique terminal. Dans la figure 1, le système indiqué fournit 24 voies télégraphiques internationales duplex, mais il est possible de fournir d'autres nombres de voies télégraphiques.

b) *La liaison internationale pour télégraphie harmonique*
(appelée aussi circuit support de télégraphie harmonique)

1. Des circuits téléphoniques à quatre fils sont utilisés pour les liaisons de télégraphie harmonique. La liaison comprend deux voies de transmission unidirectionnelle, une pour chaque sens de transmission, entre les équipements terminaux de télégraphie harmonique.

2. La liaison pour télégraphie harmonique consiste en une ligne internationale avec les sections nationales qui la relient à l'équipement terminal de télégraphie harmonique; elle peut être entièrement acheminée sur lignes à courants porteurs (sur paires symétriques, sur paires coaxiales ou faisceaux hertziens) ou sur lignes à fréquences vocales ou sur des combinaisons de telles lignes.

3. Les liaisons normales pour télégraphie harmonique ne comportent ni termineurs, ni signaleurs, ni suppresseurs d'écho.

c) *La ligne internationale pour télégraphie harmonique*

1. La ligne internationale pour télégraphie harmonique peut être constituée au moyen d'une voie d'un groupe primaire ou de voies de plusieurs groupes primaires raccordées en tandem. Les sections nationales et internationales peuvent être interconnectées pour établir une ligne internationale; voir la figure 1 en observant que l'alinéa 2 de ce même paragraphe c) précise la méthode préférée.

La ligne internationale aurait pu être établie également, par exemple seulement entre A et C ou entre C et D, auquel cas A et C, ou C et D seraient les centres terminaux internationaux.

2. Chaque fois que c'est possible, une ligne internationale pour télégraphie harmonique devrait être constituée sur une voie d'un seul groupe primaire, évitant ainsi des points de démodulation intermédiaire aux fréquences vocales. Dans certains cas, un tel groupe pri-

[1] Remplace l'ancien Avis H.11 (tome III du *Livre Bleu*, Genève, 1964).

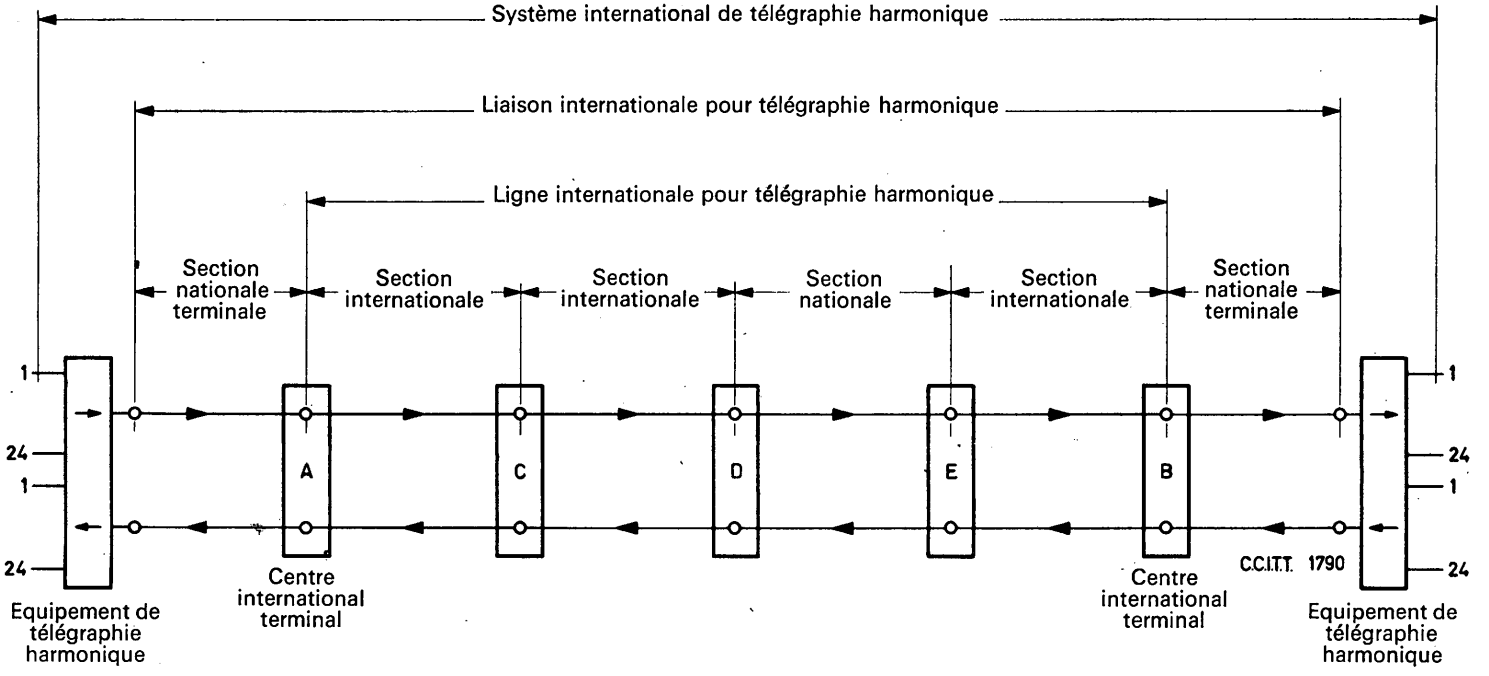


FIGURE 1. — **Eléments d'un système international de télégraphie harmonique**
(aux centres intermédiaires C, D et E et aux centres terminaux A et B les signaux transmis sont aux fréquences vocales. En ces points il est possible d'exécuter des mesures.)

maire n'existe pas, ou, pour des raisons d'acheminement spéciales, l'établissement de la ligne internationale pour télégraphie harmonique sur un seul groupe primaire n'est pas possible. Dans ces cas, la ligne internationale pour télégraphie harmonique sera composée de voies en cascade sur deux groupes primaires ou davantage, avec ou sans sections à fréquences vocales, selon les lignes existantes ou les conditions d'acheminement.

d) *Sections nationales terminales connectées à la ligne internationale*

Dans bien des cas, l'équipement terminal de télégraphie harmonique est éloigné du centre international terminal de la ligne internationale (figure 1) et dans ces cas on est obligé de prévoir des sections nationales terminales pour établir les liaisons de télégraphie harmonique. Ces sections nationales peuvent être acheminées sur câbles urbains de courte longueur à fréquences vocales, amplifiés ou non, sur groupes primaires à grande distance ou sur lignes à fréquences vocales avec amplification suivant les disponibilités.

AVIS H.22 (Mar del Plata, 1968)[1]

CONDITIONS IMPOSÉES AUX LIAISONS INTERNATIONALES POUR TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE (A 50, 100 OU 200 BAUDS)

A. Liaison sur systèmes a courants porteurs

a) *Affaiblissement d'insertion nominal à 800 Hz*

L'affaiblissement d'insertion nominal de la liaison à 800 Hz dépend des niveaux nominaux de puissance relatifs aux extrémités de la liaison télégraphique. Ces niveaux seront ceux normalement utilisés dans les réseaux nationaux des pays intéressés de telle sorte qu'il n'est pas possible de recommander une valeur nominale particulière pour l'affaiblissement.

Le niveau nominal de puissance relatif à l'entrée de la liaison et le niveau absolu de puissance de signaux télégraphiques en ce point doivent être tels que les limites concernant le niveau de puissance par voie télégraphique au point de niveau relatif zéro sur les systèmes à courants porteurs soient respectées.

b) *Variation de l'affaiblissement dans le temps*

1. La valeur moyenne de l'écart avec l'affaiblissement nominal ne doit pas dépasser 1 dB ou 1,2 dNp dans le temps.

2. L'écart moyen quadratique de la variation d'affaiblissement ne doit pas dépasser 1,7 dB ou 2 dNp.

Ces valeurs sont telles que la probabilité pour que les niveaux à la réception sortent de la plage de régulation des systèmes de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude est très faible. (Voir l'Avis R.31 du tome VII du *Livre bleu.*)

c) *Variations brusques d'affaiblissement et interruptions de courte durée*

De tels défauts de transmission détériorent la qualité de la transmission télégraphique et devraient être réduits au minimum.

---

[1] Remplace les anciens Avis H.13, H.14 et H.15 du tome III du *Livre Bleu* (Genève, 1964).

d) *Distorsion d'affaiblissement*

La variation en fonction de la fréquence de l'affaiblissement d'insertion (entre résistance de 600 ohms) de la liaison par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz ne doit pas dépasser les limites suivantes:

1. *Liaisons avec des sections à 4 kHz de bout en bout*

Gamme de fréquences (Hz)	Ecart de l'affaiblissement par rapport à celui à 800 Hz	
Au-dessous de 300	Non inférieur à −2,2 dB (−2,5 dNp) autre limite non spécifiée	
300- 400	−2,2 à +4,0 dB	−2,5 à +4,5 dNp
400- 600	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
600-3000	−2,2 à +2,2 dB	−2,5 à +2,5 dNp
3000-3200	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
3200-3400	−2,2 à +7,0 dB	−2,5 à +8,0 dNp
Au-dessous de 3400	Supérieur ou égal à −2,2 dB (−2,5 dNp); limite supérieure non spécifiée	

Ces limites sont représentées par le graphique n° 5 de la figure 1.

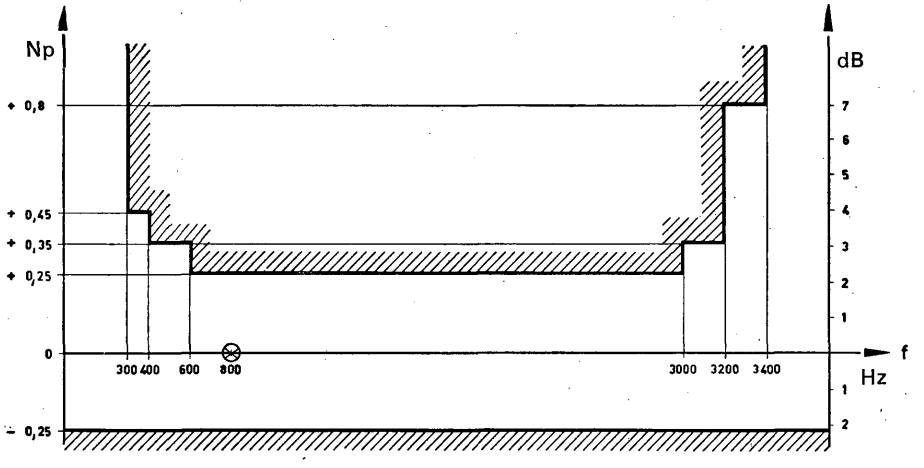


FIGURE 1. Graphique n° 5. — **Variation de l'affaiblissement, en fonction de la fréquence, par rapport à sa valeur mesurée à 800 Hz (liaison avec des sections à 4 kHz de bout en bout)**

f = fréquence (Hz) N = variation de l'équivalent (népers)

Remarque. — La courbe des variations de l'équivalent, en fonction de la fréquence, doit être contenue dans la surface non hachurée. La valeur mesurée à 800 Hz est, d'après les *Consignes de maintenance* (tome IV du *Livre Blanc*) ramenée aussi près que possible de sa valeur nominale.

2. *Liaisons comportant une ou plusieurs sections à 3 kHz et/ou des jeux de sections à 3 kHz et à 4 kHz*[1]

Bande de fréquences (Hz)	Equivalent par rapport à 800 Hz	
Au-dessous de 300	Non inférieur à −2,5 dNp (−2,2 dB) à part cela non spécifié	
300- 400	−2,2 à +4,0 dB	−2,5 à +4,5 dNp
400- 600	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
600-2700	−2,2 à +2,2 dB	−2,5 à +2,5 dNp
2700-2900	−2,2 à +3,0 dB	−2,5 à +3,5 dNp
2900-3050	−2,2 à +6,5 dB	−2,5 à +7,6 dNp
Au-dessus de 3050	Au-dessus de −2,5 dNp (−2,2 dB); à part cela non spécifié	

Liaisons avec une ou plusieurs sections à 3 kHz

Gamme de fréquences (Hz)	Ecart de l'affaiblissement par rapport à celui à 800 Hz	
Au-dessous de 300 Hz	Pas inférieur à −0,5 dB (−0,6 Np) autre limite non spécifiée	
300-2700	−0,5 à +1,0 dB	−0,6 à +1,2 dNp
2700-2900	−0,5 à +2,5 dB	−0,6 à +2,9 dNp
2900-3050	−0,5 à +6,5 dB	−0,6 à +7,6 dNp
Au-dessus de 3050	Supérieure ou égale à −0,5 dB (−0,6 dNp); limite supérieure non spécifiée	

Note. — Les limites indiquées sont celles de la figure 29 de la page 119 du tome IV du *Livre Bleu* de l'annexe de l'Avis M.61.

Ceci semble résulter d'une confusion, car la figure en question (qui diffère d'ailleurs, au-dessous de 300 Hz, des valeurs indiquées) s'applique à un seul circuit téléphonique ou à une section d'un tel circuit.

Ultérieurement, la Commission IV a soumis à l'Assemblée plénière de Mar del Plata, 1968, le tableau ci-dessus applicable à une *liaison* et qui est tiré de l'Avis M.81 (tome IV du *Livre Blanc*).

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — Le Groupe de rédaction constitué par le Groupe mixte LTG, lors de sa réunion en avril 1967, avait proposé les limites suivantes:

e) *Bruit*

1. *Bruit à spectre continu et uniforme*

La puissance moyenne de bruit psophométrique rapportée au point de niveau relatif 0 ne doit pas dépasser 80 000 pW (−41 dBm0p ou −4,7 Nm0p) [1].

Remarque. — On n'a pas pu recommander un niveau de bruit non pondéré et le psophomètre du C.C.I.T.T., avec le réseau filtrant pour circuits téléphoniques, doit continuer à être l'appareil utilisé pour spécifier et mesurer les niveaux de bruit blanc sur les circuits télégraphiques.

2. *Bruit impulsif*

Le bruit impulsif doit être mesuré avec l'appareil conforme à l'Avis H.13.

La méthode de mesure et les limites à appliquer sont encore à l'étude.

f) *Diaphonie*

1. L'écart paradiaphonique entre les deux sens de la liaison doit être au moins de 43 dB ou 5 Np.

2. D'après l'Avis G.151-D, l'écart diaphonique entre la liaison et d'autres circuits à courants porteurs ne doit pas être inférieur à 58 dB ou 6,7 Np.

L'écart diaphonique ne doit pas être détérioré de façon sensible par les câbles à fréquences vocales faisant partie des sections terminales nationales.

g) *Temps de propagation moyen dans un sens*

Le temps de propagation dont il est question est le temps de propagation de groupe défini dans le *Répertoire des définitions des termes essentiels utilisés dans le domaine des télécommunications* (définition 04.17) calculé à la fréquence de 800 Hz environ.

On notera que les liaisons pour télégraphie harmonique acheminées par des systèmes de télécommunication par satellites à haute altitude introduisent des temps de propagation moyen dans un sens supérieurs à 260 ms.

h) *Distorsion du temps de propagation de groupe*

L'expérience pratique acquise jusqu'à ce jour a montré qu'il n'est pas nécessaire de recommander des limites pour la distorsion du temps de propagation de groupe pour les liaisons pour télégraphie harmonique à 50 bauds, même lorsqu'elles sont constituées de plusieurs sections établies chacune sur des voies téléphoniques de systèmes à courants porteurs. On a peu d'expérience en ce qui concerne les systèmes télégraphiques à vitesse plus élevée.

Il peut arriver qu'en raison de conditions défavorables, quelques voies téléphoniques constituant la liaison soient de qualité insuffisante pour fournir 24 voies télégraphiques. En pareil cas, on devrait choisir une meilleure attribution des voies téléphoniques au service télégraphique.

i) *Ecart de fréquence*

L'écart de fréquence introduit par la liaison ne doit pas dépasser 2 Hz (voir l'Avis G.225).

---

[1] Si l'on a recours à l'exploitation synchrone, on peut tolérer un niveau de bruit plus élevé (par exemple −30 dBm0p ou −3,5 Nm0p pour un système télégraphique particulier).

j) *Perturbation causée par les sources d'alimentation*

Quand un signal sinusoïdal de mesure est transmis sur la liaison à un niveau de 0 dBm0 (0 Nm0), le niveau de la plus forte composante latérale indésirable ne doit pas dépasser −45 dBm0 ou −5,2 Nm0.

k) *Variation introduite par la mutation sur la ligne ou la section de secours*

1. *Variation de l'affaiblissement à 800 Hz*

Considérant que l'affaiblissement de la ligne (ou de la section) normal et de la ligne (ou de la section) de secours sont tous deux sujets à des variations dans le temps, qui en général ne sont pas en corrélation, il n'est pas possible de fixer une limite à la variation de l'affaiblissement à 800 Hz introduit par la mutation.

2. *Variation de l'affaiblissement à d'autres fréquences par rapport à celui à 800 Hz*

La caractéristique de distorsion d'affaiblissement de la liaison établie sur la voie normale ne doit pas s'écarter de plus de 2 dB ou de 2 dNp de la caractéristique de la liaison établie sur la voie de secours. Cette limite s'applique dans la bande 300-3400 Hz ou 200-3050 Hz suivant le cas.

Il ne devrait pas y avoir de difficulté à respecter cette limite quand une seule section de la liaison a une section de secours, par exemple, la ligne internationale ou une seule section. Cependant, quand deux sections de la liaison ou davantage sont séparément associées à des sections de secours, il devient très difficile de s'assurer que toutes les combinaisons de sections normales et de secours respectent la limite. Dans ces cas le mieux à faire est de s'assurer que les caractéristiques d'affaiblissement des sections normales et de secours correspondantes sont aussi voisines que possible. Une attention particulière doit être portée à l'impédance des sections normales et de réserve au point où elles doivent être raccordées au dispositif de commutation de façon que les erreurs dues à des variations de l'affaiblissement de désadaptation soient les plus faibles possible. Un objectif convenable serait pour toutes les impédances intéressées d'avoir un affaiblissement d'adaptation par rapport à 600 ohms, supérieur à 20 dB (23 dNp) dans la bande de fréquences convenable.

3. Le niveau relatif nominal de puissance à 800 Hz sur les lignes ou les sections normales ou de secours aux points de communication pour un sens de transmission déterminé doit être le même. Ce niveau sera celui qui est normalement utilisé dans le réseau national du pays intéressé.

B. Liaison sur circuit a fréquences vocales

a) *Distorsion d'affaiblissement*

Le graphique nº 6 (figure 3) permet de voir quelles sont, aux différentes fréquences, les variations, par rapport à sa valeur mesurée à 800 Hz, de la différence des niveaux relatifs de puissance entre l'origine et l'extrémité de la liaison.

Les tolérances admissibles pour le niveau relatif de puissance à la sortie des répéteurs frontières correspondent à celles qui sont fixées pour les circuits téléphoniques à quatre fils, si l'on effectue les mesures de maintenance en appliquant à l'origine de la liaison pour télégraphie harmonique une puissance qui correspondrait à 1 milliwatt au point de niveau relatif zéro, déduit de l'hypsogramme du circuit téléphonique.

Ces tolérances sont indiquées sur le graphique nº 7 (figure 4).

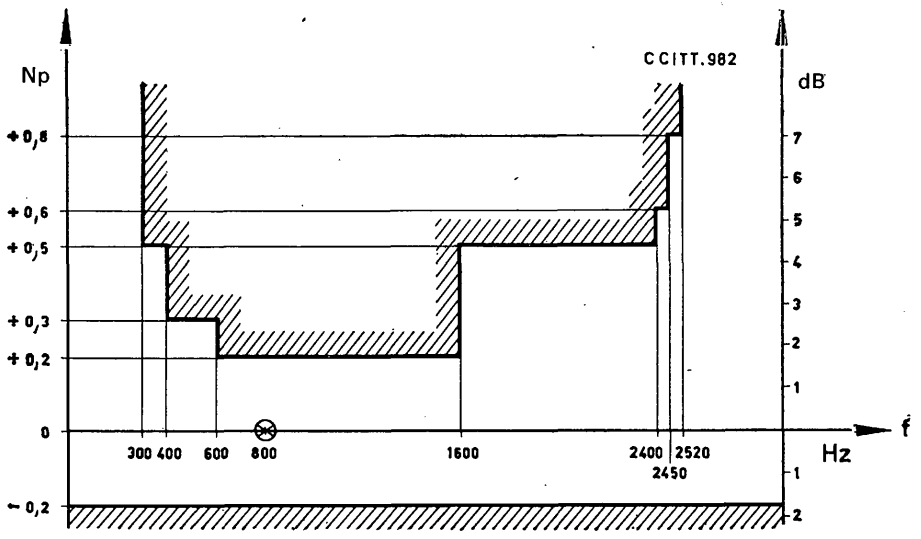


FIGURE 3. Graphique n° 6. — **Limites pour la variation, en fonction de la fréquence, par rapport à sa valeur mesurée à 800 Hz, de la différence des niveaux relatifs de puissance (exprimés en népers et en décibels) entre l'origine et l'extrémité de la liaison pour télégraphie harmonique (établie sur un circuit téléphonique à bande passante 300-2600 Hz)**

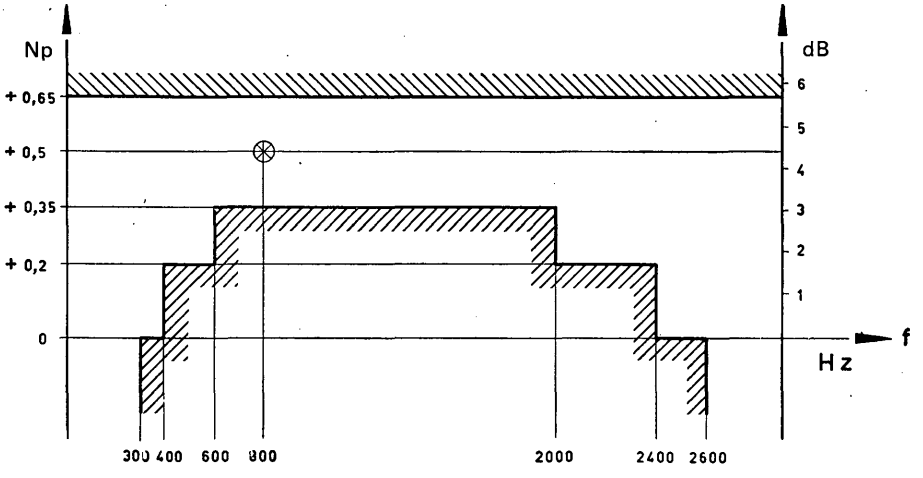


FIGURE 4. Graphique n° 7. — **Limites pour le niveau absolu de puissance (exprimé en népers et en décibels) lors des mesures de maintenance, à la sortie d'un répéteur frontière (côté frontière) d'un circuit international à bande passante 300-2600 Hz utilisé pour la télégraphie harmonique (étant entendu qu'on applique, à l'origine de la liaison pour télégraphie harmonique, une puissance qui correspondrait à 1 milliwatt au point de niveau relatif zéro, déduit de l'hypsogramme du circuit téléphonique)**

Il ne paraît pas nécessaire de fixer des tolérances particulières pour les variations, en fonction de la fréquence, du dénivellement mesuré à la sortie d'un répéteur frontière, puisque ce nombre se calcule aisément à partir des tolérances admises pour le niveau relatif de puissance.

b) *Variations de niveau en fonction du temps*

Le niveau relatif de puissance, au point où s'effectue côté réception la mutation entre le circuit de télégraphie harmonique et son circuit de secours, doit rester aussi constant que possible dans le temps. En outre, fût-elle de très courte durée, toute interruption du circuit nuit à la qualité de la transmission télégraphique. Il faut donc prendre de grandes précautions lorsqu'on procède à des mesures sur les circuits et sur les répéteurs, lorsqu'on commute les batteries, etc. Pour attirer l'attention du personnel à ce sujet, il convient que les circuits utilisés pour la télégraphie harmonique portent une marque particulière dans les bureaux extrêmes, ainsi que dans les stations de répéteurs.

c) *Absence de modulation*

Il convient de prendre des dispositions spéciales pour qu'il ne se produise aucune modulation sur les circuits et dans les répéteurs. De telles modulations pourraient être provoquées notamment par les fluctuations des tensions des batteries ou par le raccordement d'installations de télégraphie infra-acoustique aux conducteurs du câble.

AVIS H.23 (Mar del Plata, 1968)[1]

CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉGRAPHIE UTILISÉS DANS LES SYSTÈMES INTERNATIONAUX DE TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE

A. Puissance admissible par voie

a) *Système de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds*

Les administrations pourront procurer aux services télégraphiques des voies téléphoniques permettant l'emploi de systèmes de télégraphie harmonique à 24 voies télégraphiques (chacune pour 50 bauds) à condition que, sur chaque voie télégraphique, la puissance du courant télégraphique lors de la transmission d'un trait continu soit au plus égale à 9 microwatts aux points de niveau relatif zéro.

Si l'on se restreint à 18 voies télégraphique, la puissance ainsi définie peut être portée à 15 microwatts par voie télégraphique, ce qui permet d'utiliser même une voie téléphonique qui présente un niveau de bruit relativement élevé.

La puissance par voie télégraphique ne doit jamais dépasser 35 microwatts, aussi petit que soit le nombre de ces voies.

Ces limites sont récapitulées dans le tableau 1.

[1] Cet avis reproduit pour information certaines caractéristiques extraites des Avis R.31 et R.35 (tome VII). Il remplace l'ancien Avis H.12 du tome III du *Livre Bleu* (Genève, 1964).

TABLEAU 1

Limites correspondant à la transmission d'un trait continu pour la puissance par voie télégraphique dans les systèmes de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds

Système	Puissance admissible par voie télégraphique en un point de niveau relatif zéro, pour la transmission d'un trait continu		
	μW0	dBm0	Nm0
à 12 voies télégraphiques ou moins	35	−14,5	−1,67
à 18 voies télégraphiques	15	−18,3	−2,1
à 24 voies télégraphiques	9	−20,5	−2,35

b) *Systèmes de télégraphie harmonique à modulation par déplacement de fréquence à 50 bauds*

La puissance moyenne transmise en ligne par les systèmes de télégraphie harmonique à modulation par déplacement de fréquence à 50 bauds est limitée à 135 microwatts (au point de niveau relatif zéro) pour l'ensemble des voies du système, ce qui donne, pour la puissance moyenne admissible par voie télégraphique au point de niveau relatif zéro, les limites indiquées dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Limites normales pour la puissance par voie télégraphique dans les systèmes de télégraphie harmonique à modulation par déplacement de fréquence à 50 bauds

Système	Puissance moyenne admissible par voie télégraphique au point de niveau relatif zéro		
	μW0	dBm0	Nm0
à 12 voies télégraphiques ou moins	11,25	−19,5	−2,25
à 18 voies télégraphiques	7,5	−21,3	−2,45
à 24 voies télégraphiques	5,6	−22,5	−2,6

B. FRÉQUENCES PORTEUSES DES VOIES TÉLÉGRAPHIQUES

Pour les systèmes de télégraphie harmonique internationaux fournissant 24 voies télégraphiques à la rapidité de modulation de 50 bauds, la série de fréquences adoptée est constituée par les multiples impairs de 60, la fréquence la plus basse étant 420 Hz (voir le tableau 3). Dans le cas des systèmes à modulation par déplacement de fréquence, ces fréquences sont les fréquences moyennes des voies télégraphiques. Les fréquences émises en ligne sont 30 Hz (ou 35 Hz) au-dessus ou au-dessous de la fréquence moyenne suivant que l'on transmet une polarité permanente *A* ou *Z* respectivement.

TABLEAU 3

Rang de la voie télégraphique	Fréquence (Hz)	Rang de la voie télégraphique	Fréquence (Hz)
1	420	13	1860
2	540	14	1980
3	660	15	2100
4	780	16	2220
5	900	17	2340
6	1020	18	2460
7	1140	19	2580
8	1260	20	2700
9	1380	21	2820
10	1500	22	2940
11	1620	23	3060
12	1740	24	3180

De plus, il peut exister des fréquences pilotes à 300 Hz (ou 3300 Hz) utilisées pour la compensation des dérives de fréquences. Pour de plus amples détails sur les fréquences nominales utilisées dans d'autres types de systèmes de télégraphie harmonique, voir l'Avis R.38 B (tome VII du *Livre Blanc*).

SECTION 3

EMPLOI DE CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES OU DE CÂBLES TÉLÉPHONIQUES POUR DIVERS TYPES DE TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE

AVIS H.31 (ancien Avis H.21)

TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE PRIVÉE SUR UN CIRCUIT INTERNATIONAL LOUÉ, EN ALTERNAT AVEC LA CONVERSATION TÉLÉPHONIQUE PRIVÉE

1. La fréquence de 1500 Hz est recommandée pour les transmissions télégraphiques privées entre postes téléphoniques reliés d'une manière permanente par des circuits internationaux loués.

2. On admet, pour l'émission télégraphique en régime permanent d'un trait continu, une puissance maximum de 0,3 milliwatt (correspondant à un niveau absolu de puissance de —0,6 néper ou environ —5 décibels au point de niveau relatif zéro).

Au moment où on loue un circuit téléphonique international, qui peut éventuellement être utilisé pour de telles transmissions télégraphiques, il est recommandé de s'assurer par des mesures que cette limite ne sera pas dépassée.

Il appartient aux administrations ou exploitations privées intéressées de prendre, en ce qui concerne leur réseau national respectif, toutes les précautions nécessaires pour éviter que de telles transmissions télégraphiques ne perturbent leur service téléphonique intérieur. Ces précautions peuvent porter soit sur la limitation de la puissance de l'émission télégraphique ou de la durée d'utilisation du télégraphe, soit sur les modalités de la transmission télégraphique.

3. Les signaleurs à fréquence vocale des circuits téléphoniques loués, utilisés pour les transmissions télégraphiques privées entre deux postes téléphoniques reliés en permanence l'un à l'autre, doivent être insensibles aux signaux télégraphiques. On a observé qu'un certain type de signaleurs existants y est sensible, mais qu'on peut prendre des mesures pour corriger de tels signaleurs de manière que l'on n'ait pas de difficultés importantes pour la fréquence choisie.

4. Il semble que la limite maximum de 250 millisecondes adoptée pour le temps de maintien des suppresseurs d'écho des circuits téléphoniques internationaux [1] ne soit pas assez longue pour occasionner des suppressions (même partielles) des émissions d'indicatif lors de la réponse des appareils arythmiques.

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — Cette limite a été réduite à 75 ms dans le texte actuel de l'Avis G.161 (tableau 4).

AVIS H.32 (ancien Avis H.22)

COMMUNICATIONS TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE SIMULTANÉES SUR UN CIRCUIT TÉLÉPHONIQUE

Le C.C.I.T.T.,

considérant

1. que l'utilisation exceptionnelle d'un circuit téléphonique loué pour des communications téléphoniques et télégraphiques simultanées est envisagée dans l'Avis D.1 (tome II-A du *Livre Blanc*);

2. que le C.C.I.T.T. a indiqué les conditions dans lesquelles l'utilisation simultanée d'un circuit téléphonique pour la téléphonie et la télégraphie est techniquement tolérable;

3. que la normalisation des caractéristiques des appareils permettant l'utilisation simultanée d'un circuit téléphonique pour la téléphonie et la télégraphie n'est pas justifiée, mais qu'il est nécessaire de limiter la puissance des signaux transmis, et d'éviter l'utilisation de fréquences qui perturberaient le fonctionnement d'un équipement de signalisation téléphonique qui pourrait rester connecté au circuit téléphonique;

4. que de nouvelles demandes pour l'affectation de fréquences particulières dans des buts spéciaux se présentent fréquemment et que le nombre de fréquences utilisées ne doit pas être augmenté si ce n'est pas nécessaire,

émet, à l'unanimité, l'avis

1. que dans le cas d'utilisation simultanée d'un circuit téléphonique pour la téléphonie et la télégraphie, le signal télégraphique, s'il est transmis en permanence, devrait être maintenu à un niveau égal ou inférieur à $-1{,}5$ néper (-13 dB) en un point de niveau relatif zéro;

2. qu'on ne devrait pas avoir plus de 3 circuits téléphoniques de ce type dans un groupe primaire de 12 circuits téléphoniques et que le nombre de circuits de ce type établis sur un système à courants porteurs à large bande ne devrait pas dépasser le nombre de groupes secondaires de ce système;

3. que les signaux télégraphiques transmis ne doivent pas perturber le fonctionnement d'un signaleur qui pourrait rester connecté au circuit téléphonique,

et prend note

que certaines administrations ont permis pour la téléphonie et la télégraphie simultanées l'utilisation des fréquences 1680 Hz et 1860 Hz, aussi bien en modulation d'amplitude qu'en modulation de fréquence.

AVIS H.33 (ancien Avis H.23)

COEXISTENCE DANS UN MÊME CÂBLE DE LA TÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉGRAPHIE A COURANT CONTINU

Le C.C.I.T.T.,

considérant

que des procédés techniques existent, permettant d'écouler le trafic téléphonique et le trafic télégraphique dans le même câble, soit sur des conducteurs séparés, soit même sur des conducteurs communs;

que, par ces procédés, en prenant les précautions indiquées ci-dessous, les circuits téléphoniques, y compris les circuits fantômes, ne sont pratiquement pas influencés par la télégraphie, ni dans leurs propriétés électriques, ni en ce qui concerne l'écoulement du trafic;

que, même lorsque le câble est soumis à l'influence des installations d'énergie électrique (en particulier des lignes de chemin de fer à courant alternatif), on peut obtenir un service téléphonique et un service télégraphique exempts de dérangements, par l'emploi de dispositifs qui ont fait leurs preuves;

que, d'autre part, l'utilisation simultanée d'un câble à grande distance pour la téléphonie et la télégraphie internationales est recommandée pour des raisons économiques,

émet, à l'unanimité, l'avis

qu'on peut admettre dans un même câble la coexistence de la téléphonie et de la télégraphie à courant continu sous la réserve de satisfaire aux conditions énoncées ci-après:

A. TÉLÉGRAPHIE SIMULTANÉE PAR CIRCUITS FANTÔMES OU SUPERFANTÔMES

(*Note.* — La VI[e] Réunion plénière du C.C.I.T.T., Bruxelles, 1948, a estimé que l'étude des questions concernant la télégraphie infra-acoustique était devenue sans objet et devait être abandonnée.)

1. La force électromotrice, introduite par l'émetteur télégraphique dans le circuit contenant les conducteurs du câble ne doit pas dépasser 50 volts.

2. Dans le cas où les bornes de cet émetteur télégraphique sont fermées sur une résistance de 30 ohms, substituée aux conducteurs du câble, le courant parcourant cette résistance ne doit pas dépasser 50 milliampères.

Cette limite est portée à 100 milliampères si le câble est équipé avec des bobines d'un type à noyau de poudre de fer comprimée ou de quelque autre matière ayant des caractéristiques également satisfaisantes.

3. Les bruits perturbateurs produits par l'ensemble des appareils télégraphiques sur un circuit téléphonique ne doivent pas dépasser, au point de niveau relatif $-1{,}0$ néper ou $-8{,}7$ décibels, et dans le cas d'une impédance de 600 ohms, une valeur qui correspond à une force électromotrice psophométrique de 1 millivolt. Pour réaliser cette condition, il est recommandable d'insérer des filtres passe-bas à la transmission sur tous les circuits télégraphiques exploités en courant continu. Il est possible que cette limite doive être réduite dans le cas où le circuit téléphonique est déjà soumis à une importante influence perturbatrice due à une ligne électrique voisine.

4. Les installations de télégraphie simultanée ne doivent pas introduire de dissymétrie (par rapport à la terre) des circuits téléphoniques *(Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques)*.

5. L'accroissement de la diaphonie produit par les installations de télégraphie simultanée dans les circuits téléphoniques ne doit pas dépasser une valeur correspondant à une diminution de l'affaiblissement paradiaphonique de 0,5 néper (4,34 décibels).

6. Les circuits qui entrent dans la constitution des circuits fantômes (simples ou doubles) utilisés pour la télégraphie ne doivent pas être utilisés pour le relais des émissions radiophoniques.

B. TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE COEXISTANTES SUR DES CONDUCTEURS SÉPARÉS

1. Cas où le télégraphe emploie des conducteurs pupinisés que la téléphonie pourra utiliser plus tard:

Les conditions qui sont données ci-dessus sous A, 1, 2, 3, doivent être remplies.

2. Cas où le télégraphe emploie des conducteurs non pupinisés:

Les conditions données ci-dessus sous A, 3 seulement, doivent être remplies.

SECTION 4

EMPLOI DE CIRCUITS DU TYPE TÉLÉPHONIQUE POUR LA TÉLÉGRAPHIE FAC-SIMILÉ

AVIS H.41 (ancien Avis H.31, modifié à Genève, 1964)

TRANSMISSIONS PHOTOTÉLÉGRAPHIQUES SUR LES CIRCUITS DU TYPE TÉLÉPHONIQUE

Remarque. — En ce qui concerne les circuits à courants porteurs, cet avis s'applique seulement aux systèmes établis sur la base de groupes primaires à 12 voies; les systèmes utilisant des groupes primaires à 16 voies feront l'objet d'une étude ultérieure.

Les circuits téléphoniques à fréquences vocales et les circuits à courants porteurs peuvent être utilisés pour la phototélégraphie.

Sur les circuits normaux à fréquences vocales ou par courants porteurs, la modulation d'amplitude présente certains avantages par rapport à la modulation de fréquence [1] et doit donc être utilisée de préférence lorsqu'il s'agit de transmissions phototélégraphiques sur les circuits utilisés de bout en bout sur câble ou sur faisceaux hertziens à visibilité directe [2].

Cependant dans le cas de circuits sujets à des variations brusques de niveau ou affectés par des bruits, la modulation de fréquence peut être préférable à la modulation d'amplitude; les administrations (ou exploitations privées reconnues) pourront dans ce cas s'entendre pour exploiter, au moyen de la modulation de fréquence, les communications phototélégraphiques sur de tels circuits; les recommandations de l'Avis T.1 relatives aux caractéristiques de la modulation de fréquence (*Livre Blanc*, tome VII), devront alors être suivies.

Pour ces raisons, le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis*

que les transmissions phototélégraphiques sur circuits téléphoniques exigent que soient observées les conditions suivantes, suivant le mode d'utilisation des circuits par la phototélégraphie:

A. Circuits utilisés en permanence pour la phototélégraphie

Il semble que ces circuits soient rares. En tout cas, ils pourront à fortiori satisfaire aux caractéristiques indiquées dans la section B ci-après.

---

[1] En particulier, avec les mêmes modules de coopération et les mêmes vitesses, la modulation de fréquence occupe une largeur de bande supérieure à celle qui est prise par la modulation d'amplitude pour obtenir des images de qualité égale.

[2] Pour les transmissions phototélégraphiques sur des circuits radioélectriques et fil combinés, voir l'Avis T.15 (tome VII du *Livre Blanc*).

B. Circuits utilisés habituellement (et de préférence) pour la phototélégraphie

a) *Types de circuits à utiliser*

Les circuits à deux fils ne peuvent pas servir, en pratique, à la transmission phototélégraphique en raison des phénomènes de couplage par réaction.

Pour la même raison, les circuits à quatre fils doivent, dans les stations d'amplification appropriées, être prolongés jusqu'aux stations de phototélégraphie sous forme de circuits à quatre fils, les termineurs et les suppresseurs d'écho étant obligatoirement déconnectés.

b) *Equivalent*

Les conditions relatives à l'équivalent des circuits à quatre fils utilisés pour la transmission phototélégraphique sont en général les mêmes que lorsqu'il s'agit de téléphonie.

c) *Puissance à l'émission des signaux*

La tension d'émission du signal phototélégraphique correspondant au maximum d'amplitude doit être réglée de telle manière que le niveau absolu de puissance du signal, au point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme du circuit téléphonique, soit égal à 0 néper (0 décibel) pour la transmission fac-similé modulée en amplitude et $-1{,}15$ néper (-10 décibels) pour la transmission fac-similé modulée en fréquence. Dans le cas de la modulation en amplitude, le niveau du signal correspondant au noir est habituellement d'environ 30 décibels en dessous du niveau du signal correspondant au blanc.

d) *Niveaux relatifs*

Si des transmissions phototélégraphiques ont lieu simultanément à partir d'une station émettrice à destination de plusieurs stations réceptrices, des dispositions seront prises au point de jonction de manière que, sur les circuits en aval du point de jonction, on maintienne les mêmes niveaux de puissance que ceux prescrits pour des transmissions séparées.

e) *Distorsion d'affaiblissement*

Dans le cas de la modulation d'amplitude, la distorsion d'affaiblissement entre stations phototélégraphiques ne doit pas dépasser 1,0 néper (8,7 décibels). Comme dans la bande des fréquences à transmettre pour la transmission phototélégraphique la distorsion admise pour le circuit téléphonique interurbain lui-même ne doit pas dépasser 0,75 néper (6,6 décibels), il ne sera pas nécessaire, en général, de compenser la distorsion des lignes reliant les stations phototélégraphiques aux stations d'amplification.

Dans le cas de la modulation de fréquence, il suffit d'utiliser des circuits téléphoniques conformes aux recommandations du C.C.I.T.T. en ce qui concerne la distorsion d'affaiblissement (voir l'Avis G.132).

f) *Variation d'équivalent en fonction du temps*

L'équivalent doit demeurer aussi constant que possible durant la transmission des images. Dans le cas de la modulation en amplitude, l'effet de variations brusques de 2 cNp seulement (0,2 décibel) se fait déjà sentir. Il est, en outre, nécessaire d'éviter toute interruption du circuit, si courte soit-elle. C'est pourquoi l'on doit accorder la plus grande attention aux mesures effectuées sur les répéteurs et les lignes et aux permutations de batteries. Pour éviter tout risque de dérangement, il est désirable que les centraux inter-

urbains extrêmes soient mis hors de circuit quand on prolonge le circuit jusqu'aux stations fac-similé.

Des précautions spéciales devraient être prises pour s'assurer qu'aucune modulation du courant porteur n'est causée ni par la ligne ni par les amplificateurs, même si cette modulation n'est pas audible. Une telle modulation peut être due, en particulier, à des variations de tension des batteries d'alimentation, ou à des équipements de télégraphie infra-acoustique.

Dans le cas de la modulation de fréquence, on peut tolérer même des variations brusques de 1,15 néper (10 décibels) et les circuits téléphoniques, même établis sans précautions spéciales, présentent une stabilité suffisante.

Cette constatation ne signifie pas que les variations brusques de niveau ne doivent pas être évitées même pour le cas de circuits exploités par la phototélégraphie par modulation de fréquence.

g) *Distorsion de phase*

La distorsion de phase limite la portée de transmissions phototélégraphiques de qualité satisfaisante. Les différences entre les temps de propagation de groupe du circuit téléphonique, dans l'intervalle de la transmission phototélégraphique, ne doivent pas dépasser la valeur limite

$$\Delta t \leq \frac{1}{2f_p}$$

f_p = fréquence modulatrice maximum correspondant à la définition et à la vitesse d'exploration.

(Voir à ce sujet l'Avis H.42.)

h) *Perturbations*

Les courants perturbateurs, quelle que soit leur nature, ne devraient pas dépasser les limites recommandées par le C.C.I.T.T. pour les circuits téléphoniques.

C. Circuits téléphoniques utilisés rarement pour la phototélégraphie

a) *Caractéristiques de transmission*

Il semble que la plupart des caractéristiques spécifiées par le C.C.I.T.T. pour les circuits téléphoniques de type moderne soient suffisantes pour permettre des transmissions phototélégraphiques sur un circuit pris au hasard dans un faisceau de circuits utilisés normalement pour l'exploitation téléphonique. Toutefois, il n'est pas certain qu'un tel circuit présente une distorsion de phase suffisamment faible pour cet usage, en particulier les voies 1 et 12 d'un groupe primaire dont l'usage est déconseillé. L'action de la distorsion de phase s'observe davantage en modulation de fréquence.

Dans le cas de la modulation d'amplitude, on risque, en outre, que les transmissions phototélégraphiques soient affectées d'une modulation fâcheuse parce que les précautions spéciales appliquées aux circuits utilisés habituellement pour la phototélégraphie (voir B, f, ci-dessus) ne peuvent pas être appliquées à des circuits pris au hasard.

b) *Précautions relatives à la signalisation*

Tant que l'on n'a pas en vue l'exploitation par commutation automatique des circuits pour phototélégraphie, il est possible de déconnecter le signaleur et l'on n'a pas à craindre

des perturbations de la signalisation, même avec l'emploi de la modulation de fréquence. Toutefois, si l'on emploie pour la transmission phototélégraphique la modulation de fréquence et s'il n'est pas possible pratiquement de déconnecter le récepteur de signaux, il serait recommandable, dans le cas de la signalisation à une fréquence, de transmettre en permanence, en même temps que le signal d'image, une fréquence de blocage destinée à faire fonctionner le circuit de garde et à empêcher le fonctionnement du récepteur de signaux.

Il est également apparu que cette fréquence de blocage devrait être située nettement à l'extérieur de la bande de fréquences utilisée pour le système de transmission d'image. La fréquence émise pour le blocage et son niveau d'émission dépendront des caractéristiques du récepteur de signaux (ou des récepteurs de signaux dans le cas d'une connexion comportant plusieurs circuits internationaux), caractéristiques qui dépendent de la manière dont les différentes administrations construisent leurs récepteurs de signaux pour satisfaire aux spécifications de signalisation internationale.

Dans le cas du système de signalisation internationale à deux fréquences, le C.C.I.T.T. considère qu'il n'y a pas de risque de perturbation.

AVIS H.42 (ancien Avis H.32 modifié à Genève, 1964)

PORTÉE DE TRANSMISSIONS PHOTOTÉLÉGRAPHIQUES SUR CIRCUITS NORMALEMENT UTILISÉS POUR LA CONVERSATION TÉLÉPHONIQUE

Remarque. — En ce qui concerne les circuits à courants porteurs, cet avis s'applique seulement aux systèmes établis sur la base de groupes primaires à 12 voies; les systèmes utilisant des groupes primaires à 16 voies feront l'objet d'une étude ultérieure.

1. Les différences entre les temps de propagation de groupe des diverses fréquences et la largeur de la bande de transmission effectivement utilisable sur un circuit pour la téléphonie donnent, à l'établissement et à la cessation des signaux phototélégraphiques, naissance à des phénomènes transitoires qui limitent la rapidité de la transmission phototélégraphique.

2. La portée des communications phototélégraphiques de qualité satisfaisante, pour une rapidité donnée de transmission, dépend, en particulier, de la constitution du circuit utilisé:

— charge et longueur, en cas de circuits à fréquences vocales,

— nombre de liaisons en groupe primaire empruntées en cas de circuits à courants porteurs, et du choix de la fréquence porteuse pour la transmission phototélégraphique en modulation d'amplitude, ou de la fréquence moyenne en cas de modulation de fréquence.

3. La transmission phototélégraphique, en vue d'une qualité satisfaisante, exige que les valeurs limites de différence entre les temps de propagation de groupe dans la bande de fréquences transmises, indiquées dans le graphique ci-dessous, ne soient pas dépassées (figure 1).

Remarque. — Il est supposé que la tache d'exploration ait les mêmes dimensions dans les deux directions (forme carrée ou circulaire).

4. Le C.C.I.T.T. a recommandé des limites de distorsion de temps de propagation de groupe pour les circuits téléphoniques internationaux (voir l'Avis G.133).

Pour ces raisons, le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis suivant :*

Du point de vue de l'influence des distorsions de phase sur la qualité de transmission phototélégraphique, la fréquence porteuse (en cas de modulation d'amplitude) ou la fréquence moyenne (en cas de modulation de fréquence) doit être choisie telle qu'elle soit

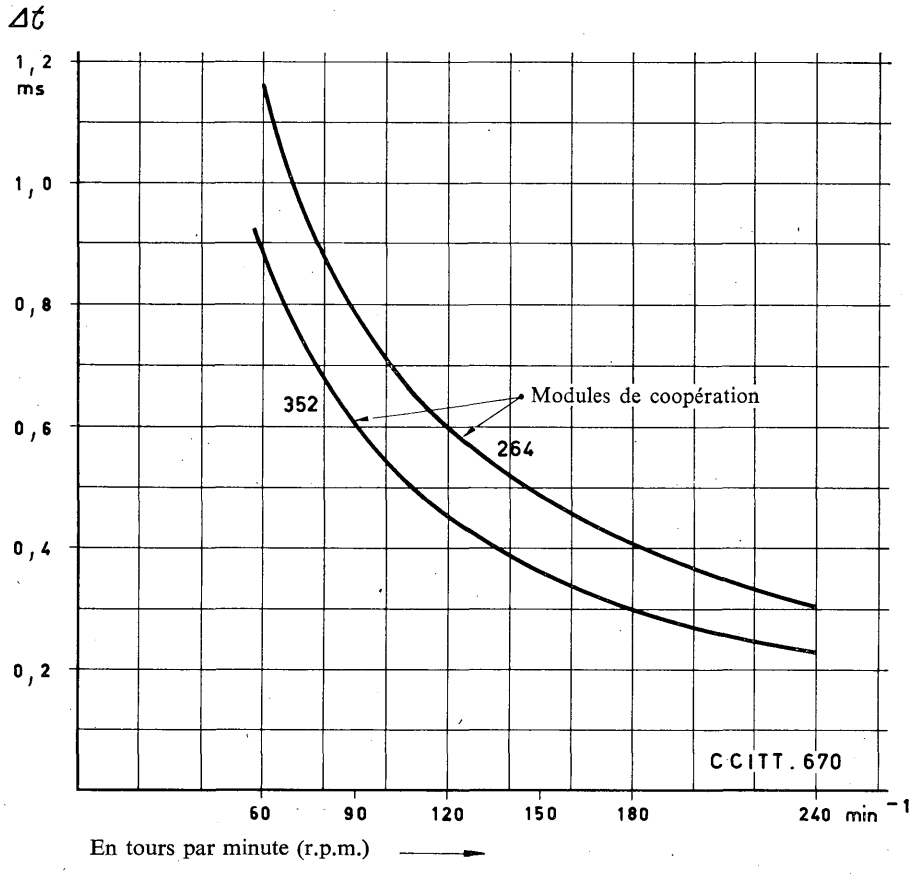


FIGURE 1. — **Distorsion de temps de propagation de groupe admissible dans la bande de fréquences transmises en fonction de la rapidité de transmission phototélégraphique**

aussi près que possible de la fréquence qui présente le temps minimum de propagation de groupe sur le circuit téléphonique.

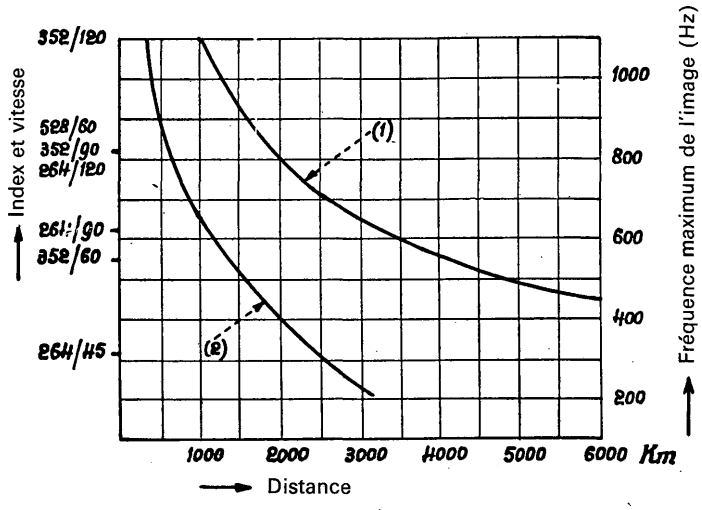
A. CIRCUITS UTILISÉS EN PERMANENCE POUR LA PHOTOTÉLÉGRAPHIE

1. Il sera en général possible de choisir, par accord entre administrations, un circuit satisfaisant à des limites plus sévères que celles indiquées ci-dessus au point de vue de la distorsion de phase.

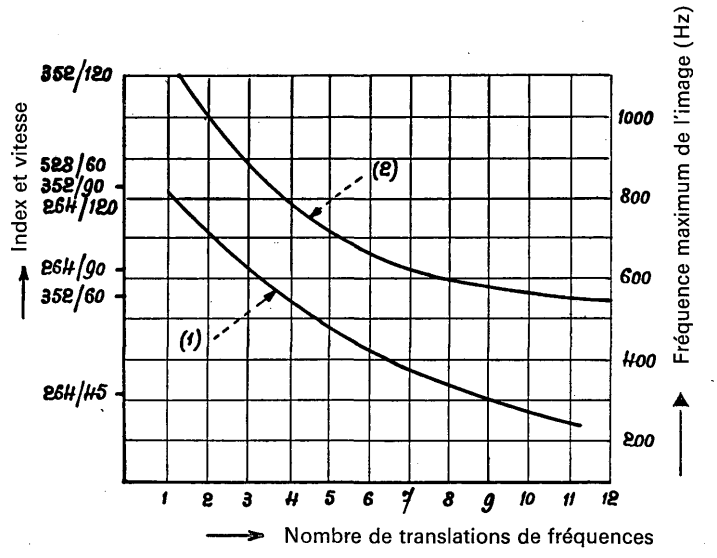
2. En plus, il sera possible de compenser les distorsions de phase par insertion de compensateurs de phase et de réaliser des transmissions phototélégraphiques occupant toute la bande nominale du circuit.

B. CIRCUITS UTILISÉS HABITUELLEMENT (ET DE PRÉFÉRENCE) POUR LA PHOTOTÉLÉGRAPHIE

1. On doit choisir une largeur de bande d'autant plus étroite — et par suite, une définition ou une rapidité de transmission phototélégraphique d'autant plus faible — que les différences entre les temps de propagation dans l'intervalle de transmission sont plus grandes.



a) Circuits à fréquences vocales



b) Circuits à courants porteurs

FIGURE 2. — **Portée de transmissions phototélégraphiques**

Courbes (1) — AM porteuse = 1300 Hz
Courbes (2) — { FM 1900 ± 400 Hz
AM porteuse = 1900 Hz

2. Pour cette raison, les circuits à fréquences vocales doivent être, en tout cas, des circuits à charge légère.

3. Dans le cas de circuits à courants porteurs, si l'on considère un seul système à courants porteurs de type moderne et en particulier les voies téléphoniques qui se trouvent au milieu d'un groupe primaire de ce système, la distorsion de phase est très inférieure aux limites indiquées ci-dessus.

4. Toutefois, il ne serait pas justifié économiquement de rendre plus rigoureuse la recommandation précitée relative à la distorsion de phase, simplement en vue d'une utilisation occasionnelle de quelques circuits seulement pour des transmissions phototélégraphiques à grande vitesse.

5. Les courbes de la figure 2 donnent des renseignements sur les performances relatives des transmissions phototélégraphiques modulées en amplitude et en fréquence sur les circuits téléphoniques à fréquences vocales et à courants porteurs.

C. Circuits téléphoniques utilisés rarement pour la phototélégraphie

Si les liaisons phototélégraphiques sont établies sur des circuits pris au hasard dans les faisceaux de circuits téléphoniques de type moderne (par exemple, par commutation automatique), il est possible que soit emprunté un circuit qui présente une distorsion de phase trop forte, en particulier parce qu'il a été constitué sur des voies 1 ou 12 d'un groupe primaire dont l'usage est déconseillé. Il n'est alors pas possible d'établir, dans ce cas, des renseignements généraux sur la portée de la transmission phototélégraphique; mais il sera possible, en tout cas, de remplir les conditions pour une transmission de qualité suffisante, si la liaison phototélégraphique ne comporte qu'une seule liaison en groupe primaire et si la transmission phototélégraphique se fait dans les conditions normales telles qu'elles sont recommandées par l'Avis T.1 (tome VII du *Livre Blanc*).

SECTION 5

EMPLOI DE DIVERS CANAUX DE TRANSMISSION POUR LA TRANSMISSION DE DONNÉES

AVIS H.51 (Mar del Plata, 1968)

EMPLOI DE CIRCUITS DU TYPE TÉLÉPHONIQUE POUR LA TRANSMISSION DE DONNÉES [1]

On peut employer, soit des circuits du réseau téléphonique commuté (voir Avis H.11), soit des circuits du type téléphonique loués, de qualité ordinaire ou de qualité spéciale (voir Avis H.12).

NIVEAU DE PUISSANCE

Les objectifs poursuivis dans la spécification des niveaux des signaux de données sont les suivants:

a) afin d'assurer une transmission de qualité satisfaisante et de permettre la coordination avec des dispositifs tels que des signaleurs ou des suppresseurs d'écho, il faut contrôler de façon aussi exacte que possible les niveaux des signaux de données transmis sur les circuits internationaux;

b) afin de garantir un fonctionnement correct des systèmes multivoies à courants porteurs, du point de vue de la charge et du bruit, la puissance moyenne sur les circuits de transmission de données ne devrait pas différer beaucoup de la valeur conventionnelle adoptée pour la charge d'une voie (−15 dBm0 pour chaque sens de transmission). Cette valeur conventionnelle permet qu'une proportion raisonnable (moins de 5%) des voies d'un système multivoie soit utilisée, pour des applications autres que la téléphonie, à des niveaux de puissance fixes d'environ −10 dBm0 dans chacun des deux sens de transmission.

Si la proportion d'applications autres que la téléphonie (la transmission de données étant incluse) n'excédait pas la valeur de 5% indiquée ci-dessus, la puissance moyenne de −10 dBm0 pourrait alors être autorisée simultanément pour les deux sens de transmission, pour la transmission de données également.

Cependant, en supposant qu'une proportion sensiblement plus grande (c'est-à-dire 10 à 20%) de circuits soit réservée à des applications autres que la téléphonie (à cause d'un développement des transmissions de données) sur un système international à courants porteurs, une réduction de 3 dB de cette puissance serait raisonnable. De cette façon, la somme des puissances moyennes dans les deux sens de transmission d'un système duplex (c'est-à-dire avec des fréquences transmises simultanément dans les deux sens) serait de −10 dBm0 (c'est-à-dire −13 dBm0 pour chaque sens). La puissance transmise sur la voie d'un système simplex (c'est-à-dire avec une transmission dans un seul sens) ou sur une des deux voies d'un système semi-duplex (c'est-à-dire avec transmission alternativement dans des sens opposés) serait de −10 dBm0 (en supposant l'absence d'échos);

Remarque. — La distribution de la puissance moyenne à long terme parmi les voies d'un système téléphonique multivoie à courants porteurs (valeur moyenne conventionnelle: −15 dBm0) a probablement un écart type de l'ordre de 4 dB (Annexe 6, 4e partie du tome III du *Livre Bleu*).

[1] Remplace l'ancien Avis H.41 du tome III du *Livre Bleu* (Genève, 1964).

c) il est probable que les administrations tiendront à fixer des valeurs précises pour le niveau de puissance des signaux dans les modulateurs de données, que ce soit au poste de l'abonné ou dans les centraux locaux. La relation entre ces valeurs et le niveau de puissance sur les circuits internationaux dépend du plan de transmission national; en tout état de cause, il faut prévoir une large gamme de valeurs d'affaiblissement parmi les diverses chaînes de circuits possibles entre le poste d'abonné et l'entrée des circuits internationaux;

d) les considérations a) à c) suggèrent que la spécification du seul niveau maximum du signal de données n'est pas la forme la plus utile. Une autre proposition serait de spécifier la puissance nominale à l'entrée du circuit international. Cette puissance nominale serait la puissance moyenne, évaluée statistiquement à partir de mesures sur de nombreux circuits de transmission de données.

Pour ces motifs, le C.C.I.T.T. *émet, à l'unanimité, l'avis:*

A. Transmission de données sur des lignes téléphoniques louées établies au moyen de systèmes a courants porteurs

1. La puissance maximum débitée dans la ligne par l'appareil d'abonné ne doit pas dépasser 1 mW.

2. Pour les systèmes sur lesquels des tonalités sont transmises en permanence, par exemple pour les systèmes à modulation de fréquence, le niveau maximum de puissance au point de niveau relatif zéro doit être de −1,15 Nm0 (−10 dBm0). Lorsque la transmission de données est interrompue pendant une durée appréciable, le niveau de puissance devrait, de préférence, être réduit à −2,3 Nm0 (−20 dBm0) ou davantage.

3. Pour les systèmes sur lesquels des tonalités ne sont pas transmises en permanence, par exemple pour les systèmes à modulation d'amplitude, on peut employer des niveaux plus élevés, allant jusqu'à −0,69 Nm0 (−6 dBm0) au point de niveau relatif zéro, à condition que la puissance moyenne pendant l'heure chargée dans les deux sens de transmission ajoutés ne dépasse pas 64 μW — ce qui correspond à un niveau moyen de −1,73 Nm0 (−15 dBm0) au point de niveau relatif zéro dans chaque sens de transmission simultanément. De plus, le niveau d'une fréquence supérieure à 2400 Hz ne devrait pas être élevé au point de causer des perturbations sur les voies adjacentes des systèmes de téléphonie à courants porteurs (voir l'Avis G.224).

Remarque 1. — En suggérant les limites ci-dessus, on n'a pas oublié que le niveau maximum recommandé de −5 dB par rapport au point de niveau relatif zéro, pour les circuits loués pour la télégraphie en alternat avec la téléphonie, peut ne plus être acceptable en raison de l'avis émis que « pour éviter toute surcharge des systèmes à courants porteurs, la puissance moyenne devrait être limitée à 32 μW si ces systèmes doivent prendre une grande extension ».

Remarque 2. — La limite proposée pour les systèmes sur lesquels des tonalités sont transmises en permanence, à savoir −10 dB, est en harmonie avec l'Avis actuel H.41 relatif aux transmissions phototélégraphiques à modulation de fréquence.

Remarque 3. — Il n'est pas possible de donner une estimation ferme de la proportion des circuits internationaux sur lesquels à un instant quelconque seront transmises des données. Si cette proportion devait être élevée, il faudrait reconsidérer les limites provisoires actuellement proposées.

B. Transmission de données sur le réseau téléphonique avec commutation

La puissance maximum débitée dans la ligne par l'appareil de l'abonné ne doit pas dépasser 1 mW quelle que soit la fréquence.

Pour les systèmes sur lesquels des fréquences sont transmises en permanence, par exemple, pour les systèmes à modulation de fréquence ou de phase, le niveau de la puissance émise par l'appareil de l'abonné doit être réglé en tenant compte de l'affaiblissement

prévu entre l'appareil de l'abonné et l'entrée dans un circuit international, de façon que le niveau nominal correspondant du signal à l'entrée du circuit international ne dépasse pas:

— 1,15 Nm0 (−10 dBm0) lorsqu'il s'agit d'un système simplex, c'est-à-dire d'un système ne transmettant pas dans les deux sens simultanément,

— 1,5 Nm0 (−13 dBm0) lorsqu'il s'agit d'un système duplex, c'est-à-dire d'un système transmettant les signaux simultanément dans les deux sens.

Pour les systèmes sur lesquels des fréquences ne sont pas transmises en permanence, par exemple pour les systèmes à modulation d'amplitude ou à fréquences multiples, on peut employer des niveaux plus élevés, à condition que la puissance moyenne de tous les signaux, à l'entrée d'un circuit international, pendant une heure quelconque dans les deux sens de transmission ajoutés, ne dépasse pas 64 microwatts, ce qui correspond à un niveau moyen de −1,73 Nm0 (−15 dBm0) dans chaque sens de transmission simultanément.

De plus, le niveau des fréquences sur les systèmes de téléphonie à courants porteurs faisant partie d'un circuit ne devrait pas être élevé au point de causer des perturbations sur les voies adjacentes. L'Avis G.224 peut être utilisé pour déterminer les niveaux adéquats.

Remarque 1. — Comme il est difficile, en pratique, d'évaluer l'affaiblissement entre l'appareil de l'abonné et le circuit international, cette partie du présent avis doit être prise comme guide général pour la planification. On peut adopter comme niveau moyen à l'entrée d'un circuit international la valeur moyenne obtenue d'après des mesures ou des calculs portant sur un grand nombre de transmissions de données.

Remarque 2. — Dans les communications établies par commutation, il peut arriver que l'affaiblissement entre postes d'abonné soit élevé, par exemple 30 à 40 dB; le niveau des signaux reçus est alors très faible et ceux-ci peuvent être perturbés, par exemple, par les impulsions de numérotation transmises sur d'autres circuits. Il importe donc que le niveau d'émission soit aussi élevé que possible.

Si la demande de communications internationales pour transmission de données sur le réseau avec commutation doit devenir très élevée, certaines administrations voudront peut-être prévoir des lignes spéciales d'abonné à quatre fils. En pareil cas, les niveaux à utiliser pourraient être ceux qui sont proposés pour les circuits loués.

AVIS H.52 (Mar del Plata, 1968)

TRANSMISSION DES SIGNAUX A LARGE SPECTRE (DONNÉES, FAC-SIMILÉ, ETC.) SUR DES CIRCUITS A LARGE BANDE EN GROUPE PRIMAIRE

On emploiera des circuits répondant à l'Avis H.14.

a) *Niveau de puissance*

1. Le niveau de puissance moyenne du signal à large spectre dans la bande 60-108 kHz ne doit pas dépasser $-15 + 10 \log_{10} 12 = -4$ dBm0.

2. Afin de limiter les effets d'intermodulation dans les systèmes à large bande, le niveau de puissance d'un élément quelconque du spectre dans la bande 60-108 kHz doit être nettement inférieur à la valeur moyenne indiquée au point 1 ci-dessus.

Remarque. — Une administration au moins applique une limite de −14 dBm0.

3. Outre la condition 2 ci-dessus, le spectre de l'énergie transmise autour des fréquences des ondes pilotes est limité selon les recommandations de l'Avis G.241, f).

b) *Limitation du spectre de l'énergie à l'extérieur de la bande 60-108 kHz*

Le spectre de l'énergie à l'extérieur de la bande 60-108 kHz doit être convenablement limité selon des directives analogues à celles qui ont conduit aux valeurs spécifiées dans l'Avis 242, b).

AVIS H.53 (Mar del Plata, 1968)

TRANSMISSION DES SIGNAUX A LARGE SPECTRE (DONNÉES, ETC.) SUR DES CIRCUITS A LARGE BANDE EN GROUPE SECONDAIRE

On emploiera des circuits répondant à l'Avis H.15.

a) *Niveau de puissance*

1. Le niveau de puissance moyenne du signal à large spectre dans la bande 312-552 kHz ne doit pas dépasser $-15 + 10 \log_{10} 60 = +3$ dBm0.

2. Afin de limiter les effets d'intermodulation dans les systèmes à large bande, le niveau de puissance d'un élément quelconque du spectre dans la bande 312-552 kHz doit être nettement inférieur à la valeur moyenne indiquée au point 1 ci-dessus.

Remarque. — Une administration au moins applique une limite de −14 dBm0.

3. Outre la condition 2 ci-dessus, le spectre de l'énergie transmise autour des fréquences des ondes pilotes est limité selon les recommandations de l'Avis G.241, f).

b) *Limitation du spectre de l'énergie à l'extérieur de la bande 312-552 kHz*

Le spectre de l'énergie à l'extérieur de la bande 312-552 kHz doit être convenablement limité selon les directives analogues à celles qui ont conduit aux valeurs spécifiées dans l'Avis 242, c).

TROISIÈME PARTIE

AVIS DE LA SÉRIE J

Transmissions radiophoniques et télévisuelles

SECTION 1

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX CIRCUITS POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES

AVIS J.11

UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES

On distingue:

1. les circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type A, qui transmettent une bande de 50 à 10 000 Hz et dont les caractéristiques sont indiquées dans la section 2;

2. les circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type B, qui sont des circuits de type moderne, transmettant la bande de 50 à 6400 Hz; dans les cas où les administrations jugent utile de procurer de tels circuits, ceux-ci devraient présenter les caractéristiques indiquées dans la section 3;

3. les circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien, dont les caractéristiques sont indiquées dans la section 4.

Dans les cas où l'emploi de circuits téléphoniques pour des transmissions radiophoniques sera autorisé par un avis à paraître dans le tome II-A, cet emploi sera soumis aux conditions techniques indiquées dans la section 5.

AVIS J.12

DÉFINITIONS ET RESPONSABILITÉS DANS UNE TRANSMISSION RADIOPHONIQUE INTERNATIONALE [1]

a) *Responsabilités techniques au cours d'une transmission radiophonique internationale*
Définitions des parties constitutives de la liaison radiophonique internationale

En vue du partage des responsabilités lors de la transmission d'un programme de radiodiffusion, il y a lieu de distinguer (voir la figure 1):

1. l'organisme de radiodiffusion émetteur qui est la source du programme (studio, centre de reportage ou centre de commutation radiophonique) et qui, dans le cas de la figure, se trouve à quelque distance de la station de répéteurs BRUXELLES;

2. le circuit national [2], qui relie l'organisme de radiodiffusion à la première station de répéteurs;

3. la « liaison radiophonique internationale », constituée en principe par une chaîne de circuits nationaux et internationaux pour transmissions radiophoniques, les circuits nationaux étant constitués comme s'il s'agissait de circuits internationaux. Dans le cas de la figure, cette liaison internationale est « BRUXELLES-MESTRE » et comprend le circuit international BRUXELLES-PARIS, le circuit national PARIS-LYON, le circuit international LYON-TORINO et les circuits nationaux TORINO-MILANO et MILANO-MESTRE;

4. le circuit national [2] qui relie la dernière station de répéteurs à l'organisme de radiodiffusion d'arrivée;

5. l'organisme de radiodiffusion auquel est destiné le programme de radiodiffusion et qui, dans le cas de la figure, se trouve à VENEZIA, à quelque distance de MESTRE.

L'ensemble de la liaison radiophonique internationale et des circuits nationaux entre les organismes de radiodiffusion constitue la « communication radiophonique internationale ».

La liaison radiophonique internationale est seule dans tous les cas sous l'unique responsabilité des administrations téléphoniques.

Les circuits nationaux extrêmes peuvent être sous la responsabilité soit de l'administration téléphonique, soit de l'organisme de radiodiffusion, soit des deux conjointement, selon des arrangements locaux propres à chaque pays.

b) *Définitions de l'origine et de l'extrémité d'un circuit international*

On considère comme « origine » d'un circuit international la sortie du premier amplificateur et comme « extrémité » la sortie du dernier amplificateur de ce circuit. Dans le cas de la figure 1, le circuit direct Bruxelles-Paris, par exemple, est compris entre les points B et C.

Dans le cas d'un circuit pour transmissions radiophoniques établi sur un système à courants porteurs, l'origine de ce circuit est l'entrée de l'équipement de modulation et son extrémité est la sortie de l'équipement de démodulation.

Notes du Secrétariat. — [1] La terminologie et la figure 1 de cet Avis ont été mises en conformité avec la figure 1 de l'Avis N.11 approuvé à Mar del Plata, 1968 (tome IV du *Livre Blanc*). Voir aussi l'Avis N.1.

[2] Les « lignes locales » ne sont plus définies dans les Avis N.1 et N.11.

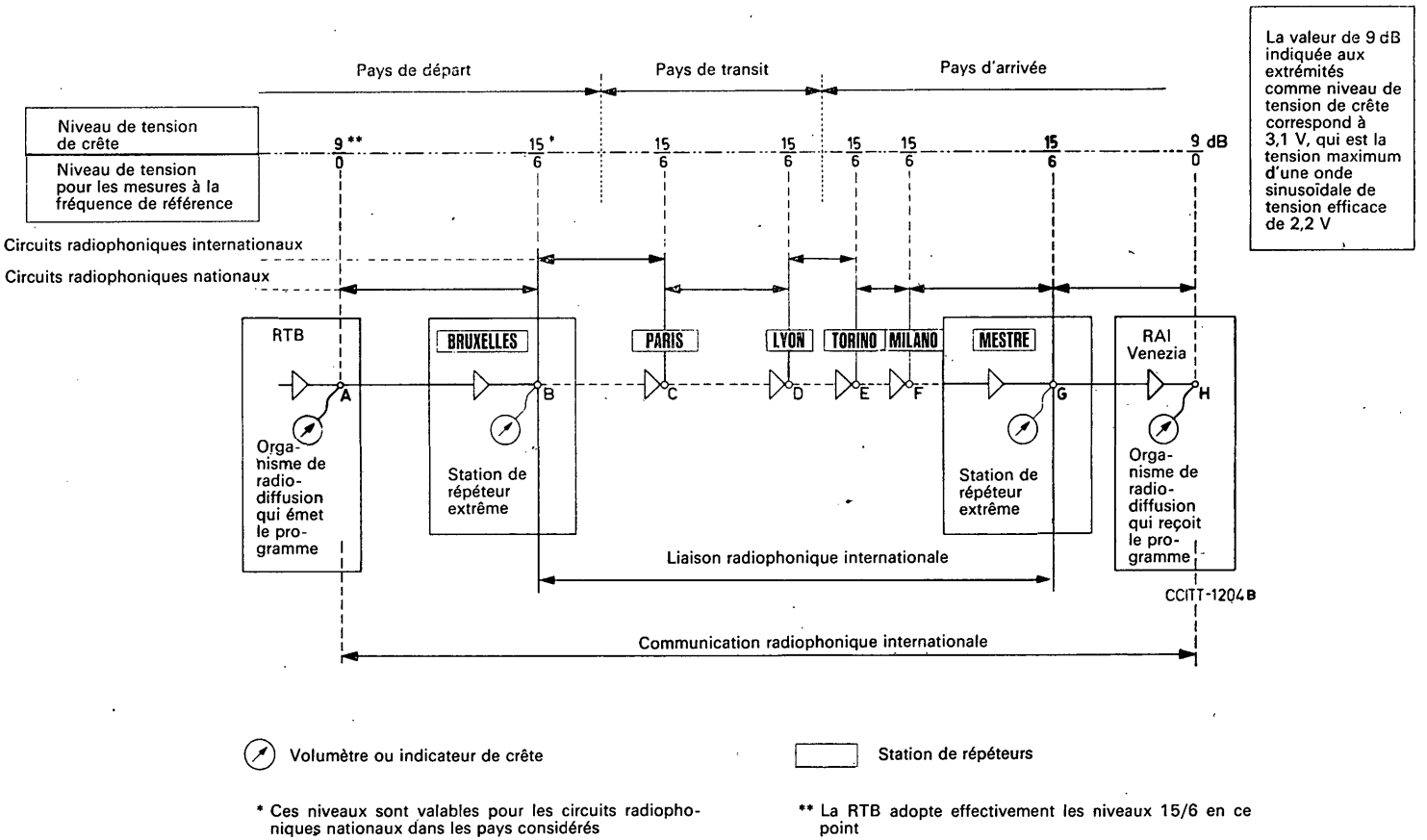


FIGURE 1. — **Schéma d'une communication radiophonique internationale sur laquelle tous les pays intéressés ont choisi la valeur de + 7 dNr (+ 6 dBr) pour le niveau relatif nominal aux points d'interconnexion des circuits**

AVIS J.13

NIVEAUX RELATIFS SUR UNE COMMUNICATION RADIOPHONIQUE INTERNATIONALE

a) *Réglage des niveaux sur une communication radiophonique internationale*

Le C.C.I.T.T. recommande d'utiliser la méthode de réglage dite « à tension constante ». Si l'on applique au point de niveau relatif zéro de la communication radiophonique internationale un niveau absolu de tension zéro (onde sinusoïdale de tension efficace 0,775 V) d'une des fréquences prévues dans les Consignes de maintenance (Avis N.12, tome IV du *Livre Blanc*), le niveau absolu de tension à la sortie du dernier amplificateur d'un circuit pour transmissions radiophoniques (points B, C, D... G de la figure 1 de l'Avis J.12) doit être égal à + 0,7 néper ou + 6 décibels (soit 1,55 volt efficace) pour la fréquence 800 Hz et doit être compris entre les limites données (figure 2 de l'Avis J.21 pour les circuits normaux de type A, figure 1 de l'Avis J.31 pour les circuits normaux de type B, figures 1 et 2 de l'Avis J.41 pour les circuits de type ancien) pour les autres fréquences.

Le point de niveau relatif zéro est en principe l'origine de la communication radiophonique (point A de la figure 1 de l'Avis J.12); une convention différente peut être adoptée par accord entre l'administration des téléphones et l'organisme de radiodiffusion d'un même pays, pourvu que les niveaux sur la liaison radiophonique internationale n'en soient pas modifiés.

b) *Diagramme des niveaux de tension de la communication radiophonique internationale*

Pour la communication radiophonique internationale et quelle que soit la constitution de celle-ci, on doit fixer le diagramme des niveaux de tension de façon à ne pas dépasser la puissance maximum qu'un amplificateur peut transmettre sans distorsion à la liaison radiophonique, lorsque la tension de crête (correspondant à un niveau absolu de tension de + 9 décibels) est appliquée au point de niveau relatif zéro de la communication radiophonique internationale.

Dans ces conditions, la valeur nominale du niveau relatif de tension à la sortie des amplificateurs qui se trouvent à l'extrémité des circuits pour transmissions radiophoniques composant la liaison radiophonique internationale (point B, C, D... G de la figure 1 de l'Avis J.12) est fixée à + 6 décibels.

C'est ainsi qu'en conséquence de la recommandation d'utiliser la méthode de réglage à tension constante, les amplificateurs de la liaison radiophonique internationale doivent être capables de transmettre au moins un niveau absolu de tension maximum de + 17 décibels.

En effet, comme il a été dit ci-dessus, le niveau absolu de tension appliqué au point de niveau relatif zéro de la communication radiophonique internationale peut atteindre + 9 décibels. Le niveau relatif de tension à la sortie d'un amplificateur serait donc: + 17 − 9 = + 8 décibels. En tenant compte d'une variation maximum de ce niveau en fonction du temps de ± 2 décibels, on obtient la valeur nominale de 8 − 2 = 6 décibels ou 0,7 néper pour le niveau relatif de tension à la sortie desdits amplificateurs.

Si un circuit pour transmissions radiophoniques, faisant partie de la liaison radiophonique internationale, est établi sur un groupe primaire d'un système à courants porteurs,

il est recommandé que le point de niveau relatif zéro sur ce circuit coïncide avec le point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des voies téléphoniques de ce groupe primaire.

Toutefois, il peut être utile que les équipements permettent une différence de ± 3 décibels au maximum entre les niveaux relatifs pour la transmission radiophonique et pour la transmission téléphonique, afin de régler au mieux, eu égard aux conditions de bruit ou d'intermodulations existantes.

Afin de faciliter les interconnexions, la valeur nominale du niveau relatif à l'origine et à l'extrémité du circuit international est aussi fixée provisoirement à + 0,7 néper ou + 6 décibels dans le cas d'un circuit établi sur un système à courants porteurs.

Remarque. — Le présent avis s'applique à un circuit pour transmissions radiophoniques sans préaccentuation. Des valeurs différentes sont indiquées pour un circuit avec préaccentuation dans l'Annexe à l'Avis J.21.

AVIS J.14

RÉGLAGE ET SURVEILLANCE D'UNE COMMUNICATION RADIOPHONIQUE INTERNATIONALE

Compte tenu de l'Avis J.13, le réglage et la surveillance d'une communication radiophonique internationale doivent être effectués de manière à donner l'assurance qu'au cours de la transmission radiophonique, la tension de crête au point de niveau relatif zéro n'excédera pas 3,1 volts, c'est-à-dire l'amplitude d'une tension sinusoïdale efficace de 2,2 volts.

Les dispositions adoptées dans ce but sont indiquées dans les Avis N.10 à N.18 (tome IV du *Livre Blanc*) et sont résumées ci-après [1].

On suppose que la communication radiophonique internationale correspond au schéma de la figure 1 de l'Avis J.12. On suppose également que les différents circuits à interconnecter pour constituer la liaison radiophonique internationale sont des circuits permanents qui ont fait l'objet d'une maintenance périodique régulière.

a) *Mesures à effectuer avant la période de réglage qui précède une transmission radiophonique*

On doit régler les circuits nationaux de telle sorte que, quand ils seront reliés à la liaison radiophonique internationale, le diagramme des niveaux de tension de la communication radiophonique internationale soit respecté [2].

Par exemple, dans le cas de la figure 1 de l'Avis J.12, la station d'EDINBURGH effectuera la contre-distorsion d'affaiblissement et le réglage des amplificateurs pour la ligne locale venant de la British Broadcasting Corporation (B.B.C.).

---

[1] Texte mis à jour par le Secrétariat d'après ces avis du tome IV du *Livre Blanc*.

[2] D'après la définition du diagramme des niveaux de tension de la communication radiophonique internationale, il en résulte qu'une onde sinusoïdale qui serait émise par le studio avec une amplitude maximum égale à la tension de crête (en un point spécifié) aurait un niveau absolu de tension nominal de + 1,04 néper (9 décibels) en un point de niveau relatif zéro de la liaison radiophonique internationale.

Caractéristiques principales de divers appareils de mesure utilisés pour la surveillance du volume ou des crêtes au cours de conversations téléphoniques ou de transmissions radiophoniques

Type de l'appareil	Caractéristique du redresseur (Note 4)	Durée d'établissement pour 99 % de la déviation finale (millisecondes)	Durée d'intégration (millisecondes) (Note 5)	Durée de retour au zéro (valeur et définition)
(1) « Voltmètre vocal » britannique du type 3 (S.V.3) identique au volumètre de l'A.R.A.E.N.	2	230	100 (approx.)	égale à la durée d'intégration
(2) v.u. mètre (Etats-Unis d'Amérique) (Note 1)	1,0 à 1,4	300	165 (approx.)	égale à la durée d'intégration
(3) Volumètre du type « Volume indicator du S.F.E.R.T. »	2	environ 400 à 650	200	égale à la durée d'intégration
(4) Indicateur de crête pour transmissions radiophoniques utilisé par la British Broadcasting Corporation (B.B.C. Peak Programme Meter) (Note 2)	1		10 (Note 6)	3 secondes pour que l'indication diminue de 26 dB
(5) Indicateur d'amplitude maximum utilisé dans la République fédérale d'Allemagne (type U 21)	1	environ 80	5 (approx.)	1 ou 2 secondes de 100% à 10% de la déviation en régime permanent
(6) OIRT - Mesureur de niveau de transmission: Mesureur de niveau du type A Mesureur de niveau du type B		pour les deux types: moins de 300 ms pour les appareils à aiguille et moins de 150 ms pour les appareils à indication lumineuse	 10 × 5 60 ± 10	pour les deux types: de 1,5 à 2 secondes à partir du point « 0 dB » placé à 30% de la partie utile de l'échelle

b) *Mesures à effectuer pendant la période de réglage qui précède une transmission radiophonique*

Le C.C.I.T.T. recommande d'utiliser la méthode de réglage dite « à tension constante »[1] décrite plus haut.

Après connexion des différents circuits devant constituer la liaison radiophonique internationale (conformément aux diagrammes des niveaux de ces circuits), il suffit de vérifier, au moyen de l'hypsographe ou au moyen de mesures à des fréquences discrètes, que le niveau relatif de tension à la station de répéteurs extrême d'arrivée a la valeur correcte.

En outre, et seulement si la station directrice le demande, on mesure la tension psophométrique à cette station de répéteurs extrême d'arrivée.

Ces premiers réglages étant effectués, on raccorde les circuits nationaux à la liaison radiophonique internationale dans les centres radiophoniques internationaux (C.R.I.) extrêmes. C'est la fin de la « période de réglage » et le commencement de la « période préparatoire », qui correspond au moment où toute la communication est *mise à la disposition* des organismes de radiodiffusion.

Ces derniers procèdent alors aux mesures et réglages qu'ils ont prévus.

c) *Mesures effectuées par les organismes de radiodiffusion au cours de la période préparatoire*

Après que les organismes de radiodiffusion ont pris possession de la communication internationale, ils font des mesures sur l'ensemble de cette communication, dans toute la

[1] Si certaines administrations ou exploitations privées téléphoniques ont des amplificateurs pour circuits pour transmissions radiophoniques ne se prêtant pas à l'application de la méthode de réglage à tension constante, il n'y a pas d'objection à utiliser la méthode de réglage de la contre-distorsion à force électromotrice constante — bien qu'il en résulte des inconvénients au point de vue de la maintenance — pourvu que ces administrations ou exploitations privées prennent dans les stations frontières les dispositions nécessaires pour passer de la méthode à force électromotrice constante à la méthode à tension constante recommandée par le C.C.I.T.T. Toutefois, les nouveaux amplificateurs qui seront installés sur les circuits pour transmissions radiophoniques devraient être établis en vue du réglage de la contre-distorsion par la méthode à tension constante.

Notes du tableau

Note 1. — La France a normalisé un système analogue à celui qui est défini à la ligne (2) du tableau.

Note 2. — Les Pays-Bas ont normalisé un système (N.R.U.-ON301) analogue à celui qui est défini à la ligne (4) du tableau.

Note 3. — En Italie, on utilise un mesureur du niveau de transmission ayant les caractéristiques suivantes:
caractéristique du redresseur: 1 (voir Note 4)
durée d'établissement pour 99% de la déviation en régime permanent: 20 ms environ
durée d'intégration: 1,5 ms environ
durée de retour: 1,5 s environ de 100% à 10% de la déviation en régime permanent.

Note 4. — Le nombre qui figure dans cette colonne est l'exposant n dans la formule $[V_{\text{(sortie)}} = V_{\text{(entrée)}}]^n$ applicable pour chaque demi-alternance.

Note 5. — La « durée d'intégration » a été définie par le C.C.I.F. comme la « période minimum pendant laquelle une tension alternative sinusoïdale doit être appliquée aux bornes de l'appareil pour que l'aiguille de l'instrument de mesure atteigne, à 0,2 néper ou 2 dB près, la déviation que l'on aurait dans le cas où la même tension serait appliquée indéfiniment ». Un écart logarithmique de 2 dB correspond d'ailleurs à un pourcentage de 79,5% et un écart de 0,2 néper à un pourcentage de 82%.

Note 6. — La valeur de 4 millisecondes, qui figurait dans les éditions précédentes, était en fait la durée nécessaire pour atteindre 80% de la déviation finale quand un échelon de courant continu était appliqué au circuit redresseur-intégrateur. Dans un type de construction nouveau, et quelque peu différent, de cet indicateur, comportant des transistors, le fonctionnement pendant la transmission d'un programme reste sensiblement le même que celui des types antérieurs et il en est de même de la réponse à un signal de mesure arbitraire, voisin d'un signal en courant continu, mais la durée d'intégration, telle qu'elle est définie dans la Note 5, est supérieure d'environ 20% pour les plus grandes déviations de l'aiguille.

bande des fréquences à transmettre effectivement, depuis le point où l'on capte le programme jusqu'au point où ce programme doit être reçu.

Les organismes de radiodiffusion doivent effectuer leurs mesures en appliquant à l'origine de la communication radiophonique internationale (point A de la figure 1 de l'Avis J.12) une onde sinusoïdale dont l'amplitude maximum soit inférieure de 9 décibels à la tension de crête (c'est-à-dire à la tension maximum instantanée qui ne doit jamais être dépassée en ce point au cours de la transmission radiophonique) et l'on vérifie éventuellement que l'on obtient à la sortie de chaque répéteur un niveau absolu de tension nominal de + 6 décibels ou + 0,7 néper, c'est-à-dire le niveau absolu de tension zéro en un point de niveau relatif zéro de la liaison radiophonique internationale.

Il n'y a pas lieu de retoucher les réglages des répéteurs aux C.R.I. intermédiaires, ceux-ci ayant déjà été effectués pendant la période de réglage.

Remarque. — Les raisons pour lesquelles dans le réglage final on applique au point A une tension inférieure de 9 décibels à la tension de crête sont les suivantes:

a) Il ne convient pas de surcharger les équipements des systèmes à courants porteurs en transmettant une onde d'essai en régime permanent, dont l'amplitude correspond à la tension de crête, qui n'est atteinte que par moments au cours de la transmission réelle du programme de radiodiffusion.

b) Les administrations ou exploitations privées téléphoniques effectuent leurs mesures de mise en service et de maintenance avec un niveau absolu de tension nominal de + 6 décibels ou + 0,7 néper à la sortie des répéteurs et il est commode de pouvoir vérifier au cours de la période préparatoire que le niveau reçu a la même valeur.

d) *Surveillance*[1]

A la fin de la période préparatoire, commence la transmission radiophonique proprement dite, que l'on surveille à la fois au studio, dans les stations de répéteurs et à la station radioémettrice. Cette surveillance s'effectue au moyen de volumètres. On peut employer un des appareils dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessus.

Etant donné qu'il n'existe pas une corrélation simple et univoque entre les lectures faites simultanément sur deux types d'appareils très différents, et cela pour tous les types de programme transmis, il est désirable que l'organisme de radiodiffusion exploitant un studio et la ou les administrations téléphoniques exploitant le circuit pour transmissions radiophoniques utilisent le même type d'appareil, afin de parler le même langage.

D'ailleurs, en général, l'administration des téléphones et l'organisme de radiodiffusion d'un pays s'entendent pour employer le même type d'appareil. Il est désirable de réduire au minimum le nombre de types d'appareils différents et de ne pas encourager l'apparition de nouveaux types d'appareils ne différant que sur des points de détail des appareils déjà en service.

Au cours de la transmission radiophonique, on doit veiller au point A (sortie du dernier amplificateur sous le contrôle de l'organisme de radiodiffusion qui émet le programme), à ce que la déviation de l'aiguille de l'appareil de mesure reste toujours inférieure à la valeur qui, compte tenu du facteur de crête du programme considéré, correspondrait à la « tension de crête » adoptée pour le réglage de la liaison complète.

Il y a lieu de rappeler que l'intervalle de variation de l'amplitude des sons musicaux d'un orchestre symphonique est de l'ordre de 60 à 70 décibels, tandis que, dans la spécification des circuits pour transmissions radiophoniques, on se base sur un intervalle d'environ 40 décibels; un compresseur de la « dynamique » du programme radiophonique est donc nécessaire à la sortie du studio, avant de passer sur le circuit pour transmissions radiophoniques.

[1] *Note du Secrétariat.* — Voir aussi l'Avis N.15 (tome IV du *Livre Blanc*).

SECTION 2

CIRCUITS NORMAUX POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE A

S'il s'agit de transmettre un programme comportant de la musique de haute qualité, il ne convient pas d'utiliser un circuit pour transmissions radiophoniques de type ancien.

D'autre part, la large bande de fréquences dont on peut disposer sur les lignes modernes à grande vitesse de transmission permet de procurer normalement des circuits pour transmissions radiophoniques de qualité améliorée.

AVIS J.21

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES PROVISOIRES DES CIRCUITS NORMAUX POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE A

Le C.C.I.T.T. a défini un « circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques » de 2500 kilomètres; ce circuit représente la chaîne constituée par le ou les circuits internationaux et le ou les circuits nationaux de prolongement.

La constitution de ce circuit est indiquée par la figure 1 où, dans le cas de transmissions par courants porteurs, B, M, M′ et C sont les seuls points de jonction où apparaissent les fréquences acoustiques [1]. Les points B et C peuvent correspondre par exemple aux points B et H de la figure 1 de l'Avis J.12.

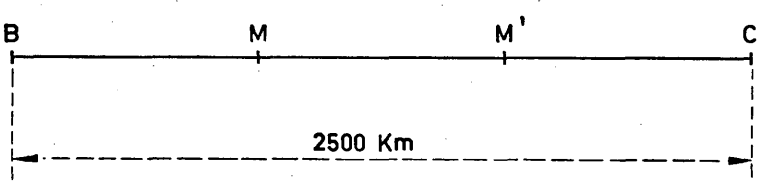


FIGURE 1. — **Circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques**

Il n'a pas semblé nécessaire de définir plus en détail la constitution du circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques lorsqu'il est établi sur un système à courants porteurs, puisque le bruit produit par les équipements peut se déduire des recommandations relatives aux circuits fictifs de référence pour la téléphonie.

[1] Dans ce cas, les points M et M′ divisent le circuit fictif de référence en trois sections à courants porteurs: BM, MM′ et M′C.

Les recommandations qui suivent s'appliquent provisoirement à ce circuit fictif de référence, avec les réserves suivantes:

1. Pour un circuit transmettant les fréquences acoustiques, toutes les caractéristiques restent valables, à l'exception de la diaphonie intelligible.

2. Pour un circuit établi sur un système à courants porteurs, toutes les caractéristiques restent valables, sauf la diaphonie intelligible et le bruit (voir l'Annexe du présent avis).

a) *Bande des fréquences effectivement transmises*

Dans le cas où l'on utilise un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A, la bande des fréquences effectivement transmises par la liaison complète doit s'étendre de 50 à 10000 Hz au moins.

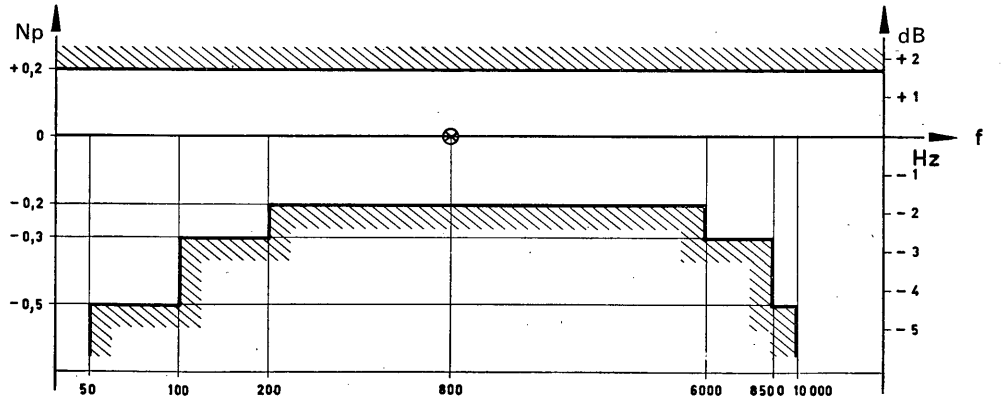
Pour qu'une fréquence soit considérée comme effectivement transmise, il faut que l'équivalent à cette fréquence ne soit pas supérieur à l'équivalent à la fréquence de 800 Hz, de plus de 0,5 néper ou 4,3 décibels.

b) *Niveaux en ligne* (voir l'Avis J.13)

c) *Distorsion d'affaiblissement*

La courbe de la figure 2 indique les limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence (par rapport à la valeur mesurée à 800 Hz), du niveau relatif de tension (par rapport à 0,775 volt) mesurée à l'extrémité du circuit (sortie du dernier amplificateur). La méthode de mesure de ce niveau relatif est indiquée dans l'Avis N.21 (tome IV du *Livre Blanc*).

Dans le cas où le circuit est établi sur un système à courants porteurs, cette courbe s'applique à l'ensemble de trois couples d'équipements de modulation à partir des fréquences acoustiques, ou démodulation vers ces fréquences, qui font partie du circuit pour transmissions radiophoniques.



f = fréquence (Hz)

En ordonnées — variation du niveau (en népers et en décibels)

FIGURE 2. Graphique n° 10. — **Variation, en fonction de la fréquence, du niveau relatif de tension à l'extrémité (sortie du dernier amplificateur) d'un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A, par rapport à sa valeur mesurée à 800 Hz**

d) *Distorsion de phase*

L'indice de distorsion de phase (ou différence entre les temps de propagation de groupe t_f pour la fréquence f considérée et pour la fréquence correspondant au temps de propagation de groupe minimum) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

$t_{10\,000} - t_{min}$ inférieur à 8 millisecondes,
$t_{100} - t_{min}$ inférieur à 20 millisecondes,
$t_{50} - t_{min}$ inférieur à 80 millisecondes.

e) *Bruits*[1]

1. *Tension psophométrique.* — La tension psophométrique, mesurée à l'extrémité du circuit international (point où le niveau relatif nominal a été fixé à + 0,7 néper) avec le psophomètre pour transmissions radiophoniques[2] pris entre ses bornes d'entrée à haute impédance, le circuit étant fermé à son extrémité sur une résistance pure de 600 ohms, et à son origine sur une résistance pure égale au module de l'impédance nominale du premier amplificateur, doit être au plus égale à 6,2 millivolts pour les circuits en câble et à 15,6 millivolts pour les lignes en fils aériens.

Il en résulte que le rapport entre la « tension la plus élevée »[3] et la tension psophométrique (bruits de circuits et diaphonie) est au moins de 710/1 (6,55 népers ou 57 décibels) pour les circuits en câble et au moins de 283/1 (5,65 népers ou 49 décibels) pour les lignes en fils aériens.

2. *Tension non pondérée.* — La tension due aux bruits et mesurée objectivement, sans réseau filtrant à l'extrémité du circuit international, ne doit jamais dépasser 62 millivolts pour les circuits en câble et 156 millivolts pour les lignes en fils aériens. Cette mesure doit être faite dans toute la bande des fréquences de 30 à 20 000 Hz; elle est utile si l'on veut être sûr qu'il n'y a pas de danger de saturation ou de modulation parasite.

Remarque. — On a supposé, en fixant ces valeurs, que la dynamique du programme radiophonique transmis est de 4,6 népers (40 décibels).

f) *Diaphonie intelligible* — A titre provisoire:

1. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre deux circuits internationaux pour transmissions radiophoniques de type A, ou entre un tel circuit et tout autre circuit servant au relais des émissions radiophoniques, doit être d'au moins 8,5 népers ou 74 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 7,0 népers ou 61 décibels pour les lignes en fils aériens.

2. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre un circuit téléphonique (circuit perturbateur) et un circuit international pour transmissions radiophoniques de type A (circuit perturbé) doit être d'au moins 8,5 népers ou 74 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 7,0 népers ou 61 décibels pour les lignes en fils aériens.

3. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre un circuit international pour transmissions radiophoniques de type A (circuit perturbateur) et un circuit téléphonique

---

[1] Dans le cas de circuits établis sur des systèmes à courants porteurs, il n'est pas toujours possible de satisfaire sans précautions spéciales aux limites recommandées dans ce paragraphe (voir l'annexe ci-après).

[2] Le psophomètre doit être muni d'un réseau filtrant spécial dont les caractéristiques sont indiquées dans la section B de l'Avis P.53 (tome V du *Livre Blanc*).

[3] On appelle « tension la plus élevée », en un point d'un circuit, la tension efficace en ce point, quand une onde sinusoïdale est appliquée au point de niveau relatif zéro du circuit international avec une tension efficace de 2,2 volts.

(circuit perturbé), doit être d'au moins 6,7 népers ou 58 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 5,4 népers ou 47 décibels pour les lignes en fils aériens.

Remarque 1. — Le C.C.I.T.T. attire l'attention des administrations sur le fait que, pour un circuit de 1000 kilomètres, il est difficile de satisfaire à ces limites dans certains cas, à savoir quand on emploie des paires sans écran ou des voies pour transmissions radiophoniques établies sur des systèmes à courants porteurs. Cette question est à l'étude au sein du C.C.I.T.T. (voir l'annexe au présent avis).

Remarque 2. — Le C.C.I.T.T. attire l'attention des administrations sur le fait que, lorsqu'on désire exploiter simultanément dans les deux sens des circuits pour transmissions radiophoniques établis sur un système à courants porteurs, en employant la même position dans la bande des fréquences transmises en ligne (ceci constituant la disposition la plus économique), on peut avoir à prendre des précautions spéciales pour respecter les limites de diaphonie indiquées ci-dessus, entre les circuits pour transmissions radiophoniques d'aller et de retour, compte tenu de la diaphonie qui pourrait se produire dans les équipements terminaux de modulation et dans les équipements de ligne. Cette question est à l'étude au sein du C.C.I.T.T.

g) *Variation du niveau relatif en fonction du temps*

Tout en satisfaisant aux conditions fixées pour la distorsion d'affaiblissement, le niveau relatif à 800 Hz à l'extrémité du circuit international ne doit pas présenter, au cours d'une même transmission radiophonique, de variations, par rapport à sa valeur nominale, plus importantes que $\pm$ 2 dNp ou $\pm$ 2 décibels.

En outre, pour les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des paires spéciales ou sur des circuits fantômes de paires symétriques non chargées, le niveau relatif à la sortie de l'amplificateur frontière, mesuré à 800 Hz, ne doit pas présenter, au cours d'une même transmission radiophonique, de variations, par rapport à sa valeur nominale, plus importantes que $\pm$ 1 dNp ou $\pm$ 1 décibel.

h) *Distorsion de non-linéarité*

Le coefficient total de distorsion harmonique pour le circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques de 2500 km ne doit pas dépasser 4 %, soit un affaiblissement de distorsion harmonique de 3,2 Np ou 28 dB, à une fréquence quelconque comprise dans la bande des fréquences à transmettre, la mesure étant effectuée à l'aide d'un signal sinusoïdal (fréquence fondamentale) appliqué à l'origine du circuit (où le niveau relatif nominal est de + 0,7 Np) avec une tension efficace de 4,4 volts (niveau absolu de tension, c'est-à-dire par rapport à 0,775 V, égal à + 1,7 Np ou + 15 dB), le coefficient total de distorsion harmonique k étant calculé à l'aide de la formule:

$$k = \sqrt{k_2^2 + k_3^2}$$

où k_2 est le coefficient de distorsion harmonique du 2e ordre et
k_3 le coefficient de distorsion harmonique du 3e ordre.

Toutefois, les valeurs indiquées ci-après doivent être considérées comme un objectif qu'il est souhaitable d'atteindre dans l'avenir:

3 %, soit 3,4 Np ou 30 dB, pour les fréquences fondamentales inférieures à 100 Hz,
2 %, soit 3,9 Np ou 34 dB, pour les fréquences fondamentales supérieures à 100 Hz [1].

Remarque. — Il convient de prendre des précautions pour mesurer la distorsion harmonique sur des circuits munis de réseaux de préaccentuation. Cette question est à l'étude au sein du C.C.I.T.T.

---

[1] L'Union européenne de radiodiffusion a indiqué qu'un grand nombre de ses membres ont émis l'opinion que pour un circuit de 1500 km de longueur, des limites acceptables pour la distorsion de non-linéarité seraient: 40 dB pour les fréquences fondamentales supérieures à 100 Hz et 34 dB pour les fréquences fondamentales inférieures ou égales à 100 Hz (signal d'essai de + 9 dB au point de niveau relatif zéro).

ANNEXE

(à l'Avis J.21)

(modifiée à Genève, 1964 et à Mar del Plata, 1968)

Bruit et diaphonie sur les circuits normaux pour transmissions radiophoniques (de type A et de type B) établis sur des systèmes à courants porteurs

a) *Précautions à prendre pour respecter les limites sur des circuits de 1000 km établis sur des systèmes à courants porteurs en câble*

On doit prendre des précautions spéciales pour satisfaire aux limites recommandées par le C.C.I.T.T. pour le bruit et la diaphonie intelligible sur les circuits normaux pour transmissions radiophoniques des types A et B de 1000 km de longueur établis sur des systèmes à courants porteurs en câble.

Bruit. — Les précautions spéciales recommandées pour satisfaire aux limites de bruit sur des circuits ayant une longueur de 1000 km ou moins consistent à utiliser des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation. Il est de plus recommandé que la courbe d'affaiblissement de préaccentuation soit celle que donne la formule:

$$\text{Affaiblissement d'insertion entre impédances nominales} = 10 \log_{10} \frac{75 + \left(\frac{\omega}{3000}\right)^2}{1 + \left(\frac{\omega}{3000}\right)^2}$$

où ω est la pulsation correspondant à la fréquence f.

Le réseau de désaccentuation devrait avoir une courbe d'affaiblissement complémentaire de la précédente.

La courbe de préaccentuation calculée d'après la formule ci-dessus passe par les points suivants:

f (kHz)	Affaiblissement d'insertion (dB)
0	18,75
0,05	18,70
0,2	18,06
0,4	16,48
0,8	13,10
2	6,98
4	3,10
6,4	1,49
8	1,01
10	0,68
∞	0

Les courbes mesurées de préaccentuation et de désaccentuation ne doivent pas s'écarter de plus de $\pm$ 0,25 dB des courbes théoriques lorsqu'on fait coïncider les niveaux mesurés à 800 Hz avec les niveaux théoriques.

Remarque. — Pour le moment, cette courbe est seulement applicable aux réseaux de préaccentuation utilisés sur des circuits non munis de compresseurs-extenseurs. La caractéristique de réseaux de préaccentuation qui pourrait être associée à des compresseurs-extenseurs est à l'étude.

Dans le cas d'un circuit pour transmissions radiophoniques comprenant des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation, il est recommandé que, pour des raisons de surcharge, le niveau

relatif à 800 Hz, en un point de niveau relatif zéro déduit de l'hypsogramme des circuits téléphoniques établis sur le même groupe primaire, soit compris entre un maximum de −1,5 dB et un minimum de −4,5 dB.

Le niveau de −1,5 dB pourrait être considéré comme normal. Le réseau devrait cependant comporter un ajustement supplémentaire de 3 dB, qui permettrait une réduction de niveau jusqu'à −4,5 dB pour tenir compte du cas de surcharge exceptionnelle, si l'expérience acquise au cours de l'exploitation démontre que cela est nécessaire.

Ces limites s'appliquent aux circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type A établis sur systèmes à courants porteurs, ainsi qu'aux circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type B.

Remarque. — Certains problèmes reliés à l'utilisation de la préaccentuation sur des systèmes à courants porteurs n'ont pas encore été résolus de façon satisfaisante, à savoir:

— la limitation du niveau des ondes de mesure, question qui est du ressort de la Commission d'études IV,

— l'effet de la préaccentuation sur la façon dont le circuit satisfait, aux fréquences élevées, aux conditions imposées en ce qui concerne la distorsion harmonique [1].

Diaphonie intelligible. — Il devrait être possible de satisfaire aux conditions exigées pour la diaphonie intelligible sur des circuits de 1000 km, bien qu'il puisse se révéler nécessaire de choisir un matériel approprié. Il reste encore à étudier la valeur de l'affaiblissement requis des filtres de transfert. On estime qu'une valeur égale à celle qui est actuellement recommandée pour l'écart diaphonique (correspondant à la diaphonie intelligible) — à savoir 8,5 Np ou 74 dB — ou légèrement supérieure — par exemple 9,2 Np ou 80 dB — serait souhaitable dans les parties de la bande de fréquences qui sont susceptibles d'être occupées par des transmissions radiophoniques [2].

b) *Valeurs réalisables en pratique sur des circuits de 2500 km établis sur des systèmes à courants porteurs en câble*

Bruit. — Une limite raisonnable du bruit sur les circuits normaux pour transmissions radiophoniques de 2500 km de longueur établis sur systèmes à courants porteurs, munis de réseaux de préaccentuation et utilisée de la façon décrite au paragraphe a), serait d'environ −5,1 Nm0 ou −44 dBm0 (rapportée au point de niveau relatif zéro du circuit pour transmissions radiophoniques), la mesure étant faite avec un psophomètre pour circuits pour transmissions radiophoniques. Cette limite est moins bonne, d'environ 4,5 dNp ou 4 dB, que celle qui est recommandée au paragraphe e) du présent avis.

Diaphonie intelligible. — Les systèmes à courants porteurs en câble sont conçus pour satisfaire à la limite recommandée pour l'écart diaphonique (correspondant à la diaphonie intelligible) entre circuits téléphoniques, à savoir 6,7 Np ou 58 dB; on ne pense pas qu'il soit possible de garantir sur ces systèmes une meilleure qualité dans le cas des circuits pour transmissions radiophoniques sans compresseurs-extenseurs, à moins de se restreindre dans le choix des fréquences utilisées en ligne pour ces circuits et à moins de procéder à une sélection des paires dans les systèmes sur paires symétriques.

Emploi de compresseurs-extenseurs. — A condition d'utiliser un compresseur et un extenseur de même fabrication, on peut obtenir des caractéristiques globales de transmission conformes aux recommandations du C.C.I.T.T. pour le circuit fictif de référence de 2500 km, en ce qui concerne le bruit et la diaphonie, sans introduire d'autres causes de réduction de la qualité de transmission. Le C.C.I.T.T. est en train d'étudier les recommandations à appliquer au compresseur et à l'extenseur, considérés séparément, afin d'arriver au même résultat.

---

[1] On doit prendre des précautions pour mesurer la distorsion harmonique sur les circuits pour transmissions radiophoniques munis de réseaux de préaccentuation. Ce point est à l'étude au sein du C.C.I.T.T.

[2] Voir l'Avis G.242.

c) *Cas des circuits établis sur des faisceaux hertziens*

Lorsque des circuits pour transmissions radiophoniques sont établis sur des faisceaux hertziens à la place de voies téléphoniques répondant aux objectifs généraux pour le bruit (Avis G.222), on peut s'attendre à ce que la tension psophométrique varie dans le temps. Les valeurs suivantes du bruit (pondération psophométrique pour transmissions radiophoniques) pour un circuit fictif de référence de 2500 km peuvent être déduites de l'Avis G.222 en formulant un certain nombre d'hypothèses:

TABLEAU 1

	Valeur moyenne sur une minute	
	au maximum pendant 20% d'un mois	au maximum pendant 0,1% d'un mois
Puissance psophométrique (pondération pour transmissions radiophoniques)	−44,5 dBm0ps	−37,5 dBm0ps

Hypothèses et conventions

L'expression dBm0ps désigne le niveau de bruit dans un circuit pour transmissions radiophoniques, valeur pondérée et mesurée en décibels par rapport à 1 mW, en un point de niveau relatif zéro de ce circuit. La pratique du C.C.I.T.T. est d'indiquer les niveaux de bruit dans les circuits pour transmissions radiophoniques par rapport à la tension de crête, définie comme étant de 2,2 V (efficaces) aux bornes d'une impédance de 600 ohms en un point de niveau relatif zéro, soit encore 9 dB au-dessus du niveau relatif pour la téléphonie, de sorte que l'objectif du C.C.I.T.T. de 57 dB pour le rapport signal/bruit est équivalent à un niveau de bruit de −48 dBm0ps.

La valeur pour 20% d'un mois au maximum a été calculée à partir des hypothèses suivantes:

Bruit sur une voie téléphonique (y compris les équipements de multiplexage) d'après l'Avis G.222, avec pondération pour la téléphonie	− 50 dBm0p
Correction pour la largeur de bande	+ 5 dB
Suppression de la pondération pour la téléphonie (dans le cas d'un bruit à spectre uniforme)	+ 2,5 dB
Amélioration due à la préaccentuation (paragraphe a) de l'annexe)	− 9 dB
Effet du niveau relatif décalé de −1,5 dB (paragraphe a) de l'annexe)	+ 1,5 dB
Pondération pour transmissions radiophoniques	+ 5,5 dB
Total	−44,5 dBm0ps

La valeur pour 0,1% d'un mois au maximum a été calculée d'après les variations du bruit à prévoir sur un faisceau hertzien destiné principalement à procurer des circuits téléphoniques et conforme à l'Avis G.222.

AVIS J.22 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

LIGNES UTILISÉES POUR ÉTABLIR DES CIRCUITS NORMAUX POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE A

Des circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type A peuvent être constitués dans les câbles à large bande de fréquences, au moyen des procédés suivants:

a) *Paires spéciales pour radiodiffusion sonore*

Si un programme de radiodiffusion doit être distribué en de nombreux points intermédiaires, le long de la ligne servant à relayer l'émission radiophonique (et exploitée avec un système téléphonique à courants porteurs), il peut être nécessaire d'utiliser une paire de conducteurs sous écran spéciale pour transmissions radiophoniques; mais, le cas échéant, il peut être préférable de transmettre le programme de radiodiffusion par le système à courants porteurs lui-même ou par un circuit fantôme constitué sur des paires symétriques non chargées.

On doit rappeler, à ce sujet, que les paires interstitielles dans un câble à paires coaxiales sont en principe destinées à la maintenance et à la surveillance du système téléphonique à courants porteurs établi sur ces paires coaxiales, exclusivement.

b) *Circuits normaux pour transmissions radiophoniques empruntant les voies de systèmes téléphoniques à courants porteurs sur conducteurs en câble*

Il est recommandé d'utiliser la bande des fréquences correspondant à trois voies téléphoniques d'un système à courants porteurs pour constituer un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A. Un seul ensemble de trois voies pourra être utilisé de cette façon dans un groupe primaire de douze voies.

Le C.C.I.T.T. a déjà recommandé pour cet ensemble de trois voies servant aux transmissions radiophoniques la position définie ci-après comme position I dans le groupe primaire de base B:

Position I: Bande de fréquences utilisée: 84-96 kHz
Fréquence porteuse virtuelle: 96 kHz

Le C.C.I.T.T. ne recommande plus l'emploi dans le service international de la position II définie dans l'ancien texte de cet avis (*Livre Rouge*, tome III).

Le C.C.I.T.T. recommande également la répartition de fréquences suivante dans le groupe primaire de base B:

Position III: Bande de fréquences utilisée: 84-96 kHz
Fréquence porteuse virtuelle: 95,5 kHz

Cette position peut être utilisée aussi bien en cas d'emploi d'un compresseur-extenseur que sans compresseur-extenseur.

Le supplément n° 12 du présent ouvrage indique l'amélioration de la diaphonie que l'on peut attendre d'un décalage de la fréquence porteuse et en particulier de l'emploi de la position III.

Remarque. — Certaines administrations utilisent une onde pilote qui est injectée dans la partie à fréquences acoustiques de l'équipement de modulation radiophonique, dans le but de régler l'équivalent et de surveiller la liaison dans son ensemble.

Bien qu'en général la présence de la régulation automatique de groupe primaire doive être suffisante pour assurer une stabilité satisfaisante de l'équivalent, la présence d'une telle onde pilote, suggérée par une

de ces administrations, pourrait être utile, soit lorsqu'on a des compresseurs-extenseurs (qui augmentent les variations d'équivalent), soit lorsqu'on envisage la commutation des circuits radiophoniques en haute fréquence, soit, le cas échéant, pour une synchronisation de fréquence entre les extrémités du circuit.

Avec la limite qui a été recommandée ci-dessus pour la « tension de crête », transmise par un tel ensemble de trois voies (utilisé pour des transmissions radiophoniques), de tels ensembles pourraient être placés sur un groupe primaire quelconque (ou sur tous les groupes primaires) d'un groupe secondaire quelconque (ou de tous les groupes secondaires) d'un système à courants porteurs sur paires coaxiales.

Le C.C.I.T.T. n'a pas limité les positions possibles (dans le groupe secondaire de base) des groupes primaires sur lesquels seront établis des circuits normaux pour transmissions radiophoniques de type A, mais on peut dire que les groupes primaires qui semblent les plus appropriés (dans un groupe secondaire) pour l'établissement de tels circuits sont les groupes primaires nos 2, 3 et 4. Ces groupes primaires sont sujets à une distorsion d'affaiblissement (produite par certains filtres du groupe secondaire) inférieure à celle que subissent les groupes primaires extrêmes, nos 1 et 5. Les groupes secondaires les plus appropriés pour y placer des circuits pour transmissions radiophoniques sont ceux qui sont transmis sur des paires coaxiales avec les fréquences porteuses les plus basses, puisque l'écart de fréquence (dû à l'instabilité des générateurs) sur les voies de ces groupes primaires serait proportionnellement inférieur à l'écart sur les voies placées dans les groupes secondaires transmis à haute fréquence. Le groupe secondaire no 2 (groupe secondaire de base) a l'avantage supplémentaire de traverser un étage de modulation de moins que n'importe lequel des autres groupes secondaires.

Dans le cas d'un système à courants porteurs sur paires symétriques, il peut être nécessaire de choisir spécialement les groupes primaires du système et les paires symétriques utilisées, afin que les conditions relatives à la diaphonie pour le circuit pour transmissions radiophoniques complet soient satisfaites (voir l'annexe à l'Avis J.21).

c) *Utilisation des circuits fantômes de paires symétriques non chargées, équipées avec des systèmes à courants porteurs*

L'expérience a montré que les circuits fantômes de paires symétriques en câble, équipées avec des systèmes à courants porteurs, peuvent permettre des transmissions radiophoniques avec une bande des fréquences effectivement transmises (suivant la définition de l'Avis J.21, paragraphe a)) allant de 50 à 10 000 Hz. Ces circuits présentent l'avantage de permettre facilement d'effectuer des dérivations dans les diverses stations de répéteurs du système à courants porteurs, ce qui permet de distribuer un programme radiophonique ou de capter un programme supplémentaire en divers points intermédiaires de la ligne.

Si l'on emploie de tels circuits fantômes sur une très grande distance, il peut être nécessaire de prévoir une régulation (manuelle ou automatique) pour compenser les variations d'affaiblissement en fonction du temps.

d) *Utilisation de la bande des fréquences inférieures à 12 kHz*

L'emploi des circuits fantômes (voir le paragraphe c)) nécessite naturellement que l'on dispose d'un câble à quartes Dieselhorst-Martin, ou à quartes en étoile. Si l'on ne dispose que d'un câble à paires, on pourrait envisager la solution qui consisterait à placer la transmission radiophonique dans une bande de fréquences inférieures à 12 kHz, c'est-à-dire au-dessous de la bande des fréquences utilisée pour les voies téléphoniques à courants porteurs; mais cette solution entraîne des difficultés en ce qui concerne les filtres ou lorsqu'il existe des panneaux compensateurs de télédiaphonie.

SECTION 3

CIRCUITS NORMAUX POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE B

AVIS J.31

CIRCUITS NORMAUX POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE B, ÉTABLIS SUR UN SYSTÈME A COURANTS PORTEURS

A. Fréquences transmises en ligne

Dans le cas où les administrations jugent utile de procurer un circuit pour transmissions radiophoniques établi sur un système à courants porteurs et utilisant une bande de fréquences qui correspond à deux voies téléphoniques, le C.C.I.T.T. recommande que ce circuit occupe la bande de fréquences de 88 kHz à 96 kHz dans le groupe primaire de base B, et que la fréquence porteuse virtuelle dans cette bande soit égale à 96 kHz [1].

B. Caractéristiques pour le circuit fictif de référence

Pour le circuit fictif de référence, tel qu'il a été défini dans l'Avis J.21 et se rapportant à ce type de circuit pour transmissions radiophoniques, les caractéristiques générales suivantes sont recommandées:

a) *Bande des fréquences effectivement transmises*

La bande des fréquences effectivement transmises par la liaison complète doit s'étendre de 50 à 6400 Hz au moins.

Pour qu'une fréquence soit considérée comme effectivement transmise, il faut que l'équivalent à cette fréquence ne soit pas supérieur à l'équivalent à la fréquence 800 Hz, de plus de 0,5 néper ou 4,3 décibels.

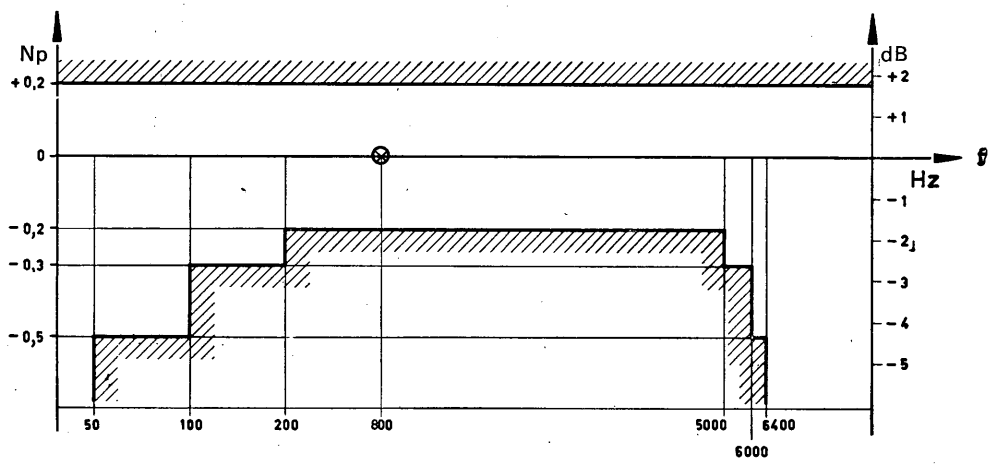
b) *Niveaux en ligne* (voir l'Avis J.13)

c) *Distorsion d'affaiblissement*

La courbe de la figure 1 indique les limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence (par rapport à la valeur mesurée à 800 Hz) du niveau relatif de tension (par rapport à 0,775 volt) mesurée à l'extrémité du circuit (sortie du dernier amplificateur). La méthode de mesure de ce niveau relatif est indiquée dans l'Avis N.21 (tome IV du *Livre Blanc*).

Cette courbe s'applique à l'ensemble de trois couples d'équipements de modulation à partir des fréquences acoustiques, ou démodulation vers ces fréquences, qui font partie du circuit pour transmissions radiophoniques.

[1] Pour le choix des groupes primaires et secondaires utilisés, voir les indications qui figurent dans l'Avis J.22.



f = fréquence (Hz) — En ordonnées — variation du niveau (en népers et en décibels)

FIGURE 1. Graphique n° 11. — **Variation, en fonction de la fréquence, du niveau relatif de tension à l'extrémité (sortie du dernier amplificateur) d'un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type B, par rapport à sa valeur mesurée à 800 Hz**

d) *Distorsion de phase*

L'indice de distorsion de phase (ou différence entre les temps de propagation de groupe t pour la fréquence f considérée et pour la fréquence correspondant au temps de propagation de groupe minimum) ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

$t_{6400} - t_{min}$	inférieur à	8 millisecondes
$t_{100} - t_{min}$	inférieur à	20 millisecondes
$t_{50} - t_{min}$	inférieur à	80 millisecondes

e) *Bruits*

Les limites recommandées sont les mêmes que dans le cas d'un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A établi sur 3 voies à courants porteurs (Avis J.21, paragraphe e); les réserves indiquées dans l'Annexe à cet avis sont encore valables.

f) *Diaphonie intelligible*

Les limites recommandées sont les mêmes que dans le cas d'un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A établi sur 3 voies à courants porteurs (Avis J.21, paragraphe f); les réserves indiquées dans l'annexe à cet avis sont encore valables.

g) *Variation du niveau relatif en fonction du temps*

Tout en satisfaisant aux conditions fixées pour la distorsion d'affaiblissement, le niveau relatif à 800 Hz à l'extrémité du circuit international ne doit pas présenter, au cours d'une même transmission radiophonique, de variations, par rapport à sa valeur nominale, plus importantes que $\pm$ 2 dNp ou $\pm$ 2 décibels.

h) *Distorsion de non-linéarité*

Les valeurs recommandées sont les mêmes que dans le cas d'un circuit normal pour transmissions radiophoniques de type A établi sur 3 voies à courants porteurs (Avis J.21, paragraphe h).

SECTION 4

CIRCUITS POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DE TYPE ANCIEN

AVIS J.41

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

a) *Bande des fréquences effectivement transmises*

Dans le cas où l'on utilise un circuit pour transmissions radiophoniques de type ancien la bande des fréquences effectivement transmises par la liaison complète, relayant l'émission radiophonique, doit s'étendre de 50 à 6400 Hz au moins (la limite supérieure restant bien entendu inférieure à 10000 Hz).

Pour qu'une fréquence soit considérée comme effectivement transmise, il faut que l'équivalent à cette fréquence ne soit pas supérieur à l'équivalent à la fréquence de 800 Hz de plus de 0,5 néper ou 4,3 décibels.

b) *Distorsion d'affaiblissement du circuit international*

Les limites admissibles pour les variations avec la fréquence du niveau relatif à la sortie d'un amplificateur sont indiquées sur les graphiques n^{os} 8 et 9 des figures 1 et 2.

La courbe des niveaux relatifs à la sortie d'un amplificateur doit se trouver dans l'aire non hachurée. Les limites de cette aire peuvent être déplacées d'un mouvement d'ensemble vers le haut ou vers le bas, d'une quantité égale à la différence entre le niveau relatif réel à 800 Hz et 0,7 néper ou 6,1 décibels (si ce niveau relatif diffère de 0,7 néper ou 6,1 décibels), mais inférieure à la tolérance admise, soit 2 dNp ou 1,7 décibel pour une station non frontière et 1 dNp ou 0,9 décibel pour une station frontière.

Le niveau relatif est égal au niveau absolu de tension mesuré au point considéré lorsqu'on applique à l'origine du circuit une tension constante à toutes fréquences. Si l'impédance de sortie du premier amplificateur n'est pas négligeable devant celle de la ligne, on pourra aussi appliquer à l'origine du circuit une force électromotrice constante à toutes fréquences, à l'aide d'un générateur ayant une impédance interne égale à l'impédance nominale de sortie du premier amplificateur.

c) *Distorsion de phase*

La distorsion de phase du circuit international (ou de l'ensemble de circuits internationaux interconnectés), utilisé pour les transmissions radiophoniques, doit être telle que les différences entre temps de propagation ne dépassent pas les valeurs suivantes:

— entre le temps de propagation de groupe à 50 Hz et le temps de propagation de groupe à 800 Hz, 70 millisecondes;

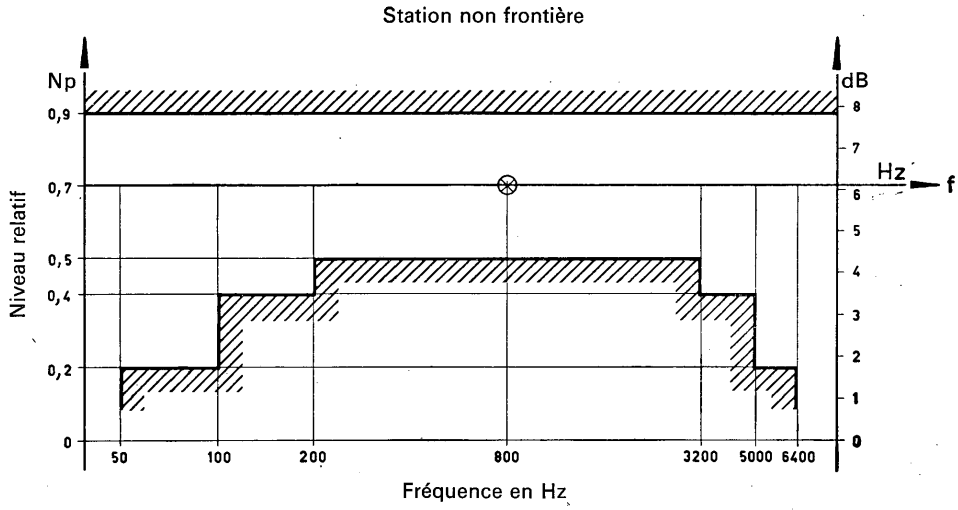


FIGURE 1. Graphique n° 8 (Station non frontière). — **Limites admissibles pour les variations, en fonction de la fréquence, des niveaux relatifs de tension sur un circuit pour transmissions radiophoniques de type ancien**

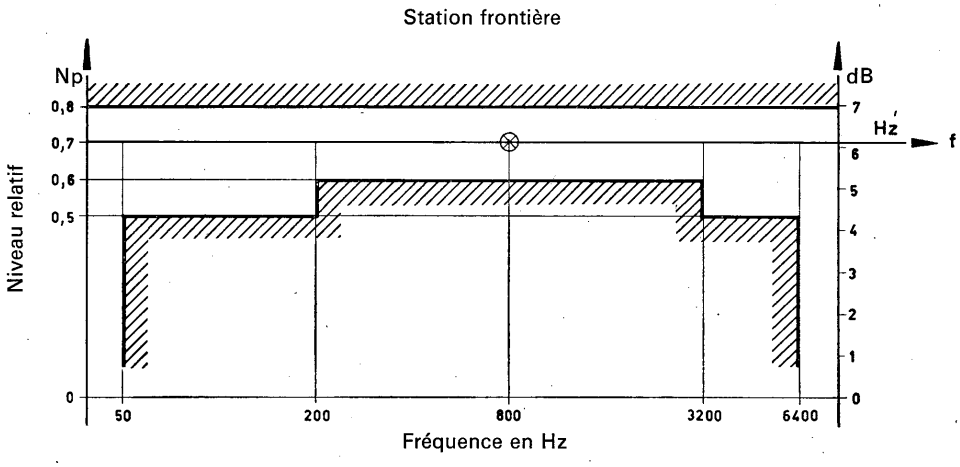


FIGURE 2. Graphique n° 9 (Station frontière). — **Limites admissibles pour les variations, en fonction de la fréquence, des niveaux relatifs de tension sur un circuit pour transmissions radiophoniques de type ancien**

— entre le temps de propagation de groupe à 6400 Hz et le temps de propagation de groupe à 800 Hz, 10 millisecondes.

Remarque. — Le « temps de propagation de groupe » dont il s'agit ici est la dérivée, par rapport à la pulsation ω, du déphasage (du circuit ou de la chaîne de circuits) pour la fréquence f considérée (la pulsation ω est le produit de la fréquence f par 2π). Ce « temps de propagation de groupe » est le temps que met pour parcourir tout le circuit (ou la chaîne de circuits) une crête de l'enveloppe d'un groupe de deux ondes sinusoïdales de pulsation très voisines ω et $(\omega \times d\omega)$.

d) *Bruits*

1. *Tension psophométrique.* — La tension psophométrique mesurée à l'extrémité du circuit international (point où le niveau relatif nominal a été fixé à + 0,7 néper) avec le

psophomètre pour transmissions radiophoniques [1], pris entre ses bornes d'entrée à haute impédance, le circuit étant fermé à son extrémité sur une résistance pure de 600 ohms et à son origine sur une résistance pure égale au module de l'impédance nominale du premier amplificateur, doit être au plus égale à 6,2 millivolts pour les circuits en câble et à 15,6 millivolts pour les lignes en fils aériens.

Il en résulte que le rapport entre la « tension la plus élevée »[2] et la tension psophométrique (bruits de circuit et diaphonie) est au moins de 710/1 (6,55 népers ou 57 décibels) pour les circuits en câble et au moins de 283/1 (5,65 népers ou 49 décibels) pour les lignes en fils aériens.

2. *Tension non pondérée.* — La tension due aux bruits et mesurée objectivement sans réseau filtrant à l'extrémité du circuit international ne doit jamais dépasser 62 millivolts pour les circuits en câble et 156 millivolts pour les lignes en fils aériens. Cette mesure doit être faite dans toute la bande des fréquences de 30 à 20 000 Hz; elle est utile si l'on veut être sûr qu'il n'y a pas de danger de saturation ou de modulation parasite.

Remarque. — On a supposé, en fixant ces valeurs, que la dynamique du programme radiophonique transmis est de 4,6 népers (40 décibels).

e) *Diaphonie intelligible* — A titre provisoire:

1. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre deux circuits internationaux pour transmissions radiophoniques de type ancien, ou entre un tel circuit et tout autre circuit servant au relais des émissions radiophoniques, doit être d'au moins 8,5 népers ou 74 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 7,0 népers ou 61 décibels pour les lignes en fils aériens.

2. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre un circuit téléphonique (circuit perturbateur) et un circuit international pour transmissions radiophoniques de type ancien (circuit perturbé) doit être d'au moins 8,5 népers ou 74 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 7,0 népers ou 61 décibels pour les lignes en fils aériens.

3. L'écart télé- ou paradiaphonique (pour la voix) entre un circuit international pour transmissions radiophoniques de type ancien (circuit perturbateur) et un circuit téléphonique (circuit perturbé) doit être d'au moins 6,7 népers ou 58 décibels pour les lignes en câble et d'au moins 5,4 népers ou 47 décibels pour les lignes en fils aériens.

Remarque. — Le C.C.I.T.T. attire l'attention des administrations sur le fait que, pour un circuit de 1000 kilomètres, il est difficile de satisfaire à ces limites quand on emploie des paires sans écran.

f) *Variation du niveau relatif en fonction du temps*

Tout en satisfaisant aux conditions fixées pour la distorsion d'affaiblissement, le niveau relatif à 800 Hz à l'extrémité du circuit international ne doit pas présenter, au cours d'une même transmission radiophonique, de variations par rapport à sa valeur nominale plus importantes que $\pm$ 2 dNp ou $\pm$ 2 décibels.

En outre, pour les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des paires spéciales ou sur des circuits fantômes de paires symétriques non chargées, le niveau relatif à la sortie de l'amplificateur frontière, mesuré à 800 Hz, ne doit pas présenter, au cours d'une

[1] Le psophomètre doit être muni d'un réseau filtrant spécial dont les caractéristiques sont indiquées dans la section B de l'Avis P.53 (tome V du *Livre Blanc*).

[2] On appelle « tension la plus élevée », en un point d'un circuit, la tension efficace en ce point, quand une onde sinusoïdale est appliquée au point de niveau relatif zéro du circuit international avec une tension efficace de 2,2 volts.

même transmission radiophonique, de variations, par rapport à sa valeur nominale, plus importantes que $\pm$ 1 dNp ou $\pm$ 1 décibel.

g) *Distorsion de non-linéarité*

Le coefficient total de distorsion harmonique pour le circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques de 2500 km ne doit pas dépasser 4 %, soit un affaiblissement de distorsion harmonique de 3,2 Np ou 28 dB, à une fréquence quelconque comprise dans la bande des fréquences à transmettre, la mesure étant effectuée à l'aide d'un signal sinusoïdal (fréquence fondamentale) appliqué à l'origine du circuit (où le niveau relatif nominal est de 0,7 Np) avec une tension efficace de 4,4 volts (niveau absolu de tension, c'est-à-dire par rapport à 0,775 V, égal à + 1,7 Np ou + 15 dB), le coefficient total de distorsion harmonique k étant calculé à l'aide de la formule:

$$k = \sqrt{k_2^2 + k_3^2}$$

où k_2 est le coefficient de distorsion harmonique du 2e ordre et
k_3 le coefficient de distorsion harmonique du 3e ordre.

Toutefois, les valeurs indiquées ci-après doivent être considérées comme un objectif qu'il est souhaitable d'atteindre dans l'avenir:

3 %, soit 3,4 Np ou 30 dB, pour les fréquences fondamentales inférieures à 100 Hz,
2 %, soit 3,9 Np ou 34 dB, pour les fréquences fondamentales supérieures à 100 Hz.

AVIS J.42

LIGNES ET AMPLIFICATEURS

A. Paires spéciales pour radiodiffusion sonore

(Voir les Avis G.541, G.542 et G.543.)

B. Amplificateurs

a) *Type*

L'amplificateur doit amplifier dans un sens de telle manière que la bande de fréquences effectivement transmises par le circuit s'étende au moins depuis 50 Hz jusqu'à une fréquence égale à 0,7 de la fréquence de coupure dans le cas d'un câble pupinisé.

b) *Amplification*

L'amplificateur avec tous ses organes supplémentaires doit amplifier de manière à compenser autant que possible l'affaiblissement prévu pour la section d'amplification précédente. Donc, dans la bande des fréquences à transmettre effectivement, le gain doit croître avec la fréquence, de telle sorte que la distorsion produite dans la ligne soit supprimée.

On doit prévoir les dispositifs nécessaires pour régler le gain par échelons de 1 dNp ou 1 décibel, au maximum. Dans toute la bande des fréquences à transmettre effectivement,

il faut que les courbes d'amplification (donnant le gain en fonction de la fréquence) soient parallèles pour toutes les positions du dispositif de réglage du gain.

Avec des sources de courant entretenues régulièrement, les variations de tension aux bornes d'alimentation de l'amplificateur doivent donner naissance à une variation de gain égale à 3 cNp (0,26 décibel), au maximum.

c) *Impédance*

Les relations entre l'impédance d'entrée de l'amplificateur et l'impédance de la ligne à laquelle l'amplificateur est connecté doivent être telles que l'on évite autant que possible les réflexions nuisibles. Il peut être avantageux de rendre l'impédance de sortie de l'amplificateur petite par rapport à l'impédance de la ligne, de façon à réduire le coefficient de distorsion harmonique de l'amplificateur et de façon à simplifier l'interconnexion des amplificateurs et des lignes d'impédances différentes.

d) *Dispositifs d'écoute*

Il faut prévoir un dispositif d'écoute permettant de vérifier la transmission radiophonique avant et après l'amplificateur. Ce dispositif doit avoir une impédance assez élevée pour ne causer qu'une diminution du gain (affaiblissement d'insertion) de 3 cNp (0,26 décibel), au maximum.

e) *Diaphonie*

L'écart diaphonique mesuré dans les conditions du service doit être égal à 10 népers (87 décibels) au minimum entre deux amplificateurs utilisés pour les transmissions radiophoniques ou entre un de ces amplificateurs et un répéteur servant à la téléphonie à fréquences vocales.

Lorsqu'on fait les mesures, les amplificateurs doivent être terminés par des impédances correspondant à celles des lignes qui leur seront connectées.

f) *Absence de bruit*

Le niveau absolu des bruits perturbateurs doit être inférieur d'au moins 8,65 népers ou 75 décibels au niveau absolu de la « tension la plus élevée », ce qui correspond à une tension psophométrique égale environ à la cinq-mille-six-centième partie de la « tension la plus élevée ».

g) *Distorsion de non-linéarité*

L'affaiblissement de distorsion harmonique doit être au moins de 3,2 népers ou 28 décibels pour une tension efficace de 5,5 volts à la sortie, dans les conditions de fonctionnement normal de l'amplificateur et pour une fréquence quelconque comprise dans la bande des fréquences à transmettre effectivement [1].

En outre, le gain ne doit pas varier de plus de 1 dNp ou 0,9 décibel, dans toute la bande des fréquences à transmettre effectivement, quand la tension efficace d'une onde sinusoïdale à la sortie varie de 0,775 à 5,5 volts.

---

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — Cette recommandation est plus ancienne que celle qui figure au paragraphe g) de l'Avis J.41.

SECTION 5

UTILISATION DE CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES POUR DES TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES

(Un avis technique sera rédigé quand les conditions dans lesquelles une telle utilisation est admise auront fait l'objet d'un avis d'exploitation.)

SECTION 6

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES

AVIS J.61 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

SPÉCIFICATIONS POUR UNE TRANSMISSION DE TÉLÉVISION SUR UNE GRANDE DISTANCE (Système I excepté) [1]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

l'accord obtenu, au sein de la Commission mixte C.C.I.R./C.C.I.T.T. pour les transmissions télévisuelles (C.M.T.T.) lors de sa réunion de 1968, sur un projet d'avis relatif aux transmissions de télévision sur une grande distance et commun au C.C.I.R. et au C.C.I.T.T.,

approuve à l'unanimité, comme Avis J.61 du C.C.I.T.T., l'Avis 421-1 tel qu'il figure dans le Volume V du C.C.I.R. (Oslo, 1966), pages 66 à 86, avec les modifications suivantes.

MODIFICATION DE L'AVIS 421-1

Spécifications pour une transmission de télévision sur une grande distance
(Système I excepté)

L'Annexe IV de cet avis devrait être modifiée comme suit:

a) Dans la dernière colonne du tableau II, *ajouter* « 7 » sur les lignes se rapportant aux caractéristiques suivantes:

ronflement, signal d'image, signaux ayant la durée d'une trame, signaux ayant la durée d'une ligne, suroscillation et traînage, temps d'établissement.

b) *Ajouter* après la note 6:

« *Note 7.* — Des informations complémentaires sont données dans le document CMTT/49, 1966-1969, O.I.R.T. ».

[1] Pour le système I, voir l'Avis J.62.

AVIS J.62 (Mar del Plata, 1968)

SPÉCIFICATION POUR UNE TRANSMISSION DE TÉLÉVISION SUR UNE GRANDE DISTANCE (Système I seulement) [1]

Le C.C.I.T.T.,

considérant

l'accord obtenu, au sein de la Commission mixte C.C.I.R./C.C.I.T.T. pour les transmissions télévisuelles (C.M.T.T.) lors de sa réunion de 1968, sur un projet d'avis relatif aux transmissions de télévision sur une grande distance et commun au C.C.I.R. et au C.C.I.T.T.,

approuve à l'unanimité, comme Avis J.62 du C.C.I.T.T., l'Avis 451 tel qu'il figure dans le Volume V du C.C.I.R. (Oslo, 1966), pages 86 à 105, révisé de la façon suivante:

REVISION DE L'AVIS 451

Spécification pour une transmission de télévision sur une grande distance
(Système I seulement)

1. *Insérer* un nouveau paragraphe 4.6 après le paragraphe 4.5 existant, dans la deuxième partie de l'avis (Volume V, page 92).

«4.6 *Diaphotie* [2]

La diaphotie entre deux circuits est mesurée en appliquant un signal d'essai video à l'entrée du circuit perturbateur, et en observant le signal brouilleur à l'aide d'un oscilloscope placé à la sortie du circuit perturbé, qui est par ailleurs non modulé. Le rapport signal/diaphotie est défini comme le rapport (en dB) de l'amplitude crête à crête nominale du signal de luminance à l'amplitude crête à crête de la partie de la forme d'onde de diaphotie correspondant à la luminance.

Actuellement, les limites définitives ne peuvent être spécifiées que dans deux cas particuliers; en ce qui concerne les autres formes de diaphotie, des études supplémentaires sont nécessaires. Les spécifications données dans les deux paragraphes suivants ne sont strictement applicables que lorsque le circuit perturbateur, ainsi que le circuit perturbé, sont conçus pour transmettre les signaux du Système I; ces spécifications peuvent néanmoins servir de guide, dans des conditions de service comparables à celles d'autres systèmes.

Si la diaphotie intervient de manière sensiblement uniforme dans toute la gamme des fréquences vidéo, le rapport signal/diaphotie ne devrait pas être inférieur à 58 dB, lorsque la mesure est faite avec le signal d'essai représenté figure 1, ce signal étant appliqué au circuit perturbateur.

Si la diaphotie est principalement sélective (« différenciée ») c'est-à-dire lorsque la tension de diaphotie est proportionnelle à la fréquence, le rapport signal/diaphotie ne

---

[1] Pour les autres systèmes, voir l'Avis J.61.

[2] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — La diaphotie est une grandeur analogue à la diaphonie utilisée en télévision; le terme anglais *(crosstalk)* est d'ailleurs le même dans les deux cas. Dans le cas présent, sa définition précise se trouve dans le texte de la recommandation.

devrait pas être inférieur à 50 dB, lorsque la mesure est faite avec le signal d'essai représenté figure 4, ce signal étant appliqué au circuit perturbateur. »

2. *Page 89, tableau II :* Après « Parasites impulsifs », *insérer* une nouvelle ligne, comme suit:

Diaphotie	4,6	Tension de diaphotie	3/2	

3. *Page 89, tableau II,* deuxième colonne *: Renuméroter* les paragraphes 4.6.1... 4.9.2, qui deviendront 4.7.1... 4.10.2.

4. *Page 91, paragraphe 4.2, dernière ligne :* Au lieu de « 4.9.1 », lire « 4.10.1 ».

5. *Pages 92 et 93 : Renuméroter* les paragraphes « 4.6... 4.9.2 », qui deviendront « 4.7... 4.10.2 ».

SECTION 7

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES SUR LIGNES MÉTALLIQUES ET INTERCONNEXION AVEC LES FAISCEAUX HERTZIENS

La paire coaxiale du type 2,6/9,5 mm normalisée par le C.C.I.T.T. est décrite dans l'Avis G.331 (1re partie du présent ouvrage).

Le C.C.I.T.T. a émis des recommandations au sujet des systèmes suivants, étudiés pour la transmission de signaux de télévision sur cette paire:

— le système à 4 MHz, qui peut être employé pour les transmissions de signaux de télévision à 405 lignes (Avis J.71);

— le système à 6 MHz, pour la transmission de signaux de télévision du système à 625 lignes (avec une bande de videofréquences de 5 MHz) ou du système belge à 819 lignes (Avis J.72);

— le système à 12 MHz, qui peut être employé pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision (Avis J.73).

AVIS J.71

SYSTÈME A 4 MHz POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES

Le système à 4 MHz sur paires coaxiales, défini dans l'Avis G.337, peut être employé pour la transmission de signaux de télévision à 405 lignes. Dans ce cas, il est recommandé de satisfaire aux conditions suivantes:

a) *Fréquence de l'onde porteuse et bandes latérales de modulation*

Il est unanimement reconnu que l'emploi d'une méthode de transmission avec bande résiduelle s'impose pour le type de transmission télévisuelle considéré. On admet que le videosignal à transmettre correspond à une image comportant 405 lignes d'exploration et qu'à la sortie du studio le spectre de ce videosignal présente une coupure relativement brusque aux deux extrémités, ces deux extrémités étant respectivement 30 Hz et 3 MHz. On admet, d'autre part, que l'organisme de radiodiffusion émetteur a corrigé autant que possible la distorsion d'ouverture et les autres distorsions du système de prise de vues.

Avec une paire coaxiale du type normalisé par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis G.331) et avec un espacement des répéteurs de l'ordre de 9 kilomètres (utilisé pour la téléphonie à courants porteurs sur des paires coaxiales de ce type avec le système à 4 MHz [1]), il est

[1] Voir l'Avis G.338.

possible de transmettre une bande latérale supérieure de modulation, large d'environ 3 MHz et une bande latérale inférieure résiduelle, large de 500 kHz (valeur considérée comme satisfaisante, à titre provisoire, et bien que l'on n'ait pas encore assez de résultats d'expériences à ce sujet). Si la construction de cette paire a été soignée au point de vue de la régularité d'impédance et si la contre-distorsion d'affaiblissement et la compensation de phase ont été bien réalisées, on peut admettre que le signal appliqué à l'origine de la paire coaxiale sera fidèlement restitué à l'autre extrémité.

Pour des transmissions télévisuelles du type considéré, il est recommandé d'employer en Europe une fréquence porteuse ayant une valeur nominale de 1056 kHz, étant entendu qu'au cours d'une transmission la variation de la fréquence porteuse ne doit pas dépasser quelques périodes par seconde.

Dans l'état actuel de la technique, il n'est pas encore possible d'établir indépendamment l'un de l'autre les projets de construction des équipements terminaux d'émission et de réception.

b) *Polarité de la modulation*

Etant donné qu'il n'y a pas de doctrine bien établie en ce qui concerne les avantages ou les inconvénients respectifs de la polarité positive (cas où l'amplitude du signal augmente avec la brillance) ou de la polarité négative de la modulation, dans le cas des transmissions télévisuelles sur circuits métalliques, mais que, d'autre part, il est désirable de ne pas être obligé d'utiliser des dispositifs d'inversion de la polarité en un point de connexion entre deux circuits, il est recommandé que la polarité de modulation adoptée à l'origine d'une chaîne pour transmission télévisuelle internationale soit conservée tout le long de cette chaîne.

c) *Rapport d'amplitude entre le signal de vision et le signal de synchronisation*

Il est recommandé que le rapport:

$$\frac{\text{amplitude du signal de vision}}{\text{amplitude du signal de synchronisation}}$$

dans l'onde modulée soit égal à $\frac{7}{3}$.

d) *Profondeur de la modulation*

La limite admissible pour le « taux de modulation de référence » défini ci-après est fixée provisoirement à 50 %.

Remarque. — On définit le taux de modulation, pour un type de signal s donné, de la manière suivante: soit V_s la tension (de crête à crête) du videosignal considéré. Ce signal module en amplitude un courant porteur dont l'amplitude varie, lorsque les deux bandes latérales sont conservées, entre deux limites V_M et V_m avec $V_M - V_m = V_s$.

Par définition on appelle « taux de modulation τ » la grandeur:

$$\tau = \frac{V_s}{V_M + V_m} = \frac{V_M - V_m}{V_M + V_m}$$

On voit que cette définition coïncide avec la définition habituelle, lorsque le signal s est sinusoïdal.

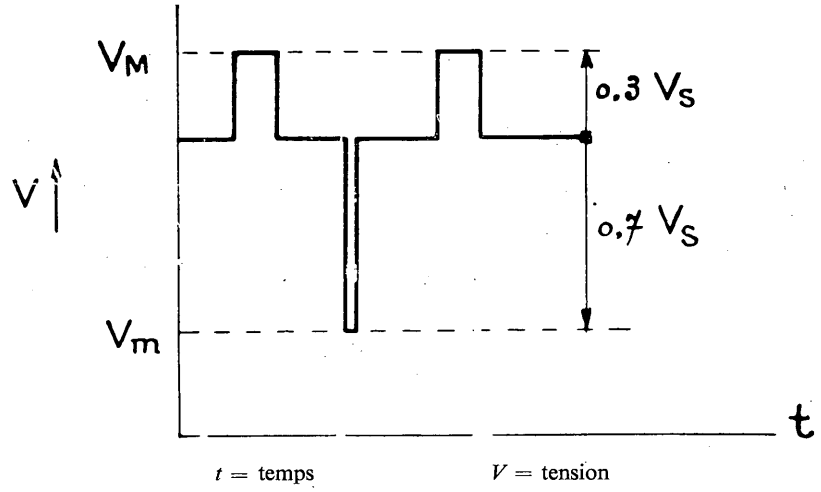


FIGURE 1

Après suppression partielle de la bande latérale inférieure, les rapports d'amplitude ci-dessus considérés sont approximativement conservés et le taux de modulation

$$\tau = \frac{V_M - V_m}{V_M + V_m}$$

reste sensiblement le même.

Le taux de modulation ainsi défini est essentiellement fonction du type de signal transmis et en particulier est différent suivant que la composante continue d'un même videosignal est ou non conservée.

Quoi qu'il en soit, le taux de modulation le plus élevé qu'il est possible de rencontrer parmi tous les types de signaux possibles doit être limité supérieurement, pour limiter la distorsion qui apparaît à la détection du fait de la suppression partielle de la bande latérale inférieure de modulation.

Le choix de la valeur de ce taux de modulation le plus élevé détermine le taux de modulation de tous les autres types de signaux.

D'autre part, l'amplitude la plus élevée du courant porteur modulé qu'il est possible de rencontrer doit être limitée supérieurement pour limiter la distorsion de non-linéarité. L'écart entre signal de vision et bruit de fond est alors d'autant plus faible que le taux de modulation est lui-même faible. On voit donc apparaître là une limitation inférieure du taux de modulation. Le choix de la profondeur de modulation est donc une affaire de compromis entre ces deux exigences.

Lorsque le videosignal complet est celui qui est défini ci-dessus (avec, par exemple, une modulation de polarité négative) et que la composante continue de ce signal a été supprimée, il est facile de déterminer le type de videosignal correspondant au taux de modulation le plus élevé. C'est celui qui correspond à la transmission de taches blanches sur fond sombre (figure 1) (on peut considérer que la valeur moyenne des signaux de synchronisation est négligeable devant l'amplitude V_s).

Le taux de modulation correspondant τ_R est appelé « taux de modulation de référence ».

e) *Composante continue*

Il est recommandé que la composante continue du videosignal complet soit supprimée pour la transmission en ligne.

f) *Impédances d'entrée et de sortie d'un répéteur*

L'affaiblissement d'adaptation entre les impédances d'entrée et de sortie du répéteur et une résistance pure de 75 ohms devrait être d'au moins 2,3 népers (20 décibels) à la fréquence porteuse utilisée pour la télévision monochrome.

La limite admise pour cet affaiblissement d'adaptation peut décroître progressivement jusqu'à 1,73 néper (15 décibels) aux extrémités supérieure et inférieure de la bande des fréquences transmises pour la télévision.

Remarque 1. — Dans ces conditions, à la fréquence porteuse 1056 kHz, ainsi qu'aux fréquences voisines, on obtient, dans une seule section d'amplification de longueur normale, une limite globale d'écho beaucoup plus favorable que la valeur de 8 népers ou 70 décibels autrefois recommandée pour la somme de trois termes qui est définie dans l'Annexe à l'Avis J.73. En fait, dans le cas du système à 4 MHz, cette valeur de 8 Np ou 70 dB peut être obtenue sans aucune difficulté dans toute la largeur de la bande transmise, sauf à la limite inférieure de la bande latérale résiduelle, par exemple entre 0,5 et 0,7 MHz. Mais on peut ici tolérer une valeur moins élevée, car l'énergie du signal est faible dans cette gamme de fréquences.

Remarque 2. — Le C.C.I.T.T. n'a pas jugé utile de spécifier les autres caractéristiques des répéteurs. Les dispositions à prendre dans le cas où un câble franchit une frontière doivent faire pour le moment l'objet d'un accord bilatéral entre les pays intéressés. (Voir à ce sujet l'Avis G.352 relatif au cas analogue de la téléphonie sur une section en paire coaxiale du type 2,6/9,5 mm qui traverse une frontière.)

AVIS J.72

SYSTÈMES A 6 MHz POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES

Le système à 6 MHz sur paires coaxiales, défini dans l'Avis G.337, est normalement employé pour la transmission de signaux de télévision du système à 625 lignes (avec une bande de videofréquences de 5 MHz) ou du système belge à 819 lignes. Il est alors recommandé de satisfaire aux conditions suivantes:

a) *Caractéristiques en des points intermédiaires de distribution*

L'interconnexion entre des lignes haute fréquence différentes, ainsi qu'entre les lignes et les équipements de modulation ou démodulation pour la transmission télévisuelle, ne devrait s'effectuer qu'en des points correspondant aux points B et E de la figure 1, que l'on peut appeler « points d'interconnexion à fréquence porteuse pour la télévision ». (De même les points B′ et E′ sont des « points d'interconnexion aux fréquences porteuses pour la téléphonie » quand des voies téléphoniques doivent être transmises en ligne.) En de tels points d'interconnexion, les ondes pilotes de ligne sont supprimées et la caractéristique « gain-fréquence » entre les points B et E (ou entre les points B′ et E′) est une droite horizontale dans toute la bande des fréquences transmises, puisque les réseaux N_1 et N_2 (ou N'_1 et N'_2) ont des caractéristiques inverses et qui se compensent. Il n'est pas nécessaire de spécifier précisément les caractéristiques de ces réseaux, puisqu'elles sont déterminées par le système de ligne particulier employé sur la ligne haute fréquence CD.

On doit spécifier l'impédance des circuits d'entrée et de sortie aux points correspondant aux points B et E de la figure 1. Une valeur nominale de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre, est recommandée et l'affaiblissement d'adaptation, par rapport à une résistance pure de 75 ohms, doit être supérieur ou égal à 2,76 népers (24 décibels).

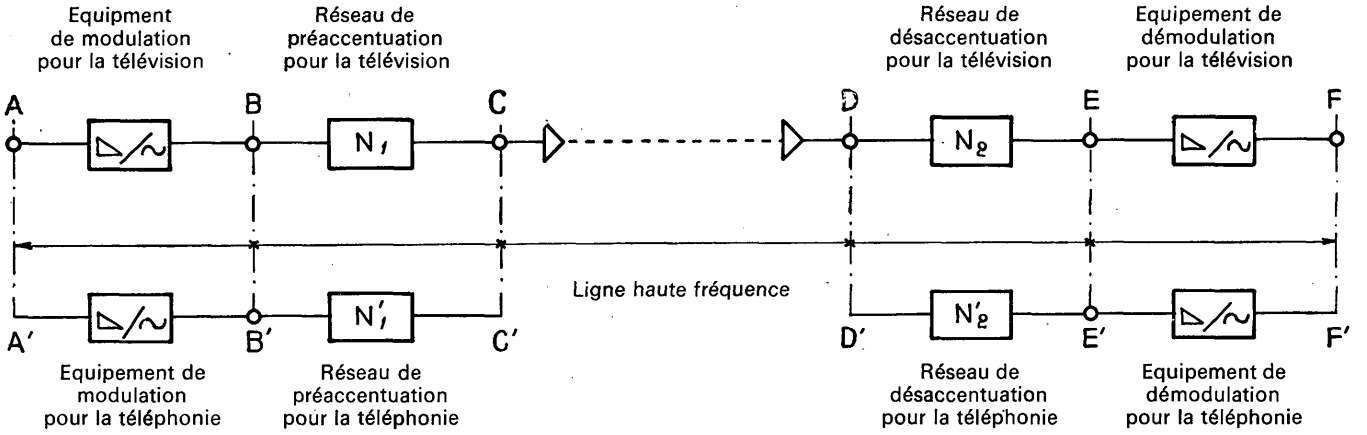


FIGURE 1. — **Système de transmission télévisuelle à bande latérale résiduelle sur paire coaxiale en câble**

Remarques : 1. Les points A et F sont des points d'interconnexion aux videofréquences.
Les points B et E sont des points d'interconnexion à fréquence porteuse pour la télévision.
Les points B′ et E′ sont des points d'interconnexion aux fréquences porteuses pour la téléphonie.

2. Les caractéristiques de l'équipement de modulation pour la télévision doivent être définies entre les points A et B.
Les caractéristiques de l'équipement de démodulation pour la télévision doivent être définies entre les points E et F.

3. Entre les points BE et B′E′ la caractéristique « gain-fréquence » de la ligne haute fréquence est une droite horizontale.

4. Les réseaux N_1, N_2, etc. devront être choisis de façon à faciliter l'adaptation à la ligne et à présenter aux équipements de modulation et de démodulation des conditions normalisées en ce qui concerne les niveaux, etc.

5. Si l'on doit interconnecter plusieurs lignes haute fréquence de types différents, ou si l'on doit effectuer des dérivations en un point intermédiaire, des réseaux de préaccentuation et désaccentuation, etc., seront nécessaires aux points de jonction de façon que l'interconnexion s'effectue en un point de niveau défini et indépendant de la fréquence.

6. Dans le cas de transmissions alternées de téléphonie et de télévision, les commutations doivent s'effectuer aux points C et D.

En introduisant, s'il est nécessaire, à titre de variante, des réseaux de préaccentuation N'_1 et des réseaux correspondants de désaccentuation N'_2, le système de ligne à 6 MHz CD peut être employé pour des transmissions alternées de télévision et de téléphonie dans les conditions indiquées dans la section B de l'Avis G.337.

Remarque. — Afin de permettre l'interconnexion de deux systèmes de ligne, établis par des constructeurs différents, en un point intermédiaire tel qu'une station de répéteurs frontières, il est nécessaire tout d'abord de compenser la préaccentuation (produite, par exemple, par le réseau N_1 de la figure 1) au moyen d'un réseau inverse (tel que le réseau N_2 de la figure 1), et de créer ainsi un point analogue à E; entre les points B et E, la ligne a une caractéristique « gain-fréquence » qui est une droite horizontale.

b) *Fréquence porteuse*

La fréquence nominale de l'onde porteuse qui est modulée par le videosignal doit être de 1056 kHz, avec une tolérance de $\pm$ 5 Hz.

c) *Taux de modulation*

On doit employer la modulation d'amplitude. Le taux de modulation doit être supérieur à 100% (comme il est indiqué sur la figure 2), de telle sorte que, quand l'onde porteuse est modulée par un signal correspondant au niveau de suppression, son amplitude doit être égale à l'amplitude de cette onde porteuse quand elle est modulée par un signal correspondant au niveau du blanc, en admettant que la composante continue du signal est transmise.

Quand le signal d'essai n° 2 (voir l'Annexe I à l'Avis J.61) est appliqué à l'entrée du modulateur (point A de la figure 1), la valeur nominale de la tension de crête de l'onde porteuse modulée à la sortie de l'équipement de modulation (point B de la figure 1) et à l'entrée de l'équipement de démodulation (point E de la figure 1) devrait être la suivante (voir la figure 2):

— pour le niveau du blanc ou pour le niveau de suppression, 0,387 volt (c'est-à-dire la valeur de crête d'un signal sinusoïdal dissipant une puissance de 1 mW dans une résistance de 75 ohms);

— pour les signaux de synchronisation, 0,719 volt (c'est-à-dire la tension de crête d'un signal sinusoïdal dissipant une puissance de 3,45 mW dans une résistance de 75 ohms).

d) *Mise en forme de la bande latérale résiduelle*

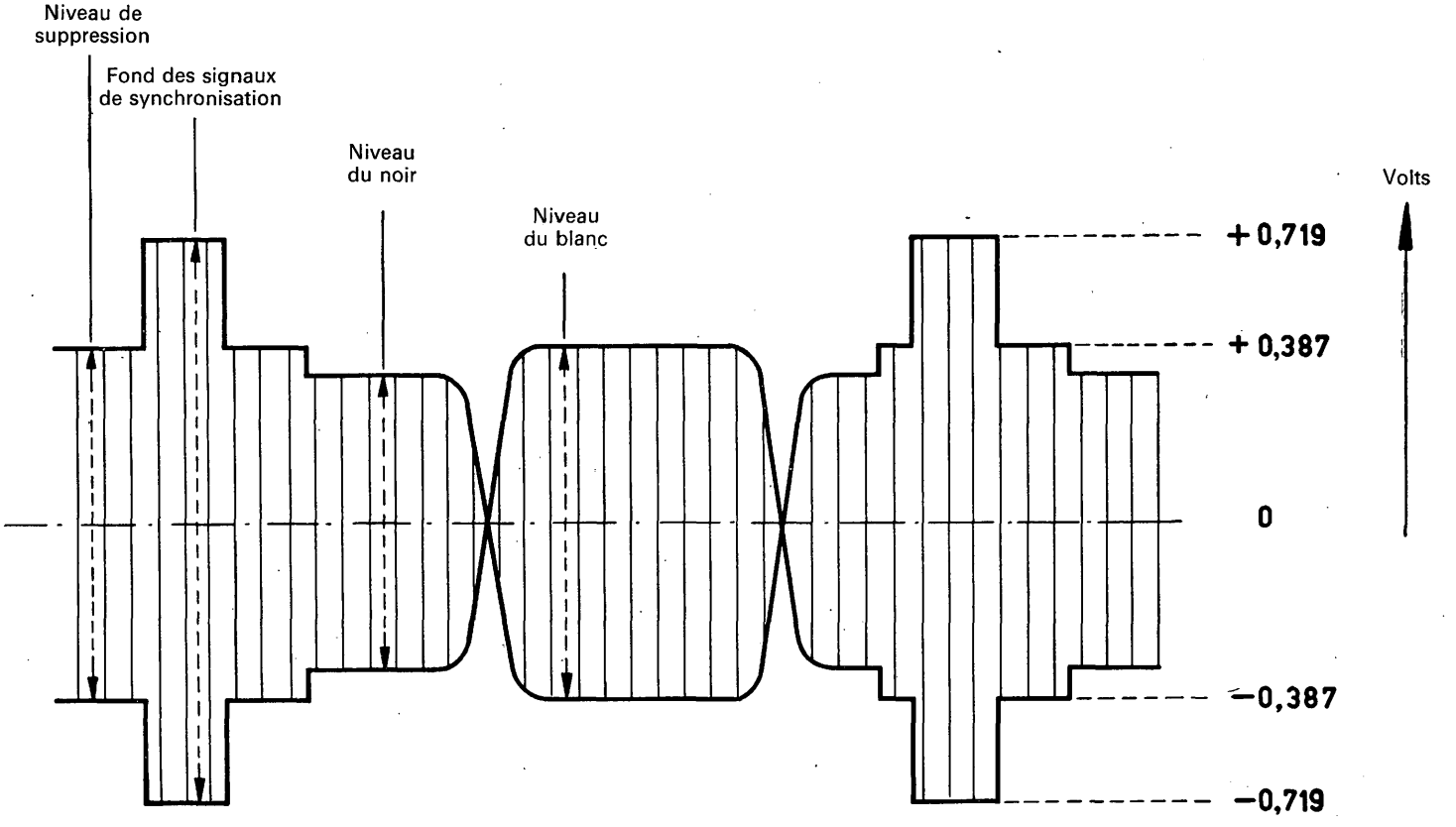
Il n'a pas semblé possible de recommander un système unique et il y a lieu d'utiliser les filtres de mise en forme existants dont les caractéristiques sont données dans l'annexe ci-après. Dans ces systèmes, la mise en forme du signal avec bande latérale résiduelle est effectuée à parts égales par les équipements de modulation et de démodulation.

Les cas d'interconnexion entre deux systèmes différents devront être traités par accord bilatéral entre les administrations intéressées.

e) *Ondes pilotes*

Les ondes pilotes devraient être introduites à l'entrée du premier amplificateur de ligne (après le point C de la figure 1) et bloquées après le dernier amplificateur de ligne (avant le point D de la figure 1).

Afin de faciliter l'interconnexion des systèmes de ligne, il est recommandé de normaliser aux valeurs suivantes les fréquences et les niveaux des ondes pilotes dans chacun des deux systèmes définis dans l'annexe ci-après.



Remarque. — Les tensions indiquées sont les valeurs mesurées:
— à la sortie de l'équipement de modulation (point B de la figure 1) dans les systèmes à 6 MHz (Avis J.72);
— en un point de niveau relatif zéro pour la transmission télévisuelle dans le système à 12 MHz (Avis J.73).

FIGURE 2. — **Forme d'onde de l'enveloppe de l'onde porteuse modulée par le signal d'essai n° 2**

1er système. — Les niveaux absolus de puissance des ondes pilotes (rapportés au point B de la figure 1) devraient avoir les valeurs suivantes:

pour 308 kHz: −3,42 Np = −29,7 dB
pour 4142 kHz: −2,55 Np = −22,2 dB
pour 6142 kHz: −2,34 Np = −20,3 dB

2e système. — Les niveaux absolus de puissance des ondes pilotes (rapportés au point B de la figure 1) devraient avoir les valeurs suivantes:

pour 308 kHz: −4,49 Np = −39,0 dB
pour 4092,45 kHz: −4,57 Np = −39,8 dB
pour 6200 kHz: −4,80 Np = −41,7 dB

Les administrations qui utilisent des systèmes différents prendront par accord bilatéral toute disposition nécessaire pour l'interconnexion de leurs systèmes de ligne dans une station de répéteurs frontière.

Quel que soit le système utilisé, le C.C.I.T.T. recommande une tolérance en valeur relative de 10^{-5} sur la fréquence des ondes pilotes de ligne.

f) *Parasites*

Le paragraphe 3.3 de l'Avis J.61 indique les valeurs globales, relatives au circuit fictif de référence pour transmissions télévisuelles, qui sont prises comme objectifs pour les projets de construction.

A titre provisoire, il est recommandé de répartir la valeur globale pour les parasites erratiques à raison de 50 % pour la ligne et de 50 % pour les trois couples de modulateurs et démodulateurs.

g) *Impédances d'entrée et de sortie d'un répéteur*

L'affaiblissement d'adaptation entre les impédances d'entrée et de sortie du répéteur et une résistance pure de 75 ohms devrait être d'au moins 2,3 népers (20 décibels) à la fréquence porteuse utilisée pour la télévision monochrome.

La limite admise pour cet affaiblissement d'adaptation peut décroître progressivement jusqu'à 1,73 néper (15 décibels) aux extrémités supérieure et inférieure de la bande des fréquences transmises pour la télévision.

Remarque 1. — Dans ces conditions, à la fréquence porteuse 1056 kHz, ainsi qu'aux fréquences voisines, on obtient, dans une seule section d'amplification de longueur normale, une limite globale d'écho beaucoup plus favorable que la valeur de 8 népers ou 70 décibels autrefois recommandée pour la somme de trois termes qui est définie dans l'annexe à l'Avis J.73. En fait, dans le cas du système à 6 MHz, cette valeur de 8 Np ou 70 dB peut être obtenue sans aucune difficulté dans toute la largeur de la bande transmise, sauf à la limite inférieure de la bande latérale résiduelle, par exemple entre 0,5 et 0,7 MHz. Mais on peut ici tolérer une valeur moins élevée, car l'énergie du signal est faible dans cette gamme de fréquences.

Remarque 2. — Le C.C.I.T.T. n'a pas jugé utile de spécifier les autres caractéristiques des répéteurs. Les dispositions à prendre dans le cas où un câble franchit une frontière doivent faire pour le moment l'objet d'un accord bilatéral entre les pays intéressés. (Voir à ce sujet l'Avis G.352, relatif au cas analogue de la téléphonie sur une section en paire coaxiale du type 2,6/9,5 mm qui traverse une frontière.)

ANNEXE

(à l'Avis J.72)

Méthodes employées dans des systèmes à 6 MHz pour la mise en forme du signal de télévision transmis en ligne

1er système

1. La bande de fréquences de la bande latérale résiduelle devrait s'étendre d'environ 500 kHz au-dessus de la fréquence porteuse à environ 500 kHz au-dessous de la fréquence porteuse. Ceci représente un compromis raisonnable entre la difficulté de construire un filtre à bande étroite et la difficulté d'étendre vers les basses fréquences la bande de fréquences transmises par les répéteurs.

On doit employer le même filtre dans les équipements terminaux d'émission et de réception. L'affaiblissement de chaque filtre à la fréquence porteuse devrait donc être de 3 dB par rapport à l'affaiblissement du filtre aux fréquences élevées où la transmission s'effectue avec bande latérale unique. Ainsi, après avoir traversé deux filtres, les bandes latérales de modulation correspondant à des videofréquences très basses seront affaiblies de 6 dB, c'est-à-dire que la tension sera la moitié de celle de la bande latérale unique transmettant l'information à haute fréquence. Ainsi l'addition en phase des deux bandes latérales uniques aux très basses fréquences fournit une information à une videofréquence de la même amplitude que l'information aux fréquences élevées.

A des videofréquences plus élevées, les filtres de la bande latérale résiduelle affaibliront de façon inégale les deux bandes latérales. Si les filtres ont subi une compensation de phase, au cours de la démodulation, les deux bandes latérales s'ajouteront en phase pour donner à la sortie le videosignal.

La condition à imposer pour obtenir un videosignal de sortie indépendant de la fréquence est alors que la somme des amplitudes des deux bandes latérales correspondantes soit constante à toutes les videofréquences.

Il y a beaucoup de caractéristiques possibles de filtres qui rempliront cette condition. La plus simple mathématiquement est celle qui correspond à une caractéristique « tension-fréquence » linéaire, comme celle qui est représentée sur la figure 3.

Toutefois, il n'est pas possible d'obtenir cette caractéristique avec des filtres réalisables en pratique. La difficulté se produit aux deux extrémités de la bande latérale résiduelle, où la caractéristique linéaire présente une discontinuité. Des filtres réalisables arrondiraient les caractéristiques dans ces régions et il est préférable de tenir compte de telles limitations quand on spécifie la caractéristique requise.

Une caractéristique qui donne les amplitudes requises pour les bandes latérales et qui tient compte des limitations des filtres réalisables en pratique est la suivante:

Pour un filtre d'émission ou de réception

$$D\ (f) = 10 \log_{10} \quad ERF\ (y)\ \text{dB}$$

où $D\ (f)$ est l'affaiblissement du filtre à la fréquence f, en valeur relative par rapport à l'affaiblissement dans la région où la transmission s'effectue avec bande latérale unique;

$$y = \frac{f - f_0}{K}$$

où f_0 est la fréquence porteuse;

K est une constante définissant le taux de coupure de la bande latérale non désirée; la fonction $ERF\ (y)$ est la fonction d'erreur de y définie par

$$ERF\ (y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{y} \exp\left(-\frac{y^2}{2}\right) dy$$

On trouvera des tables de cette fonction dans des ouvrages mathématiques.

En ce qui concerne la constante K définissant le taux de coupure de la bande latérale non désirée, la valeur $K = 215$ kHz a été proposée par la Cuban Telephone Company.

On pense que des équipements terminaux d'émission et de réception travaillant avec bande latérale résiduelle et utilisant des valeurs de K sensiblement différentes peuvent être associés dans des conditions satisfaisantes, à condition que chacun de ces équipements soit prévu avec une correction de phase.

2. Quand on spécifie la précision avec laquelle une telle caractéristique devrait être réalisée, les limites fixées devraient tenir compte du fait que, pour une erreur donnée sur le videosignal de sortie, on peut admettre une tolérance beaucoup plus grande à des fréquences où l'affaiblissement du filtre est élevé. Cette condition est remplie par l'expression suivante:

$$E = \left| 10^{-\frac{D_a}{10}} - 10^{-\frac{D_f}{10}} \right|$$

où E est une constante à spécifier, qui détermine les tolérances;

D_a est l'affaiblissement relatif réel du filtre, en décibels;

D_f est l'affaiblissement relatif spécifié du filtre, en décibels.

2e système

La bande latérale inférieure est affaiblie par l'ensemble d'un modulateur d'émission et d'un démodulateur de réception de telle sorte qu'il en résulte entre 518 et 1594 kHz une variation linéaire de l'amplitude en fonction de la fréquence (voir figure 3, courbe a). Aux points de passage par les valeurs zéro et 100% de la tension, cette caractéristique n'est arrondie que d'une façon insignifiante. L'affaiblissement total des deux filtres nécessaires est réparti à parts égales entre les équipements d'émission et de réception. Chaque filtre partiel a un affaiblissement de 3 dB à la fréquence porteuse et de 9 dB à 400 kHz au-dessous de la fréquence porteuse. Tenant compte de la recommandation précédente, la courbe de variation de l'amplitude, en fonction de la fréquence, pour un seul filtre, a donc la forme de la courbe b de la figure 3. Elle croît proportionnellement à la racine carrée de la différence entre la fréquence considérée et 518 kHz, de la valeur zéro pour 518 kHz à la valeur 0,707 pour 1056 kHz et à la valeur 1,0 pour 1594 kHz.

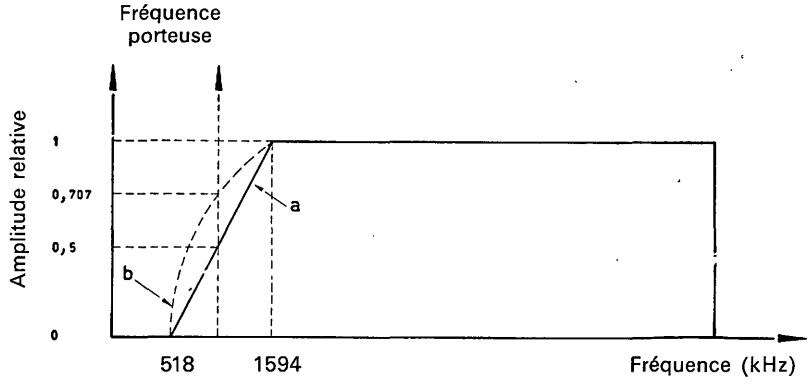


FIGURE 3. — **Suppression partielle de la bande latérale inférieure de modulation**

On ne peut pas proposer d'écart admissible par rapport à cette courbe nominale, mais il est signalé à titre d'information que la caractéristique suivante est réalisée dans les filtres de Nyquist utilisés par l'Administration fédérale allemande des postes et télécommunications. L'ensemble des deux filtres présente une caractéristique de variation de la tension en fonction de la fréquence qui est linéaire. Aux points de passage par les valeurs 0 et 100% de la tension, cette caractéristique

n'est arrondie que d'une façon insignifiante. L'affaiblissement total des deux filtres est réparti également entre les équipements d'émission et de réception. Chaque filtre partiel a un affaiblissement de 3 dB à la fréquence porteuse et de 9 dB à 400 kHz au-dessous de la fréquence porteuse. De cette manière, le flanc de la caractéristique du filtre de Nyquist a une allure linéaire entre les fréquences.

$f_1 =$ 518 kHz et
$f_2 =$ 1594 kHz.

AVIS J.73 (modifié à Genève, 1964)

EMPLOI D'UN SYSTÈME A 12 MHz POUR LA TRANSMISSION SIMULTANÉE DE TÉLÉPHONIE ET DE TÉLÉVISION

Le système à 12 MHz sur paires coaxiales est défini dans l'Avis G.337 et son emploi pour la téléphonie fait l'objet des Avis G.332 et G.337.

Tout système à 12 MHz équipé pour la transmission télévisuelle devrait être capable de transmettre, moyennant la commutation de certains éléments (seulement dans les équipements terminaux), si cela est nécessaire, des signaux correspondant à tous les systèmes de télévision définis par le C.C.I.R. et dont la largeur de bande video ne dépasse pas 5 MHz.

Cet avis a été rédigé en ne tenant compte que de la transmission des systèmes de télévision monochromes qui ont été définis par le C.C.I.R. jusqu'en 1964.

a) *Fréquence porteuse*

Le C.C.I.T.T. recommande l'emploi d'une fréquence porteuse de 6799 kHz avec une tolérance de ± 100 Hz, pour la transmission de tous les signaux de télévision indiqués ci-dessus. La bande video transmise sur le câble devrait avoir une largeur de 5 MHz, quel que soit le système de télévision dont on envisage l'emploi. Le niveau provisoirement recommandé pour cette onde porteuse a été défini aux points d'interconnexion et apparaît sur les figures 1 et 2 (voir en particulier la note 3).

b) *Taux de modulation*

On doit employer la modulation d'amplitude. Le taux de modulation doit être supérieur à 100 % (comme il est indiqué sur la figure 2 de l'Avis J.72) de telle sorte que, quand l'onde porteuse est modulée par un signal correspondant au niveau de suppression, son amplitude doit être égale à l'amplitude de cette onde porteuse quand elle est modulée par un signal correspondant au niveau du blanc, en admettant que la composante continue du signal est transmise.

Quand le signal d'essai n° 2 (voir l'Annexe I à l'Avis J.61) est appliqué en un point de jonction video, la valeur nominale de la tension de crête de l'onde porteuse modulée devrait être la suivante, en un point où le niveau relatif pour la transmission télévisuelle est égal à zéro:

— pour le niveau du blanc ou pour le niveau de suppression, 0,387 volt (c'est-à-dire la valeur de crête d'un signal sinusoïdal dissipant une puissance de 1 mW dans une résistance de 75 ohms):

— pour les signaux de synchronisation, 0,719 volt (c'est-à-dire la tension de crête d'un signal sinusoïdal dissipant une puissance de 3,45 mW dans une résistance de 75 ohms).

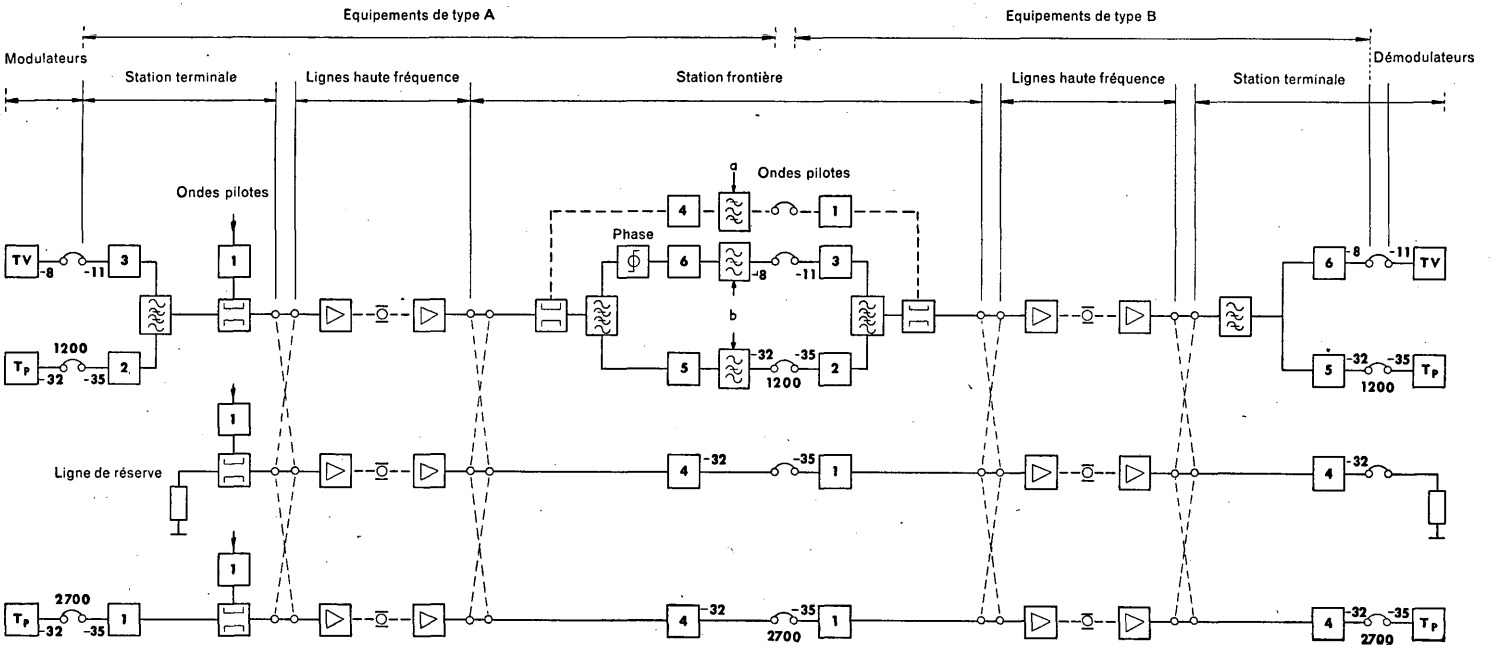
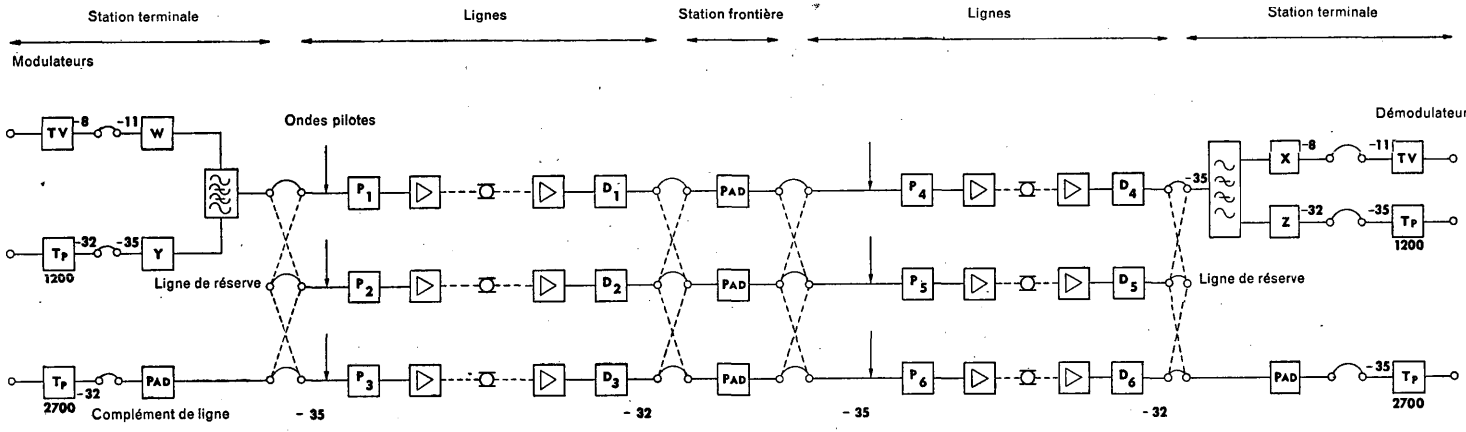


FIGURE 1. — **Cas général d'interconnexion entre lignes à 12 MHz**



Niveaux relatifs nominaux en ligne, sur chaque voie téléphonique, dans le cas d'utilisation pour la téléphonie seule

W X — Préaccentuation et désaccentuation différentielles pour la télévision

Y Z — Préaccentuation et désaccentuation différentielles pour les 1200 voies téléphoniques

} communes à tous les types de ligne à 12 MHz

P_I D_I — Préaccentuation et désaccentuation pour la transmission de 2700 voies téléphoniques, propres à chaque type de construction de ligne à 12 MHz.

FIGURE 2. — **Emploi de réseaux d'accentuation différentielle pour simplifier l'interconnexion de lignes à 12 MHz de conceptions différentes**

Voir notes figures 1 et 2, page suivante

c) *Mise en forme de la bande latérale résiduelle*

La mise en forme du signal avec bande latérale résiduelle doit être effectuée entièrement à l'émission. La largeur de la bande latérale résiduelle ne devrait pas dépasser 500 kHz. La figure 3 indique la répartition de fréquences recommandée pour la transmission de télévision sur le système à 12 MHz.

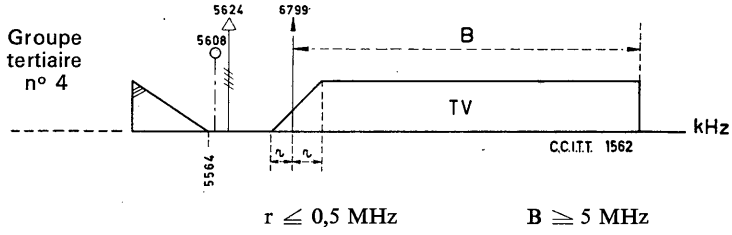


FIGURE 3. — **Répartition de fréquences pour la transmission télévisuelle sur un système à 12 MHz**

d) *Niveaux relatifs et interconnexion dans une section frontière*

Il n'est pas possible de recommander des valeurs pour les niveaux relatifs de puissance à la sortie des répéteurs intermédiaires, parce que ces valeurs dépendent étroitement de la conception même des systèmes propres à chaque administration.

Quand l'interconnexion de deux systèmes téléphoniques s'effectue dans une section de câble qui traverse une frontière, conformément à l'Avis G.352 chaque administration devrait accepter, du côté réception, les valeurs des niveaux qui sont normalement appliquées pour le système en service dans l'autre pays. Il est possible, dans certains cas, de satisfaire à

Notes des figures 1 et 2

1. La méthode d'interconnexion des ondes pilotes, par exemple blocage et réinjection ou contournement des équipements, doit faire l'objet d'un accord entre administrations.

2. Le niveau absolu de puissance des ondes pilotes de ligne est fixé à −1,15 néper (−10 décibels) au point de niveau relatif zéro quand la ligne est utilisée uniquement pour la téléphonie. Quand la ligne est utilisée pour une transmission simultanée de téléphonie et de télévision, il peut être nécessaire de fixer des valeurs différentes de préaccentuation; bien que dans ce cas les niveaux absolus de puissance des ondes pilotes restent les mêmes, ils pourront ne plus correspondre, au point de niveau relatif zéro, à la valeur de −10 décibels.

3. Les niveaux indiqués pour la télévision sont ceux de l'onde porteuse modulée, par rapport au niveau du signal de référence schématique décrit au paragraphe b) du présent avis (voir aussi la figure 2 de l'Avis J.72).

4. Un accord doit intervenir entre administrations au sujet des caractéristiques des filtres utilisés dans la figure 1 pour séparer et pour assembler les bandes de fréquences utilisées pour la transmission téléphonique et pour la transmission télévisuelle, de telle sorte que l'on puisse prendre les dispositions nécessaires pour la préaccentuation et la désaccentuation.

Niveaux indiqués en décibels sur les figures 1 et 2	Valeurs correspondantes en népers
− 8 dB	(−0,92 Np)
−11 dB	(−1,27 Np)
−32 dBr	ou −3,7 Nr
−35 dBr	ou −4,0 Nr

cette recommandation en insérant, simplement à la réception, un réseau correcteur. Il faut alors que la section d'amplification chevauchant la frontière ait une longueur inférieure à 4,5 km; les points de détail devront faire l'objet d'une entente directe entre les pays intéressés, avant l'implantation des stations de répéteurs.

Dans le cas d'une ligne qui peut être utilisée alternativement pour la transmission de téléphonie seulement, ou pour la transmission de téléphonie et de télévision, une telle solution ne peut pas être appliquée d'une façon générale. Dans ce cas, une des stations frontières peut jouer le rôle de station principale où se trouvent des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation des types nécessaires pour permettre l'interconnexion en des points où les niveaux ont les valeurs recommandées (indépendantes de la fréquence) qui sont indiquées sur la figure 1. Cette figure montre comment ceci peut se faire dans le cas général et comment les mêmes niveaux sont appliqués dans des stations terminales pour relier la ligne aux équipements de modulation pour la téléphonie et pour la télévision.

Toutefois, si l'on peut se mettre d'accord sur une caractéristique différentielle commune à tous les types de ligne à 12 MHz, il deviendra possible de procéder à des interconnexions directes de toute la bande des fréquences transmises en ligne, à la fois sur le plan national (par exemple, entre lignes en service et lignes de réserve) et sur le plan international (entre systèmes nationaux de conception différente). Cette méthode conduit pour l'interconnexion aux dispositions plus simples représentées sur la figure 2.

Dans cette méthode, la ligne est toujours réglée pour la transmission téléphonique seule; dans le cas de la transmission simultanée, on modifie la caractéristique de préaccentuation utilisée pour la transmission téléphonique seule en insérant, seulement dans les stations contenant les équipements terminaux, des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation différentielles.

e) *Impédance d'entrée et de sortie d'un répéteur*

L'affaiblissement d'adaptation entre les impédances d'entrée et de sortie du répéteur et une résistance pure de 75 ohms devrait être d'au moins 2,3 népers (20 décibels) à la fréquence porteuse utilisée pour la télévision monochrome.

La limite admise pour cet affaiblissement d'adaptation peut décroître progressivement jusqu'à 1,73 néper (15 décibels) aux extrémités supérieure et inférieure de la bande des fréquences transmises pour la télévision.

Remarque. — Dans ces conditions, à la fréquence porteuse 6799 kHz, ainsi qu'aux fréquences voisines, on obtient, dans une seule section d'amplification de longueur normale, une limite globale d'écho beaucoup plus favorable que la valeur de 8 népers ou 70 décibels autrefois recommandée pour la somme de trois termes qui est définie dans l'annexe du présent avis. En fait, cette valeur de 8 Np ou 70 dB peut être obtenue sans aucune difficulté dans toute la largeur de la bande transmise.

f) *Parasites*

Le paragraphe 3.3 de l'Avis J.61 indique les valeurs globales relatives au circuit fictif de référence pour transmissions télévisuelles, qui sont prises comme objectifs pour les projets de construction.

D'après l'expérience de certaines administrations, la puissance psophométrique pondérée peut être répartie entre les équipements terminaux et la ligne dans un rapport de 1 à 4.

En particulier, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne emploie pour le système à 12 MHz les valeurs suivantes de l'écart signal/bruit pondéré:

a) pour l'équipement terminal de modulation 70 dB
b) pour l'équipement terminal de démodulation 64 dB
c) pour la ligne de 840 km de longueur 58 dB

Il résulte de ces valeurs un écart signal/bruit de 52 décibels à l'extrémité du circuit fictif de référence.

ANNEXE
(à l'Avis J.73)

Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la paire coaxiale dans les transmissions télévisuelles

Cette adaptation était autrefois spécifiée, pour des systèmes pour transmissions télévisuelles ayant des sections d'amplification d'une longueur d'environ 9 kilomètres ou 6 miles, sous forme de a limite globale suivante (*Livre Vert* du C.C.I.F., tome III *bis*, pages 269 et 270) :

«soient:

Z_L l'impédance mesurée (pour une fréquence f) des conducteurs de ligne, vue d'une station de répéteurs (voir la figure 4);

Z_E l'impédance de sortie (mesurée pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vue de la ligne;

Z_R l'impédance d'entrée (mesurée pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vue de la ligne;

$A = al$ l'affaiblissement total (à la fréquence f) des conducteurs de ligne entre deux stations de répéteurs adjacentes, a étant l'affaiblissement linéique mesuré de la paire coaxiale et l la distance entre les deux stations de répéteurs adjacentes considérées.

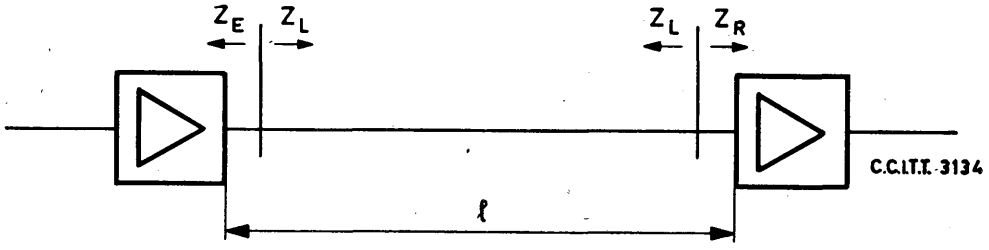


FIGURE 4. — **Section d'amplification de paire coaxiale**

On considère le nombre N (de décibels ou de népers) défini par les formules:

$$N = 2A + \ln \left| \frac{Z_E + Z_L}{Z_E - Z_L} \right| + \ln \left| \frac{Z_L + Z_R}{Z_L - Z_R} \right| \text{ (népers)}$$

ou

$$N = 2A + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_E + Z_L}{Z_E - Z_L} \right| + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_L + Z_R}{Z_L - Z_R} \right| \text{ (décibels)}$$

A titre provisoire, la condition indiquée ci-après doit être remplie.

Dans le cas d'un système de transmission télévisuelle, N doit être de l'ordre de 8 népers ou 70 décibels aux fréquences voisines de la fréquence porteuse virtuelle utilisée pour la transmission en ligne. A des fréquences éloignées de la fréquence porteuse, on pourrait probablement accepter des valeurs plus faibles de N.»

Par la suite, le C.C.I.T.T. a recommandé des limites pour l'affaiblissement d'adaptation à l'entrée et à la sortie des répéteurs, dans les avis suivants:

— Avis J.71, paragraphe g), pour le système à 4 MHz et Avis J.72, paragraphe g), pour le système à 6 MHz, ces deux systèmes ayant des sections d'amplification d'environ 9 km ou 6 miles et une fréquence porteuse de 1056 kHz;

— Avis J.73, paragraphe e), pour le système à 12 MHz, avec des sections d'amplification d'environ 4,5 km ou 3 miles et une fréquence porteuse de 6799 kHz.

Ces limites sont plus sévères que la limite globale indiquée ci-dessus, qui est donc devenue inutile pour ces systèmes. Si le C.C.I.T.T. définit dans l'avenir d'autres systèmes pour transmissions télévisuelles, comprenant un grand nombre de répéteurs rapprochés, cette limite globale pourra reprendre de l'importance; en pareil cas, il conviendra de reviser la recommandation du *Livre Vert* citée ci-dessus, en définissant de façon plus précise les impédances qui interviennent.

AVIS J.74

MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES ÉQUIPEMENTS DE MODULATION

a) Il n'est pas nécessaire de prévoir une méthode spéciale pour la mesure de la fréquence porteuse.

b) On peut mesurer le taux de modulation, par exemple au moyen d'un oscilloscope.

c) Il n'est pas nécessaire de recommander une méthode pour la mesure de préaccentuation.

d) On peut mesurer les tensions, à la sortie de l'équipement modulateur et à l'entrée de l'équipement démodulateur, par exemple au moyen d'un oscilloscope.

e) Pour mesurer le bruit erratique à la sortie du modulateur, on peut utiliser, à titre d'exemple, la méthode suivante:

Les bornes video d'entrée et les bornes de sortie du modulateur sont bouclées sur des résistances de 75 ohms et le modulateur est réglé de façon à produire à sa sortie une onde porteuse ayant une puissance de 1 milliwatt. On peut alors mesurer la puissance du bruit erratique au moyen d'un appareil sélectif et le résultat de cette mesure est rapporté à la largeur de la bande des videofréquences, pour le système de télévision considéré.

Pour mesurer le bruit produit par le démodulateur, on applique, à ses bornes d'entrée, une onde porteuse ayant une puissance de 1 milliwatt, et l'on mesure au moyen d'un appareil sélectif la puissance du bruit erratique à ses bornes de sortie.

On peut aussi employer cette méthode pour mesurer des parasites récurrents.

Remarque. — La spécification de méthodes de mesure des parasites en télévision est à l'étude.

AVIS J.75

INTERCONNEXION DE SYSTÈMES POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES SUR PAIRE COAXIALE ET SUR FAISCEAU HERTZIEN

A. Cas de la transmission télévisuelle seule

La transmission directe des videosignaux sur des câbles à paires coaxiales de grande longueur (par exemple supérieure à environ 15 km) donne des résultats médiocres, en raison des risques de perturbation et des difficultés que présente la contre-distorsion aux fréquences basses; c'est pourquoi il est nécessaire de transmettre le signal de télévision au moyen d'une porteuse modulée, le plus souvent avec bande latérale résiduelle.

Par contre, il est généralement avantageux de transmettre directement le signal de télévision dans la bande de base d'un faisceau hertzien, sous la forme d'un videosignal, car ceci permet de réduire la distorsion et d'obtenir un écart entre signal et bruit plus grand que dans le cas d'une porteuse modulée avec bande latérale résiduelle, transmise à l'intérieur de la bande de base. L'emploi de ce procédé a été recommandé par le C.C.I.R.

L'interconnexion entre des voies de télévision établies sur un faisceau hertzien et sur un système sur paires coaxiales s'effectuera donc normalement aux videofréquences.

Dans ce cas, les niveaux et les impédances aux points d'interconnexion devraient être conformes à l'Avis J.61.

A titre exceptionnel, dans des cas particuliers, on peut transmettre le videosignal sur des câbles de faible longueur, ou un signal de télévision modulé à bande latérale résiduelle sur des faisceaux hertziens de faible longueur, afin de permettre une interconnexion directe aux fréquences transmises en ligne (bande de base du faisceau hertzien). Dans de tels cas, il peut être nécessaire de prendre des dispositions spéciales en ce qui concerne le niveau du signal, la préaccentuation et les ondes pilotes, afin de maintenir la norme de qualité de transmission qui a été recommandée.

B. Transmissions, alternatives ou simultanées, de téléphonie et de télévision sur paire coaxiale ou sur faisceau hertzien

a) *Interconnexion entre un système sur paires coaxiales transmettant alternativement la téléphonie et la télévision et un faisceau hertzien effectuant la même transmission alternée*

Il est recommandé que les conditions suivantes soient remplies aux points d'interconnexion.

1. Pour la transmission téléphonique, les répartitions de fréquences, les valeurs du niveau relatif de puissance sur les voies téléphoniques et de fréquence des ondes pilotes doivent être celles qui sont indiquées dans l'Avis G.423.
2. Pour la transmission télévisuelle, l'interconnexion devra, en règle générale, s'effectuer aux videofréquences; les niveaux et les impédances aux points d'interconnexion devront alors être conformes à l'Avis J.61.

b) *Interconnexion entre un système sur paires coaxiales transmettant simultanément la téléphonie et la télévision et un faisceau hertzien effectuant la même transmission simultanée*

Dans tous les faisceaux hertziens étudiés pour une telle transmission simultanée, on se propose de transmettre des signaux de télévision aux videofréquences dans la partie inférieure de la bande de base et de transmettre les signaux téléphoniques dans la partie supérieure de cette bande. Ces dispositions étant incompatibles avec celles qui sont recommandées par le C.C.I.T.T. pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision sur paires coaxiales (Avis J.73), on ne peut envisager normalement que l'interconnexion aux videofréquences pour la voie de télévision et l'interconnexion à l'échelon de groupes primaires, secondaires, tertiaires ou quaternaires pour la téléphonie.

Toutefois, l'interconnexion directe pourra être réalisée, dans des cas exceptionnels et par accord entre les administrations intéressées, en utilisant sur un système court (soit en câble, soit sur faisceau hertzien) une répartition de fréquences recommandées pour l'autre type de système.

AVIS J.76 (Genève, 1964)

LIGNES LOCALES POUR TRANSMISSIONS TÉLÉVISUELLES

Le C.C.I.T.T. n'a pas émis de recommandations au sujet des caractéristiques des « lignes locales » pour transmissions télévisuelles définies au paragraphe 1.1.3 de l'Avis J.61.

A titre d'information les Annexes 57 à 60 (4e partie du tome III du *Livre Bleu*) décrivent les mesures prises dans divers pays:

a) pour connecter l'extrémité émettrice d'une liaison télévisuelle internationale à la station émettrice terminale d'une ligne télévisuelle internationale à grande distance d'une part, et la station réceptrice terminale de cette ligne à l'extrémité réceptrice de la liaison télévisuelle internationale;

b) pour garantir la bonne qualité de la transmission sur les circuits et équipements locaux qui sont placés sous l'autorité de l'administration des télécommunications.

On trouvera des renseignements analogues dans les articles suivants:

MYHRMAN, A.: Video amplifying equipment for television program transmission; *Ericsson Review* No. 2 1963.

MAEDA, K.: Coaxial cable video transmission system; *Japan Telecommunication Review*, Volume 1, No. 2.

HORIGUCHI, T.: Transistorized coaxial cable video transmission system; *Japan Telecommunication Review*, Volume 9, No. 1.

QUATRIÈME PARTIE

QUESTIONS DE TRANSMISSION ÉTUDIÉES EN 1968-1972

AVERTISSEMENT IMPORTANT

1. L'Assemblée plénière ayant créé la Commission spéciale D, toutes les questions relatives à la modulation par impulsions et codage (M.I.C.) ont été confiées pour le moment à cette Commission.

Le Rapporteur principal de la Commission D s'entendra avec les autres rapporteurs principaux pour établir une liaison avec les autres Commissions d'études intéressées, au fur et à mesure que les travaux progresseront.

2. Lorsqu'un groupe mixte n'est pas constitué pour l'étude d'une question intéressant plusieurs commissions, l'indication de diverses commissions d'études intéressées à l'étude d'une question est destinée à renseigner les membres de la Commission à laquelle est confiée l'étude afin qu'ils puissent assurer, *dans le cadre des Administrations nationales*, la coordination nécessaire, conformément à une décision de la IV[e] Assemblée plénière.

3. A la demande du C.C.I.T.T., la C.M.T.T. est en train d'étudier les sept programmes d'études suivants qui sont cités dans diverses questions de la Commission XV:

Programme d'études 4A/CMTT « Coordination de la transmission des signaux video et son » (ancienne référence: Question D/CMTT du C.C.I.T.T.)

Programme d'études 5A/CMTT « Circuits pour transmissions radiophoniques monophoniques de haute qualité » (Question A/CMTT du C.C.I.T.T.)

Programme d'études 5B/CMTT « Circuits pour transmissions radiophoniques stéréophoniques » (Question B/CMTT du C.C.I.T.T.)

Programme d'études 5C/CMTT « Révision de l'Avis J.21 du C.C.I.T.T. » (Question C/CMTT du C.C.I.T.T.)

Programme d'études 5D/CMTT « Caractéristiques des signaux transmis sur les circuits pour transmissions radiophoniques monophoniques » (Question E/CMTT du C.C.I.T.T.

Programme d'études 5E/CMTT « Compresseurs-extenseurs pour circuits pour transmissions radiophoniques » (Question F/CMTT du C.C.I.T.T.)

Programme d'études 5F/CMTT « Perturbations provenant de l'alimentation en énergie » (Question G/CMTT du C.C.I.T.T.)

Le Secrétariat du C.C.I.T.T. portera à la connaissance de la Commission XV la documentation relative à ces études de la C.M.T.T.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Questions relatives aux systèmes de transmission confiées à la Commission d'études XV

Question 1/XV — Caractéristiques pour les circuits radiophoniques de haute qualité en cas de transmission monophonique

(question nouvelle)

Considérant

a) que la C.M.T.T. a un Programme d'études 5A/CMTT concernant les circuits radiophoniques de haute qualité pour transmission monophonique *;

b) qu'en réponse à ce Programme d'études, la C.M.T.T. doit définir une liaison fictive de référence (analogue à la figure 108 du tome III du *Livre Bleu*, page 353) et les caractéristiques aux fréquences acoustiques de cette liaison fictive de référence (par exemple bande des fréquences effectivement transmises, distorsion d'affaiblissement, distorsion de phase, bruit pondéré [1], diaphonie intelligible, variation du niveau, distorsion de non-linéarité, erreurs dans la restitution des fréquences, etc.);

c) que la constitution du circuit fictif de référence pour chaque système de transmission et les caractéristiques auxquelles chaque circuit fictif de référence doit satisfaire entre bornes à fréquences vocales résulteront de l'étude mentionnée au considérant b) [2];

d) que les caractéristiques dynamiques des signaux transmis sur des circuits pour transmissions radiophoniques monophoniques et, en particulier, leur puissance maximum et leur puissance moyenne au point de niveau relatif zéro sont étudiées dans le cadre du Programme d'études 5D/CMTT,

il y a lieu d'étudier les points suivants:

1. *Caractéristiques aux fréquences acoustiques du circuit fictif de référence ou des différentes sections de celui-ci:*
   a) Bande des fréquences effectivement transmises;
   b) niveau relatif à la sortie de l'amplificateur à fréquences acoustiques d'une liaison radiophonique (conforme aux points D, C... dans la figure 108 du tome III du *Livre Bleu*, page 353);
   c) conditions d'adaptation;
   d) répartition des conditions générales indiquées par la C.M.T.T.;
   e) limites pour la non-linéarité des diverses sections du circuit fictif de référence [3];

---

* Voir en tête de la liste des questions, *Avertissement important*, paragraphe 3.

Notes pour la C.M.T.T.

[1] Il paraît nécessaire de vérifier si la courbe caractéristique du réseau filtrant du psophomètre selon l'Avis P.53 du C.C.I.T.T. (tome V du *Livre Rouge*, pages 131 à 133) doit être également prise comme base pour la grande largeur de bande de la liaison étudiée. Un rapport au sujet d'une vérification précédente figure dans le tome I du *Livre Rouge* (1965), page 134 à 152.

[2] On a déjà attiré l'attention de la C.M.T.T. sur la figure de la page 353 du tome III du *Livre Bleu* du C.C.I.T.T., qui peut être rapprochée de la première figure de l'Avis J.61 (Avis 421 du C.C.I.R., Genève 1963). Au lieu de la définition de l'Avis J.21 (*Livre Bleu*, tome III, page 359), le circuit fictif de référence sera probablement défini comme un exemple de « ligne à grande distance radiophonique internationale » selon cette figure de la page 353 du tome III du *Livre Bleu*.

[3] La C.M.T.T. devrait examiner si l'on devrait établir des recommandations relatives à la distorsion d'intermodulation en plus de celles qui s'appliquent à la distorsion harmonique. Dans l'affirmative, comment devrait-on mesurer la distorsion d'intermodulation?

f) quelle réserve de puissance utilisable les circuits doivent-ils présenter?

g) fréquence et niveau d'une onde pilote éventuellement attribuée à la ligne à grande distance radiophonique internationale ou à la liaison radiophonique internationale;

2. *Caractéristiques de circuits pour transmissions radiophoniques à courants porteurs dans une section de modulation * du circuit fictif de référence*

a) position de fréquence dans le groupe primaire de base d'un circuit ou de deux circuits établis pour des transmissions monophoniques indépendantes;

b) niveau relatif du circuit pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire, par rapport au niveau relatif des voies téléphoniques;

c) variation admissible du niveau relatif en fonction du temps;

d) fréquence et niveau d'une onde pilote éventuellement attribuée à la section de modulation;

e) résidus de courant porteur admissibles dans la bande de fréquences de la voie radiophonique et mesures pour le maintien de cette condition [1];

f) erreur de fréquence admissible à l'extrémité d'une section de modulation de circuit radiophonique et mesures pour le maintien de cette condition;

g) dispositions à prendre pour satisfaire aux conditions de bruit et de diaphonie (préaccentuation, compresseur-extenseur, position de fréquence).

Remarque 1. — Il serait utile d'étudier les points 2.a à g en tenant également compte des conditions qui doivent être remplies pour procurer soit deux circuits pour transmission radiophonique monophonique dans le même groupe primaire, soit un couple de circuits radiophoniques assurant une transmission stéréophonique (voir la Question 2/XV et le Programme d'études 5B/CMTT. On tiendra compte également de l'étude de la Question 8/XV.

Remarque 2. — L'attention de la Commission mixte spéciale C est attirée sur les points 2 b et 2 g.

Question 2/XV — Caractéristiques des couples de circuits assurant une transmission stéréophonique

(question nouvelle)

Considérant

a) que la C.M.T.T. a un Programme d'études 5B/CMTT concernant la transmission des programmes de radiodiffusion stéréophonique;

b) que des caractéristiques générales de toute la chaîne de transmission sont définies dans le Rapport 293-1 du C.C.I.R.;

c) que dans la remarque 1 du Programme d'études 5B/CMTT quelques demandes ont été présentées à la C.M.T.T. au sujet des modes d'exploitation possibles de la transmission stéréophonique; que toutefois, pour des motifs techniques, seul l'emploi de deux circuits transmettant les signaux A et B semble à envisager dans le cas de systèmes en câble;

d) que la Question 1/XV concernant les caractéristiques de circuits pour transmissions radiophoniques monophoniques de haute qualité a été mise à l'étude;

---

* Il y aura lieu de définir de façon précise la « section de modulation » lorsque la définition du circuit fictif de référence correspondant aura été elle-même précisée.

[1] Il est demandé à la C.M.T.T. d'indiquer le niveau admissible pour les ondes sinusoïdales perturbatrices.

e) que l'on doit, en réponse au Programme d'études 5B/CMTT, s'attendre à des recommandations pour un circuit fictif de référence ainsi que pour les caractéristiques des deux circuits assurant une transmission stéréophonique,

il y a lieu d'étudier la question suivante:

Quelles caractéristiques supplémentaires doit-on définir pour chaque circuit d'un couple assurant une transmission stéréophonique, par rapport aux caractéristiques d'un circuit pour transmission monophonique, étudiées dans la Question 1/XV?

Pour la transmission à courants porteurs, on étudiera les points suivants:

a) position de fréquence dans le groupe primaire de base;

b) quelle différence de phase peut-on admettre à l'extrémité d'une section de modulation (du circuit pour transmission radiophonique) entre les deux circuits d'un couple assurant une transmission stéréophonique et comment peut-on la maintenir à la valeur recommandée?

Remarque 1. — La limitation de la différence de phase imposée par le Rapport 293-1 du C.C.I.R. implique que les décalages éventuels de fréquence dus à la transmission sur chacun des deux circuits soient rigoureusement égaux. En outre, cette limitation fixe implicitement la différence de temps de propagation admissible entre les deux circuits.

c) quelle est la différence de niveau admissible à chaque fréquence de la bande transmise, à l'extrémité d'une section de modulation, entre les deux circuits radiophoniques d'un couple assurant une transmission stéréophonique et comment peut-on la maintenir à la valeur recommandée?

Remarque 2. — Pour une utilisation économique des circuits, on devrait offrir la possibilité qu'un couple de circuits aménagé pour une transmission stéréophonique soit aussi utilisable pour deux transmissions monophoniques indépendantes. Il en résulte en particulier que la condition de diaphonie recommandée pour la transmission monophonique doit être également valable pour des couples de circuits aménagés pour la transmission stéréophonique.

Remarque 3. — On tiendra compte de l'étude de la Question 8/XV.

Question 3/XV — Gain relatif de circuits téléphoniques internationaux en dehors de la bande 300-3400 Hz

(suite de la Question 3/XV étudiée en 1964-1968)

Quelles limites convient-il de fixer pour le gain, par rapport au gain à 800 Hz, en dehors de la bande 300-3400 Hz dans le cas des équipements de voies utilisées pour les circuits téléphoniques internationaux?

Remarque 1. — L'établissement et la maintenance des circuits téléphoniques internationaux se font actuellement conformément aux dispositions de l'Avis M.58 (tome IV du *Livre Blanc*) qui ne permettent aucun gain relatif en dehors de la bande 300-3400 Hz. Il n'y a aucune difficulté à satisfaire à cette recommandation avec les types actuels d'équipements de modulation de voies à multiplexage par répartition en fréquence et d'équipements de signalisation de ligne utilisés dans les centraux (voir l'annexe 1 à la présente question).

Remarque 2. — A l'avenir:

a) d'autres types d'équipements de voie pourront être mis en service (par exemple des équipements M.I.C. – voir l'annexe 2 à la présente question);

b) dans un central automatique, les équipements de signalisation de ligne pourront être très différents de ce qu'ils sont actuellement (par exemple lorsque le système de signalisation n° 6 sera mis en service).

La combinaison de ces deux considérations peut rendre plus difficile de respecter les limites spécifiées par l'Avis M.58 en dehors de la bande considérée.

Remarque 3. — Il conviendrait que ces études soient effectuées conjointement par les Commissions d'études IV, XI, XV et XVI.

ANNEXE 1
(à la Question 3/XV)

I. Réponse de la Commission XV à la Question 3/XV en 1966

D'après la documentation recueillie, tous les équipements d'émission et de réception de voie considérés peuvent procurer au minimum les affaiblissements indiqués dans les tableaux ci-après. (Il s'agit de la somme des affaiblissements à l'émission et à la réception, pour des équipements d'un même type de construction, valeur à considérer dans les calculs de stabilité mentionnés en haut de la page 17 du tome III du *Livre Bleu.*)

Equipements permettant la signalisation hors bande

Fréquence	(Hz)	100	120	150	250	3600	3700	3800	3900
Affaiblissement	Np dB	4,03 35	1,50 13	0,748 6,5	0,115 1	1,04 9	2,42 21	3,80 33	5,76 50

Equipements ne permettant pas la signalisation hors bande

Fréquence	(Hz)	50	100	150	250	3400-3600	3700	3800	3900
Affaiblissement	Np dB	0,460 4	0,173 1,5	0 0	0 0	0 0	0,173 1,5	0,921 8	2,65 23

Ces renseignements ont été communiqués à la Commission XVI pour l'étude de la Question 2/XVI (1964-1968). Il est signalé que ces valeurs tiennent seulement compte des équipements de voie et non de l'effet d'égaliseurs complémentaires ou d'autres équipements pouvant faire partie des circuits téléphoniques.

La Commission XV attire l'attention de la Commission XVI sur le fait que ces valeurs correspondent à l'état actuel de la documentation recueillie et qu'en aucun cas on ne doit, pour le moment, les considérer comme des recommandations. La Commission XVI est priée d'indiquer si elle désire que la Commission XV essaie d'en tirer une recommandation.

II. Commentaires de la Commission XVI en 1968

Pour assurer la stabilité des communications internationales, il est nécessaire que le gain relatif (par rapport à 800 Hz) aux fréquences situées hors de la bande 300-3400 Hz soit limité à zéro. La Commission XVI a rédigé des recommandations (dans l'Avis G.122) en ce qui concerne les systèmes nationaux. Toutefois, il reste à traiter le cas de la chaîne internationale. La Commission XVI note que la Commission IV propose de recommander qu'il n'y ait une valeur positive de gain relatif (par rapport à 800 Hz) à aucune fréquence hors de la bande 300-3400 Hz, pour les circuits téléphoniques. Il est demandé à la Commission XV d'étudier ce problème au point de vue de la spécification des équipements de modulation.

La Commission XVI ne pense pas qu'un gain relatif positif risque d'apparaître dans les centraux, avec les techniques utilisées actuellement et renonce pour le moment à poser une question à la Commission XI.

ANNEXE 2
(à la Question 3/XV)

Coordination des Questions 3/XV et 2/D (point 13)
(Contribution de l'American Telephone & Telegraph Co.)

La note suivante est une suggestion concernant la Question 3/XV revisée:

NOTE

Pour l'étude ultérieure d'un avis relatif aux limites de l'équivalent en dehors de la bande 300-3400 Hz, on devra considérer à la fois l'équipement de modulation de voie à multiplexage par répartition en fréquence et l'équipement de codage de la voie M.I.C. à multiplexage par répartition dans le temps. Dans les équipements de modulation de voie, l'affaiblissement de l'équipement multiplex de codage de la voie M.I.C. aux fréquences situées au-dessous de la bande 300-3400 Hz peut être sensiblement différent de celui de l'équipement à multiplexage par répartition en fréquence. Les valeurs de l'affaiblissement au-dessous de la bande pour les équipements terminaux M.I.C. devraient être étudiées au titre de la Question 2/D (point 13).

Dans les équipements de modulation de voie à multiplexage par répartition en fréquence, les filtres passe-bande de voie (et toute égalisation de leur réponse) ont des caractéristiques affaiblissement/fréquence qui conduisent à un affaiblissement substantiel des fréquences inférieures à la bande transmise (comme le signale l'annexe 1).

Dans un équipement terminal de bloc primaire M.I.C., il faudrait affaiblir de façon correspondante les fréquences situées au-dessous de la bande en introduisant un affaiblissement additionnel, par exemple par un filtrage passe-haut aux fréquences vocales. Le prix de revient d'un tel affaiblissement additionnel justifie qu'on examine quelle doit être l'importance de l'affaiblissement effectivement requis au-dessous de la bande, et pas seulement quel affaiblissement on peut facilement introduire dans un équipement de modulation de voie.

Question 4/XV — Normalisation de différents types de circuits pour transmissions radiophoniques

(question nouvelle)
(intéresse également les Commissions d'études III et IV)

Considérant

1. que l'emploi exceptionnel d'équipements terminaux à 16 voies, par exemple dans des systèmes en câble sous-marin (Avis G.235), a conduit certaines administrations à mettre en service, pour obtenir des circuits pour transmissions radiophoniques ayant des largeurs de bande nominales de 5, de 8 et de 11 kHz, des équipements de modulation de voie radiophonique compatibles avec l'espacement de 3 kHz des voies téléphoniques;

2. que, de ce fait, le nombre de types différents de circuits pour transmissions radiophoniques actuellement en usage est plus élevé que le nombre de types recommandé par le C.C.I.T.T.;

3. que cette situation est regrettable;

4. que l'établissement et la maintenance de ces types de circuits dans le réseau international sont rendus malaisés par le fait qu'ils ne sont pas tous reconnus par le C.C.I.T.T.;

5. que la diversité des caractéristiques de ces circuits oblige à réaliser des liaisons internationales pour transmissions radiophoniques de constitution hétérogène,

il y a lieu d'étudier la question suivante:

a) quelles sont les caractéristiques des nouveaux types de circuits pour transmissions radiophoniques (fondés sur un espacement des voies téléphoniques de 3 kHz) dont il convient que le C.C.I.T.T. reconnaisse l'existence pour que l'on puisse émettre des Avis sur l'établissement et la maintenance de tels circuits?

b) est-il souhaitable de faire une classification des divers types de circuits pour transmissions radiophoniques?

c) dans l'affirmative, quelle serait la largeur de bande la plus rationnelle pour ces divers types de circuits?

Remarque. — L'annexe ci-après résume les propositions présentées par une administration aux Commissions III, IV et XV en 1968.

ANNEXE
(à la Question 4/XV)

Résumé des propositions présentées par la République fédérale d'Allemagne [1]

1. On pourrait prendre en considération de tenir uniformément compte des modifications structurelles survenues dans les dernières années dans la technique des circuits radiophoniques internationaux, par une nouvelle fixation fondamentale des largeurs de bande nominales pour des circuits radiophoniques internationaux des catégories A et B. A cette fin, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne présente à la discussion, en tenant également compte de points de vue de qualité acoustique, les quatre classes de largeurs de bande suivantes dont les classes 3 et 4 ont seulement de l'importance pour des liaisons intercontinentales sur des câbles transatlantiques:

Classes de circuits proposées	Largeur de bande nominale		Nombre (n) d'octaves de f_1 à f_2	Fréquence moyenne géométrique (f_{gm}) de f_1 à f_2
	f_1 kHz	f_2 kHz		kHz
1	0,04 (0,0375)	15	8,7	0,75
2	0,05	10	7,7	0,71
3	0,075	7,5	6,7	0,75
4	0,1	5	5,7	0,71

Ce tableau montre que les classes de largeurs de bande qui se succèdent diffèrent dans chaque cas d'une octave complète et que les fréquences moyennes géométriques sont toutes assez bien représentées par une fréquence de référence de 800 Hz.

2. En liaison avec cette proposition visant à introduire ces quatre classes de largeurs de bande, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne propose, en outre, les valeurs limites

[1] On trouvera dans la contribution COM IV — nº 156 de la période 1964-1968 de plus amples renseignements sur la proposition de la République fédérale d'Allemagne.

indiquées dans le tableau ci-après pour les variations de niveau en fonction de la fréquence. Ces valeurs limites sont basées sur les principes de planification suivants pour le réseau de circuits radiophoniques internationaux.

a) Un circuit radiophonique de la catégorie A établi en permanence et soumis à une maintenance séparée ne comprend, autant que possible, qu'une seule section de modulation. Si l'on ne peut éviter la connexion en série des deux sections de modulation, on doit assurer le maintien des valeurs limites en insérant, si nécessaire, un correcteur de distorsion additionnel.

b) Un circuit radiophonique de la catégorie B établi en permanence et soumis à une maintenance séparée se compose au maximum de trois sections de modulation connectées en série. Dans ce cas aussi, un correcteur de distorsion additionnel peut, entre autres, être nécessaire.

c) Une chaîne établie passagèrement pour constituer un circuit radiophonique de la catégorie A ne comprend pas plus de trois sections de circuit radiophonique de la catégorie A.

d) Une chaîne établie passagèrement pour constituer un circuit radiophonique de la catégorie B comprend rarement plus d'une section de circuit radiophonique de la catégorie B et jamais plus de deux sections de circuit radiophonique de la catégorie A.

3. Le tableau ci-après indique les valeurs limites proposées pour les variations de niveau en fonction de la fréquence de circuits radiophoniques des classes 1 à 4 rapportées au niveau mesuré à 0,8 kHz.

Limites des intervalles de fréquence (kHz) correspondants dans les différentes classes						
Classe 1	0,04-0,075	0,075-0,15	0,15-9	9-12	12-15	
Classe 2	0,05-0,1	0,1-0,2	0,2-6	6-8	8-10	
Classe 3	0,075-0,15	0,15-0,3	0,3-4	4-6	6-7,5	
Classe 4	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-3	3-4	4-5	
Circuits radiophoniques de la catégorie A et sections [1] de circuit	+0,07 −0,15	+0,07 −0,1	±0,07	+0,07 −0,1	+0,07 −0,15	Np
	+0,6 −1,3	+0,6 −0,9	±0,6	+0,6 −0,9	+0,6 −1,3	dB
Circuits radiophoniques de la catégorie B	+0,1 −0,2	+0,1 −0,15	±0,1	+0,1 −0,15	+0,1 −0,2	Np
	+0,9 −1,7	+0,9 −1,3	±0,9	+0,9 −1,3	+0,9 −1,7	dB
Chaîne de circuits radiophoniques de la catégorie A	+0,2 −0,45	+0,2 −0,3	±0,2	+0,2 −0,3	+0,2 −0,45	Np
	+1,7 −3,9	+1,7 −2,6	±1,7	+1,7 −2,6	+1,7 −3,9	dB
Chaîne de circuits radiophoniques de la catégorie B	+0,23 −0,5	+0,23 −0,35	±0,23	+0,23 −0,35	+0,23 −0,5	Np
	+2,0 −4,3	+2,0 −3,0	±2,0	+2,0 −3,0	+2,0 −4,3	dB

[1] Le cas échéant avec correcteur de distorsion additionnel.

Question 5/XV — Compresseurs-extenseurs pour la téléphonie

(suite de la Question 5/XV étudiée en 1964-1968)

Dans le but de compléter et, le cas échéant, d'améliorer l'Avis G.162 relatif aux caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie, les administrations sont priées de faire connaître leur avis sur les points suivants:

a) La limite de —30dBm0 qui figure dans l'Avis G.222 pour la puissance de bruit non pondéré peut-elle gêner le fonctionnement du compresseur en tenant compte de ce qu'en pratique on peut avoir des bruits de niveau élevé aux fréquences situées hors de la bande transmise? Dans l'affirmative, quelles précautions sont à conseiller et quelle clause propose-t-on pour l'Avis G.162?

b) Une diminution des temps d'établissement et de retour au repos du compresseur et de l'extenseur peut-elle améliorer les caractéristiques dynamiques de l'ensemble de plusieurs circuits munis de compresseurs-extenseurs et reliés en tandem sans, d'autre part, réduire la qualité de transmission téléphonique de l'ensemble? Dans l'affirmative, qu'elles nouvelles limites propose-t-on pour l'Avis G.162?

Remarque. — La modification des limites des temps d'établissement et de retour au repos et éventuellement des limites relatives à la réponse transitoire à l'échelon infini, doit en tout cas être en accord avec les exigences de la signalisation. Pour cette raison ces limites, telles qu'elles figurent dans l'Avis G.162, sont déjà considérées comme provisoires.

ANNEXE 1
(à la Question 5/XV)

Effets de l'intermodulation et des harmoniques dans les compresseurs-extenseurs

(Note de l'Administration du Royaume-Uni)

Dans les conditions exposées ci-après, soit:

— si un compresseur et un extenseur présentent des caractéristiques entièrement complémentaires,

— si les éléments à affaiblissement variable dans le compresseur et dans l'extenseur sont identiques, et

— si les valeurs d'amplitude du signal et du courant de commande dans les éléments, à affaiblissement variable, correspondant à un niveau déterminé du signal non comprimé, sont également identiques,

alors, pourvu que le circuit compris entre le compresseur et l'extenseur soit exempt de distorsion, on peut montrer qu'il n'y aura pas, à la sortie de l'extenseur, de produits de distorsion dus à la non-linéarité du dispositif à affaiblissement variable et aux composantes alternatives du courant de commande. Il s'ensuit que les produits de distorsion de quelque nature que ce soit, engendrés dans le compresseur et dans l'extenseur, ont des amplitudes égales mais des phases opposées. Cependant, s'il y a un défaut d'adaptation entre le compresseur et l'extenseur et s'il y a une distorsion d'affaiblissement ou de phase quelconque dans le circuit, il apparaîtra à la sortie de l'extenseur des composantes de distorsion dont l'amplitude sera non seulement fonction du défaut d'adaptation ou de la distorsion du circuit, mais encore sera proportionnelle à l'amplitude des composantes de distorsion produites dans le compresseur (ou dans l'extenseur) considéré séparément.

Il y a donc intérêt à étudier ces composantes de distorsion. Dans la présente étude théorique, on considérera uniquement les composantes de distorsion qui se produisent dans les dispositifs à affaiblissement variable. La distorsion peut se produire également dans les étages d'amplification

ou dans d'autres parties d'un compresseur ou d'un extenseur, de la même manière que dans d'autres parties du système de transmission et l'on ne peut compter supprimer l'une quelconque de ces formes de distorsion, même dans le cas d'un circuit ne présentant par ailleurs aucune distorsion.

On se fondera, dans l'analyse théorique, sur les mêmes hypothèses que dans l'annexe 2 ci-après en ce qui concerne les caractéristiques du dispositif à affaiblissement variable et le circuit de commande.

Deux types de produits de distorsion peuvent apparaître à la sortie du dispositif à affaiblissement variable;

a) Des produits d'intermodulation entre les composantes du signal et les composantes alternatives du courant de commande. (Si le dispositif à affaiblissement variable est parfaitement symétrique, les composantes alternatives du courant de commande n'apparaîtront pas elles-mêmes à la sortie.)

b) Des harmoniques et des produits d'intermodulation du signal dus à la non-linéarité du dispositif à affaiblissement variable. Si ce dispositif est parfaitement symétrique, seules les composantes d'ordre impair apparaîtront.

Puisque l'affaiblissement du circuit de commande augmente avec la fréquence, les produits du type a) sont les plus importants lorsqu'on trouve à la sortie du redresseur du circuit de commande des composantes alternatives à fréquence basse. Les produits de distorsion du type b), qui se manifesteraient même en l'absence de toute composante alternative dans le courant de commande, ne dépendent pas de la fréquence. Nous négligerons les composantes d'ordre élevé et nous considérerons les produits de distorsion qui sont des composantes du deuxième ordre du type a) et des composantes du troisième ordre du type b). (Dans un compresseur-extenseur réel, il peut y avoir également des composantes du deuxième ordre du type b) et certaines composantes aux fréquences des composantes alternatives du courant de commande, mais, dans les deux cas, le niveau dépendra du degré de dissymétrie du dispositif à affaiblissement variable.)

Dans un compresseur ayant un taux de 2/1, on peut montrer que le niveau des produits de distorsion du 2e ordre du type a), par rapport au niveau du signal désiré, dépend uniquement du produit CR du circuit de commande. Il est indépendant du niveau du signal à l'entrée, c'est-à-dire qu'il est le même en tous les points de l'intervalle de compression; en outre, il reste invariable en dépit de toutes modifications de construction entraînant une variation du niveau du signal dans le dispositif à affaiblissement variable pour une valeur particulière du courant de commande.

Le rapport de l'amplitude des composantes de troisième ordre du type b) à l'amplitude du signal désiré est proportionnel au carré du rapport du courant du signal au courant de commande dans le dispositif à affaiblissement variable. Puisque le courant de commande est proportionnel à la racine carrée du courant du signal, le niveau relatif des produits de distorsion de ce type augmente avec le niveau du signal appliqué à tout compresseur déterminé. Par contre, il est possible d'abaisser autant qu'on le désire le niveau relatif de ces produits de distorsion en modifiant la construction de manière à réduire le niveau du signal dans le dispositif à affaiblissement variable correspondant à une valeur déterminée du courant de commande.

Les produits de distorsion du 2e ordre du type a) représentent ainsi le niveau minimum irréductible de distorsion, lequel est déterminé entièrement par la constante de temps du circuit de commande. Il y a donc intérêt à étudier les niveaux de ces composantes.

Nous donnerons maintenant quelques exemples des produits de distorsion qui paraissent présenter le plus grand intérêt.

Produits d'intermodulation

Le type de signal qui présente le plus grand intérêt dans l'étude de l'intermodulation est probablement celui qui est fourni par les signaux composés d'impulsions à plusieurs fréquences. Dans un système de ce genre, on transmet deux fréquences sur cinq, espacées de 200 Hz, les amplitudes nominales des deux fréquences transmises étant égales. Le cas le plus défavorable se produit, en ce

qui concerne l'intermodulation, lorsque les deux fréquences ω_1 et ω_2 diffèrent entre elles de 200 Hz; soit l'un des produits d'intermodulation des fréquences $(2\ \omega_1 - \omega_2)$ et $(2\ \omega_2 - \omega_1)$ soit les deux coïncideront alors avec d'autres fréquences de signalisation possibles.

Ces produits d'intermodulation peuvent se manifester de deux manières: 1) comme intermodulation du deuxième ordre entre des composantes de fréquences $(\omega_1 - \omega_2)$ et 2 $(\omega_1 - \omega_2)$ dans le courant de commande et des composantes du signal de fréquences ω_1 ou ω_2 (type a) ci-dessus) et 2) comme intermodulation du troisième ordre entre les composantes du signal de fréquences ω_1 et ω_2 dans les éléments à affaiblissement variable (type b) ci-dessus). La composante résultant de la première cause dépendra de la constante de temps du circuit de commande. Si, dans la figure 1 (a) de l'annexe 2, nous désignons par l_ω le rapport entre l'amplitude d'une composante de pulsation ω à la sortie du redresseur et l'amplitude de la même composante dans le dispositif à affaiblissement variable, nous aurons, pour les fréquences et pour les valeurs des constantes de temps qui présentent un intérêt pratique, la relation: $l_\omega \approx \omega CR$. On peut démontrer que le niveau de la composante de fréquence $(2\ \omega_1 - \omega_2)$ ou $(2\ \omega_2 - \omega_1)$ à la sortie du dispositif à affaiblissement variable est égal à

$$9 + 20 \log_{10} l_{(\omega_2 - \omega_1)} \text{ dB} \qquad (7)$$

Dans le cas que nous examinons, $\omega_2 - \omega_1 = 2\pi \times 200$, et si, par exemple, $CR = 20$ millisecondes, le niveau de la composante d'intermodulation est de 37 dB inférieur à l'une des composantes du signal.

Remarque. — Ceci est le niveau d'un compresseur (ou extenseur) « idéal ». En pratique, les compresseurs-extenseurs peuvent donner des niveaux de produits d'intermodulation un peu plus élevés que ceux qui correspondent à un compresseur-extenseur « idéal » ayant les mêmes temps d'établissement et de retour au repos.

Le niveau de la composante $(2\ \omega_2 - \omega_1)$ ou $(2\ \omega_1 - \omega_2)$ dû à la seconde cause dépend du rapport entre le courant du signal et le courant de commande. Si, dans un élément à affaiblissement variable, on désigne par q le rapport entre le courant continu de commande et la valeur de crête du courant à l'une des deux fréquences du signal ω_1 ou ω_2, le niveau de la composante de distorsion $(2\ \omega_1 - \omega_2)$ ou $(2\ \omega_2 - \omega_1)$ sera inférieur de

$$12 + 20 \log_{10} q^2 \text{ dB} \qquad (8)$$

au niveau de l'une des fréquences du signal. Puisque, dans un compresseur de rapport 2/1 le courant de commande est proportionnel à la racine carrée du courant du signal d'entrée, l'amplitude relative à la composante de distorsion est directement proportionnelle à l'amplitude du signal. C'est pourquoi la composante de distorsion donnée par la formule (8) devient d'autant plus importante, par rapport à celle que donne la formule (7), que le niveau du signal est plus élevé.

Les composantes données par les formules (7) et (8) diffèrent en phase d'une valeur égale au déphasage subi dans le circuit de commande par la fréquence $(\omega_2 - \omega_1)$. Pour des valeurs usuelles, ce décalage de phase est presque de 90° et, en conséquence, les composantes sont en quadrature.

Afin d'obtenir le meilleur fonctionnement possible, tout en appliquant une construction d'une économie judicieuse, il paraît souhaitable de choisir le niveau du signal, en fonctionnement, dans le dispositif à affaiblissement variable à une valeur telle que la composante de distorsion (8) devienne comparable à la composante (7) seulement à l'extrémité supérieure de l'intervalle de niveau du compresseur-extenseur.

Harmoniques

Les harmoniques de la fréquence du signal produits par l'intermodulation du type a) ne sont importants que lorsque la fréquence du signal est très basse. Si l'on considère un signal sinusoïdal à la fréquence ω, et si le redresseur du circuit de commande redresse les deux alternances, alors le courant de commande contient des composantes de fréquences $2\ \omega$, $4\ \omega$..., et l'intermodulation des composantes $2\ \omega$ et $4\ \omega$ avec le signal peut produire l'harmonique 3 du signal. Le niveau de cet harmonique est inférieur de

$$15 + 20 \log_{10} l_\omega \text{ dB} \qquad (9)$$

au niveau du signal.

(Si, par exemple, $CR = 20$ millisecondes et $\omega = 2\pi \times 300$, cette expression donne 46,5 dB.)

Si le redresseur de courant de commande ne redresse qu'une alternance, le courant de commande contient une composante de fréquence ω, et celle-ci, par intermodulation avec le signal, peut produire l'harmonique 2 du signal. Le niveau de cet harmonique est inférieur de

$$2{,}1 + 20 \log_{10} l_\omega \text{ dB} \qquad (10)$$

au niveau du signal.

(Si $CR = 20$ millisecondes et $\omega = 2\pi \times 300$, cette expression donne 33,6 dB.)

Le courant de commande contiendra également des composantes de fréquence 2ω et 4ω et celles-ci produiront l'harmonique 3 du signal. Le niveau de cet harmonique est inférieur de

$$14{,}8 + 20 \log_{10} l_\omega \text{ dB}$$

au niveau du signal.

(En reprenant les valeurs données ci-dessus pour CR et ω, on obtient 46,3 dB.)

En outre, que l'on redresse les deux alternances ou une seule, un harmonique 3 du type b) peut se produire, dont le niveau est inférieur de

$$21{,}6 + 20 \log_{10} q^2 \text{ dB} \qquad (12)$$

au niveau du signal.

Cette composante varie avec le niveau et elle est en quadrature avec les composantes définies par les expressions (9) ou (11).

Dans un compresseur-extenseur réel, le niveau des harmoniques peut être soit un peu plus élevé, soit un peu plus bas que celui donné par les formules (9), (10), (11) et (12), ceci pour les raisons examinées plus haut au sujet des produits d'intermodulation.

Effet de la distorsion de phase du circuit

Comme nous l'avons déjà signalé, si le circuit compris entre le compresseur et l'extenseur est exempt de distorsion, les produits d'intermodulation et les harmoniques engendrés dans le compresseur et dans l'extenseur sont déphasés de 180° et ils se compensent. Il est intéressant d'évaluer la distorsion de phase nécessaire pour les amener en concordance de phase. Le niveau relatif de la composante affectée, à la sortie de l'extenseur, sera alors de 6 dB plus élevé qu'à la sortie du compresseur. A titre d'exemple, nous examinerons le cas de la signalisation multifréquence. Nous devons déterminer la distorsion de phase qui amènera les composantes d'intermodulation $(2\omega_2 - \omega_1)$ en concordance de phase.

Les paramètres du circuit à considérer sont simplement les déphasages aux fréquences ω_1, ω_2 et $(2\omega_2 - \omega_1)$. Cependant, si nous admettons que la caractéristique déphasage-fréquence est continue et que dans la bande de fréquences considérées elle a une forme approximativement parabolique, on peut exprimer le résultat en fonction de la différence du temps de propagation de groupe, ou de la distorsion de phase, entre les deux extrémités de cette bande de fréquence. Moyennant ces hypothèses, on peut démontrer que la valeur requise de distorsion de phase est de $\dfrac{2}{\omega_2 - \omega_1}$ c'est-à-dire la période correspondant à la différence de fréquence entre les deux signaux d'entrée. Dans le cas de deux fréquences de signalisation adjacentes, ceci signifie une distorsion de phase correspondant à 5 millisecondes entre les deux extrémités d'une bande de 400 Hz. Avec deux fréquences de signalisation séparées de 400 Hz, la distorsion de phase requise serait de 2,5 millisecondes entre les extrémités d'une bande large de 800 Hz. Ce dernier cas n'est pas nécessairement plus défavorable, car le niveau réel de la composante d'intermodulation produite dans le compresseur (ou l'extenseur) pris séparément, à supposer que le type d'intermodulation a) soit prédominant, serait plus bas que dans le cas précédent, puisque la valeur de $\omega_2 - \omega_1$ est plus grande.

Des distorsions de phase égales à un tiers des valeurs ci-dessus donneront une différence de phase de 120° entre les composantes du compresseur et de l'extenseur, et la résultante sera alors égale à l'une ou l'autre de ces composantes prises séparément.

On peut conclure que, dans la pratique, les composantes de distorsion du compresseur et de l'extenseur se compensent généralement dans une très large mesure. Il ne serait probablement pas raisonnable d'admettre, pour les besoins de la construction et de la spécification, le cas extrême-

ment défavorable de l'addition directe des composantes. Cependant, le degré de compensation peut être réduit, non seulement par la distorsion du circuit, mais également par un défaut d'adaptation entre le compresseur et l'extenseur, et il paraît donc raisonnable d'admettre que le niveau relatif de toute composante à la sortie de l'extenseur peut être aussi élevé que le niveau produit dans le compresseur (ou l'extenseur) seul.

ANNEXE 2
(à la Question 5/XV)

Etude théorique par l'Administration du Royaume-Uni de la réponse transitoire des compresseurs-extenseurs

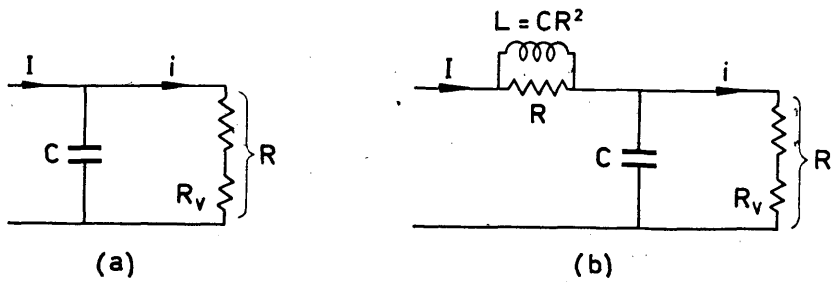
1. *Hypothèse de base*

a) *Dispositif à affaiblissement variable utilisé*

On ne considérera que des compresseurs-extenseurs pour lesquels la loi de compression et d'extension correspond exactement à un rapport de 2/1. On admettra que la compression (ou l'extension) est obtenue par l'application d'un courant de commande à un dispositif à affaiblissement variable. Dans le cas du compresseur, ce dispositif a la caractéristique suivante: le gain total du compresseur, exprimé sous la forme d'un rapport de tensions, est inversement proportionnel à l'intensité du courant de commande. Inversement, la caractéristique de l'extenseur est telle que le gain total, exprimé sous la forme d'un rapport de tensions, est directement proportionnel à l'intensité du courant de commande.

b) *Dispositif employé pour redresser le courant de commande*

Les courants de commande sont obtenus respectivement par redressement du signal de sortie du compresseur ou par redressement du signal d'entrée de l'extenseur. Si le gain de l'extenseur doit toujours être réglé de manière à être complémentaire de celui du compresseur, il est indispensable qu'un compresseur et un extenseur utilisés sur un même circuit donnent des courants de commande ayant des valeurs correspondantes, cela quelle que soit la forme d'onde du signal transmis. Ainsi, si le signal a une forme d'onde périodique complexe, le courant de commande produit doit être indépendant des déphasages qui existent entre la fréquence fondamentale et ses harmoniques, car ces déphasages sont généralement perturbés par la partie du circuit de transmission comprise entre le compresseur et l'extenseur. Cette situation idéale serait obtenue si l'on utilisait, pour produire le courant de commande, un redresseur dont le courant continu de sortie serait proportionnel à la valeur efficace du courant d'entrée. Il est plus simple, en pratique, de construire des redresseurs dont le courant de sortie est approximativement proportionnel à la moyenne arithmétique ou à la valeur de crête du signal. Dans le cas d'un redresseur à valeur de crête, l'erreur due au déphasage des harmoniques peut être considérable, tandis qu'elle est assez petite dans le cas d'un redresseur à valeur moyenne pour la majorité des formes d'ondes de signaux; on supposera donc, dans la présente étude, l'utilisation de ce dernier type de redresseur. La figure 1 (a) représente le circuit équivalent à la section de commande d'un compresseur ou d'un extenseur. Le signal est appliqué à un redresseur linéaire à une ou deux alternances ayant une impédance élevée et constante, lequel débite ainsi dans le circuit CR un courant I dont l'intensité moyenne est proportionnelle à la valeur moyenne du signal appliqué et indépendante de la tension aux bornes du condensateur C. La résistance R comprend le dispositif à affaiblissement variable et toute autre résistance en série dans le circuit; on suppose que cette résistance en série est assez grande pour qu'on puisse négliger devant elle les variations de résistance du dispositif à affaiblissement variable dans tout le domaine de fonctionnement, de sorte que la valeur de R reste sensiblement constante. La figure 1 (b) représente un autre montage possible qui permet de se dispenser d'un redresseur à grande impédance interne. Il s'agit d'un réseau à impédance constante, cette impédance étant une résistance pure R quelle que soit la fréquence. On peut donc avoir ici un redresseur ayant une impédance interne quelconque, à condition qu'elle reste constante.



R_v = Dispositif à affaiblissement variable

FIGURE 1. — **Circuit équivalent à la section de commande d'un compresseur ou d'un extenseur**

Si, en régime permanent, le courant de commande i contient une composante alternative de valeur notable, il en résultera la production d'harmoniques dans le signal de sortie du compresseur; de plus, l'amplitude de la fréquence fondamentale pourra être quelque peu différente de la valeur qu'elle aurait si le courant de commande comportait exclusivement une composante continue. Dans la présente étude on supposera que ces effets sont négligeables, et il suffit alors de considérer uniquement les valeurs moyennes de I et de i à un instant quelconque.

2. *Réponse transitoire du compresseur*

A un instant quelconque, la tension aux bornes du condensateur est égale à iR.
On a donc:

$$CR\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + i = I$$

$$= K_1 V \qquad (1)$$

V étant la tension de sortie du compresseur et K_1 une constante. D'autre part, V est proportionnelle à l'amplitude du signal d'entrée et inversement proportionnelle à i. Si le signal appliqué à l'entrée comporte une seule fréquence et si son enveloppe est un échelon de tension, son amplitude est constante après le passage de cet échelon. L'équation (1) devient donc:

$$CR\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + i = \frac{K_2}{i} \qquad (2)$$

K_2 étant une constante.

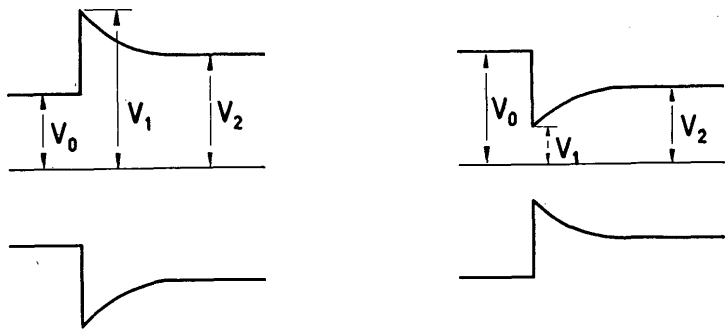


FIGURE 2. — **Enveloppe de la tension de sortie d'un compresseur lorsque l'enveloppe du signal d'entrée est une onde en échelon**

Soient V_0 la valeur de V avant l'échelon et V_1 la valeur immédiatement après l'échelon, et soit V_2 la valeur correspondant au régime permanent (voir figure 2); si l'amplitude de l'échelon appliqué à l'entrée, exprimée sous la forme d'un rapport de tensions, est S, on a:

$$\frac{V_1}{V_0} = S$$

et

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_2}{V_0} = \sqrt{S}$$

Après résolution de l'équation différentielle (2), dont on déduit l'expression de V, et après détermination des constantes par application des conditions aux limites, on obtient le résultat suivant:

$$\frac{V}{V_2} = \frac{1}{\sqrt{1 - (1 - \frac{1}{S})\, e^{-2tCR}}} \qquad (3)$$

Cette expression permet de calculer la valeur de t/CR pour laquelle le dépassement balistique a diminué jusqu'à une fraction quelconque de sa valeur initiale. Le résultat dépend de l'amplitude de l'échelon, et il diffère également suivant que l'on considère l'établissement ou le retour au repos, car S est plus grand que 1 pour un échelon positif et plus petit que 1 pour un échelon négatif.

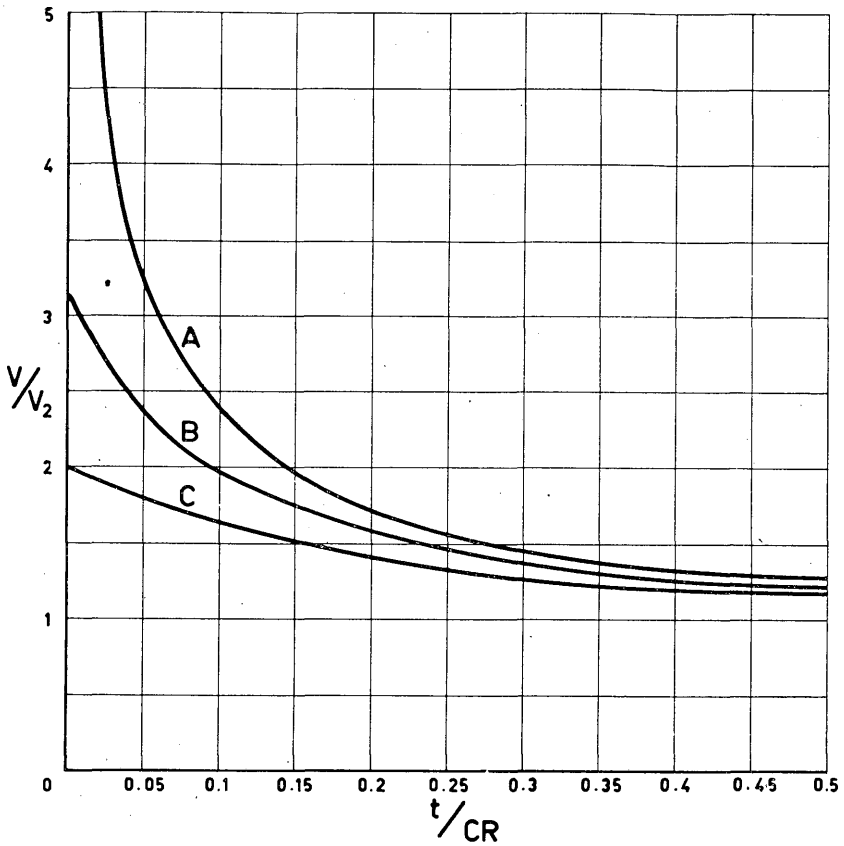
Le temps d'établissement est défini dans l'Avis G.162 comme le temps auquel V/V_2 atteint la valeur 1,5 dans le cas où $S = 4$; l'équation (3) donne alors $t = 0{,}149\ CR$. Le temps de retour au repos est le temps auquel V/V_2 atteint la valeur 0,75 dans le cas où $S = 0{,}25$; l'équation (3) donne alors $t = 0{,}675\ CR$.

La courbe A de la figure 3 présente de l'intérêt dans l'étude des surcharges qui peuvent être provoquées par la signalisation à fréquence vocale. Cette courbe représente la réponse transitoire obtenue lorsqu'on applique à l'entrée un échelon infini, c'est-à-dire lorsqu'on applique brusquement à l'entrée du compresseur un signal d'amplitude finie après une certaine période pendant laquelle l'amplitude à l'entrée était nulle. L'accroissement de l'amplitude jusqu'à une valeur de crête initiale infinie résulte de l'hypothèse d'après laquelle l'intervalle de fonctionnement dynamique du compresseur est infini, de sorte que le compresseur a un gain infini lorsque le niveau à l'entrée est nul. En pratique, cette valeur de crête sera limitée par le gain maximum du compresseur lorsque le courant de commande a une intensité nulle, ou lorsque ce gain est limité à la valeur déterminée par le bruit de circuit. Si cette crête prend effectivement une valeur telle que le compresseur lui-même est surchargé, la forme de la réponse transitoire subira une transformation supplémentaire, puisque le gain diminuera alors plus lentement qu'en l'absence de surcharge. Quoi qu'il en soit, la courbe donne une assez bonne indication sur le comportement d'un compresseur-extenseur réel dans les conditions de surcharge. La figure 3 donne également, à titre de comparaison, des courbes de réponse transitoire dans le cas où est appliqué à l'entrée un échelon de 20 dB (courbe B) et de 12 dB (courbe C).

3. *Influence de petites différences entre les constantes de temps du compresseur et de l'extenseur*

Pour étudier l'effet d'une différence entre les valeurs des constantes de temps du compresseur et de l'extenseur, on suppose que les dispositifs obéissent rigoureusement à la loi 2/1 et qu'ils ont des caractéristiques complémentaires à tout point de vue, sauf pour ce qui est des constantes de temps des circuits de commande. Pour le circuit de commande de l'extenseur, il faut résoudre l'équation

$$C_e R_e \frac{di_e}{dt} + i_e = KV \qquad (4)$$



A = Tension à la sortie du compresseur due à l'application d'un signal de valeur finie après une période pendant laquelle le niveau d'entrée est nul (c'est-à-dire, réponse à un échelon infini).

B = Réponse à un échelon de 20 dB.

C = Réponse à un échelon de 12 dB.

FIGURE 3. — **Réponse transitoire d'un compresseur**

dans laquelle V désigne la tension à l'entrée de l'extenseur (égale à la tension de sortie du compresseur), C_e et R_e les valeurs des éléments du circuit de commande de l'extenseur, i_e le courant de commande et K une constante. Si l'on considère un signal en échelon appliqué à l'entrée du compresseur, il a été démontré précédemment (équation (3) que

$$V = \frac{V_2}{\sqrt{1 - (1 - \frac{1}{S})\, e^{-2t/C_c R_c}}} \qquad (5)$$

V_2 étant la tension de sortie finale du compresseur en régime permanent et C_c, R_c les valeurs des éléments du circuit de commande du compresseur.

Si, dans l'équation (4), on remplace V par sa valeur, on obtient une équation qui ne permet pas de trouver facilement la solution générale. Si toutefois on pose:

$$\frac{C_c R_c + C_e R_e}{2} = CR$$

et

$$\frac{C_c R_c - C_e R_e}{CR} = h$$

et si l'on suppose que h (différence entre les valeurs des CR exprimée sous forme de fraction par rapport à la valeur moyenne) est petit devant l'unité, on peut en conclure que le rapport ht/CR est petit par rapport à l'unité dans toute la gamme intéressante de valeurs de t/CR; on obtient alors la solution approchée indiquée ci-dessous pour l'expression de V', tension de sortie de l'extenseur:

$$\frac{V'}{V_2'} = 1 + h \frac{m\,e^{-t/CR}}{\sqrt{1 - m^2 e^{-2t/CR}}} \left(\arcsin m - \arcsin m\,e^{-t/CR} \right) \qquad (6)$$

où:

$$m = \sqrt{1 - \frac{1}{S}}$$

et V_2' est la tension de sortie finale de l'extenseur en régime permanent. Le deuxième terme représente le dépassement balistique ou l'erreur due à l'inégalité des constantes de temps. Dans le cas de l'établissement, cette erreur est positive pour les valeurs positives de h, c'est-à-dire lorsque le

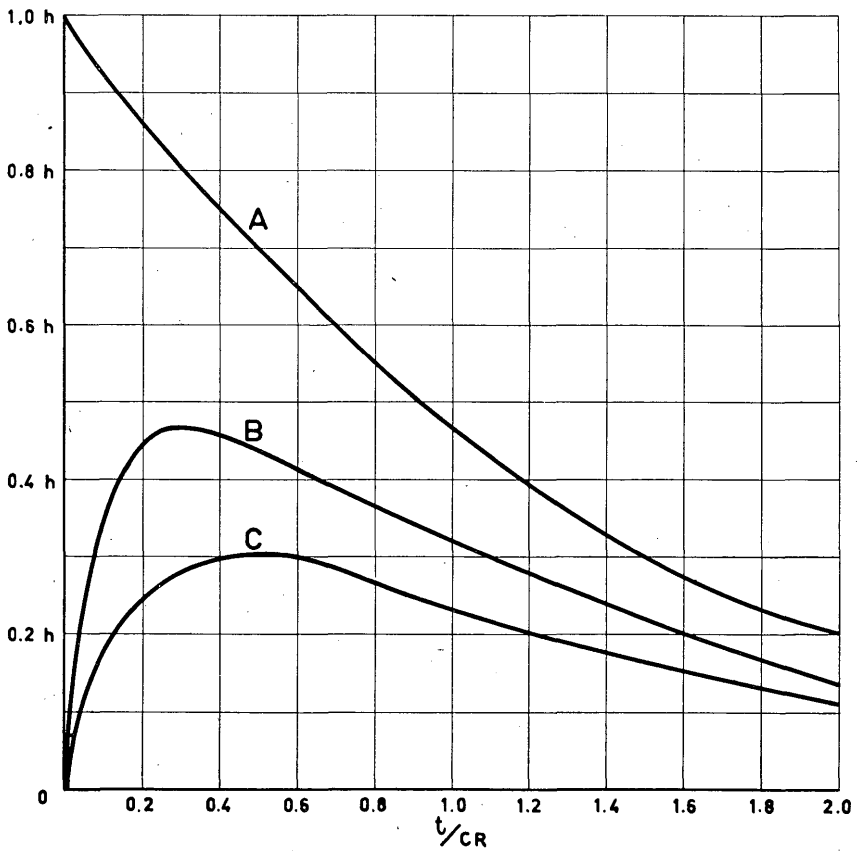


FIGURE 4. — **Effet de différences entre les constantes de temps du compresseur et de l'extenseur**

Erreur à la sortie de l'extenseur lorsque l'échelon à l'entrée du compresseur est:
A = infini B = 20 dB C = 12 dB

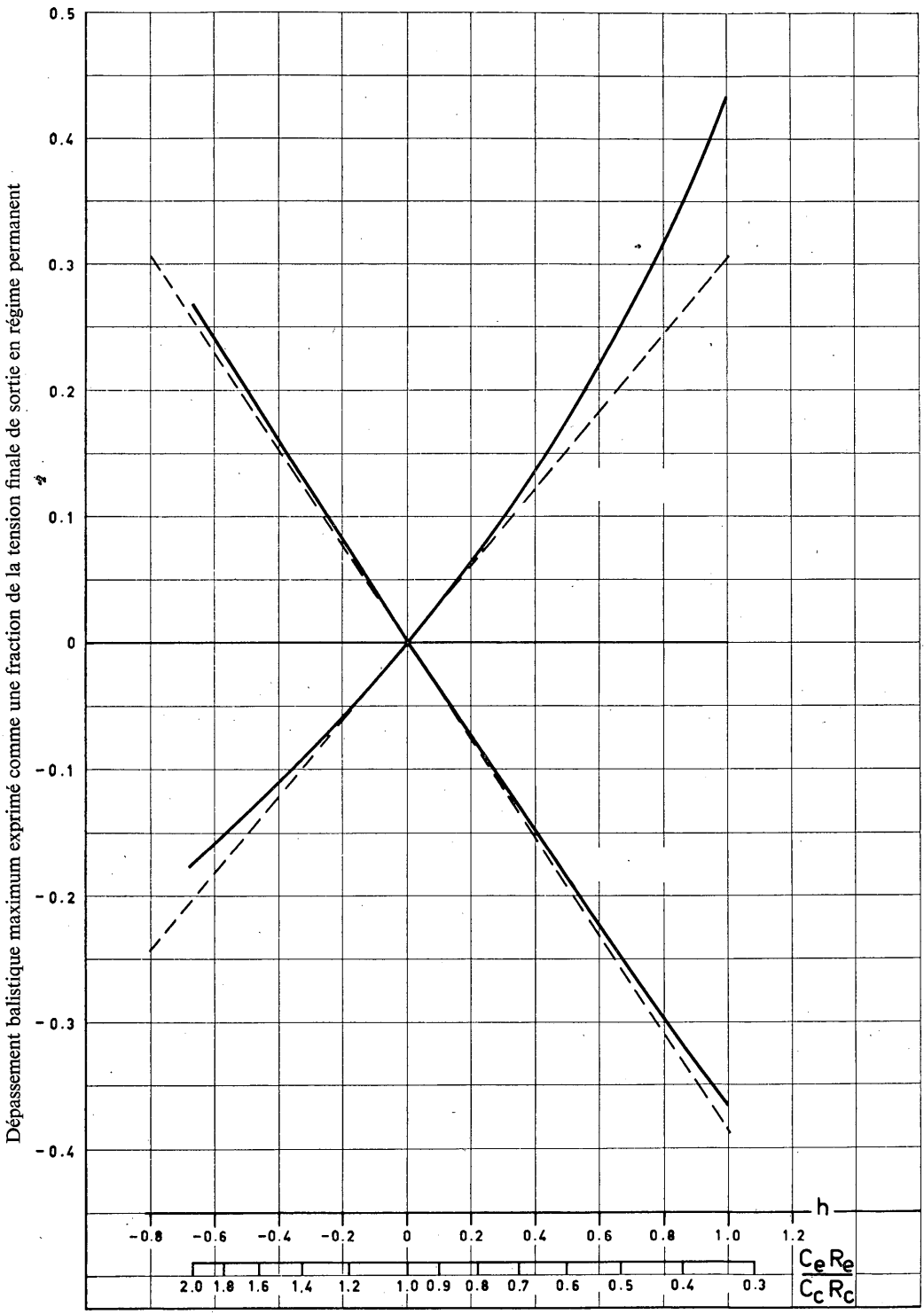


FIGURE 5. — **Influence de différences entre les constantes de temps du compresseur et de l'extenseur sur le dépassement balistique maximum pour un échelon de 12 dB**

produit CR du compresseur est plus grand que celui de l'extenseur; l'erreur est négative pour les valeurs négatives de h, c'est-à-dire lorsque le produit CR du compresseur est plus petit que celui de l'extenseur.

La figure 4 représente, dans le cas de l'établissement, la variation de ce terme d'erreur pour plusieurs valeurs de l'échelon appliqué à l'entrée du compresseur. Comme on pouvait le prévoir, l'erreur est nulle aux temps $t = 0$ et $t = \infty$ pour des échelons d'amplitude finie. Pour un échelon d'amplitude infinie, l'erreur est égale à h au temps $t = 0$. Cela résulte de l'hypothèse qui a été faite d'un compresseur-extenseur parfait ayant un intervalle de fonctionnement dynamique infini, de sorte qu'en l'absence de signal d'entrée le compresseur a un gain infini et l'extenseur un affaiblissement infini. Ces conditions ne sont remplies dans aucun compresseur-extenseur réel. A condition que les gains du compresseur et de l'extenseur demeurent complémentaires l'un de l'autre, l'erreur sera nulle au temps $t = 0$, et la valeur de crête de l'erreur correspondra à une petite valeur positive de t/CR; cette valeur de crête sera légèrement inférieure à h. Si les gains en l'absence de signal d'entrée ne sont pas complémentaires, on aura une erreur de valeur finie au temps $t = 0$; toutefois, étant donné les valeurs employées en pratique pour la constante du temps, le temps nécessaire pour que les courants de commande croissent jusqu'à des valeurs pour lesquelles le compresseur et l'extenseur entrent dans l'intervalle de fonctionnement où leurs gains sont complémentaires est tellement court que cette erreur initiale restera vraisemblablement sans conséquence pratique.

On notera que, même dans le cas extrême d'un compresseur-extenseur parfait et d'un échelon d'entrée d'amplitude infinie, l'erreur maximum, exprimée sous la forme d'une fraction par rapport à l'amplitude en régime permanent, ne sera jamais supérieure à h.

Si h n'est pas très inférieur à l'unité, on ne connaît aucune solution explicite des équations (4) et (5), mais on peut déterminer une solution numérique dans n'importe quel cas particulier. La figure 5 contient des courbes, calculées de cette façon, représentant le dépassement balistique maximum pour un échelon de 12 dB.

ANNEXE 3
(à la Question 5/XV)

Caractéristiques essentielles des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie
(Contribution de l'Administration italienne)

1. *Influence des bruits non pondérés hors de la bande téléphonique sur la commande du compresseur*

Un bruit hors de la bande qui commande seulement le compresseur, étant donné qu'il ne peut pas commander l'extenseur parce qu'il est supprimé par le filtre de voie, a pour effet d'introduire un affaiblissement supplémentaire auquel correspond une augmentation de l'équivalent qui peut être exprimée par la relation

$$\Delta E = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{P_B}{P_S}\right)$$

dans laquelle P_B est la puissance moyenne du bruit et P_S est la puissance moyenne du signal, intégrées suivant la constante de temps du compresseur.

Compte tenu des constantes de temps normalement employées dans ces équipements, la puissance moyenne P_B du bruit peut en général être considérée comme constante, lorsque la puissance moyenne P_S des signaux vocaux varie à l'intérieur d'un intervalle d'environ dix décibels, suivant la suite des syllabes.

Cette fluctuation de la puissance, qu'on pourrait appeler « dynamique syllabique du signal », est donc transmise avec une altération toutes les fois que le rapport signal/bruit à l'entrée du compresseur est inférieur à 10 dB et par conséquent ΔE est fonction de P_S.

L'effet d'un bruit hors de la bande qui pénètre dans le compresseur peut être donc considéré dans son ensemble comme une fluctuation du taux de compression sur les signaux comportant une

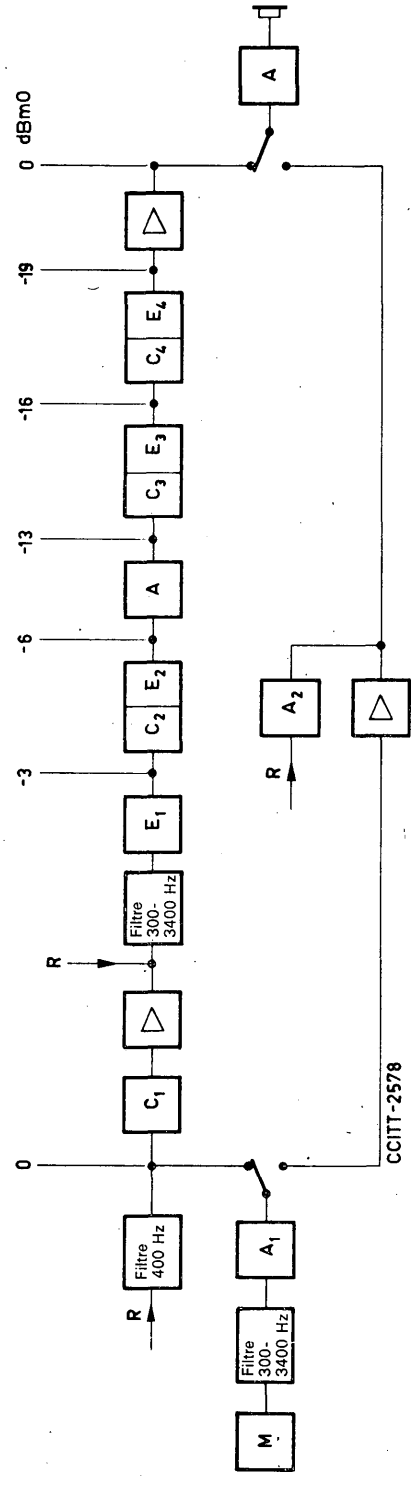


FIGURE 1. — **Schéma du montage d'essai**

variation de ce taux de la valeur normale égale à 2, qui est maintenue lorsque le rapport P_S/P_B est très grand, à la valeur 1 qui se rencontre lorsque $P_S \ll P_B$.

On a effectué des essais subjectifs, basés sur la méthode d'isopréférence, pour déterminer la réduction de la qualité de transmission due à ces fluctuations du taux de compression.

Le montage expérimental était constitué comme il est indiqué dans la figure 1, par quatre exemples d'un compresseur et d'un extenseur en cascade.

On a fait varier le niveau de la puissance moyenne pour une longue période du signal à l'entrée du premier compresseur, à l'aide de l'affaiblisseur A, de la valeur 0 dBm0 à la valeur —40 dBm0.

On a employé deux niveaux du bruit à basse fréquence (jusqu'à 100 Hz) injecté à l'entrée du compresseur, à savoir —20 dBm0 et —30dBm0.

Les résultats des essais sont résumés par la courbe de la figure 2, qui donne la variation de la qualité, exprimée comme rapport signal/bruit équivalent, en fonction du niveau du signal.

Les essais ont été répétés en modifiant la constante de temps des compresseurs-extenseurs ($RC = 4$ ms et $RC = 20$ ms) pour faire ressortir l'influence éventuelle de cette caractéristique, mais, en fait, on a trouvé dans les deux cas des résultats parfaitement coïncidants.

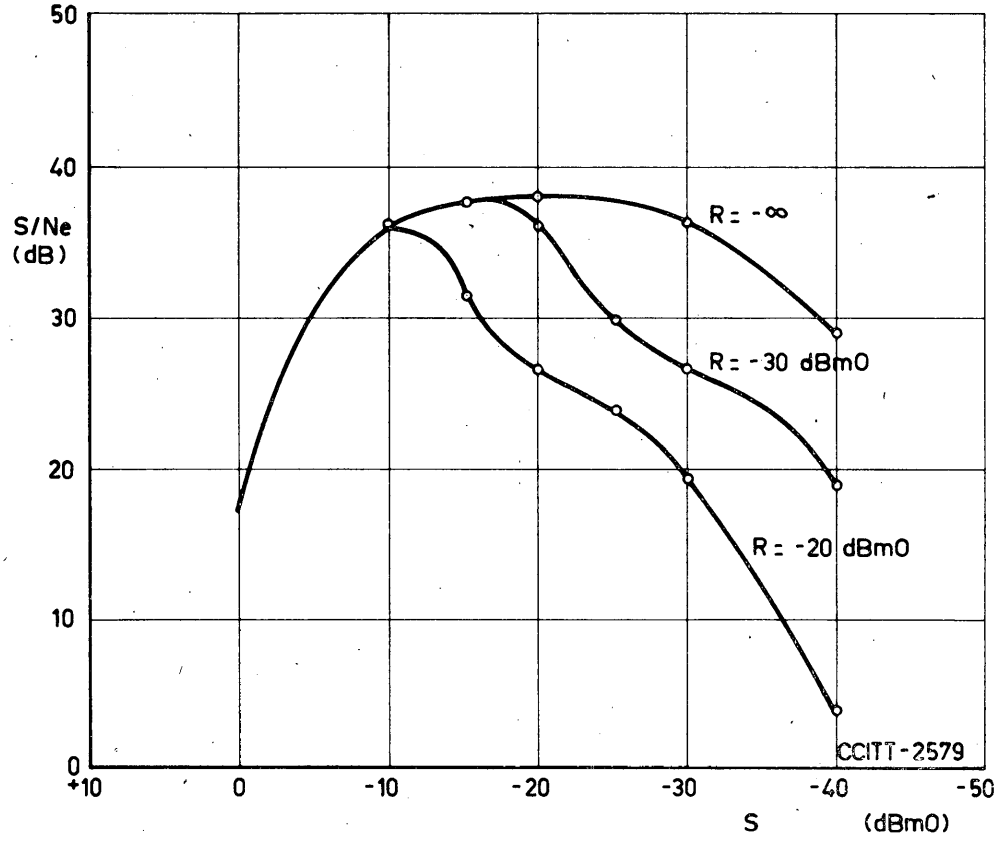


FIGURE 2. — **Résultats des déterminations du rapport signal/bruit équivalent, avec différents niveaux de bruit hors de la bande à l'entrée du compresseur**

2. *Effets de la constante de temps pour une chaîne de compresseurs-extenseurs sur la qualité de transmission*

Comme montage d'essai pour les déterminations subjectives, on a encore utilisé le montage de la figure 1 et avec la même méthode d'isopréférence. On a employé trois constantes de temps, à savoir: $RC = 4$ ms, $RC = 10$ ms, $RC = 20$ ms.

Les essais ont été effectués, soit en l'absence de tout bruit, soit avec un bruit de −35 dBm0p injecté à l'entrée du premier extenseur de la chaîne. Dans le premier cas on a pu remarquer un petit avantage pour la constante de temps $RC = 4$ ms. Dans le second on n'a trouvé aucune différence en fonction des trois constantes de temps employées.

3. *Conclusions*

Les essais exposés peuvent être considérés suffisamment significatifs pour faire ressortir l'opportunité d'une continuation de cette étude de manière plus approfondie.

Question 6/XV — Circuits radiophoniques établis sur des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire

(question nouvelle)
(intéresse la Commission mixte spéciale C)

Considérant

que le nombre total de circuits pour transmissions radiophoniques dont on aura besoin pour pouvoir réaliser un reportage radiophonique ou télévisuel d'intérêt général dépend en premier lieu

a) du caractère du programme;
b) du nombre de pays destinataires du programme;
c) du nombre de commentateurs que les organismes de radiodiffusion désirent envoyer au point de reportage (langues différentes ou plusieurs organismes indépendants dans le même pays);

que le nombre total de circuits pour transmissions radiophoniques intervenant dans un tel programme peut dépasser le nombre des circuits dont dispose normalement l'administration des télécommunications;

qu'en particulier pour ce qui concerne les administrations des télécommunications utilisant les circuits radiophoniques établis sur systèmes à courants porteurs, il se pourra que le nombre des circuits radiophoniques demandés dépasse le nombre total de liaisons en groupe primaire entre la station de répéteurs la plus proche au point du reportage et le centre d'ordre plus élevé dont dépend celle-ci du point de vue de l'acheminement de ces groupes primaires;

que les circuits pour transmissions radiophoniques demandés peuvent être de différents types, tels que:

1) circuits radiophoniques normaux de type A;
2) circuits radiophoniques normaux de type B;
3) circuits radiophoniques dits de haute qualité;
4) une combinaison de circuits radiophoniques des catégories 1, 2 et 3,

il y a lieu d'étudier la question suivante:

Quel est le nombre de circuits pour transmissions radiophoniques que l'on peut établir sur une ou plusieurs liaisons en groupe primaire ou sur une ou plusieurs liaisons en groupe secondaire en tenant compte:

— des différents types de circuits radiophoniques;
— de la charge maximale admise pour chaque groupe primaire ou secondaire?

En particulier il y a lieu de spécifier:

a) Quelles sont les positions de fréquences adoptées lorsqu'on veut transmettre simultanément sur la même liaison en groupe primaire deux circuits normaux de type A pour transmissions radiophoniques.

b) Si en tenant compte d'une corrélation éventuelle entre les signaux transmis sur chaque circuit radiophonique il est possible de respecter les clauses de l'Avis J.13 pour chacun de ces circuits radiophoniques, si d'autres clauses doivent être spécifiées pour ce cas d'exploitation.

Question 7/XV — Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques

(suite de la Question 7/XV étudiée en 1964-1968)

Quelles caractéristiques essentielles (statiques et dynamiques) doit-on recommander pour les dispositifs de compression-extension à utiliser sur les circuits radiophoniques?

Remarque 1. — Deux types de compresseurs-extenseurs pour les circuits radiophoniques sont à considérer:

— le premier à insérer en des points où le signal transmis est compris dans la bande des fréquences musicales (compresseur-extenseur à fréquences acoustiques);

— le second à insérer après modulation et avant démodulation des signaux musicaux (compresseur-extenseur haute fréquence).

Il semble confirmé qu'on devra parvenir à deux spécifications séparées pour les deux types de compresseurs-extenseurs définis ci-dessus. Ces spécifications devront prendre en considération trois applications pour lesquelles on pourra utiliser un seul type ou bien des types différents de compresseurs-extenseurs:

— sur circuits radiophoniques normaux, répondant aux Avis J.21 et J.22;

— sur circuits radiophoniques monophoniques de haute qualité, selon le Programme d'études 5A de la C.M.T.T. [1];

— sur circuits radiophoniques stéréophoniques, selon le Programme d'études 5B de la C.M.T.T.

Remarque 2. — Pour guider l'étude de cette question on indique ci-dessous une liste de caractéristiques sur lesquelles devraient, en principe, être basées les spécifications requises.

1. *Niveau inchangé*

En choisissant ce niveau, on doit considérer l'influence que cette valeur aura sur la puissance moyenne du signal à la sortie du compresseur.

2. *Taux de compression et d'extension*

Il n'est pas nécessaire que la valeur de ces taux soit constante sur toute la dynamique du programme à transmettre.

3. *Intervalle de niveaux dans lequel une caractéristique de réponse fixée doit être respectée*

4. *Tolérance sur les taux de compression et d'extension*

Il semble utile de considérer séparément les tolérances relatives au compresseur et à l'extenseur, et en plus, les tolérances relatives à l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur se trouvant aux deux extrémités opposées d'un circuit. Ces tolérances devraient être données dans tout l'intervalle de dynamique considéré au point 3.

Il n'est pas nécessaire de considérer des questions de stabilité, étant donné que les transmissions radiophoniques ne font pas intervenir de termineurs.

5. *Impédances nominales et affaiblissements d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, à l'entrée et à la sortie du compresseur et de l'extenseur*

6. *Caractéristiques de fonctionnement aux différentes fréquences et tolérances correspondantes pour le compresseur et l'extenseur*

a) pour le circuit de transmission, le circuit de commande étant bloqué;

b) pour le circuit de commande.

7. *Distorsion de non-linéarité et caractéristique de surcharge, considérées séparément pour le compresseur et pour l'extenseur*

8. *Tensions parasites pondérées et non pondérées à la sortie du compresseur et à la sortie de l'extenseur*

---

[1] Voir en tête de la liste des questions, *Avertissement important*, paragraphe 3.

9. *Temps d'établissement et de retour au repos et méthodes correspondantes de mesure*

10. *Détermination des caractéristiques (par exemple fréquence, niveau, largeur de bande, etc.) d'une éventuelle voie de régulation destinée à régler l'équivalent du circuit, ou même à asservir le circuit de commande de l'extenseur à celui du compresseur*

11. *Caractéristiques d'un réseau de préaccentuation s'il est associé au compresseur-extenseur*

Les études effectuées sur la même question dans la période 1964-1968 ont confirmé la validité de cette liste, même si on ne peut pas exclure qu'elle puisse se révéler incomplète pour les exigences des circuits de haute qualité monophoniques et stéréophoniques et pour caractériser complètement les caractéristiques de certains types de compresseurs-extenseurs.

Remarque 3. — Dans la période d'études 1964-1968, plusieurs administrations ont communiqué des valeurs relatives à l'amélioration subjective du rapport signal/bruit provoquée par le compresseur-extenseur: ces valeurs varient entre 10 et 25 dB. Cette différence de valeurs a pour origine, d'une part les caractéristiques différentes des compresseurs-extenseurs et, d'autre part, les différentes méthodes d'essais subjectifs, y compris les types de bruit et de programmes utilisés. L'évaluation de l'amélioration que l'on peut obtenir avec les compresseurs-extenseurs est de la compétence de la C.M.T.T., qui dispose du Programme d'études 5E/CMTT à ce sujet.

Remarque 4. — Il pourrait être opportun que les administrations intéressées fournissent aussi des contributions sur les résultats des mesures de caractéristiques électriques, effectuées sur circuits radiophoniques réels de grande complexité et comportant, si possible, plusieurs couples d'un compresseur et d'un extenseur en tandem. Dans l'annexe 7 on a, à ce sujet, une contribution de la République fédérale d'Allemagne qui se réfère à un type de compresseur-extenseur haute fréquence largement utilisé et qui était décrit dans une annexe à la Question 7/XV de la période 1964-1968, mais qui ne figure plus dans les annexes à la présente question.

Remarque 5. — L'annexe 1 reproduit un résumé de la réponse provisoire donnée à la Question 7/XV au cours de la période 1964-1968.

Les annexes 2, 3, 4, 5 et 6 reproduisent les contributions de différentes administrations au sujet de réalisations de compresseurs-extenseurs pour circuits radiophoniques.

Remarque 6. — Les administrations qui utilisent des compresseurs-extenseurs sur circuits radiophoniques réalisés par suppression d'un certain nombre de voies téléphoniques à espacement de 3 kHz sont priées de fournir aussi des contributions à ce sujet. Les annexes 2 et 3 sont des contributions de ce type.

Remarque 7. — On envisagera la possibilité de la présence simultanée d'un réseau de préaccentuation et d'un compresseur-extenseur. Dans de tels cas il est recommandé d'insérer le compresseur après le réseau de préaccentuation.

Remarque 8. — La question devrait être étudiée en liaison étroite avec les Questions 1/XV, 2/XV, 6/XV et 9/XV, 5/CMTT et les Programmes d'études 5A/CMTT et 5B/CMTT de la C.M.T.T.

ANNEXE 1
(à la Question 7/XV)

Résumé de la réponse provisoire donnée à la Question 7/XV au cours de la période 1964-1968

Les contributions reçues ne permettent pas, jusqu'à présent, de formuler une réponse substantiellement différente de celle formulée dans la période 1961-1964. Il semble donc confirmé que, dans le but de gagner du temps, on devra prévoir deux spécifications séparées: une pour les compresseurs-extenseurs à fréquences acoustiques et l'autre pour les compresseurs-extenseurs à hautes fréquences. Ces derniers semblent trouver une diffusion considérable, au moins en Europe.

L'utilisation des compresseurs-extenseurs à fréquences acoustiques devrait, dans une certaine mesure, simplifier les conditions de commutation des circuits radiophoniques sur la base des fréquences acoustiques, en permettant d'éviter, sur une liaison constituée de plusieurs circuits connectés en tandem, la présence de plusieurs couples compresseur-extenseur, qui pourraient produire une détérioration de la qualité des signaux transmis. D'autre part, on doit observer qu'on a aussi tendance à effectuer la commutation des circuits radiophoniques sur une base « haute fréquence » (à savoir la bande occupée par le circuit radiophonique dans le groupe primaire de base), dans le but de réduire la détérioration de qualité résultant de la présence en tandem de plusieurs équipe-

ments de modulation et démodulation radiophoniques. Cela étant, on évite la présence de plusieurs couples compresseur-extenseur en tandem, même dans le cas de compresseurs-extenseurs haute fréquence.

La commutation des circuits radiophoniques sur une base « haute fréquence » fait l'objet de la Question 8/XV.

ANNEXE 2
(à la Question 7/XV)

Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company à l'étude de la Question 41 en 1957-1960

Dans le Bell System, les compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques ne sont utilisés que sur les circuits dans lesquels les valeurs des bruits sont sensiblement supérieures aux objectifs fixés pour les projets. Un très fort pourcentage des circuits pour transmissions radiophoniques à longue distance n'emploie pas de dispositifs semblables.

Voici certaines des caractéristiques des systèmes de compression et d'expansion utilisés dans les transmissions radiophoniques ainsi que certains autres facteurs intéressant ces systèmes:

1. Aucune mise en forme en fonction de la fréquence n'est appliquée à l'affaiblisseur variable, à l'amplificateur de ligne ou à l'amplificateur de commande, qu'il s'agisse du compresseur ou de l'extenseur.

2. Le taux de compression et le taux d'extension prévus pour le taux normal d'amplitude des signaux sont de 2/1 et de 1/2 respectivement.

3. On procède à des réglages de façon que, dans les conditions d'exploitation, l'amélioration de l'écart entre signal et bruit ne dépasse pas 25 dB pour les circuits utilisant une bande relativement étroite (200 à 3500 Hz) et n'excède pas 20 dB pour les circuits travaillant sur une bande plus large (100 à 5000 Hz ou 50 à 8000 Hz). Ces valeurs quant à l'amélioration de l'écart entre signal et bruit s'appliquent au bruit mesuré en l'absence de signal.

4. Des essais d'appréciation ont montré que l'amélioration effective de l'écart entre signal et bruit est de 5 dB environ inférieure à celle que l'on obtient en mesurant le bruit en l'absence de signal, ceci en raison de la présence de niveaux de bruit appréciables durant les intervalles de temps au cours desquels se fait une transmission de signaux.

5. La limitation du taux d'amélioration effective susceptible d'être obtenu si l'on utilise un dispositif compresseur-extenseur pour les signaux radiophoniques provient d'un effet de chuchotement, c'est-à-dire de la présence perceptible de bruit dans la bande de fréquences supérieure à l'instant où l'on passe des signaux de faible intensité aux signaux d'intensité plus forte. Lorsque ce bruit n'est pas masqué par un signal, on obtient un effet désagréable qui est proportionnel à l'accroissement du bruit à haute fréquence pendant les périodes de transmission du signal. Cet accroissement est à son tour proportionnel au taux de suppression de bruit que donne l'extenseur et doit en conséquence être commandé pour réduire l'effet de chuchotement à des limites admissibles.

6. L'écart initial entre signal et bruit sur un circuit auquel doit être incorporé un dispositif compresseur-extenseur devra être de 35 dB ou plus pour les circuits utilisant une bande étroite et de 40 dB ou plus pour les circuits à bande plus large (voir l'alinéa 3 ci-dessus).

7. La réponse globale en amplitude d'un compresseur-extenseur (compresseur + extenseur) devra être uniforme à $\pm$ 1 dB près sur toute l'étendue de la bande utilisée pour le genre de circuit pour transmissions radiophoniques auquel ce dispositif est associé.

8. Des essais d'appréciation très poussés ont montré que les constantes de temps pour l'établissement et le retour au repos d'un système de compression et d'extension destiné aux transmissions radiophoniques devraient être de 5 ms et de 60 ms respectivement.

ANNEXE 3
(à la Question 7/XV)

Contribution de la Telephone Association of Canada

Introduction

Au cours de ces trois dernières années, les organismes de radiodiffusion du Canada ont mis en œuvre, sur le plan national, un service de radiodiffusion fonctionnant dans une bande de 8 kHz. Les sociétés canadiennes responsables de l'exploitation du service téléphonique se sont engagées à fournir les liaisons nécessaires à ce service de radiodiffusion qui couvre des distances atteignant 6400 km.

Afin de disposer d'installations de haute qualité, il a fallu aménager une station d'émission, un réseau de préaccentuation et un système de compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques. On trouvera ci-après les caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques fonctionnant dans une bande de 8 kHz.

Caractéristiques de transmission des compresseurs-extenseurs

1. *Amélioration du rapport signal/bruit*

Avec un affaiblissement complet dans l'extenseur (absence de signal), le niveau de bruit est réduit de 28 dB sur un circuit fonctionnant dans une bande de 8 kHz. Cependant, les essais subjectifs ont montré que l'amélioration du rapport signal/bruit, en présence d'un signal, est inférieure d'environ 5 dB à l'amélioration mesurée en l'absence du signal.

2. *Niveau inchangé*

Le niveau qui n'est pas affecté par le compresseur est de −6 dBm à l'entrée du compresseur. Ce niveau correspond à un niveau de + 15 dBm0 sur un circuit pour transmissions radiophoniques.

3. *Taux de compression et d'extension*

Le taux de compression et d'extension sur une dynamique de 45 dB est respectivement 2:1 et 1:2.

4. *Dynamique*

La caractéristique de réponse est définie pour une gamme de niveaux, à l'entrée du compresseur, comprise entre −3 dBm et −48dBm (+18 dBm0 à −27 dBm0 sur un circuit pour transmissions radiophoniques).

5. *Courbe de complémentarité*

La courbe de complémentarité du compresseur-extenseur, sur la dynamique de 45 dB spécifiée ci-dessus (4), est comprise dans les limites de ± 0,5 dB. Les courbes de complémentarité du compresseur et de l'extenseur, considérées individuellement sur cette dynamique, sont à l'intérieur de ± 0,2 dB.

6. *Impédance*

L'impédance du compresseur et celle de l'extenseur sont adaptées à celle des équipments adjacents, qui est de 600 ohms.

7. *Caractéristique de fréquence*

La caractéristique de fréquence du compresseur-extenseur, pour un niveau de −21 dBm (0 dBm0) à l'entrée du compresseur, présente une dispersion maximale de 0,6 dB entre 100 Hz et 8 kHz. Les caractéristiques de fréquence du compresseur et de l'extenseur sont complémentaires; le compresseur a une dispersion maximale de 0,4 dB entre 100 Hz et 8 kHz, tandis que l'extenseur présente une dispersion maximale de 0,6 dB entre 100 Hz et 8 kHz.

8. *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique du compresseur-extenseur est inférieure à 0,42 % pour un niveau de crête de —13 dBm (+8 dBm0) de la transmission radiophonique, avec une fréquence de référence de 400 Hz; la distorsion correspondant au niveau maximum de —3 dBm (+18 dBm0) à l'entrée du compresseur est normalement inférieure à 0,75 %. Ces valeurs de distorsion sont les moyennes quadratiques des distorsions du compresseur et de l'extenseur.

A 400 Hz, la distorsion harmonique du compresseur, pour un niveau de crête de la transmission égal à —13 dBm (+8 dBm0), est inférieure à 0,3 %; pour un niveau d'entrée maximum de —3 dBm (+18 dBm0), elle est normalement inférieure à 0,4 %.

A 400 Hz, la distorsion harmonique de l'extenseur, pour un niveau de crête du programme de 0 dBm, est inférieure à 0,3 % et la distorsion correspondant à un niveau maximum de +5 dBm à l'entrée de l'extenseur est normalement inférieure à 0,62 %.

Remarque. — 400 Hz est la fréquence de référence pour les mesures de distorsion; les spécifications sont indiquées en fonction de cette fréquence.

9. *Niveau de bruit*

Les niveaux de bruit correspondant exclusivement aux compresseurs-extenseurs sont les suivants:

— niveau de bruit à la sortie du compresseur: 15 dBRN (—74 dBm), avec pondération uniforme dans une bande de 15 kHz;

— niveau de bruit à la sortie de l'extenseur: 20 dBRN (—70 dBm), avec pondération uniforme dans une bande de 15 kHz.

10. *Température*

Pour le compresseur-extenseur, la température ambiante doit être comprise entre 10 °C et 50 °C.

11. *Constantes de temps*

Les constantes de temps du compresseur et de l'extenseur, selon la définition du C.C.I.T.T., sont: *temps d'établissement:* 20 ms et *temps de retour au repos :* 75 ms.

12. *Réseau de préaccentuation*

A l'extrémité d'émission associée au compresseur-extenseur, on utilise la prédistorsion. Le dispositif de prédistorsion a une caractéristique qui applique aux fréquences basses un affaiblissement plus important qu'aux fréquences élevées (différence d'affaiblissement: 18 dB). Le réseau de régénération placé à l'extrémité de réception a une caractéristique complémentaire et l'effet global des dispositifs de prédistorsion et de régénération correspond à une courbe uniforme. La prédistorsion est généralement appliquée après le compresseur et avant la modulation, tandis que la régénération est appliquée après la démodulation et avant l'extenseur.

Conclusions

Le compresseur-extenseur pour transmissions radiophoniques décrit ci-dessus est en service depuis un certain nombre d'années. L'expérience a montré qu'il donne une qualité de service fort satisfaisante, à condition que le rapport signal/bruit avant l'extenseur soit supérieur ou égal à 40 dB.

Il peut être utile de signaler encore que la commutation du réseau pour transmissions radiophoniques se fait, soit aux fréquences porteuses, soit aux fréquences acoustiques après compression. Avec cet arrangement, il n'est pas nécessaire de faire fonctionner des compresseurs-extenseurs en cascade.

ANNEXE 4
(à la Question 7/XV)

Compresseur-extenseur pour transmissions radiophoniques
(Contribution des Pays-Bas)

1. On trouvera ci-après la description d'un compresseur-extenseur pour transmissions radiophoniques, avec l'équipement de modulation associé, pour la transmission de deux voies radiophoniques sur une liaison en groupe primaire. Il peut s'agir soit des deux voies A et B d'un circuit pour transmission stéréophonique, soit de deux voies monophoniques indépendantes.

2. Le compresseur-extenseur est du type haute fréquence, c'est-à-dire que la compression se fait après modulation et transposition dans le groupe primaire de base, tandis que l'extension se fait avant la démodulation. Le compresseur-extenseur étant destiné à agir sur le signal radiophonique modulé, on peut utiliser des temps d'établissement et de retour au repos de courte durée, sans distorsion excessive aux fréquences acoustiques les plus basses.

La courbe de compression est représentée à la figure 1. Afin de ne pas augmenter la charge moyenne de la ligne, l'amplification des niveaux inférieurs est compensée par un affaissement des niveaux supérieurs, le niveau inchangé étant 0 dBm0. La caractéristique est curviligne. Pour les faibles valeurs du niveau absolu à l'entrée, le compresseur a un gain de 17 dB; ce gain est constant

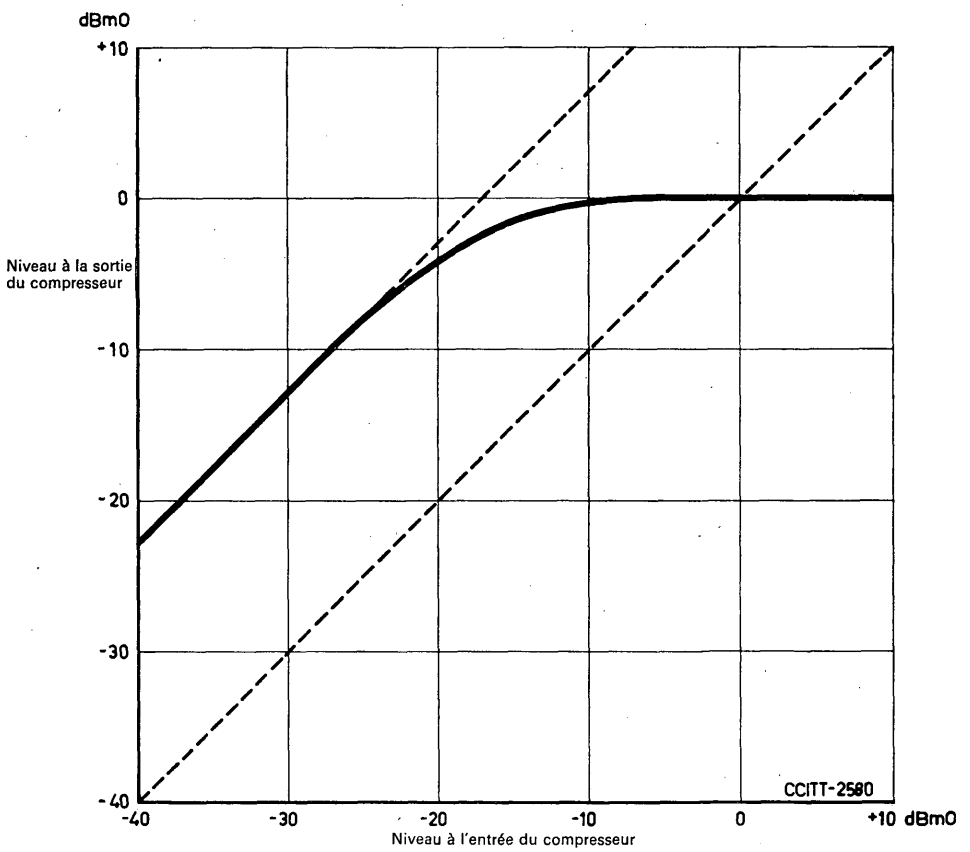


FIGURE 1. — **Caractéristique du compresseur**

jusqu'à un niveau d'entrée de —25 dBm0. Pour les niveaux d'entrée supérieurs à —10 dBm0, le degré de compression augmente de telle manière que le niveau de sortie devient constant et, par conséquent, indépendant du niveau d'entrée.

Un extenseur qui tire son information, en ce qui concerne le degré d'extension nécessaire, de l'enveloppe du signal compressé n'est pas compatible avec un degré de compression aussi élevé. D'autre part, un extenseur de ce type a l'inconvénient d'interpréter les variations de l'affaiblissement en ligne comme des variations du niveau compressé et il reproduit ces variations d'affaiblissement, en les multipliant par le facteur d'extension, dans son signal de sortie.

La solution idéale consiste donc à avoir un compresseur-extenseur équipé d'une voie de commande distincte. Le système que l'on obtient ainsi peut être comparé à un dispositif de commande de niveau à l'extrémité d'émission et un dispositif réciproque à l'extrémité de réception, tous deux étant couplés par un « arbre » rigide, de telle manière que la somme algébrique, en dB, des deux réglages de commande soit égale à zéro pour n'importe quelle position de l'arbre. Cette comparaison avec un arbre rigide n'est évidemment valable qui si la voie de commande transmet les indications de commande avec une grande fidélité et indépendamment des variations de l'affaiblissement en ligne.

3. Le système de modulation proposé est fondé sur les principes suivants:

a) une largeur de bande de 30 à 15 000 Hz est utilisée pour les voies de transmission radiophonique;

b) deux voies radiophoniques avec voies de commande associées pour actionner le compresseur-extenseur peuvent être logées ensemble dans un groupe primaire de base;

c) ces deux voies de transmission radiophonique sont prévues pour la transmission des canaux A et B d'un programme stéréophonique;

d) chacune des deux voies de transmission radiophonique peut être remplacée par six voies téléphoniques.

La figure 2 représente le plan de modulation. La bande 0,03-15 kHz est tout d'abord modulée par une porteuse de 32 kHz effectuant une transposition dans la bande 32,03-47 kHz (bande latérale supérieure). Une nouvelle modulation est ensuite effectuée soit avec une porteuse de 56 kHz effectuant une transposition dans la bande 88,03-103 kHz (bande latérale supérieure) ou avec une porteuse de 112 kHz effectuant une transposition dans la bande 65-79,97 kHz (bande latérale inférieure).

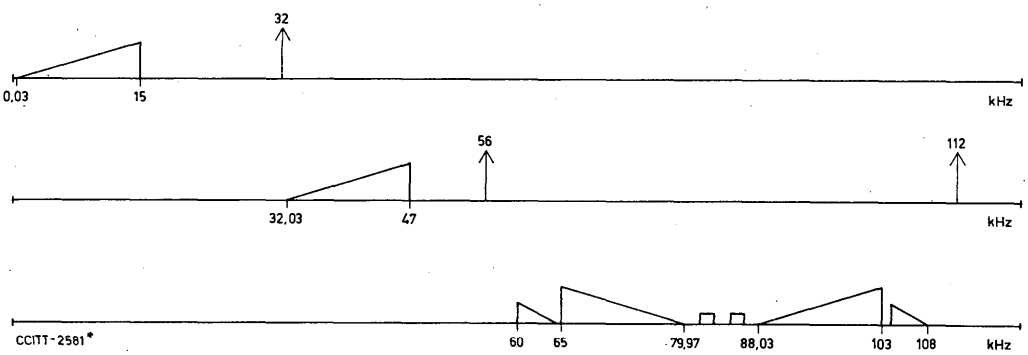


FIGURE 2. — **Procédé de modulation**

Si l'on utilise des compresseurs-extenseurs, les deux voies de commande sont placées dans la bande 80-88 kHz.

Cette répartition de fréquences est parfaitement compatible avec les ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire existantes et avec les ondes pilotes proposées dans la réponse à la Question 14/XV en 1968.

Le plan de modulation est établi de telle manière que les voies de commande et les parties de la bande utilisée pour la transmission radiophonique, correspondant aux fréquences inférieures, soient aussi proches que possible les unes des autres au milieu du groupe primaire de base, de telle manière que les différences de temps de propagation de groupe entre les fréquences correspondantes dans les deux voies soient réduites au minimum. Cela est important pour les transmissions stéréophoniques qui doivent satisfaire à des exigences rigoureuses en ce qui concerne la concordance de phase aux fréquences inférieures dans les deux voies.

Les deux voies téléphoniques restantes, aux limites de la bande du groupe primaire, peuvent être utilisées comme voies de service. Les deux voies de transmission radiophonique peuvent également être utilisées pour la transmission de deux voies monophoniques.

Conformément à l'Avis G.225, l'écart maximum de fréquence qui peut être introduit par les équipements à courants porteurs est limité à 2 Hz. Toutefois, dans le cas de transmissions radiophoniques, il peut être souhaitable de réduire encore cet écart de fréquence. En fait, dans le cas de transmissions stéréophoniques, tout écart de fréquence entre les deux voies est inacceptable. Le problème a été résolu par un arrangement selon lequel les équipements de modulation ont leur propre générateur de fréquences, l'extrémité de réception étant synchronisée par une onde pilote à 84 Hz.

Les fréquences porteuses virtuelles des deux voies de transmission radiophonique sont 80 kHz et 88 kHz; par conséquent, elles se trouvent à 4 kHz de part et d'autre de la fréquence de synchronisation. L'écart de fréquence maximum de 2 Hz introduit par le système à courants porteurs se trouve donc réduit dans le rapport 1/21 et prend de ce fait une valeur de l'ordre de 0,1 Hz. Cet écart de fréquence est exactement le même, en valeur absolue et en signe sur les deux voies pour transmissions radiophoniques, dans le même groupe primaire.

Les écarts résiduels de phase entre les deux voies peuvent être éliminés au moyen d'un réseau de mise en phase réglable agissant sur l'une des deux porteuses, de manière à satisfaire aux conditions de phase applicables aux transmissions de programmes stéréophoniques.

4. Pour obtenir le signal de commande du compresseur, on redresse le signal radiophonique modulé après lui avoir superposé une tension alternative constante. Cette tension continue, variable, est modulée avant d'être injectée dans la voie de commande de l'extenseur à l'extrémité éloignée. La modulation de fréquence est utilisée dans les bandes 81,4-82,9 kHz et 85,1-86,6 kHz. Le signal modulé en fréquence est transformé en une tension continue par un discriminateur. La tension de sortie de ce discriminateur est comparée au signal de commande et la fréquence du signal modulé en fréquence est réglée de telle manière que ces deux tensions soient égales.

Le signal de commande modulé en fréquence est ajouté au signal radiophonique à l'entrée du compresseur. A la sortie, le niveau du signal de commande est de —5 dBm0, lorsque le niveau du signal radiophonique est très bas. Lorsque le niveau du signal radiophonique est élevé, celui du signal de commande est bas, sous l'action du compresseur. Par ce procédé, le signal de commande n'a guère d'influence sur la charge de crête de la ligne de transmission.

A l'entrée de l'extenseur, le signal de commande est filtré et transformé en une tension continue par un discriminateur. A la sortie, le signal radiophonique et le signal de commande modulé en fréquence sont redressés de la même manière que dans le compresseur. Les deux tensions continues sont comparées et l'extenseur se règle de telle manière que ces deux tensions soient égales. Cela signifie que les tensions d'entrée des redresseurs, dans le compresseur et dans l'extenseur, sont identiques et que le signal à la sortie de l'extenseur est la reproduction exacte du signal à l'entrée du compresseur.

RÉFÉRENCE

W. BEIJNINK: Programme transmission on carrier telephone routes, *Philips Telecommunication Review*, Volume 27, n° 3, mai 1968, pages 135-143.

ANNEXE 5
(à la Question 7/XV)

Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques
(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

L'expérience nous a enseigné qu'il est préférable d'appliquer la compression et l'extension aux fréquences porteuses et, pour la transmission de la bande du signal (légèrement élargie par les opérations de commande), d'occuper une bande de fréquences subissant la distorsion linéaire la plus faible possible de la part de la voie de transmission, car une telle distorsion linéaire dans la voie de transmission du signal comprimé apparaît sous forme de distorsion de non-linéarité après avoir passé à travers l'extenseur. Si, pour la compression et l'extension, nous choisissons une position de fréquence suffisamment élevée, divers avantages en résulteront, en particulier de faible durée d'établissement et de retour au repos puisque les très basses fréquences auront été exclues. Une grande partie des produits de non-linéarité, ainsi que la tension de commande, demeurent en dehors de la bande transmise. D'autres détails à ce sujet figurent dans un article cité en référence [1]. L'Administration de la République fédérale d'Allemagne a uniformément équipé ses circuits pour transmissions radiophoniques des compresseurs-extenseurs décrits dans cet article, grâce à quoi on peut, sur chaque section à courants porteurs pour transmission radiophonique, atteindre la qualité définie par le C.C.I.T.T.. Nous coopérons dans ce sens avec un certain nombre d'administrations qui ont mis en service le même compresseur-extenseur sur leurs circuits internationaux. L'annexe 7 traite des résultats de mesures effectuées sur une chaîne de ces circuits internationaux.

En s'attachant à l'étude de l'utilisation de transistors dans les équipements de transmission, l'Administration allemande s'est de nouveau efforcée de découvrir le compresseur-extenseur le plus approprié aux circuits à courants porteurs pour transmissions radiophoniques.

Elle a constaté que le compresseur-extenseur transistorisé, commandé par le seul signal radiophonique peut, moyennant de nouveaux principes de montage, être fabriqué à un prix de revient très réduit pour être utilisé en position de fréquence porteuse. Elle a donc construit un nouveau compresseur-extenseur avec un nouvel équipement de modulation pour une transmission de haute qualité d'un programme stéréophonique ou de deux programmes monophoniques indépendants dans un groupe primaire. En raison de la coopération entre le compresseur-extenseur et l'équipement de modulation, il semble utile de décrire le nouveau système dans ses grandes lignes.

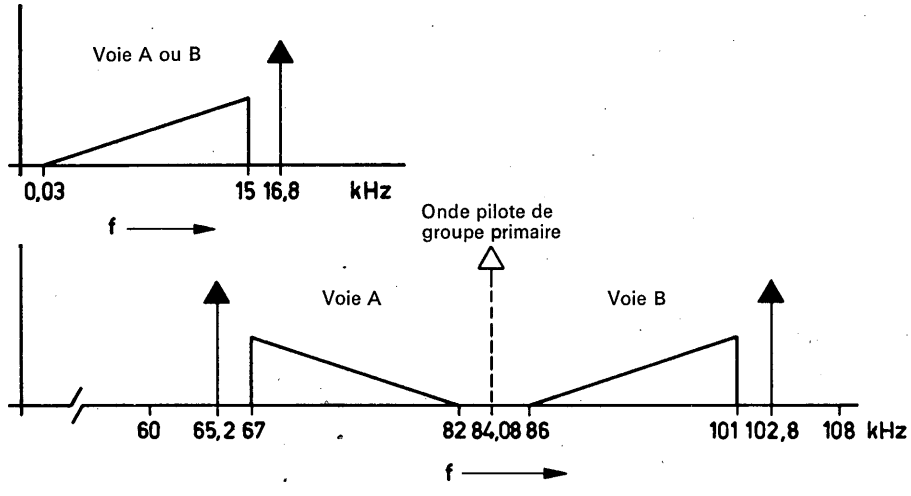


FIGURE 1. — **Position de fréquence en ligne des deux voies de transmissions radiophoniques dans le groupe primaire**

La figure 1 montre les positions de fréquence en ligne des deux voies de transmission radiophonique dans le groupe. La figure 2 montre le schéma de modulation. Une fréquence pilote de 16,8 kHz, introduite dans les deux voies en position de fréquence acoustique, sert à contrôler le circuit, y compris les opérations de modulation; du fait que l'extenseur est commandé par le signal radiophonique et ne nécessite pas de fréquence pilote, cette dernière est utilisée en outre pour corriger les erreurs de niveau et de fréquence introduites par la liaison en groupe primaire. La figure 5 montre les détails (CAG = commande automatique de gain, CAF = commande automatique de fréquence). En l'absence de fréquence pilote supplémentaire, les fréquences pilotes reçues sont asservies à celle qui est engendrée à la réception. Le décalage de fréquence entre émission et réception est égal à la différence de fréquence des deux générateurs d'onde pilote, aux deux extrémités, et est le plus souvent inférieur à 0,01 Hz. En outre, la transmission stéréophonique est possible.

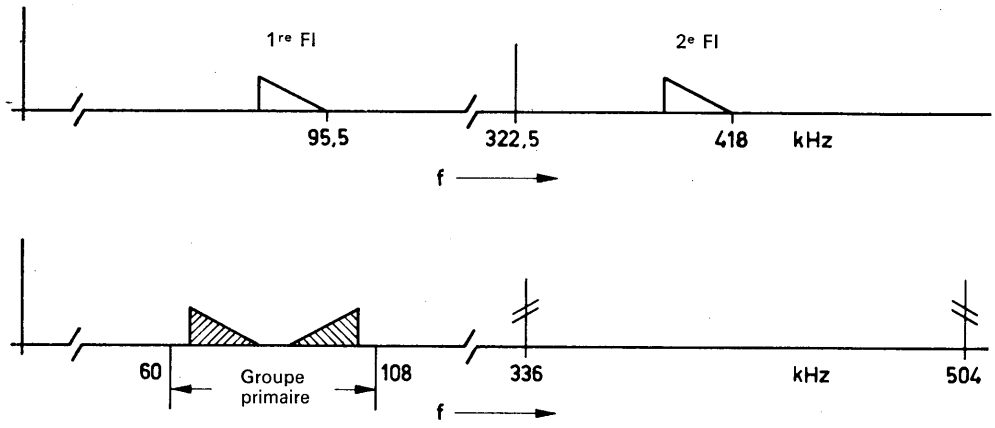


FIGURE 2. — **Schéma de modulation pour le système pour transmissions radiophoniques à deux voies**

Le premier étage de modulation entre les étages BF et FI.1 et vice versa, représenté au sommet et au bas de la figure 5, comprend tous les modules, y compris le compresseur-extenseur, qui sont nécessaires à la transmission radiophonique. Des filtres d'une largeur de bande de 10 kHz rendraient aussitôt possibles des transmissions dans la position de fréquence n° III, ce qui n'est cependant pas envisagé pour le moment. On emploie des filtres de 15 kHz et de simples modules de décalage de fréquence permettent d'atteindre toute position de fréquence en ligne désirée, en choisissant judicieusement les fréquences porteuses auxiliaires. Si l'on donne aux deux FI des valeurs élevées, les bandes de fréquences désirées sont exemptes de produits de modulation indésirables d'ordre inférieur. Tous les modules du canal A sont absolument identiques à ceux du canal B. Aucune égalisation des équipements n'est donc nécessaire pour la stéréophonie.

Cet arrangement permet de commuter sur la position FI.1 en agissant uniquement sur les modules de décalage de fréquence, ce qui est une solution économique. Il sera appliqué notamment à Francfort, où un grand centre de commutation en étoile est en projet, avec commande à distance pour ce système.

Les positions de fréquence en lignes sont choisies symétriquement et très près de 84 kHz, en ayant en vue la transmission stéréophonique. En même temps, les fréquences pilotes de groupe primaire 84,08 (84,14) kHz et 104,08 kHz sont bien observées. Cependant, le dernier filtre passe-bande de réception, qui assure la sélectivité, peut-être relativement simple. Si on le désire, on peut employer les ondes pilotes de groupe primaire susmentionnées. Un canal radiophonique peut être remplacé par six voies téléphoniques. L'utilisation des bandes des voies téléphoniques n^{os} 1 et 12 n'est pas envisagée pour le moment, mais serait possible. Les résidus de courant porteur à 72 kHz

et 96 kHz sont éliminés par des filtres d'arrêt à quartz à 85,5 kHz, montés après l'extenseur sur la première FI. Les petits vides, produits à 10 kHz dans la bande acoustique, ne sont pas discernables dans les transmissions radiophoniques.

Dix ans d'expérience avec des compresseurs-extenseurs radiophoniques nous ont démontré que la nouvelle caractéristique indiquée à la figure 3 convient tout à fait. Un gain constant (17 dB) aux niveaux faibles permet d'assouplir les tolérances sur la réciprocité entre compresseur et extenseur dans cette région. En même temps, la suppression du bruit mesurable est également valable dans des essais subjectifs, dans lesquels le gain pour environ —35dBm0 est décisif. Le point de niveau inchangé doit être dans la région de la puissance moyenne à long terme, soit relativement bas, afin que la charge moyenne du système à courants porteurs soit faible. Ce point a été fixé à —4,5 dBm0. Aux niveaux élevés, la caractéristique convenable devient à affaiblissement constant. De cette façon, le compresseur-extenseur ne risque pas d'être surchargé, car il fonctionne comme un affaiblisseur quasi linéaire jusqu'à +26 dBm0. Malgré les caractéristiques non limitatives, les crêtes du signal radiophonique respectent les limites imposées à la puissance de crête équivalente dans le groupe primaire (+19 dBm0). Cette dernière est obtenue avec un temps d'établissement de 1,7 ms seulement. Le temps de descente est de 3 ms. Les deux valeurs sont mesurées conformément à l'Avis G.162, A.g., mais en utilisant les niveaux —12 dBm0 et 0 dBm0.

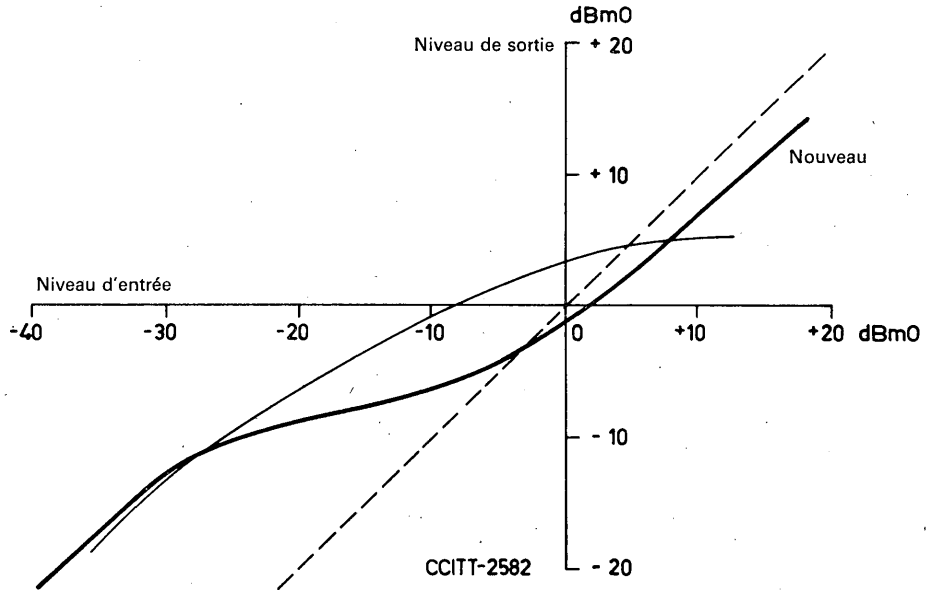


FIGURE 3. — **Caractéristiques de l'ancien et du nouveau compresseur**

Le schéma relativement simple du nouveau module, dont les dimensions sont 65 × 100 × 160 mm, est donné par la figure 4. Les connexions croisées ou non croisées, qui ne sont pas dans le module mais sur la baie, changent le numérateur et le dénominateur de la formule qui donne le gain, et permettent à un même module de jouer le rôle de compresseur ou d'extenseur. Une réciprocité presque parfaite a été obtenue. On peut employer les compresseurs-extenseurs en tandem, et la stéréophonie n'est pas troublée.

Normalement, le compresseur-extenseur sera utilisé en combinaison avec préaccentuation et désaccentuation selon l'Avis J.21. Cette préaccentuation, en raison de son caractère différenciateur, majore les crêtes de la transmission radiophonique de près de 5 dB. En outre, une suppression de bruit d'environ 20 dB est toujours suffisante si, en tenant compte des sons pauvres en harmoniques,

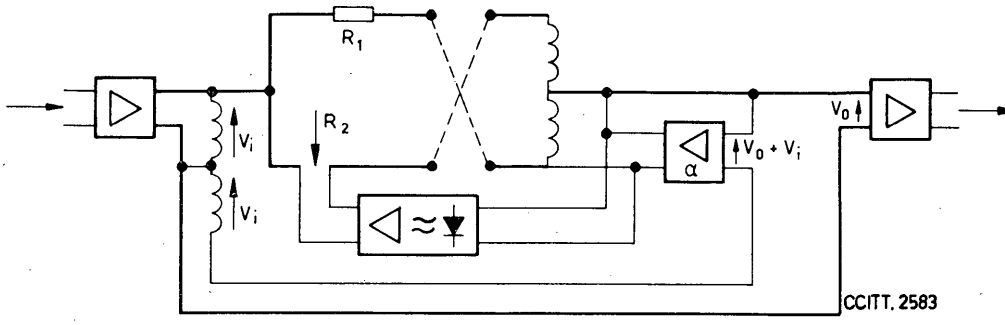


FIGURE 4. — **Schéma du nouveau compresseur-extenseur**

$$V_0 = V_i \pm \alpha\,(V_0 + V_i)\,\frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} \qquad R_2 \mid V_i + V_0 \mid \approx \text{const.}\ (1 - \alpha) \ll 1$$

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{R_1\,(1 \pm \alpha) + R_2\,(1 \mp \alpha)}{R_1\,(1 \mp \alpha) + R_2\,(1 \pm \alpha)} \qquad \frac{V_0}{V_i}\,(\text{compr}) = \frac{V_i}{V_0}\,(\text{exp}) \approx \frac{(\text{const})}{\mid V_i + V_0 \mid}$$

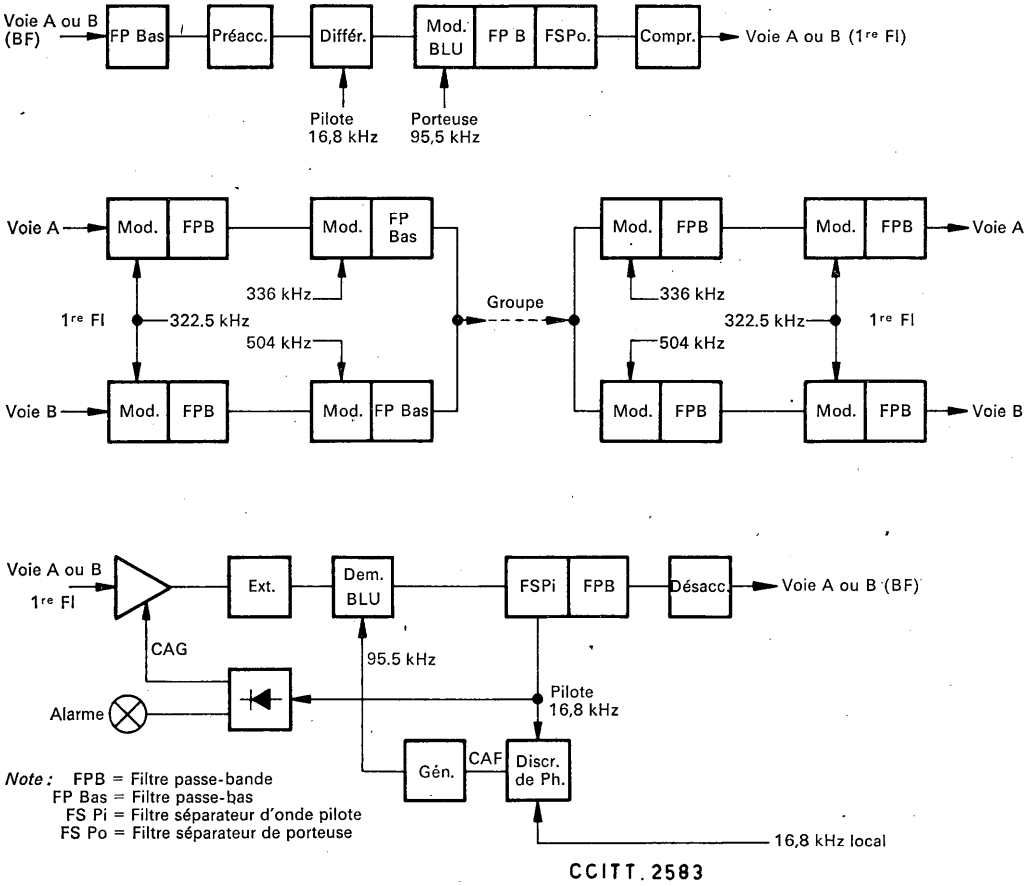


FIGURE 5. — **Première modulation, modulations auxiliaires et démodulation du système à deux voies pour transmissions radiophoniques**

le bruit dans la région des fréquences aiguës est davantage affaibli par la désaccentuation que dans la région des fréquences basses. De ce fait, le niveau relatif à 800 Hz après préaccentuation, pour service mixte avec compresseur-extenseur, est fixé à —6,5 dBm0 au lieu de la valeur de —1,5 dBm0 recommandée dans l'Avis J.21. Le signal de mesure à 800 Hz, avec le nouveau niveau de —12 dBm0, étant appliqué à l'entrée BF, le groupe primaire est chargé précisément à —10 dBm0 (le signal de mesure de 0 dBm0 à l'entrée donne environ —5,6 dBm0). La puissance moyenne à long terme dans le canal radiophonique (y compris son onde pilote) est alors d'environ —6 dBm0 dans le groupe primaire, ce qui est analogue à la charge de six voies téléphoniques (6 × 32 μW ou —7 dBm0). Cela est possible du moment que le niveau du pilote avant le compresseur est de —29 dBm0. Le niveau du pilote dans le système à courants porteurs en l'absence de programme radiophonique est de —29 dBm0+17 dB = —12 dBm0. Cette faible valeur est importante, compte tenu du facteur de crête résultant de la présence de nombreuses ondes pilotes dans le cas d'un système multivoie. En outre, aucun filtre d'arrêt n'est nécessaire sur le trajet de commande du compresseur-extenseur.

Les valeurs suivantes ont été mesurées sur le modulateur-démodulateur qui comprend les réseaux de préaccentuation et de désaccentuation et le compresseur-extenseur:

Distorsion d'affaiblissement 30 Hz-15 kHz	$< \pm 0{,}3$ dB
Distorsions non linéaires, ainsi que sons différentiels dans la région des hautes fréquences, jusqu'à + 18 dBm0	$< 0{,}1\%$
Bruit	—73 dBm0ps
Bruit 12 × 10 000 pW étant ajoutés entre modulateur et démodulateur	—56 dBm0ps
Diaphonie intelligible entre canaux A et B	> 100 dB
Différences de niveau et de phase entre le canal A et le canal B, 30 Hz-15 kHz	$< 0{,}3$ dB et $< 3°$

Des essais en service sur différents groupes primaires ont donné les résultats attendus, et fourni des indications quant à l'égalisation nécessaire pour la transmission radiophonique.

Référence

[1] W. von Guttenberg et H. Hochrath: Un compresseur-extenseur pour liaisons radiophoniques, *NTZ-Communication Journal*, 1962, n° 2, pp. 66-72.

ANNEXE 6
(à la Question 7/XV)

Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques
(Contribution de la France)

La plupart des liaisons radiophoniques internationales sont constituées de chaînes de circuits radiophoniques nationaux ou internationaux et de lignes locales d'arrivée et de départ (voir à titre d'exemple la figure 108, page 353 du tome III du *Livre Bleu*). Certaines transmissions, partant d'une même origine, sont acheminées dans des directions différentes, puis diffusées par plusieurs émetteurs simultanément; on est alors en présence d'un réseau complexe de transmission radiophonique multiple dont un exemple est donné à la page 149 du tome II du *Livre Bleu*.

Dans l'un et l'autre cas, les circuits radiophoniques constitutifs peuvent être réalisés, soit selon la technique dite « à fréquences acoustiques » paragraphes a, c, d de l'Avis J.22, pages 365 à 367 du tome III du *Livre Bleu*, soit selon la technique dite « à courants porteurs » en empruntant les voies de systèmes téléphoniques à courants porteurs, paragraphe b) de l'Avis J.22.

Dans l'annexe 1 à l'ancienne Question 9/XV (page 575 du tome III du *Livre Bleu*), l'Administration de la République fédérale d'Allemagne fait justement remarquer qu'une voie radiophonique

établie sur le circuit fictif de référence pour systèmes téléphoniques présente une puissance psophométrique trop grande de 11,6 dB et un affaiblissement diaphonique trop petit de 16 dB, ce qui rend indispensable l'utilisation de dispositifs spéciaux pour remédier à ces déficiences, comme par exemple des compresseurs-extenseurs, des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation, ou la combinaison de ces deux dispositifs.

Bien qu'habituellement plus difficiles à chiffrer, des écarts du même ordre sont couramment constatés sur les circuits de la technique dite à fréquences acoustiques et la solution à adopter pour améliorer la qualité de transmission devrait, pour des raisons d'ordre pratique et économique, être identique qu'il s'agisse de circuits à courants porteurs ou à fréquences acoustiques.

Le rôle des compresseurs-extenseurs étant de protéger les transmissions radiophoniques contre les perturbations parasites prenant naissance à l'intérieur des circuits radiophoniques, il y a tout intérêt à se prémunir contre ces perturbations sur la plus grande longueur possible de la liaison (simple ou multiple) et à placer les compresseurs-extenseurs le plus près possible des extrémités; pratiquement, c'est aux extrémités de la « ligne radiophonique internationale » qu'ils devront être installés, sauf accords particuliers entre l'organisme de radiodiffusion et l'administration téléphonique d'un même pays.

On peut estimer d'autre part, bien que l'expérience acquise en cette matière soit insuffisante, qu'un nombre trop élevé de couples de compresseurs-extenseurs utilisés simultanément sur une même liaison radiophonique, risque de provoquer une détérioration inadmissible de la transmission.

Compte tenu de ces remarques, l'Administration française estime que l'on devrait s'efforcer de n'admettre, qu'un, voire deux couples au maximum de compresseurs-extenseurs sur une même liaison radiophonique. Cette limitation impose que ces compresseurs-extenseurs soient facilement mis en place ou éliminés, ce qu'il est aisé d'obtenir en les insérant en des points où le signal transmis est compris dans la bande des fréquences musicales.

A titre d'exemple:

a) dans le cas de la figure 108, page 353 du tome III du *Livre Bleu*, le compresseur serait installé à la station de répéteurs d'Edimbourg et l'extenseur à la station de répéteurs de Mestre; tous les compresseurs ou extenseurs existant éventuellement à Londres, Paris, Lyon, Turin ou Milan seraient éliminés.

b) dans le cas du réseau de transmission représenté à la page 149 du tome II du *Livre Bleu*, le compresseur serait installé à la station de répéteurs de Londres, et un extenseur serait installé dans chacune des stations de répéteurs de Copenhague, Hambourg, Stockholm, Varsovie, Vienne et d'autre part à l'entrée des circuits (après la dérivation) alimentant les émetteurs de Bruxelles et de Berlin.

En conséquence, l'Administration française des postes et télécommmunications estime que le « compresseur-extenseur pour transmission radiophonique dans la bande des fréquences musicales éventuellement associé à un système de préaccentuation et de désaccentuation » devrait faire l'objet d'un Avis.

L'Administration des P. et T. pense d'ailleurs que les avantages procurés par les réseaux de préaccentuation et de désaccentuation devraient s'ajouter à ceux des compresseurs-extenseurs en vue de l'amélioration du rapport signal/bruit, et qu'il y a lieu de prévoir l'utilisation de ces réseaux séparément ou conjointement avec les compresseurs-extenseurs. Le point d'insertion dans le circuit de transmission devrait cependant être tel que l'un ou l'autre des dispositifs puisse être mis en place ou retiré facilement à la demande des administrations intéressées.

PROJET DE CARACTÉRISTIQUES DES COMPRESSEURS-EXTENSEURS UTILISÉS POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES DANS LA BANDE DES FRÉQUENCES MUSICALES

1. *Définition et valeur du « niveau inchangé »*

Le niveau inchangé est le niveau absolu, en un point de niveau relatif zéro de la ligne située entre le compresseur et l'extenseur, d'un signal à 800 Hz qui reste inchangé, que le circuit soit exploité avec le compresseur ou non.

Afin de faciliter l'interconnexion, le niveau relatif à l'entrée du compresseur et à la sortie de l'extenseur est fixé à la même valeur qu'à la sortie des amplificateurs de la liaison radiophonique internationale, c'est à-dire + 0,7 Nm ou +6 dBm (Avis J.13, p. 354 du tome III du *Livre Bleu*).

2. *Taux de compression et d'extension*

a) *Définition et valeur nominale du taux de compression*

Le taux de compression d'un compresseur est défini par le rapport:

$$\alpha = \frac{n_e - n_{e0}}{n_s - n_{s0}}$$

où n_e est le niveau à l'entrée
n_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à +0,7 Nm ou 6 dBm
n_s est le niveau à la sortie
n_{s0} est le niveau à la sortie qui correspond à un niveau à l'entrée de n_{e0}.

La valeur préférée de α est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles, à condition que l'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre +10°C et +40°C.

b) *Définition et valeur nominale du taux d'extension*

Le taux d'extension d'un extenseur est défini par le rapport

$$\beta = \frac{n'_s - n'_{s0}}{n'_e - n'_{e0}}$$

où n'_e est le niveau à l'entrée,
n'_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à +0,7 Nm (+6 dBm),
n'_s est le niveau à la sortie,
n'_{s0} est le niveau à la sortie qui correspond à un niveau à l'entrée de n'_{e0}.

La valeur préférée de β est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles à condition qu'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre +10°C et +40°C.

3. *Variation du gain composite du compresseur*

Le niveau à la sortie du compresseur, mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau d'entrée de +0,7 Nm ou +6 dBm, ne devrait pas varier de plus de ±2,5 cNp ou 0,2 dB par rapport à sa valeur nominale pour une température comprise entre +10°C et +40°C et une variation de la tension d'alimentation de ±5% par rapport à sa valeur nominale.

4. *Variation du gain composite de l'extenseur*

Le niveau à la sortie de l'extenseur mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau d'entrée de +0,7 Nm ou 6 dBm, ne devrait pas varier de plus de ±5cNp ou 0,4 dB par rapport à sa valeur nominale pour une température comprise entre +10°C et +40°C et une variation de la tension d'alimentation de ±5% par rapport à sa valeur nominale.

5. *Tolérance sur les niveaux de sortie de l'ensemble compresseur-extenseur d'un même sens de transmission d'un circuit radiophonique*

(Le compresseur et l'extenseur sont d'une même fabrication; il n'est pas donné provisoirement de caractéristiques pour le compresseur seul ou l'extenseur seul.)

Le compresseur et l'extenseur sont connectés en cascade. Un affaiblissement (ou gain) est inséré entre la sortie du compresseur et l'entrée de l'extenseur; il est égal à l'affaiblissement (ou au gain) nominal entre ces points dans le circuit réel sur lequel ils seront utilisés. La figure 1 représente, en fonction du niveau du signal à 800 Hz à l'entrée du compresseur N_e, les limites admissibles de la

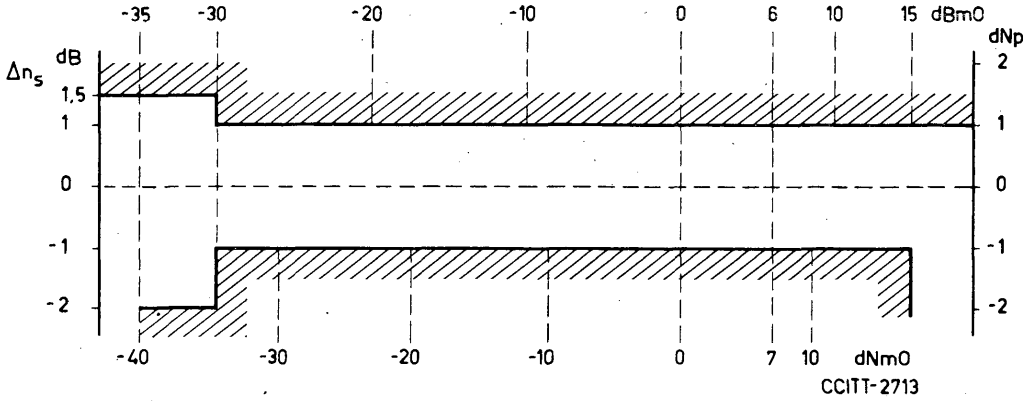


FIGURE 1. — N_e = **niveau à l'entrée du compresseur**

différence Δn_s entre le niveau à la sortie de l'extenseur et le niveau à l'entrée du compresseur toutes deux exprimées en Nm ou dBm. (Des valeurs positives montrent que le niveau de sortie de l'extenseur dépasse le niveau d'entrée du compresseur.)

Ces limites doivent être observées pour toutes les combinaisons de température du compresseur et de l'extenseur entre +10°C et +40°C.

6. *Impédances nominales et affaiblissement d'adaptation*

Les impédances nominales du compresseur et de l'extenseur devraient être égales à 600 ohms (résistance pure).

L'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale à l'entrée et à la sortie du compresseur et de l'extenseur, ne devrait pas être inférieur à

23 dNp (20 dB) entre 200 et 6400 Hz
12 dNp ou 10 dB entre 50 et 200 Hz
16 dNp ou 14 dB entre 6400 et 10 000 Hz

et pour un niveau quelconque compris entre +1,75 et −4,0 Nm (ou +15 et −35 dBm) à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur.

7. *Caractéristiques de fonctionnement aux différentes fréquences*

a) *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande bloqué*

On considère le circuit de commande comme bloqué quand le courant (ou la tension) de commande, obtenu en redressant le signal, est remplacé par un courant (ou tension) continu provenant d'une source extérieure. Pour l'application de cette clause, la valeur de ce courant (ou de cette tension) doit être égale à la valeur du courant ou de la tension de commande que l'on obtient quand le niveau du signal d'entrée est de 0,7 Nm ou 6 dBm à 800 Hz.

Pour le compresseur et pour l'extenseur pris séparément, les variations d'équivalent en fonction de la fréquence doivent être comprises dans les limites d'un gabarit qui peut être déduit du gabarit, figure 110 de l'Avis J.21 page 360 du tome III du *Livre Bleu*, en divisant par 4 les tolérances indiquées, la mesure étant faite avec un signal d'entrée correspondant au niveau +0,7 Nm ou 6 dBm.

Ces limites doivent être respectées pour toute température comprise entre +10°C et +40°C.

b) *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande en fonctionnement normal*

Le gabarit donné ci-dessus doit être tenu pour le compresseur quand le circuit de commande est en fonctionnement normal, la mesure étant faite avec un niveau d'entrée constant correspondant au niveau de 0,7 Nm ou 6 dBm.

Pour l'extenseur, dans les mêmes conditions de mesure, on appliquera le gabarit de la figure 110 de l'Avis J.21 en divisant par 2 les tolérances indiquées.

8. *Distorsion de non-linéarité*

Le cœfficient de distorsion harmonique, mesuré avec une onde sinusoïdale au niveau +0,7 Nm ou 6 dBm, devrait être compris dans les limites ci-dessous pour les gammes de fréquences définies:

de 50 à 100 Hz: $\leq$ 2%.
de 100 à 7500 Hz: $\leq$ 0,5%
de 7500 à 10000 Hz: $\leq$ 3%

Il conviendrait de prévoir également une mesure d'intermodulation suivant des conditions de niveaux et de fréquences à spécifier.

9. *Tensions parasites*

La valeur efficace de la source de toutes les tensions parasites, mesurée en un point de niveau relatif zéro, l'entrée et la sortie étant fermées sur des résistances de 600 ohms, devra être inférieure ou égale aux valeurs suivantes:

à la sortie du compresseur: —40 dBm (non pondéré);
à la sortie de l'extenseur: —61 dBm p (pondéré).

10. *Temps d'établissement et de retour au repos*

Pour la définition des temps d'établissement et de retour au repos du compresseur il est proposé de prendre 1,4 Np ou 12 dB comme valeur de la variation brusque de niveau à l'entrée du compresseur, les valeurs réelles proposées étant les variations de —1,0 Nm ou —8,5 dBm à +0,4 Nm ou 3,5 dBm pour la mesure du temps d'établissement, et de +0,4 Nm ou 3,5 dBm à —1,0 Nm ou —8,5 dBm pour la mesure du temps de retour au repos; ces niveaux sont rapportés au point de niveau relatif zéro. Le temps d'établissement sera alors défini comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 1,5 fois sa valeur en régime permanent. Le temps de retour au repos sera défini comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 0,75 fois sa valeur en régime permanent.

Les valeurs proposées devraient être les suivantes:

$\leq$ 10 ms pour l'établissement;
$\leq$ 35 ms pour le retour au repos.

On propose comme méthode de mesure des temps mentionnés ci-dessus une méthode de mesure directe. La fréquence de mesure reste à définir.

ANNEXE 7
(à la Question 7/XV)

Mesures effectuées sur des compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques

(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

Mesures de liaisons internationales pour transmissions radiophoniques

Le 7 septembre 1967, des mesures ont été effectuées sur deux liaisons internationales pour transmissions radiophoniques au Centre international de transmissions radiophoniques de Francfort-sur-le-Main. Les liaisons ont été établies sur les circuits internationaux pour transmissions radiophoniques suivants, qui ont été connectés en tandem, comme il est expliqué sur la figure 1:

Sens de transmission 1		*Sens de transmission 2*	
Francfort s/M-Zurich	R1	Francfort s/M-Vienne	R1
Zurich-Vienne	R2	Vienne-Zurich	R2
Vienne-Francfort s/M	R1	Zurich-Francfort s/M	R1

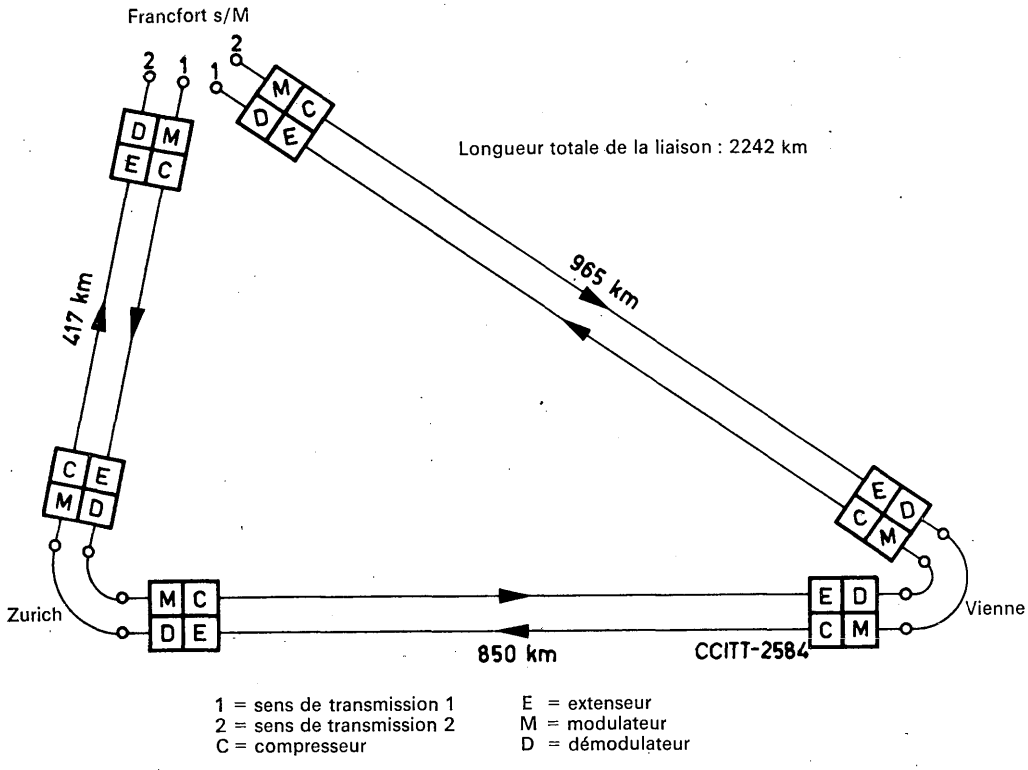


FIGURE 1. — **Boucle utilisée pour les mesures**

Trois circuits internationaux pour transmissions radiophoniques, munis de compresseurs-extenseurs et connectés en tandem

Tous ces circuits internationaux pour transmissions radiophoniques sont établis sur des systèmes à courants porteurs munis de compresseurs-extenseurs avec une position de fréquence porteuse conforme aux indications données à la page 571 du *Livre Bleu*, tome III. Les interconnexions nécessaires, à Zurich et à Vienne, ont été faites dans la position normale aux fréquences acoustiques. Pour ce qui est de la constitution et de la longueur totale, les deux liaisons étaient semblables aux circuits fictifs de référence composés de trois sections de modulation (voir le *Livre Bleu*, tome III, page 359, figure 109). Ces mesures ont été exécutées essentiellement pour vérifier si une liaison comportant plusieurs compresseurs-extenseurs connectés en tandem peut répondre aux exigences actuelles en matière de qualité de transmission définies par le C.C.I.T.T. Le fait que les mesures aient pu être effectuées sur deux liaisons établies de la même façon donne encore plus de valeur aux résultats probants obtenus. Il convient d'observer que ces mesures n'ont été précédées d'aucune sorte de réglage.

Résultats

1. *Distorsion d'affaiblissement*

La figure 2 représente le niveau de sortie en fonction de la fréquence pour les deux sens de transmission par rapport à la valeur mesurée à 800 Hz. Les écarts constatés dans la bande de fréquences de 50 à 10 000 Hz n'ont pas dépassé $\pm$0,9 dB ($\pm$0,1 Np).

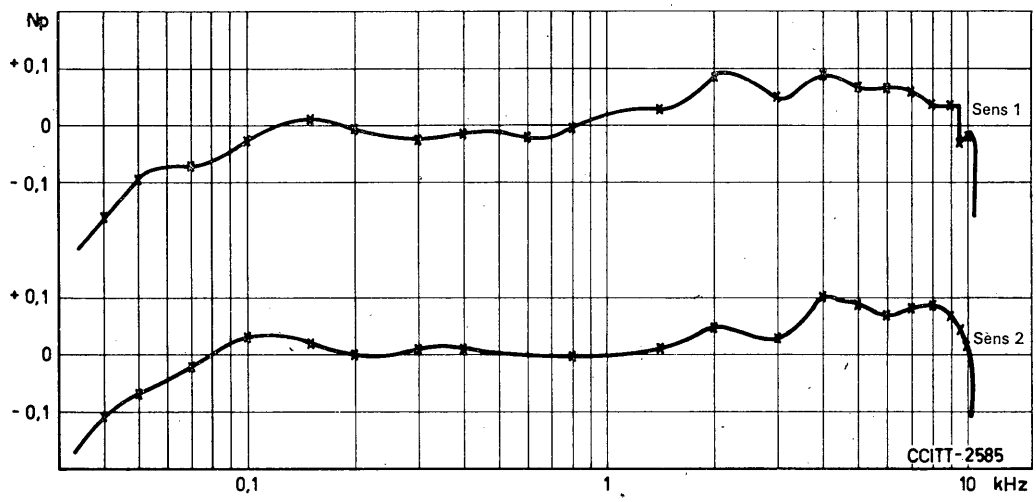


FIGURE 2. — **Variation du niveau de sortie en fonction de la fréquence par rapport à la valeur à 0,8 kHz**

2. *Distorsion de non-linéarité*

Les valeurs suivantes ont été obtenues avec des fréquences fondamentales dont les niveaux à l'émission sont équivalents au niveau maximum de +9 dBm0 pour les transmissions radiophoniques.

Coefficient de distorsion	Fréquences fondamentales	Valeurs mesurées Sens 1	Sens 2
k_2	90 Hz	0,85%	1,0% [a]
k_3	60 Hz	0,80%	0,8% [a]
k_2	800 Hz	0,22%	0,21%
k_3	533 Hz	0,25%	0,58%
d_2	5600/7200 Hz	0,1%	0,1%
d_3	4200/6800 Hz	0,54%	1,4%

[a] Ces valeurs comprennent la modulation due au ronflement.

3. *Bruit*

Les valeurs moyennes ci-dessous des niveaux du bruit non pondéré et de la puissance psophométrique, ont été mesurées au cours de l'heure chargée:

	Sens 1	*Sens 2*
Bruit non pondéré	−55 dBm0	−60 dBm0
Bruit pondéré	−53,5 dBm0	−55 dBm0

Le niveau de bruit pondéré de −48 dBm0 recommandé pour le circuit de référence n'a été dépassé dans aucun des deux sens de transmission.

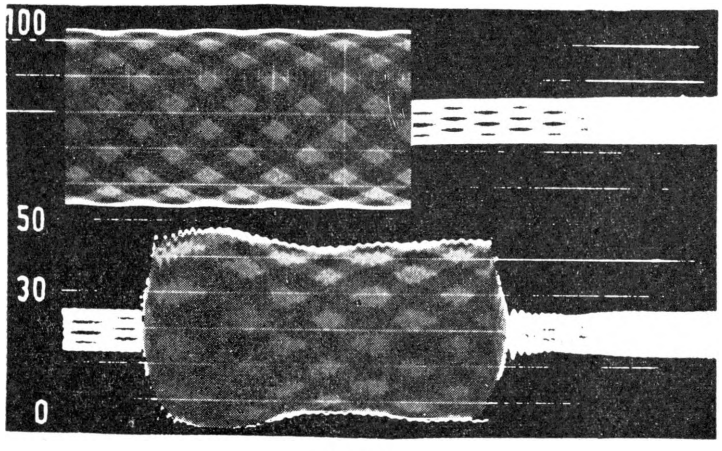
4. *Distorsion de la gamme dynamique*

Une variation du niveau de 40 dB, c'est-à-dire de −31 dBm0 à +9 dBm0 à l'entrée, a donné lieu aux variations suivantes à la sortie:

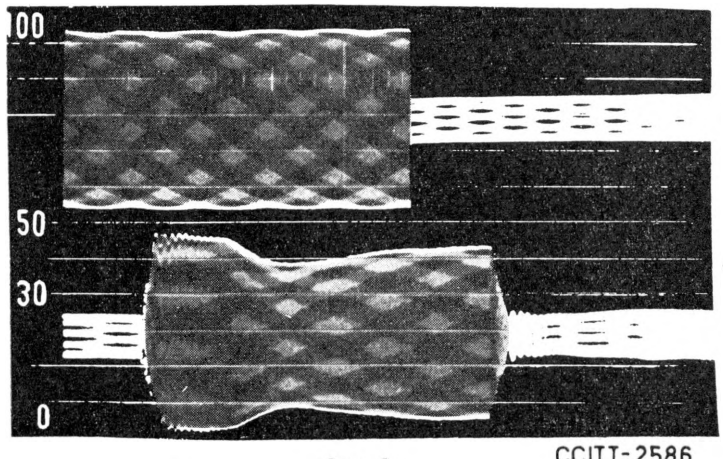
40,6 dB dans le sens 1, et
39,0 dB dans le sens 2.

5. Comportement dynamique

Le niveau d'une tonalité à 5 kHz a été commuté périodiquement entre —12 dBm0 et 0 dBm0 (voir *Livre Bleu*, tome III, page 573). Il s'agit là de conditions particulièrement dures, des variations aussi brusques ne se produisant pas dans les transmissions radiophoniques de musique. Chaque niveau a été transmis pendant 50 ms. La figure 3 montre les oscillogrammes d'entrée et de sortie dans les deux sens. L'oscillographe fonctionnait en position « hachée ». Lorsque les signaux ont emprunté trois circuits munis de compresseurs-extenseurs, les variations de niveau indiquées par l'oscillogramme pendant les 20 à 30 ms qui suivent le brusque changement de niveau jusqu'au moment où le régime permanent est atteint sont inaudibles car elles sont déjà terminées avant la fin de la période transitoire de l'oreille humaine. Comme on le sait, pendant cette période transitoire, l'aptitude de l'oreille humaine à différencier les niveaux d'amplitude est plus ou moins affaiblie par l'effet du brusque changement de niveau antérieur. De ce fait, l'Administration allemande ne voit pas d'inconvénient à connecter trois compresseurs-extenseurs en tandem.



Sens 1



Sens 2

CCITT-2586

FIGURE 3. — **Réponses à de brusques variations de niveau de —1,4 Nm0 à 0 Nm0**

6. *Résumé*

Les résultats de ces essais confirment que trois circuits internationaux pour transmissions radiophoniques sur des systèmes à courants porteurs munis de compresseurs-extenseurs, et connectés en tandem, répondent aux exigences formulées par le C.C.I.T.T. en matière de qualité de transmission Si nous considérons que l'expérience acquise à ce jour permettra d'améliorer encore les caractéristiques des compresseurs-extenseurs, il paraît possible d'élaborer des Avis portant sur les caractéristiques et l'utilisation des compresseurs-extenseurs afin d'assurer que les exigences en matière de bruit seront également respectées dans le cas de circuits internationaux pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs.

Question 8/XV — Interconnexion de circuits pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire de base

(question nouvelle)

Considérant qu'un certain nombre d'administrations envisagent d'interconnecter des circuits pour transmissions radiophoniques dans la bande de fréquences qu'ils occupent dans le groupe primaire de base,

Quel procédé convient-il de recommander pour appliquer cette méthode d'interconnexion?

Il conviendrait d'étudier tout particulièrement les points suivants:

a) Positions de fréquence aux points d'interconnexion

1. dans le cas d'une transmission radiophonique monophonique avec largeur de bande nominale de 10 kHz, ou de 15 kHz (Question 1/XV);
2. dans le cas d'une transmission radiophonique stéréophonique (Question 2/XV);

b) Niveau relatif du signal radiophonique au point d'interconnexion;

c) Impédance nominale et conditions de commutation;

d) Transfert d'une onde pilote éventuelle pour transmission radiophonique, fréquence et niveau de cette onde pilote;

e) Caractéristiques des filtres de transfert.

Remarque 1. — En particulier si cette méthode est appliquée, on peut éviter l'insertion en tandem de plusieurs compresseurs-extenseurs à haute fréquence et d'un ensemble démodulateur-modulateur lorsque les transmissions radiophoniques empruntent plusieurs liaisons en groupe primaire en tandem.

Remarque 2. — Les avantages essentiels de cette méthode sont:

1. réduction de la distorsion de non-linéarité due aux équipements à fréquences acoustiques;
2. réduction du bruit de modulation.

Question 9/XV — Amélioration de l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission

Aux fins de l'établissement de spécifications pour les équipements, il serait nécessaire de diviser l'objectif total indiqué au paragraphe b de la section D de l'Avis G.151 pour la diaphonie entre les deux sens de transmission d'un circuit. Des recommandations provisoires ont été formulées dans l'Avis G.232 pour les équipements de modulation de voie (et les câblages entre ces équipements et les répartiteurs) qui doivent être utilisés avec un circuit ordinaire de type téléphonique et pour un circuit susceptible d'être compris entre des suppresseurs d'écho. Ces recommandations doivent être revisées et complétées.

a) Faut-il apporter des modifications aux valeurs d'écart diaphonique provisoirement spécifiées pour les équipements normaux de modulation de voie (et les câblages entre ces équipements et les répartiteurs) afin de respecter les recommandations de l'alinéa D.b.1 de l'Avis G.151?

Les annexes 1 et 2 donnent certaines opinions à ce sujet.

b) En prévision des besoins futurs, la Commission d'études XVI a indiqué qu'il était nécessaire de fixer à 60 dB l'écart diaphonique pour un circuit compris entre deux suppresseurs d'écho (voir annexe 3). Cette valeur correspond aux conditions fixées pour les circuits associés à des concentrateurs de communications. Faut-il, dans ce cas, apporter des modifications aux valeurs correspondantes de l'écart diaphonique pour les équipements de modulation de voie et leur câblage?

c) Quelles valeurs peut-on spécifier pour l'écart diaphonique en ce qui concerne les autres éléments constitutifs d'un circuit (non compris les équipements de commutation) tels que:

— les étages supérieurs d'un équipement multiplex à modulation par répartition en fréquence et leur câblage,

— les liaisons en ligne?

d) Peut-on établir une subdivision entre les équipements de modulation de voie et leur câblage dans la station entre les équipements et les répartiteurs, pour les deux cas étudiés en a et b?

Remarque 1. — On doit considérer un circuit comme composé de trois « sections de circuit »; dans chaque section, il y a un couple d'équipements de modulation et de démodulation de voie. Pour plus de détails, voir l'annexe 3.

Remarque 2. — En répondant à la partie c, il peut être utile de tenir compte des conditions indiquées dans l'Avis J.21 pour les circuits pour transmissions radiophoniques.

Remarque 3. — Les résultats de l'étude de la Question 22/XV et de la Question 33/XV pourront avoir une influence sur l'étude de la présente question.

ANNEXE 1
(à la Question 9/XV)

Diaphonie entre les deux sens de transmission
(Contribution de L M Ericsson)

a) A la réunion de Lisbonne, la Commission XV a proposé, à titre provisoire et sous réserve de réexamen, certaines valeurs pour la spécification de la diaphonie entre les deux sens de transmission mesurée dans l'étage de *modulation de voie*.

Ayant examiné ces valeurs, nous avons trouvé qu'elles sont insuffisantes pour satisfaire aux objectifs de l'ancien Avis H.13, paragraphe e, (tome III du *Livre Bleu*). Puisqu'il est actuellement admis que les valeurs données dans cet Avis pour la télégraphie devraient être l'objectif général pour tous les circuits constitués avec des équipements modernes (voir les Avis G.151, paragraphe D.b.2 et M.61, paragraphe 5), les spécifications pour les étages de modulation devraient être établies avec cet objectif en vue.

La contribution à la diaphonie provenant des étages de modulation supérieurs reste à fixer mais, même si l'on suppose que cette contribution est négligeable, les valeurs proposées sont encore insuffisantes. Tous les circuits fictifs de référence comportent trois modulations de la voie au groupe primaire, et trois démodulations correspondantes. Si l'on fait les calculs en admettant que les diverses contributions à la diaphonie s'ajoutent en puissance, les valeurs $X = 50$ et $A = 44$ conduisent

à un écart diaphonique global entre les deux sens de transmission de 38,2 dB. On pourrait objecter que les valeurs données sont des limites de spécification plutôt que des objectifs pour les projets de construction de sorte qu'on pourrait s'attendre à ce que les valeurs moyennes soient meilleures. Toutefois, ceci est compensé par le fait que l'on a calculé selon l'addition en puissance, alors qu'en réalité les diverses contributions changent de phase du fait que les différents maîtres-oscillateurs ne sont pas synchrones, si bien que quelque chose de très semblable à l'addition en tension peut se produire de temps en temps. Il peut en résulter une dégradation de plus de 7 dB dans le cas considéré plus haut.

Nous proposons donc que, pour le cas général (sans suppresseurs d'écho ni concentrateurs de communications), les limites minimales de spécification pour *X* et pour *A* soient fixées à *53 dB*. Ceci laisse une marge faible, mais raisonnable, pour les contributions provenant d'autres étages de modulation.

Nous laissons de côté, sans aucun commentaire, le cas des valeurs proposées dans l'hypothèse où l'on emploie des suppresseurs d'écho ou des concentrateurs de communications.

b) Pour ce qui est *des étages de modulation supérieurs*, nous signalerons les points suivants qui peuvent présenter de l'intérêt pour la poursuite des études.

Si l'on accepte la valeur de 53 dB susmentionnée, la somme de 6 contributions, dans l'hypothèse de l'addition en puissance, conduit à 45,2 dB. La valeur cible pour un circuit fictif de référence complet étant de 43 dB, comme l'indique l'ancien Avis H.13, paragraphe e, la contribution de l'ensemble des étages de modulation supérieurs peut être de 47,0 dB. Le nombre de ces étages est de 30, dans le circuit fictif de référence de l'Avis G.332 (figure 56), de 36 dans celui de l'Avis G.333 (figure 67) et de 42 dans celui du nouveau système à 60 MHz. Les différences entre les nombres des étages précités ne donnent lieu au maximum qu'à une différence de 1,5 dB dans le résultat. Une valeur convenable pour ce fait seulement serait donc 65 dB, mesurés de l'une ou de l'autre extrémité. Cependant, il nous faut considérer ici le cas des circuits munis de suppresseurs d'écho ou de concentrateurs de communications et majorer cette valeur d'une quantité correspondant à l'augmentation due aux étages de modulation de voie, c'est-à-dire la porter à *77 dB*.

Une telle limite n'est pas très difficile à respecter puisque le câblage des stations ainsi que des baies est normalement fait en câbles coaxiaux qui possèdent une protection inhérente; il paraît donc inutile de formuler des clauses de spécification séparées. En fait, il est fort possible de pousser les choses un peu plus loin, ce qui est d'ailleurs nécessaire si l'on veut faire usage d'une bande de fréquences dans un sens de transmission quand l'autre sens est occupé par un circuit pour transmissions radiophoniques, par exemple dans le cas, prévu à la remarque 2 du paragraphe f de l'Avis J.21, où l'on emploie dans les deux sens des circuits pour transmissions radiophoniques employant la même position dans la bande des fréquences transmises en ligne. Pour ce cas, l'objectif d'écart diaphonique est de 74 dB. Nous avons constaté qu'il n'y a probablement pas de difficulté à satisfaire à cette recommandation pour les circuits établis sur la plupart des types de lignes à haute fréquence à condition que les spécifications exigent, pour l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission, les valeurs suivantes:

équipement de modulation de groupe primaire . . .	80 dB
tous les étages supérieurs	85 dB

c) Dans la pratique, on constatera que toute *ligne à haute fréquence* contribue de façon appréciable, au moins sur certaines fréquences, à la diaphonie entre les deux sens de transmission. Actuellement, en l'absence de tout Avis sur cette question, il serait illusoire d'admettre une qualité supérieure à 74 dB pour une section homogène sur la fréquence la plus défavorisée. Etant donné que l'on doit supposer une connexion aléatoire du trafic aux extrémités d'une section homogène (Avis G.212), l'emploi de la même bande pour deux circuits pour transmissions radiophoniques dans des sens de transmission opposés est généralement possible sans restrictions spéciales sur les répartitions de fréquences. On doit aussi se rappeler que le niveau de bruit doit être vraisemblablement suffisamment élevé pour masquer la diaphonie sur les circuits de plus grande longueur (voir l'annexe 1 à la Question 22/XII étudiée en 1964-1968).

ANNEXE 2
(à la Question 9/XV)

Couplages diaphoniques à l'intérieur d'un groupe primaire mesurés sur des bancs de voies (écart diaphonique entre les deux sens)
(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Les résultats des mesures de couplage paradiaphonique (à l'intérieur d'un groupe primaire) effectuées sur des bancs de voies du type A5 de la Western Electric, une fois installés, sont les suivants. Toutes ces mesures comprennent approximativement 150 mètres de câblage entre bâtis dont la moitié environ est blindée. Avec le montage de mesure représenté sur la figure 1A, l'écart diaphonique entre les points « modulation entrée » et « démodulation sortie » des bancs de voies (point d'entrée et point de sortie à fréquences vocales) était en moyenne de 84,6 dB. La valeur la plus basse observée était 77 dB; la plus élevée 93,9 dB. Ces mesures ont été faites à 1000 Hz. On a également fait des mesures sur d'autres fréquences de la bande passante (aux fréquences vocales) des voies, cependant on n'a observé aucune pointe accusée de couplage.

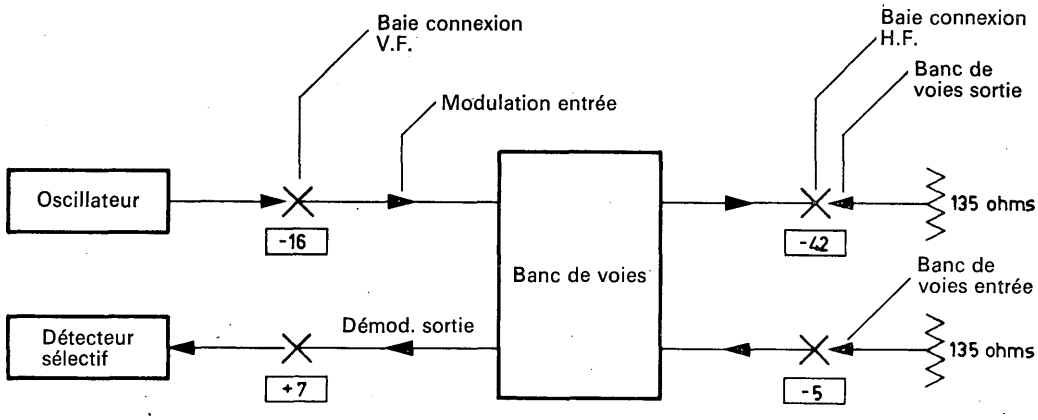


FIGURE 1A

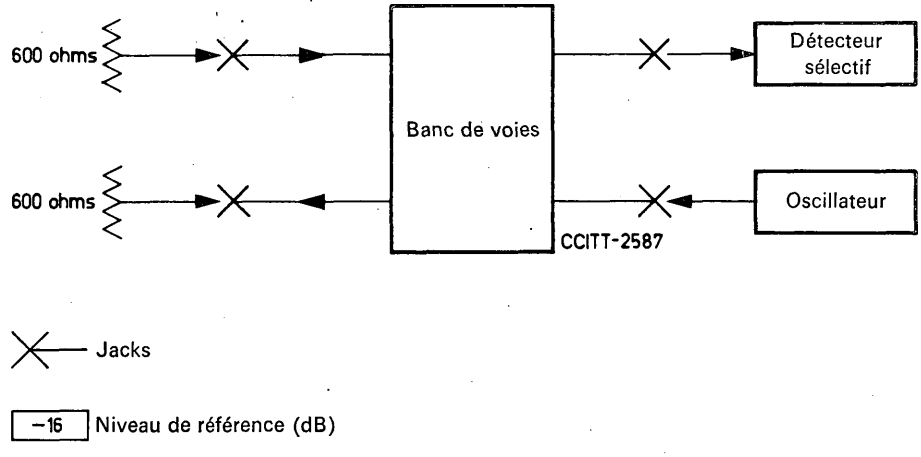


FIGURE 1B

L'affaiblissement diaphonique entre les voies, du côté à fréquence porteuse des bancs, a été également mesuré à l'aide du montage représenté sur la figure 1B. La valeur moyenne de l'affaiblissement diaphonique, mesuré sur la fréquence porteuse correspondant au point à 1 kHz de chaque voie, était de 64,9 dB; son minimum était de 46 dB et son maximum de 78 dB.

Les valeurs de l'affaiblissement diaphonique mesurées en ce point ont varié considérablement avec la fréquence. On a donc aussi, pour chaque voie, fait les mesures sur la fréquence donnant le plus petit affaiblissement diaphonique. La valeur moyenne d'affaiblissement diaphonique mesurée était 61,3 dB. Le plus petit affaiblissement diaphonique mesuré était 46 dB; le plus élevé 69,5 dB.

Toutes ces valeurs sont résumées dans le tableau suivant:

Type de diaphonie	Fréquence	Ecart diaphonique (dB)		
		Moyen	Maximum	Minimum
Point d'entrée à fréquences vocales, à point de sortie à fréquences vocales	1 kHz	84,6	93,9	77
Banc de voies à l'entrée à banc de voie à la sortie	Fréquence correspondant à 1 kHz dans le groupe primaire	64,9	78	46
	Fréquence d'affaiblissement diaphonique minimum dans le groupe primaire	61,3	69,5	46

ANNEXE 3
(à la Question 9/XV)

Commentaires de la Commission d'études XVI sur la revision de l'Avis G.151-D

1. La Commission d'études XV a proposé une valeur minimale de 65 dB pour l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission, aux bornes à fréquences vocales d'un équipement de modulation de voie pouvant fonctionner avec des suppresseurs d'écho modernes, et une valeur minimale de 59 dB pour l'écart diaphonique correspondant aux bornes à haute fréquence.

2. La Commission d'études XI a proposé une valeur minimale de 60 dB pour l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission introduit par un centre téléphonique international.

3. Compte tenu des méthodes employées pour établir des circuits internationaux de grande longueur ayant des temps de propagation assez élevés, on peut dans la pratique avoir une disposition comportant jusqu'à trois couples d'équipement de modulation de voie, c'est-à-dire trois sections de circuit. (On pense qu'il n'existe pas de circuits à temps de propagation élevé ayant une structure plus compliquée que celle qui vient d'être décrite.)

4. Sur un circuit de cette nature, les trajets de diaphonie compris entre les suppresseurs d'écho (et qui, de ce fait, ont tendance à annuler l'action de ces suppresseurs) sont trois trajets à fréquences vocales et trois trajets à haute fréquence. Si l'on admet par hypothèse les écarts limites indiqués au paragraphe 1 ci-dessus, et si l'on admet d'autre part que les signaux d'écho s'additionnent en puissance, on aboutit à la conclusion que la valeur globale de l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission est d'environ 53 dB.

5. Nous noterons que les écarts diaphoniques entre les deux sens de transmission spécifiés par la Commission d'études XV représentent des valeurs limites minimales, et c'est un fait connu qu'il existe une certaine dispersion des écarts diaphoniques introduits en pratique par les équipements. Cela étant, les écarts diaphoniques moyens d'un équipement sont supérieurs aux valeurs limites. En conséquence, on peut raisonnablement s'attendre à ce que l'écart diaphonique calculé au paragraphe 4 ci-dessus soit dépassé dans la pratique.

6. Considérons maintenant l'évolution future, qui verra peut-être l'établissement de communications ayant le temps de propagation maximal admissible, dans lesquelles tous les suppresseurs d'écho intermédiaires auront été mis hors circuit (ou neutralisés). Dans ces conditions, on pourra trouver le schéma de la figure 1.

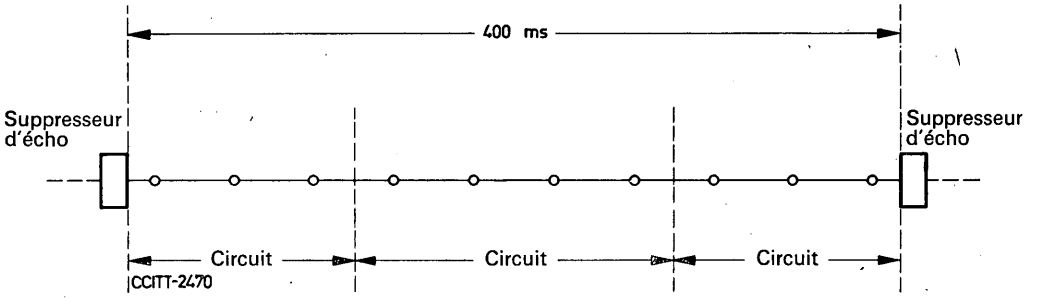


FIGURE 1

Dans ce schéma, les trois circuits sont interconnectés par deux centres internationaux intermédiaires. Le circuit du milieu comporte 3 sections, les deux autres 2 sections chacun. Si l'on admet les valeurs limites appropriées, indiquées aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus, pour les équipements de modulation de voie et pour les centres téléphoniques internationaux, si l'on admet d'autre part la loi d'addition des puissances, on aboutit pour l'écart diaphonique global entre les deux sens de transmission à une valeur de 48 dB, soit un peu moins que les 55 dB qui sont requis entre les suppresseurs.

Si l'on pouvait obtenir un écart diaphonique de 60 dB pour chaque *circuit* et chaque centre, on aurait une valeur globale de 53 dB, laquelle serait acceptable si l'on tient compte du fait que tout ce raisonnement repose sur une combinaison défavorable de conditions limites.

7. En conclusion:

a) la limite de 55 dB pour les circuits est acceptable à titre provisoire, mais elle ne serait pas satisfaisante dans l'avenir. Il est proposé une limite de 60 dB;

b) il convient de demander à la Commission d'études XV de réexaminer le problème en fonction de l'évolution future, par exemple: les valeurs minimales pourraient-elles être améliorées de 6 dB?

Question 10/XV — Spécification plus complète des suppresseurs d'écho; nouvelles méthodes de réduction des échos

(suite de la Question 10/XV étudiée en 1964-1968)

a) Considérant que le nouvel Avis G.161 (tome III du *Livre Blanc*) donne les caractéristiques des suppresseurs d'écho convenant à l'emploi sur des circuits à temps de propagation court ou long, ainsi que des dispositifs de neutralisation dont ces suppresseurs d'écho doivent être munis et contient d'autre part certaines dispositions provisoires tout en laissant quelques points à l'étude:

TOME III — Questions 9/XV, p. 6 ; 10/XV, p. 1

quelles valeurs convient-il de recommander pour les divers points (énumérés dans l'annexe à la présente question) pour lesquels l'Avis G.161 ne donne que des indications provisoires et quels autres points convient-il de spécifier?

b) Considérant que l'on imaginera peut-être un jour des moyens de réduction des échos d'un type nouveau ou amélioré (y compris les compensateurs d'écho adaptables) capables de fournir un meilleur service aux abonnés reliés par des circuits sur lesquels de tels moyens seront employés:

1. quels dispositifs de type nouveau ou amélioré et quelles méthodes de réduction des échos convient-il de recommander? (voir aussi la Question 6/XII, partie d);

2. quelles caractéristiques du trajet d'écho (tel qu'il est défini dans la figure 2 de la section A de l'Avis G.161, tome III du *Livre Blanc*) faut-il connaître pour permettre de spécifier de nouveaux dispositifs de réduction des échos?

Remarque. — Pour étudier les compensateurs d'écho adaptables, il est important de disposer de données sur la variabilité en fonction du temps et sur la non-linéarité. La Commission XVI est priée de collaborer à cette étude en recueillant de telles données. La Commission XV fournira des renseignements plus précis sur les paramètres, caractérisant la non-linéarité et la variabilité en fonction du temps, à déterminer.

BIBLIOGRAPHIE SUR LES COMPENSATEURS D'ÉCHO ADAPTABLES

[1] THIES, A. W. et ZMOOD, R. B.: New ways of echo suppression, *Australian Telecomm. Research*, Volume 1, nº 1, novembre 1967.

[2] POTTER, J. B.: The adaptive equalization of communications systems. Particularly those using waveform criteria. Sera publié dans: *Proc. I.R.E.E.* (Aust.)

[3] MUIRA, AKRIA, SATO, RIKIO ET NAGATA, KUNIICHI: Subjective evaluation of delay and echo suppressors in telephone communication (résumé dans *Journal of the Acoustical Society of America*, 40 (5), novembre 1966, p. 1255).

[4] SONDHI, M. M.: An adaptive echo canceller, *Bell System Technical Journal*, 46 (3), mars 1967, pages 497-511.

ANNEXE
(à la Question 10/XV)

Récapitulation des recommandations provisoires et des points à étudier

1. Quelles valeurs convient-il de recommander pour les caractéristiques de transmission dont des spécifications provisoires figurent dans l'Avis G.161, section B, paragraphe c.1? (Voir le tableau A.)

2. Quelles caractéristiques convient-il de recommander pour l'action de garde des dispositifs de neutralisation? (Voir l'Avis G.161, section C, paragraphe c.)

3. Quelles caractéristiques convient-il de recommander pour la bande de maintien des dispositifs de neutralisation, afin d'assurer la libération en présence du niveau maximal du bruit de circuit prévu? (Voir l'Avis G.161, section C, paragraphe d.)

4. Quelles spécifications convient-il de recommander pour les temps de remise en route des dispositifs de neutralisation? (Voir l'Avis G.161, section C, paragraphe f.)

5. Quelles méthodes convient-il de recommander pour l'essai des dispositifs de neutralisation? (Voir l'Avis G.161, section C, paragraphe h.)

TABLEAU A

Limites proposées par diverses organisations pour la qualité de transmission des suppresseurs d'écho

(Température comprise entre +10 et +40° C; tension d'alimentation comprise entre les limites admises)	G.T. et E/COMSAT	A.T. & T.	R. F. d'Allemagne	Royaume-Uni	France	C.E. XI (pour équipements de commutation)
Affaiblissement d'insertion (dB) Voies émission et réception Suppresseur au repos Mesure à 800 (ou 1000) Hz	0 ± 0,3	0 ± 0,1	0 ± 0,3	Réglable à 0 ± 0,125	± 0,3	
Caractéristique de fréquence Ecart par rapport à l'affaiblissement (dB) à 800 (ou 1000) Hz	+0,3, −0,2 (300-3400 Hz)	+0,5 −0,2 300-3200 / +1,0 −0,5 200-3400	+0,3, −0,2 300-3400	±0,25 300-4000 +0,2, −0,9 à 200	+0,3 −0,2	+0,5 −0,2 300-400 / +0,3 −0,2 400-3400
Distorsion de phase Distorsion de temps de propagation de groupe (μs) entre deux fréquences données (Hz)	100 (500-3000)	14 (1000-2400) / 30 (500-3200)	100 (500-3000)		150	100 (500-3000) (resserrement proposé ?)
Impédance — Impédance nominale (ohms) — Affaiblissement d'adaptation (dB à ... Hz) — Déséquilibre par rapport à la terre (dB à ... Hz)	600 ohms (n.r.) 20 (300-3400 Hz) 40 (300-3400 Hz)	600 ohms (n.r.) 25 (500-2500) 16 (200-500, 2500-3200) 56	600 ohms (n.r.) 20 (300-3400) 40 (300-3400)	600 ohms (n.r.) 20 (200-4000) 50	600 ohms (n.r.) 20 40	600 ohms (n.r.) 15 300-600 20 600-3400 40 300-600 46 600-3400
Surcharge Accroissement de l'affaiblissement en dB, par rapport à l'affaiblissement pour un niveau d'entrée de 0 dBm0, pour le niveau d'entrée indiqué (dBm0)		0,2 à +10				0,2 à +3,5
Distorsion harmonique Puissance totale de distorsion (dBm0), par rapport à un signal d'entrée sinusoïdal à 800 (ou 1000) Hz de niveau 0 dBm0	−40	−30	−34	−35 à 0 −28 à +7	2%	
Intermodulation Avis G.162, section B, paragraphe e.2, si l'affaiblissement à la réception varie au rythme des syllabes		Non disp.	−26	Non disp.		−6 dBm0(f_1, f_2) 40 ($2f$-f)

(Température comprise entre +10 et +40° C; tension d'alimentation comprise entre les limites admises)	G.T. et E/COMSAT	A.T. & T.	R. F. d'Allemagne	Royaume-Uni	France	C.E. XI (pour équipements de commutation)
Réponse transitoire Avis G.162, section B, paragraphe g, si l'affaiblissement à la réception varie au rythme des syllabes		Non disp.		Non disp.		
Bruit						
Valeur moyenne au cours dBm0p	−70	−77	−70	−70	−70	—
d'une heure quelconque dBm0	−40	—	—	—	—	−50
Diaphonie Affaiblissement diaphonique émission-réception (dB)	70	65 pour perturbation < +10 dBm0	70 (300-3400 Hz)	60 même supp. 95 entre supp.	70	50 (60 envisagé)
Réponses parasites Zéro à crête (dBV0) dans la bande filtrée Non audible au milieu du bruit normal de −50 dBm0p	−34 (500-3400 Hz)			Non spécif.	−34	

Question 11/XV — Protection des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire contre les signaux à large spectre; régulateurs associés à ces ondes pilotes

(question nouvelle)

Les diverses ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire peuvent être utilisées (Avis G.241) lorsque la liaison en groupe primaire ou en groupe secondaire transmet des signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.) occupant la plus grande partie de la bande de fréquences de cette liaison.

Il convient d'étudier simultanément et corrélativement les points a, b et c ci-après:

a) Quelles sont les caractéristiques à recommander pour les régulateurs de groupe primaire et de groupe secondaire?

En particulier, quelle doit être leur sensibilité à des signaux perturbateurs, permanents ou transitoires, tels que les composantes d'un signal de données ou de fac-similé à large spectre qui tombent au voisinage de l'onde pilote?

Remarque. — Le fonctionnement d'un régulateur commandé par onde pilote, en présence de signaux non désirés, dépend d'une façon compliquée des caractéristiques du filtre de sélection, de la loi de détection et de la constante de temps du régulateur; on devra tenir compte de tous ces facteurs en étudiant l'effet des signaux non désirés.

b) Quelle limitation doit-on imposer au spectre d'énergie des composantes du signal à large spectre qui se trouvent au voisinage de l'onde pilote de régulation?

Remarque. — Une proposition provisoire au sujet du point b figure dans l'Avis G.241, f.1.

c) Quelles sont les caractéristiques de temps de propagation de groupe à recommander pour un filtre coupe-bande qui garantirait que les conditions du point b sont remplies tout en perturbant aussi peu que possible le signal à large spectre?

Remarque. — On devrait étudier trois cas:

1. Quand une liaison en groupe primaire est utilisée pour la transmission à large bande — perturbation produite par le signal à large spectre sur le régulateur de groupe primaire de la même liaison en groupe primaire;
2. Quand un groupe primaire est transmis dans un groupe secondaire, — dans la position occupée par une onde pilote de groupe secondaire — perturbation produite par le signal à large spectre, transmis sur la liaison en groupe primaire, sur le régulateur de groupe secondaire;
3. Quand une liaison en groupe secondaire est utilisée pour une transmission à large bande — perturbation produite par le signal à large spectre sur le régulateur de groupe secondaire de la même liaison en groupe primaire.

Remarque générale. — Cette question est en rapport étroit avec la Question 15/XV, relative à la spécification des régulateurs.

Question 12/XV — Protection des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire dans divers cas de transfert

(question nouvelle)

Dans divers cas de transfert de liaisons utilisées pour la transmission d'un signal à large spectre: transfert normal de groupe primaire (Avis G.233,g.2), « transfert différé » (Avis G.241,f.2), liaisons « multipoints » (Avis G.241,f.3), il peut être nécessaire de bloquer l'onde pilote à l'extrémité réceptrice d'une liaison pour éviter des perturbations mutuelles avec celles d'une liaison en aval. Quelles sont les caractéristiques de distorsion de temps de pro-

pagation de groupe à recommander pour le filtre coupe-fréquence, de façon que la perturbation apportée au signal à large spectre soit minimale?

Remarque. — On peut obtenir des renseignements qui peuvent être utiles pour l'étude de la présente question, à partir des pratiques suivies par diverses administrations pour satisfaire aux conditions de l'Avis G.233.g.2 — par exemple fournir un filtre de suppression à bande très étroite dans les équipements de modulation de groupe primaire (côtés émission et réception) et assurer une suppression d'au moins 20 dB dans une bande d'environ 6 Hz de largeur centrée sur l'onde pilote de groupe secondaire. Un tel filtre serait inséré sur chaque groupe primaire occupant la position 3, afin de supprimer la fréquence 104 + d kHz quand on emploie l'onde pilote à 412 − d kHz, ou sur chaque groupe primaire occupant la position 5 pour supprimer l'onde pilote à 64,08 kHz quand on utilise l'onde pilote à 574,92 kHz.

Question 13/XV — Suppression des ondes pilotes de régulation de ligne

(suite de la Question 13/XV étudiée en 1964-1968)

Considérant,

1. que, lorsque des sections de régulation de ligne sont connectées en tandem, on doit affaiblir chaque onde pilote de régulation de ligne d'au moins 40 dB en vue d'éviter toutes perturbations mutuelles avec une onde pilote de même type utilisée sur une section suivante (Avis G.243,E.b);

2. que des sections interconnectées n'utilisent pas nécessairement des ondes pilotes de régulation de ligne ayant la même fréquence,

a) peut-on tolérer un résidu d'onde pilote de régulation de ligne affaibli de moins de 40 dB si l'onde pilote de la section suivante n'a pas la même fréquence?

b) Dans l'affirmative, quel affaiblissement minimal peut-on tolérer pour cette onde pilote? Dans quelles circonstances?

c) Quelles seraient, dans ce cas, les modifications éventuelles à apporter aux méthodes recommandées pour la suppression des ondes pilotes de régulation de ligne (Avis G.243, E.b)?

d) Quel que soit le résultat de l'étude des points a à c ci-dessus, quelles modifications conviendrait-il d'apporter aux Avis G.213 (Avis 380-1 du C.C.I.R.), G.243 et G.423 pour éliminer toute divergence entre ces Avis?

Remarque 1. — En particulier, il sera probablement souhaitable que dans l'Avis 381-1 du C.C.I.R., point 6, on remplace les mots « bornes d'entrée du faisceau hertzien (point T') » par « bornes d'entrée des équipements radioélectriques (point R'). »

Remarque 2. — Il conviendra de porter les modifications proposées à la connaissance de la Commission d'études IX du C.C.I.R.

Question 14/XV — Résidus de courant porteur dans les équipements de modulation

(question nouvelle)

Quelles valeurs devrait-on recommander dans un seul étage de modulation des équipements de modulation de groupe primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire, ou d'assemblage de 15 groupes secondaires, pour le niveau maximum admissible de tout résidu de courant porteur qui pourrait apparaître comme signal perturbateur sur un circuit à large bande en groupe primaire ou secondaire utilisé pour la transmission de signaux à large spectre (par exemple données ou fac-similé)?

Remarque. — L'Avis G.233,j indique une valeur provisoire de −40 dBm0 pour un seul étage de modulation mais les Avis H.14,B.c et H.15,b donnent la même valeur comme objectif pour un circuit complet à large bande en groupe primaire ou secondaire.

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

Question 15/XV — Régulateurs de ligne, de groupe primaire, etc.

(suite de la Question 15/XV étudiée en 1964-1968)

A quelles recommandations doivent satisfaire les régulateurs de ligne, de groupe primaire, de groupe secondaire, etc. au point de vue

a) de la stabilité dynamique d'une liaison;

b) de la protection contre les bruits et les signaux perturbateurs?

Remarque 1. — Pour l'étude du point a, on tiendra compte des annexes 1 à 4.
Pour le point b, voir les Avis G.232, G.233, G.241.

Remarque 2. — Cette question est liée aux Questions 11/XV et 26/XV.

ANNEXE 1
(à la Question 15/XV)

Réponse de la Commission XV en 1968 à la Question 15/XV
Constantes de temps des régulateurs

I. PRINCIPES POUR LA SPÉCIFICATION DES RÉGULATEURS AU POINT DE VUE DE LA STABILITÉ DYNAMIQUE

A. *Définitions*

Il peut exister de nombreux types de régulateurs; une classification provisoire a été établie pour faciliter la poursuite de l'étude de cette question (voir la figure 1).

Type 1

Régulateur avec rapport linéaire entre le niveau de l'onde pilote à l'entrée de l'amplificateur et le gain d'amplification. Cette linéarité correspond seulement à une gamme limitée d'écarts du niveau de l'onde pilote. Le régulateur est connecté à l'amplificateur en permanence.

Type 2

Similaire au type 1, mais le régulateur ne répond pas à des variations du niveau de sortie tant qu'elles ne sortent pas d'un intervalle étroit et prédéterminé de valeurs de ce niveau.

Type 3

En régime permanent, le rapport entre le niveau de l'onde pilote à l'entrée de l'amplificateur et le gain de l'amplificateur est donné par une fonction en échelon. Pour de faibles écarts du niveau de l'onde pilote, il existe comme pour le type 2 un petit intervalle dans lequel le régulateur n'agit pas. Le régulateur est connecté à l'amplificateur en permanence. La boucle de commande comporte une mémoire.

Type 4

Régulateur à balayage avec un seul récepteur d'onde pilote pour commander l'un après l'autre un certain nombre d'amplificateurs. Chaque amplificateur doit comporter une mémoire pour enregistrer le gain du répéteur jusqu'au cycle de balayage suivant. Normalement, ce type d'amplificateur présente une caractéristique de fonction en échelon.

La présente classification tient compte seulement des différences en régime permanent et non de celles qui concernent la réponse dans le temps. La réponse dans le temps des régulateurs à fonction en échelon (types 3 et 4) est normalement adoucie par des constantes de temps, dues par exemple à des thermistors, condensateurs, etc.

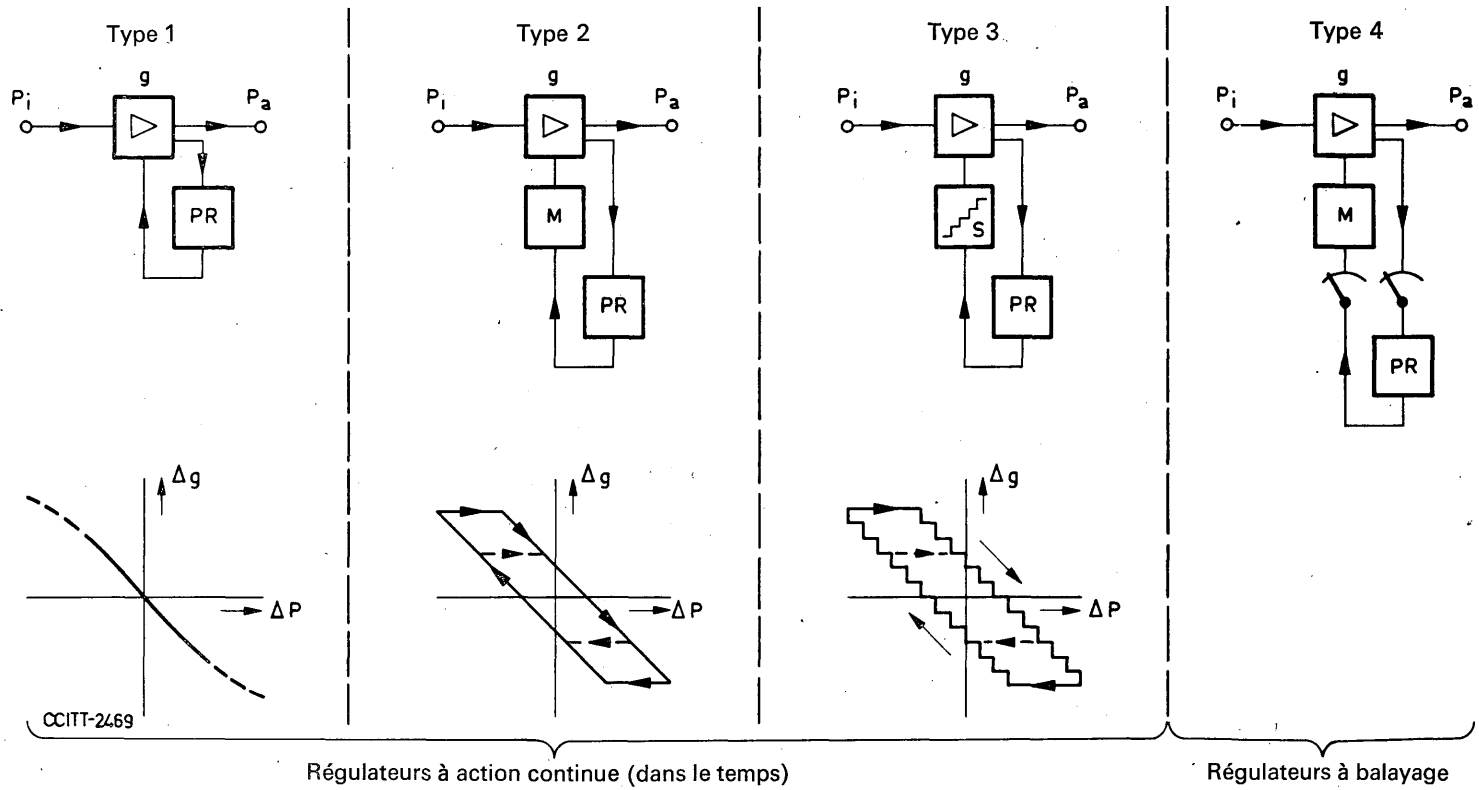


FIGURE 1. — **Définition de quatre types de régulateurs**

Légende: P_i = niveau à l'entrée, P_a = niveau à la sortie, g = gain du répéteur, M = mémoire, PR = récepteur d'onde pilote, S = organe à fonction en échelon (y compris la mémoire), Δ = écart par rapport à la valeur nominale.

B. *Objectif général*

Si l'on considère la liaison *en groupe primaire* la plus générale établie sur plusieurs sections de régulation de ligne en cascade:

a) le niveau de l'onde pilote de groupe primaire ne doit pas augmenter ou diminuer de plus de 2 dNp à l'extrémité de la liaison en groupe primaire lorsqu'il se produit une variation brusque d'affaiblissement de 2 dNp en amont du premier régulateur de la première section de régulation de ligne;

b) la réponse à une perturbation quasi périodique de faible amplitude (par exemple 2 cNp) doit être maintenue dans certaines limites, qu'il y aura lieu d'étudier (voir l'annexe 2).

C. *Cas des systèmes avec régulateurs à action continue et où certaines hypothèses sont vérifiées*

1. *Hypothèses*

On suppose que les régulateurs de ligne et les régulateurs de groupes (primaire, secondaire, tertiaire, etc.) sont tous du type 1.

On admet qu'il ne se produit pas simultanément de variation brusque sur plusieurs sections de régulation de ligne.

On admet, en outre, que les gains d'enveloppe de tous les régulateurs présentent leur maximum à la même fréquence, de sorte que le gain d'enveloppe d'une section est proportionnel au nombre de régulateurs en cascade sur cette section. Si, dans la pratique, il y a une différence entre les fréquences critiques, cela signifie que la régulation en sera améliorée.

2. *Condition globale*

On peut montrer (voir par exemple le *Bell System Technical Journal*, mars 1963, pages 230 à 241) que la condition B.a ci-dessus sera satisfaite si le gain d'enveloppe G de la liaison en groupe primaire la plus générale définie ci-dessus ne dépasse pas 1 néper. Ce résultat est obtenu d'après l'hypothèse de linéarité des régulateurs du type 1, de sorte que le gain d'enveloppe est indépendant de la variation du niveau.

3. *Condition pour le gain d'enveloppe des régulateurs de groupes (primaire, etc.)* G_{Rg}

On impose, par hypothèse, la même condition à chacun des régulateurs, quel que soit son type (de groupe primaire, secondaire ou tertiaire, etc.).

Si n_g est le nombre maximal de tels régulateurs sur la liaison en groupe primaire la plus générale

$$G_{Rg} \leq \frac{G_g}{n_g}$$

Pour cette étude, on convient de prendre pour n_g la valeur 10.

D'autre part, il convient de prévoir une marge de sécurité en fixant les limites de G_{RL} et G_{Rg}. L'étude de la valeur à recommander pour cette marge doit être poursuivie.

D. *Cas des systèmes avec régulateurs à action continue où les hypothèses du paragraphe C.1 ne sont pas vérifiées*

Si les gains d'enveloppe des régulateurs présentent leur maximum à des fréquences différentes, on peut en profiter pour rendre moins sévères les conditions établies dans la section C.

Ce problème doit rester à l'étude.

E. *Cas des autres types de régulateurs*

Le cas des autres types de régulateurs demande à être étudié davantage. En ce qui concerne les régulateurs du type 3, voir l'annexe 3. En ce qui concerne les régulateurs du type 4, voir l'annexe 4. On a noté que, pour ces régulateurs, il se peut que la vitesse de régulation soit plus faible que celle des régulateurs des types à action continue.

II. CONSTANTES DE TEMPS

Si la réponse finale à la Question 15/XV se concrétise par un nouvel Avis sur le fonctionnement des régulateurs, il conviendra d'y inclure une référence aux notes annexées à l'Avis G.232 et à l'Avis G.241.d (pages 107 et 120 du tome III du *Livre Bleu*), selon lesquelles la vitesse des régulations de groupe ne doit pas être trop grande. En fait, les régulateurs dont la vitesse de réponse est limitée par l'inertie thermique ou mécanique n'ont, semble-t-il, donné lieu à aucun ennui pour ce qui est des perturbations dues aux voies téléphoniques.

En réalité, les régulateurs peuvent comporter une boucle de commande dont la caractéristique de fonctionnement présente une région linéaire et une région non linéaire. En général, le dispositif fonctionne d'une façon linéaire pour de petites variations d'amplitude du niveau de l'onde pilote. Pour de grandes variations de l'amplitude de l'onde pilote, l'action de commande peut être non linéaire. L'augmentation de gain qui présente de l'importance est celle qui se produit dans la région de fonctionnement linéaire parce que l'augmentation de gain dans la région non linéaire est généralement plus petite et en fait tend vers zéro. Il convient de prendre pour la variation brusque d'affaiblissement définie sous B.a, celle qui correspond à la valeur maximale de la variation de gain et dans ce qui suit il faut comprendre qu'on se réfère à la valeur maximale mesurée quand le dispositif fonctionne dans la région linéaire.

III. PARTAGE DE G ENTRE RÉGULATEURS DE LIGNE ET RÉGULATEURS DE GROUPE (PRIMAIRE, SECONDAIRE, ETC.)

Si G_L est le gain d'enveloppe de la première section de régulation de ligne,

Si G_g est le gain d'enveloppe de l'ensemble des régulateurs de groupes (primaire, etc.) en cascade, on a:

$$G = G_L + G_g$$

Des valeurs qui semblent souhaitables sont:

$$G_L \leqq 0{,}7 \text{ Np}$$
$$G_g \leqq 0{,}3 \text{ Np}$$

mais l'étude de ce point doit être poursuivie.

IV. CONCLUSION

a) *Condition pour le gain d'enveloppe G_{RL} d'un régulateur de ligne*

Si n_L est le nombre de régulateurs de ligne (supposés identiques) d'une section de régulation de ligne ayant la longueur d'une section homogène du circuit fictif de référence applicable au système considéré, la condition à imposer aux régulateurs de ligne de ce système est:

$$G_{RL} \leqq \frac{G_L}{n_L} \text{ c'est-à-dire } G_{RL} \leqq \frac{0{,}7}{n_L} \text{ Np}$$

Les transmissions de données peuvent aussi produire des perturbations. En particulier, on doit étudier la vitesse de régulation des régulateurs de groupes primaire, secondaire, etc. Cette étude a pour but de préciser le paragraphe d) de l'Avis G.241, afin de permettre à la Commission spéciale A d'étudier la limitation de la puissance spectrale du signal de données au voisinage d'une onde pilote de groupe primaire, secondaire, etc.

ANNEXE 2
(à la Question 15/XV)

Contribution de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation

La N.T.T. a poursuivi l'étude de la Question 15/XV. Accordant son entière attention aux termes de la réponse formulée en 1966 dans le document COM XV – n° 95, elle a conclu qu'au stade actuel des travaux, il était indispensable de mieux préciser les difficultés en face desquelles nous nous trouvons. On trouvera ci-dessous l'indication des principaux résultats auxquels nous sommes parvenus.

1. La condition selon laquelle le gain d'enveloppe d'une liaison en groupe primaire avec régulateurs ne doit pas excéder 1 néper a été établie en tenant compte de l'objectif de stabilité dynamique indiqué au paragraphe I-B de l'annexe 1. Selon cet objectif, le niveau de l'onde pilote de groupe primaire ne doit pas augmenter ou diminuer de plus de 2 dNp à l'extrémité de la liaison en groupe primaire lorsqu'il se produit une variation brusque d'affaiblissement de 2 dNp en amont du premier régulateur de la première section de régulation de ligne.

La relation entre l'objectif pour la réponse transitoire de la liaison avec régulateurs et le gain d'enveloppe admissible pour cette liaison ne s'applique que si les régulateurs ont effectivement un fonctionnement linéaire (voir remarque 1).

Mais, pour presque tous les types de régulateurs existants, un fonctionnement linéaire ne peut être garanti en cas de variation brusque de 2 dNp du niveau à l'entrée, même s'il peut l'être pour une variation de 2 cNp. (Il convient d'observer que la gamme de fonctionnement linéaire est plus étroite en cas de variation brusque de niveau qu'en cas de variation lente, pour la plupart des types de régulateurs.)

2. Lorsque le circuit de commande d'un régulateur exerce une action de limiteur, la réponse transitoire à une variation brusque et importante du niveau tend à être plus favorable que la réponse à une variation de faible amplitude.

De cette manière, on peut admettre que le gain d'enveloppe d'une liaison avec régulateurs, qui est simplement défini pour une variation de faible amplitude, ait une valeur supérieure à 1 Np de manière à respecter l'objectif de réponse transitoire en cas de variation brusque de 2 dNp.

3. Il convient cependant de prêter dûment attention à la réponse d'une liaison avec régulateurs à une « variation quasi périodique » du niveau de l'onde pilote aussi bien qu'à la réponse à une variation brusque, car elle présente également un caractère quasi périodique et provoque une modulation d'amplitude de tous les signaux transmis sur la liaison considérée.

4. Une « perturbation quasi périodique » peut résulter d'une perturbation due à la mauvaise suppression d'une fréquence pilote (de la section de régulation précédente, par exemple) et/ou d'une modulation d'amplitude d'une fréquence pilote due aux harmoniques du courant et/ou d'une perturbation due à des composantes de fréquence non désirée correspondant à la bande passante d'un filtre d'onde pilote, etc.

C'est ainsi qu'une variation quasi périodique du niveau de 1 cNp se produit si l'on admet par hypothèse une suppression de 40 dB du résidu d'onde pilote. Il en résulte une variation quasi périodique du niveau d'environ 3 cNp à l'extrémité de la liaison avec régulateurs, compte tenu du gain d'enveloppe de 1 Np. La fréquence de cette variation de niveau correspond à la gamme 0 à 1200 Hz si l'on admet une stabilité en fréquence de 10^{-5} pour l'onde pilote la plus élevée d'un système à 60 MHz sur paires coaxiales en câble.

5. Une variation brusque et importante du niveau, par exemple 2 dNp, peut être essentiellement attribuée à une opération de maintenance et peut ne pas se produire en même temps en plusieurs points d'une liaison avec régulateurs. En tout état de cause, l'emploi de transistors (au lieu de tubes à vide) provoque une apparition moins fréquente de variations dues à cette cause.

Pourtant, il faut s'attendre à ce que des perturbations quasi périodiques se produisent simultanément en plusieurs points d'une liaison avec régulateurs, ce qui rend la situation plus gênante.

6. La notion de gain d'enveloppe appliquée à tous les types de régulateurs suscite des difficultés même si nous nous limitons à l'étude des régulateurs à action continue dans les conditions où les perturbations ont une petite amplitude. Il existe, par exemple, un type de régulateur à vitesse de régulation constante indépendante de la variation de niveau (voir l'Annexe 26, page 495 du tome III du *Livre Bleu*). Un autre type de régulateur assure un ajustement continu du gain (sans ajustement brusque du gain) sur la base d'un fonctionnement pas à pas dans une partie de sa boucle de commande.

De ces considérations, il résulte qu'il faut établir une classification plus complète des divers types de régulateurs et une meilleure définition de chaque catégorie.

7. Plusieurs types de régulateurs sont utilisés dans les réseaux de la N.T.T. Des régulateurs proportionnels linéaires sont largement utilisés comme régulateurs de ligne. Cependant, les régulateurs de groupe secondaire sont des régulateurs mécaniques qui assurent une régulation pas à pas du gain en fonction de mesures du niveau d'onde pilote par balayage. Dans le cas des groupes tertiaires, nous allons adopter un type de régulateur où la régulation résulte d'un balayage électronique: il disposera d'une mémoire qui enregistrera pas à pas le niveau de l'onde pilote. Toutefois, le gain de ce régulateur est réglé de manière continue à l'aide d'une thermistance dont l'inertie calorifique aplatit les variations de gain.

8. Les conditions correspondant à la réponse à des perturbations quasi périodiques deviendront plus strictes lorsque nous envisagerons non seulement la transmission de signaux téléphoniques mais celle d'autres signaux d'information tels que les signaux radiophoniques, les signaux de fac-similé, les signaux du type signaux de télévision, etc. (voir la Question 37/XV).

Conclusion

Sur la base de ces considérations, nous proposons d'aborder l'étude de cette question — et de lui répondre — d'après le plan ci-dessous:

a) Classification des perturbations possibles

Les objectifs de stabilité dynamique d'une liaison avec régulateurs devraient être définis séparément compte tenu des catégories de variation du niveau.

1. Réponse à une variation brusque et linéaire du niveau d'amplitude (2 dNp, par exemple, comme dans l'annexe 1).
2. Réponse à une perturbation quasi périodique de faible amplitude (par exemple, 2 cNp) (voir la remarque 2).

b) Classification des types de régulateurs

De nouvelles études devraient permettre d'identifier les divers types de régulateurs et de reconnaître que, de manière générale, toute boucle de commande de régulateur présente une zone de fonctionnement non linéaire.

Remarque 1. — Pour une étude plus poussée, il est nécessaire non seulement de connaître la valeur maximale du gain d'enveloppe, mais encore d'avoir des renseignements complets sur la caractéristique gain d'enveloppe/fréquence.

Remarque 2. — Plus spécialement en ce qui concerne l'étude du point a.2, il convient de prêter dûment attention au fait que les conditions varient selon le type des signaux à transmettre.

Un projet d'avis peut être rédigé de manière à couvrir tous les types possibles de transmission de signaux ou la seule transmission de signaux téléphoniques, une étude plus générale pouvant être faite par la suite.

ANNEXE 3
(à la Question 15/XV)

Constantes de temps des régulateurs
(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

Le paragraphe A de l'annexe 1 définit quatre types différents de régulateurs qui tous sont utilisés dans le réseau de la Deutsche Bundespost. Un régulateur de niveau construit par AEG-Telefunken est décrit ci-après, comme exemple de régulateur du type 3.

Le régulateur de niveau fonctionne par échelons avec une vitesse de régulation constante, sur laquelle les écarts de niveau n'ont pas d'influence.

A. *Principaux éléments du régulateur de niveau*

Le régulateur se compose essentiellement des éléments suivants:

1. Le discriminateur de niveau, qui répond à un écart de niveau dépassant le seuil en mettant en marche le dispositif de commande du rythme.
2. Le dispositif de commande du rythme, qui détermine le rythme des échelons de régulation dans l'appareil de commande.
3. L'appareil de commande, qui augmente ou réduit la valeur de la grandeur de commande (courant de commande) pour rétablir la valeur nominale instantanée, et la stocke en mémoire dans le cas d'écarts brusques du niveau de l'onde pilote.
4. L'élément de commande, qui reçoit la valeur fournie par l'appareil de commande et déclenche le réglage du niveau.

B. *Caractéristiques fondamentales du régulateur de niveau*

1. Le régulateur agit en trois points.

2. Etant donné que, pour chaque échelon, le régulateur donne le même réglage de niveau par intervalle de temps (conforme au rythme), sa vitesse de régulation est indépendante de l'écart de niveau.

3. Pour permettre au régulateur de fonctionner en régime permanent, la correction de niveau pour un échelon de régulation est inférieure au seuil du discriminateur de niveau.

4. Le rythme et la constante de temps de l'élément de commande sont accordés, de sorte que la correction de niveau — qui donne un échelon de régulation — est presque entièrement achevée à l'intérieur de l'intervalle de temps (conforme au rythme).

C. *Comportement dynamique d'une chaîne de régulateurs*

Le régulateur du type décrit ci-dessus permet de réguler une variation brusque de niveau sans dépassement balistique. Cependant, si l'on monte plusieurs régulateurs en cascade, un dépassement se produira quel que soit le type de régulateur utilisé. Des études mathématiques et un essai type sur une chaîne de 20 régulateurs de ce type ont révélé un excellent comportement dynamique. Ce fait est prouvé par les résultats ci-après:

1. La première valeur de dépassement est la plus élevée. Théoriquement, elle s'élève à 38% de la variation de niveau à réguler. Cela s'applique à un nombre quelconque de régulateurs en cascade. L'essai type a donné la valeur de 45%.

2. Les opérations de régulation du premier et du dernier régulateur se terminent en même temps. De cette manière, l'action de la chaîne de régulateurs prend fin dans un très court laps de temps.

ANNEXE 4
(à la Question 15/XV)

Cas des régulateurs pas à pas
(Contribution de L M Ericsson)

Comme on l'a déjà souligné, la vitesse de correction des régulateurs pas à pas est beaucoup plus faible que celle des régulateurs du type à action continue: on a mentionné des temps de régulation allant jusqu'à une heure. En tout état de cause, il semble qu'on doive s'attendre à ce qu'ils soient au moins 10 fois plus lents que des régulateurs du type à action continue et qu'on puisse négliger, en conséquence, les effets d'interaction avec ces derniers.

Le temps de régulation est déterminé par la durée du cycle de mesure et la grandeur de l'échelon de régulation. Même s'il s'agit de cycles de très brève durée, il est préférable, en vue d'effectuer une correction avec une rapidité raisonnable, de ne pas adopter d'échelons trop faibles. Deux facteurs imposent cependant des limites à la valeur des échelons:

a) l'objectif de qualité générale de la régulation de groupe primaire: il est en effet préférable d'éviter d'appliquer différents types de régulation aux stations intermédiaires et terminales d'une liaison en groupe primaire;

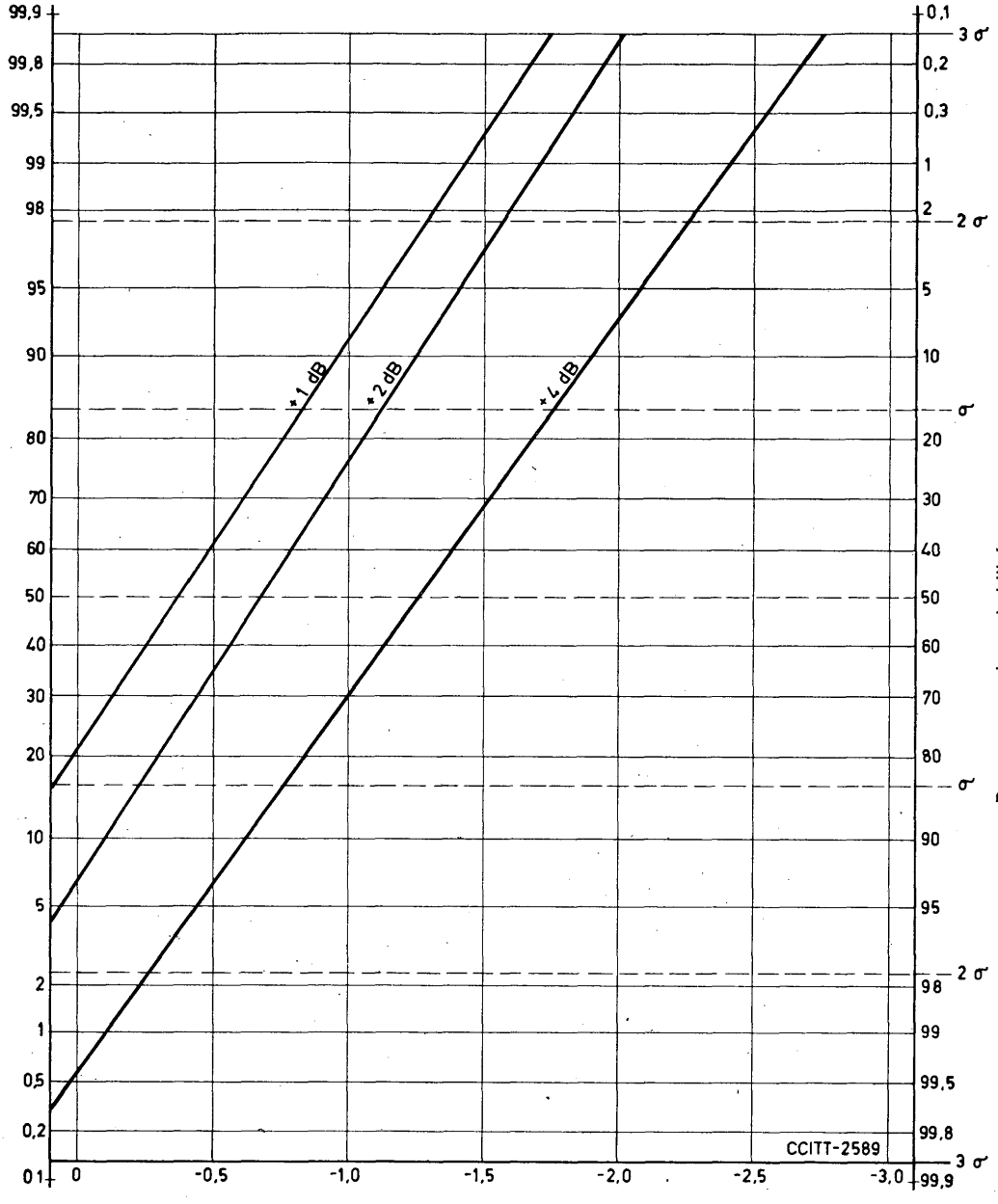
b) la possibilité que les différents régulateurs d'une liaison complexe en groupe primaire fonctionnent dans un ordre tel que le niveau, à l'extrémité de la liaison, subisse une augmentation ou une diminution excessive (au sens donné à ces termes au paragraphe h de l'Avis G.333), c'est-à-dire que l'on obtienne une erreur inverse et temporairement plus forte que la variation de niveau qui l'a provoquée.

En ce qui concerne le point a ci-dessus, la Commission d'études IV a fixé comme objectif un écart type de 5 cNp, sans tenir compte des erreurs de mesure. Il semble possible de respecter cette limite si les échelons de régulation n'excèdent pas 0,5 dB (la valeur moyenne des échelons de régulation que nous utilisons est de 0,25 dB).

Une question se pose alors: cette limite est-elle acceptable si l'on considère le point b ci-dessus? Il est clair que la correction peut être excessive, dans le cas où un échelon de 2 dB est appliqué, si l'on utilise huit ou plus de huit régulateurs couvrant individuellement un échelon de 0,5 dB et fonctionnant rigoureusement selon l'ordre approprié. Notons cependant que ce nombre de huit régulateurs est déjà relativement élevé: on ne prévoit entre les extrémités d'une liaison en groupe primaire, dans le circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz, que deux démodulations de groupe secondaire et une démodulation de groupe primaire. Même si des régulateurs pas à pas sont montés aux points intermédiaires et terminaux — ce qui dépasse les exigences de l'Avis M.18 — on a seulement quatre régulateurs au total.

Nous avons néanmoins considéré qu'il pourrait être intéressant d'étudier les risques d'erreurs de régulation cumulatives dans les liaisons les plus complexes. Cette étude a été effectuée de deux façons: sur le plan théorique et à l'aide d'une calculatrice électronique, en utilisant une méthode de Monte-Carlo. La durée du cycle de mesure sera généralement différente selon les stations et l'ordre dans lequel elles procèdent au premier échelon de régulation est purement aléatoire. Comme on pouvait s'y attendre, le résultat n'est pas déterminé, mais bien analogue à celui d'un processus aléatoire, la probabilité d'erreurs importantes dans le sens opposé étant très faible. L'importance de l'erreur maximale dans le sens opposé, par rapport à la grandeur de l'échelon adoptée, croît en raison de cette grandeur mais non de façon linéaire. Certains résultats typiques sont indiqués par les courbes tracées sur la figure 1. Ces courbes montrent les résultats probables à l'extrémité d'une chaîne de 10 régulateurs pas à pas identiques, pour des échelons de 1, 2, et 4 dB, respectivement, à l'entrée. Si l'on applique un échelon de 2 dB, l'importance de l'erreur de niveau maximale dans le sens opposé risque de dépasser une valeur d'environ 0,7 dB dans 50 % des cas, mais une erreur de plus de 2 dB (correspondant à une correction excessive) ne risque de se produire que dans moins de 0,2 % des cas. Ces résultats peuvent être considérés comme acceptables.

Lorsqu'on applique un échelon de régulation de 1 dB, on peut constater que le risque de correction excessive est d'environ 8 %.



Correction excessive maximale (en dB) à la 10e station en cas d'application d'une erreur subite ayant la valeur indiquée

FIGURE 1. — **Action des régulateurs pas à pas en tandem**
Valeur moyenne d'un échelon de régulation: 0,25 dB

Question 16/XV — Equipements de transfert de groupe primaire et de groupe secondaire

(question nouvelle)

Les différents niveaux et affaiblissements spécifiant les équipements de transfert de groupe primaire et secondaire (Avis G.242.b et c) sont rapportés au niveau et à l'affaiblissement à 84 kHz et à 412 kHz respectivement.

Etant donné que dans certains cas on utilisera des ondes pilotes à 104,080 et à 547,920 kHz,

a) est-il nécessaire de rapporter ces valeurs, non seulement au niveau et à l'affaiblissement à 84 et 92 kHz, mais également aux valeurs à 104 kHz et à 548 kHz respectivement?

b) dans l'affirmative, peut-on garder pour les valeurs rapportées à 104 et 548 kHz les mêmes tolérances que celles qui sont déjà recommandées pour les valeurs rapportées à 84 et 412 kHz?

Remarque. — La partie a de cette question devrait d'abord être étudiée par la Commission IV avant que la Commission XV puisse étudier la partie b.

Question 17/XV — Lignes aériennes pour systèmes à courants porteurs

(suite de la Question 17/XV étudiée en 1964-1968;
Question Afrique K.1 proposée par la Commission du Plan pour l'Afrique)

Etablissement de cahiers des charges suffisamment précis pour servir de références dans un appel d'offres sur le marché international pour les systèmes de transmission suivants:

Lignes aériennes construites pour permettre l'utilisation de systèmes à courants porteurs (caractéristiques des fils, des isolateurs, des ferrures et supports — règles de transposition — valeurs limites admises pour les affaiblissements et les diaphonies — portées et régularité de la portée — écartement entre fils).

Remarque. — La Commission XV estime que la construction de lignes aériennes ne peut pas faire l'objet de cahiers des charges détaillés tels que ceux que l'on peut établir pour la fourniture de câbles; par contre, il serait utile de recueillir une documentation sur les pratiques suivies dans divers pays et de tâcher d'en dégager des conseils aux administrations des pays en voie de développement. Un ouvrage sur les lignes aériennes pour systèmes à courants porteurs a déjà été rédigé. La Commission XV en 1968 a confirmé le mandat de M. Bashir (Pakistan) comme rapporteur pour poursuivre l'étude de cette question, en ce qui concerne les systèmes à large bande sur lignes en fils aériens. Si le Rapporteur le juge utile, il se réunira en Groupe de travail avec ses correspondants à un stade ultérieur de cette étude.

Question 18/XV — Systèmes à petit nombre de voies en câble

(suite de la Question 18/XV étudiée en 1964-1968, remplaçant les Questions Afrique K.2 et Asie 8 proposées par les Commissions du Plan)

Considérant

1. que le coût de la main-d'œuvre pour la pose des câbles est généralement très bas dans les pays nouveaux et en voie de développement;

2. que dans les conditions propres à certains de ces pays, l'emploi de câbles peut être préférable à celui de lignes en fils aériens au point de vue de l'économie, de la sécurité ou de la commodité d'emploi,

il y a lieu de poursuivre l'étude de la question suivante:

a) Quels systèmes nouveaux ou existants pourrait-on envisager pour procurer, sur des distances de l'ordre de 200 à 500 km, un petit nombre de circuits ayant la qualité recommandée par le C.C.I.T.T. dans les Avis de la section 1 du tome III du *Livre Blanc*?

b) Quels types de câbles (souterrains ou aériens) devrait-on définir pour permettre l'exploitation des systèmes faisant l'objet de la partie a) de cette question? En particulier quel serait le nombre de paires à prévoir pour de tels câbles, afin d'établir des artères procurant au total environ 30 à 100 circuits en appliquant de tels systèmes à un certain nombre de paires du câble?

Remarque 1. — L'annexe indique les motifs qui ont conduit à mettre cette question à l'étude.

Remarque 2. — Un premier système répondant à cette question a été défini et fait l'objet de l'Avis G.356 (tome III du *Livre Blanc*).

ANNEXE

(à la Question 18/XV)

Motifs de la mise à l'étude de la question

Des progrès importants ont été faits dans le domaine des matières plastiques et des câbles ainsi que dans celui des équipements de répéteurs. Parmi les nouveaux types de câbles, il faut citer les câbles à petites paires coaxiales, ainsi que les câbles à paires symétriques sous isolation polyéthylène et revêtement en matière plastique. Comparés aux systèmes sur fils aériens, les systèmes en câbles offrent de grands avantages en ce qui concerne la simplicité, la maintenance, la fiabilité et la stabilité; il y a avantage à les utiliser partout où cela est possible dans la construction de nouveaux réseaux. La seule raison qui puisse être évoquée pour l'utilisation de circuits en fils aériens réside dans le fait qu'ils sont économiquement avantageux pour un petit nombre de circuits. L'utilisation de systèmes en deux fils sur une seule petite paire coaxiale, ou l'emploi de câbles à paires symétriques, peuvent satisfaire à ces exigences, notamment dans les pays où la pose des câbles est d'un coût particulièrement bas. L'étude de tels systèmes et leur normalisation constitueraient une contribution efficace au développement des télécommunications dans les zones intéressées.

Question 19/XV — Diaphonie dans les transmissions radiophoniques en cas de transfert de groupe primaire, etc.

(question nouvelle)

Dans les divers cas de transfert qui font l'objet de l'Avis G.242 (tome III du *Livre Blanc*), une valeur d'écart entre composantes désirables et indésirables de 9,2 népers ou 80 dB est recommandée *à titre provisoire* dans diverses bandes qui peuvent être utilisées par des circuits pour transmissions radiophoniques.

Quelles recommandations définitives le C.C.I.T.T. devrait-il émettre à ce sujet?

Question 20/XV — Transmission de plus de 2700 voies sur paire coaxiale 2,6/9,5 mm

(suite de la Question 20/XV étudiée en 1964-1968)

Quelle est la meilleure façon de porter à plus de 2700 le nombre de circuits que peut transmettre une paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisée par le C.C.I.T.T.?

Remarque. — Pour répondre à cette question, il y a lieu de compléter les clauses de l'Avis G.333; l'annexe 1 ci-après indique un certain nombre de points à étudier.

ANNEXE 1
(à la Question 20/XV)

Liste de points à étudier dans le cadre de la Question 20/XV

Les paragraphes de la présente annexe correspondent à ceux de l'Avis G.333 (tome III du *Livre Blanc*).

Introduction

Afin de faciliter l'étude et la mise au point des équipements, les administrations sont invitées à compléter les renseignements déjà fournis, en donnant des précisions sur les paramètres ci-après:

— dispersion de l'affaiblissement linéique jusqu'à 60 MHz;

— irrégularités d'impédance du câble et des épissures avec des impulsions de faible durée, de l'ordre de 60 ns et de 10 ns. L'attention est attirée sur le fait qu'il est possible que la répartition des irrégularités d'impédance dans une section d'amplification d'un système à 4 ou 12 MHz ne soit plus satisfaisante lorsque cette section sera divisée en plusieurs sections du nouveau système;

— distorsion d'affaiblissement à certaines fréquences et influence des irrégularités d'impédance sur cette distorsion;

— écarts diaphoniques mesurés jusqu'à 60 MHz, en particulier sur des sections de câble en exploitation.

b) *Ondes pilotes, etc.*

Il reste à étudier:

b.1) Le choix de l'*onde pilote* principale de régulation de ligne, dans la liste des fréquences réservées.

b.3) *Ondes additionnelles de mesure*

On doit poursuivre l'étude de ce point. La Commission XV a noté qu'il pourrait être souhaitable de disposer des fréquences additionnelles de mesure suivantes:

au-dessous de 12 MHz, comme dans le système à 12 MHz

12 435 (remarque 1)	35 748
14 408 (remarque 2)	40 920 (remarque 1)
17 488	46 748
22 372 (remarque 1)	51 148
26 948	55 548 kHz
31 344	

Remarque 1. — Cette fréquence n'est pas nécessaire si l'on place ici une onde pilote de régulation de ligne (voir c.1).

Remarque 2. — Cette fréquence a été choisie sur la base d'une répartition de fréquences sur la base de groupes tertiaires. Sa position correspond à celle de la fréquence 11 112 kHz dans le système à 12 MHz.

Ces fréquences sont sensiblement équidistantes sur une échelle logarithmique. Exception faite de la fréquence 12 435 kHz (onde pilote de régulation de ligne dans le système à 12 MHz), elles sont toutes des multiples de 4 kHz, en admettant que le niveau demeure égal à −10 dBm0 comme jusqu'ici. Pour la tolérance de fréquence, on propose la valeur de 10^{-5} comme dans le paragraphe c.3 de l'Avis G.333

b.4) *Bande à réserver pour les ondes de surveillance et de localisation des défauts*

Ce point doit être étudié. En principe ces ondes devraient être placées au-dessus de l'onde pilote supérieure de régulation de ligne ou au-dessous de l'onde pilote à 4287 kHz.

c) *Circuit fictif de référence*

c.2) *Modulation*

Il y a lieu de confirmer ou de modifier la recommandation provisoire.

c.3) *Transfert direct aux fréquences transmises en ligne*

On a reconnu que ce transfert ne saurait être envisagé en des points intermédiaires entre les stations principales définies plus haut, mais plutôt dans ces stations elles-mêmes, ce qui éviterait d'introduire des démodulations. Cela réduirait le nombre d'équipements de modulation à mettre en œuvre, mais en contrepartie des exigences plus sévères seraient imposées à l'équipement de ligne.

Cependant, on a estimé possible d'appliquer un transfert direct, limité aux stations principales de répéteurs dont l'équipement est conçu pour satisfaire aux objectifs normaux pour le bruit définis en liaison avec le circuit fictif de référence pour système à 60 MHz sur paires coaxiales (voir figure 3 de l'Avis G.333), sans aggravation du bruit [1].

Les restrictions nécessaires sont les suivantes:

1. la bande de fréquences contenant les groupes quaternaires 6 à 9 compris peut être directement transférée sur une longueur totale ne dépassant pas 830 km, mais les bandes de fréquences adjacentes dans les sections intéressées doivent être formées de sections homogènes n'ayant pas une longueur anormale;

2. en principe, il est également possible d'appliquer le transfert direct à la bande de fréquences qui contient les groupes quaternaires 2 à 5 compris à condition que les bandes de fréquences adjacentes qui contiennent les groupes quaternaires 6 à 9 et 10 à 13 soient formées de sections homogènes de longueur normale;

2.a) dans la pratique, il peut être nécessaire de limiter le transfert aux groupes quaternaires qui ont un effet de désadaptation d'impédance suffisamment faible (paragraphe g) pour permettre l'extension sans accumulation excessive de l'effet d'ondulation de l'affaiblissement;

3. à la suite de nouvelles études, on pourra estimer qu'il est possible d'admettre un transfert direct des groupes quaternaires inférieurs et intermédaires (1 et 2 ci-dessus) sur une certaine longueur sans qu'il en résulte d'effets de bruits indus.

c.4) *Egalisation en cas de transfert direct*

Le transfert se fait en une station principale qui est normalement l'extrémité de sections de régulation de ligne, en sorte que les distorsions du niveau relatif sont limitées. Néanmoins, si les écarts résiduels de niveau sur les sections de régulation de ligne intéressées tendent à présenter un caractère systématique, il peut être nécessaire de prévoir une égalisation supplémentaire aux points de transfert direct.

Si l'on sait qu'il existe de tels effets systématiques, il est possible de construire un égaliseur avant d'établir le transfert direct.

Il peut être nécessaire de disposer d'ondes additionnelles de mesure ou même d'ondes pilotes transmises en permanence pour la bande de fréquences transférée. Il convient de tenir compte de cet élément.

d) et c.5) *Voies à faible bruit*

Il semble prématuré de donner actuellement des indications sur cette question. On ne sait pas encore si l'on peut espérer trouver ces voies dans les groupes quaternaires occupant une position médiane; cela dépendra du point de savoir si l'on pourra maintenir ces groupes dans leur position, ou s'il faudra avoir recours à un transfert totalement aléatoire pour atteindre les objectifs de bruit dans le reste de la bande. Cette question pourra être examinée une fois que l'on aura terminé les études mentionnées ci-dessus.

Il y a lieu d'étudier quelles sont les précautions à prendre dans le projet de construction du système pour qu'il soit possible d'obtenir environ 10% de voies à faible bruit comme l'a prévu la Commission mixte spéciale C.

---

[1] Voir l'annexe 2 ci-après, qui a été établie pour l'étude de ce point.

e) *Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la ligne*

A partir du circuit fictif de référence (défini au paragraphe c ci-dessus), il y a lieu de déterminer comment on peut réduire à 1 dNp les ondulations à l'extrémité d'une section de longueur telle que des ensembles de circuits risquent d'être transmis en ligne dans la même bande de fréquences tout le long de cette section de ligne. L'I.T.T. a présenté une contribution sur la méthode générale de calcul et sur son application aux divers systèmes (reproduite dans un supplément du tome III du *Livre Blanc*). L'Assemblée plénière de Mar del Plata (1968) a recommandé, à titre provisoire, une valeur de 65 dB pour la grandeur *N* définie au paragraphe e de l'Avis G.332, sous réserve d'une étude ultérieure conforme aux principes énoncés dans ce supplément. Il est demandé aux administrations d'indiquer, dans leurs contributions ultérieures, quel est l'écart type sur la variation de la longueur des sections d'amplification auquel on peut s'attendre, afin de permettre d'étudier s'il est possible d'assouplir cette limite provisoire.

f) *Interconnexion*

f.2) *Niveaux en ligne*

Il serait sans doute difficile d'arriver à une recommandation sur les niveaux en ligne et la préaccentuation, mais il serait intéressant de comparer les résultats des études entreprises dans divers pays.

ANNEXE 2
(à la Question 20/XV)

Effets dus au bruit en cas de transfert direct de blocs de groupes quaternaires
(n^{os} 6 à 9 compris)

Le transfert d'un bloc de groupes quaternaires implique des changements dans deux sources de bruit et ces changements tendent à s'annuler. Ces effets sont étudiés ci-dessous.

1. Le transfert d'un bloc de fréquences provoque l'addition en phase sur une plus grande longueur d'une partie seulement du bruit de non-linéarité du 3^{e} ordre. Cette partie du bruit peut être appelée « bruit interne » et se compose de la partie du bruit de non-linéarité qui résulte de la charge du signal dans le bloc proprement dit.

Le « bruit interne » correspondant au tiers médian de la bande de fréquences transmises en ligne d'un système sans préaccentuation contient seulement 1/9 du bruit de non-linéarité du 3^{e} ordre tombant dans la bande. Si on applique une préaccentuation, cette proportion est nettement plus petite.

Si l'interconnexion est étendue de 280 à 840 km, le « bruit interne » supplémentaire atteint 185 pW ou moins. Avec préaccentuation, l'augmentation ne dépasse pas 130 pW.

2. Le transfert direct rend inutile certains équipements de modulation, ce qui entraîne une diminution de bruit dû aux équipements terminaux égale à trois fois 40 à 60 pW, c'est-à-dire 120 à 180 pW.

Conclusions

L'effet net sur la qualité (au point de vue du bruit) de l'emploi du transfert direct du bloc de fréquences contenant les groupes quaternaires 6 à 9 compris est approximativement nul pour un transfert direct sur les longueurs inférieures ou égales à 840 km, mais non pour des longueurs plus élevées.

Un transfert direct limité peut donc être utilisé sans aggravation du bruit et il n'est pas nécessaire de modifier le circuit fictif de référence pour permettre un tel transfert direct.

Question 21/XV — Transmission de plus de 2700 voies sur de nouveaux types de câble

(suite de la Question 21/XV étudiée en 1964-1968)

Quels types de câble et de système de transmission le C.C.I.T.T. pourrait-il normaliser pour la transmission de très gros ensembles de circuits à courants porteurs, dépassant 2700 circuits, ou pour d'autres services utilisant une large bande de fréquences?

Remarque 1. — L'utilisation à de telles fins des paires coaxiales 2,6/9,5 mm fait l'objet de l'Avis G.333 (tome III du *Livre Blanc*).

Remarque 2. — L'annexe 1 ci-après reproduit la réponse à cette question faite par un Groupe de travail et approuvée par la Commission XV durant la période 1954-1958.

ANNEXE 1
(à la Question 21/XV)

Réponse à la Question 21/XV étudiée en 1964-1968

L'Avis G.333 montre qu'une paire coaxiale 2,6/9,5 mm est techniquement utilisable jusqu'à 60 MHz.

Au cours de sa réunion de mars 1965, le Groupe de travail a demandé aux administrations d'étudier le rapport entre le prix de revient des amplificateurs et le prix de revient du câble. Cette étude avait pour but de savoir s'il y avait lieu de recommander un nouveau type de paire coaxiale, en vue d'obtenir une solution plus économique que celle qui résulterait de la réponse à la Question 20/XV, quand il s'agit de construire une nouvelle artère.

Des études économiques ont été présentées aux réunions d'octobre 1966 et de novembre 1966. Ces études économiques montrent que le diamètre de la paire coaxiale présente un optimum très peu prononcé qui correspond à des fréquences maximales s'étendant de 25 à 60 MHz suivant les contributions. Cette dispersion résulte du fait que les hypothèses de calcul sont différentes, parce que difficiles à préciser.

Cette valeur de 60 MHz semble constituer une limite.

En particulier, la longueur de la section d'amplification est de l'ordre de 1,5 km et l'on peut craindre que sa diminution — si l'on augmente la fréquence supérieure transmise — conduise à des difficultés pouvant amener, entre autres conséquences, à une baisse de fiabilité. Or l'évolution de la technique exigera vraisemblablement des bandes de fréquences plus larges. Une solution à ce problème consisterait dans l'utilisation d'une paire coaxiale de diamètre supérieur à 9,5 mm.

En outre, au cours de sa réunion de juin 1967, le Groupe de travail a examiné de nouvelles contributions. L'annexe 2 résume les principales caractéristiques des paires coaxiales décrites dans ces contributions et l'annexe 3 donne des informations sur une liaison par guide d'ondes circulaire à structure hélicoïdale. L'annexe 4 contient une bibliographie.

L'étude de cette question doit être poursuivie en tenant compte des considérations suivantes:

1. Etant donné que la mise au point des équipements nécessite la connaissance des caractéristiques du câble, il conviendrait d'étudier le diamètre d'une paire coaxiale qui pourrait être deux ou même trois fois le diamètre actuel (9,5 mm).

2. La paire coaxiale 2,6/9,5 mm permettra d'établir des systèmes à 60 MHz. Avant de recommander l'emploi de systèmes à plus grande capacité, on doit tenir compte du risque de perdre 100 000 ou 200 000 circuits d'un coup pour l'exploitation, si l'on construit des artères à très grande capacité.

Il n'y a donc pas d'urgence à normaliser de nouveaux types de paires coaxiales, mais si on le fait il conviendrait de se limiter à un ou deux types. Les administrations qui font des études en vue d'une normalisation nationale sont donc instamment priées d'en informer le C.C.I.T.T.

3. La possibilité d'employer des guides d'ondes doit être également prise en considération. Dans l'étude de cette question, on doit donc tenir compte des possibilités d'utilisation avec des systèmes à modulation, soit à répartition en fréquence, soit à répartition dans le temps.

ANNEXE 2
(à la Question 21/XV)

Caractéristiques principales des câbles décrits dans les contributions ou documents temporaires présentés en 1967

1. FRANCE

Ces paires ont un conducteur central tubulaire en cuivre et une isolation en polyéthylène « ballon ».

	Type de paire	
a) *Caractéristiques géométriques*	7/27 mm	12/46 mm
— Diamètre du conducteur central (mm)	7	12
— Diamètre sur isolation (mm)	24	43,5
— Conducteur extérieur	Aluminium ondulé	
b) *Caractéristiques électriques*		
— Permitivité relative	1,16	1,16
— Capacité effective (nF/km)	48	48
— Impédance à 1 MHz (ohms)	75	75
— Diamètre électrique (mm)	27	46
— Affaiblissement (Np/km) à:		
1 MHz	0,12	0,08
10 MHz	0,38	0,25
100 MHz	1,22	0,85
— Irrégularité d'impédance maximale $\frac{\Delta Z}{2Z}$ en 0/00 avec une impulsion de 10 nanosecondes	5	5

2. A.E.G.-TELEFUNKEN

Construction: paires coaxiales avec ruban hélicoïdal de polyéthylène et conducteur externe ondulé (en cuivre ou en aluminium).

	Type de paire	
	7/8"	1-5/8"
Impédance caractéristique (ohms) ±1%	75	75
Vitesse de propagation relative (pour cent)	92	91,3
Capacité approximative (pF/m)	48	49
Permitivité relative	1,16	1,16
Affaiblissement (dB/km) à: 30 MHz environ	6,2	3,3
100 MHz environ	11,5	6,3
300 MHz environ	20,5	11,6
1000 MHz environ	39,8	24,1
3000 MHz environ	75,3	49,6
Diamètre du conducteur interne (nu) (mm)	5,7	10,9
Diamètre extérieur de l'isolant hélicoïdal (mm)	20,1	39,7
Diamètre électrique effectif (mm)	21,5	42,0
Diamètre extérieur du conducteur externe (tube en cuivre ondulé étanche) (mm)	25,4	46,5

3. FRANCE

Ces paires ont un conducteur intérieur tubulaire en cuivre, une isolation formée de disques ou d'une spirale de polyéthylène à basse pression et un conducteur extérieur en aluminium extrudé.

	Type de paire		
	4,9/18,7	6,5/24,8	9,5/35,9
Diamètre extérieur du conducteur central (mm)	4,9	6,5	9,5
Diamètre électrique sur isolant (mm)	18,7	24,8	35,9
Diamètre sur aluminium (mm)	22,2	28,6	41,3
Permitivité relative	1,15	1,15	1,14
Capacité effective (nF/km)	48	48	48
Rapport de la vitesse de propagation à la vitesse dans le vide	0,935	0, 935	0,940
Impédance caractéristique (ohms) à 1 MHz	75	75	75
Affaiblissement (Np/km) à 100 MHz	1,51	1,16	0,79
Irrégularité d'impédance maximale $\frac{\Delta Z}{2Z}$ en 0/00 avec une impulsion de 10 nanosecondes	5	5	5
Taux d'ondes stationnaires maximal jusqu'à 1000 MHz	1,05	1,05	1,05

ANNEXE 3
(à la Question 21/XV)

Caractéristiques principales d'un guide d'ondes utilisé pour une liaison expérimentale et résultats de mesures
(Contribution de l'Administration française)

L'Administration française procède à la pose, dans la région parisienne, d'une liaison de 10 km par guide d'ondes utilisant le mode TE_{01}.

Les guides sont du type circulaire à structure hélicoïdale, de diamètre intérieur 50 mm. Ils sont constitués par un enroulement de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm enroulé à spires jointives. Les spires sont maintenues par une gaine diélectrique formée de rubans de fibre de verre, puis par un enrobage de résine époxyde injectée sous pression entre l'enveloppe et cette gaine. Pour les guides rigides, cette enveloppe est formée d'un tube d'acier; pour les guides flexibles, l'enveloppe est constituée par un assemblage de tôles d'acier agrafées formant une hélice.

Les mesures effectuées en ligne droite ont montré que l'affaiblissement était de:

3 dB/km à 35 GHz
2 dB/km à 70 GHz

Sur les guides flexibles, le supplément d'affaiblissement dû à la courbure est le suivant:

a) *à 35 GHz*

0,03 dB/radian pour un rayon de courbure de 50 m
0,04 dB/radian pour un rayon de courbure de 30 m
0,10 dB/radian pour un rayon de courbure de 10 m

b) *à 70 GHz*

0,50 dB/radian pour un rayon de courbure de 50 m
0,75 dB/radian pour un rayon de courbure de 30 m
1,5 dB/radian pour un rayon de courbure de 10 m

Les mesures de distorsion de temps de propagation de groupe effectuées sur un tronçon de 3 km ont montré que cette distorsion était inférieure à 1 nanoseconde.

ANNEXE 4
(à la Question 21/XV)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Etats-Unis d'Amérique (fournies par l'A.T.T.)

1. MILLER, S. E.: Waveguides as a communication medium; *Bell System Technical Journal*, volume 33, novembre 1954.

2. HUBBARD, W. M., GOELL, J. E., WARTERS, W. D., STANLEY, R. D., MANDEVILLE, G. D., LEE, T. P., SHAW, R. C., CLOUSER, P. L.: A solid state regenerative repeater for guided millimeter wave communication systems; *Bell System Technical Journal*, volume 46, novembre 1967, pages 1977-2017.

France

COMTE, G. et PONTHUS, A.: Etude expérimentale et premiers résultats de mesure de l'affaiblissement de l'onde H_{01} sur de courtes longueurs de guides d'ondes circulaires droits; *Sotelec – Bulletin technique d'informations*, n° 2, avril 1952, pp. 55 à 90.

COMTE, G. et PARIS, J. M.: Etude expérimentale de guides d'ondes circulaires utilisant l'onde TE_{01} au voisinage de 25 000 Mcs; *Sotelec – Bulletin technique d'informations*, octobre 1953, pp. 66 à 95.

COTTE, M.: Effet d'une pellicule isolante sur l'affaiblissement de l'onde H_0 dans un *guide* de section circulaire; *Câbles et Transmission*, octobre 1954, – pp. 357 à 361.

BENDAYAN, I.: Contribution à la technique future des télécommunications: recherches effectuées sur les guides d'ondes circulaires en vue de la transmission de l'onde TE_{01} (Congrès international des circuits et antennes U.H.F., Paris, octobre 1957); *L'onde Electrique*, 38e année, supplément spécial n° 376 bis, pp. 193 à 202.

BENDAYAN, I., THUEM ET COMTE, G.: Recherches sur la transmission des ondes TE_{01} dans les guides d'ondes circulaires autour de 25 et de 35 GHz; *Proceeding, IEE*, volume 106, partie B, supplément n° 13, 1959, pp. 94 à 96.

COMTE, G.: Guides d'ondes circulaires anisotropes, et guides d'ondes circulaires hélicoïdaux pour la transmission du mode TE_{01}; *L'Onde Electrique*, janvier 1964, p. 37.

COMTE, G.: Influence des irrégularités réalisées sur la propagation d'une onde TE_{01} en guide circulaire; *L'Onde Electrique*, octobre 1961, p. 795.

COMTE, G., JULIER, E., BOURGEAT, L. et BOUTELANT P.: Les transmissions à grande distance par guides d'ondes circulaires; *Câbles et Transmission*, janvier 1967, pp. 40 à 61.

BENDAYAN, I., COMTE, G. et BOUTELANT, P.: Guides d'ondes circulaires pour transmissions téléphoniques et télévisuelles à grande distance, en ondes millimétriques; Compte rendu du XIVe Congrès de l'Electronique, Rome, juin 1967, pp. 285 à 295.

COMTE, G.: Propagation des ondes électromagnétiques dans un guide d'ondes circulaire, formé de disques alternativement conducteurs et isolants. *Sotelec – Bulletin technique d'information*, octobre 1968, pp. 78 à 110.

PRACHE, P. M.: Guides d'ondes circulaires avec couches diélectriques intérieures et Tube métallique extérieur; *Câbles et Transmission*, janvier 1969, pp. 3 à 44.

Japon (fournies par la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)

KUMAGAI, D., TABATA, H.: Coaxial cable system with 1-Np gain repeaters; *Electrical Communication Laboratory Review*, volume 15, nos 3-4, p. 191, mars-avril 1967 (correspond à la contribution COM XV — n° 103 de la période 1964-1968).

République fédérale d'Allemagne (fournies par A.E.G. Telefunken)

1. GEISSLER, H.: Contribution in order to clarify the tendencies in carrier cable system planning; *NTZ-Commun. Journal* 1965 n° 5, pages 207 à 216 et *Narichtentechn. Zeitschrift* 1965 n° 9, pages 538-547 (correspond à la contribution COM XV—n° 26, 1964-1968).

2. GEISSLER, H.: Frequenzpläne für eine Optimale Trägerfrequenz-System-Familie; *Nachrichtentechn. Zeitschrift* 1967 n° 11, pages 642-644 (correspond à la contribution COM XV—n° 8, 1964-1968).

Royaume-Uni (fournies par l'I.T.T.)

1. KORBOWICK, A. E.: An experimental investigation of waveguides for long-distance transmission; *Proc. IEE*, volume 106, partie B, supplément n° 13, 1959.

2. CRAVEN, G., KNIGHT, V. H., KORBOWICK, A. E.: Waveguides for long-distance communication; a swept frequency method for automatic recording of waveguide attenuation; *Proc. IEE*, volume 110, n° 1, janvier 1963.

3. KORBOWICK, A. E.: Distortion of information in non-uniform multi-mode waveguides; *Proc. IEE*, volume 106, partie B, supplément n° 13, 1959.

4. SKEDD, R. F.: Measurement of the loss of unwanted modes in waveguide for long-distance transmission; *Proc. IEE*, volume 109, partie B, n° 48, novembre 1962.

5. KORBOWICK, A. E.: Assessment of waveguide performance as a long-distance transmission medium; *Proc. IEE*, volume 106, partie B, supplément n° 13, 1959.

Question 22/XV — Impédances et niveaux aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires

(question nouvelle)

Etant donné que la diversité des systèmes à courants porteurs déjà en service n'a pas permis de recommander une normalisation sur le plan international des impédances et des niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires (voir l'Avis G.233,b), — mais qu'une telle normalisation faciliterait l'interconnexion en ces répartiteurs de matériels de fabrication différente, rendrait plus simple pour les constructeurs la fabrication d'équipements destinés à des stations de pays différents et, de ce fait, en abaisserait le prix de revient:

a) Est-il souhaitable de recommander, pour ces niveaux et ces impédances, des valeurs préférées qui seraient adoptées chaque fois que cela serait encore possible, et en particulier par les pays qui n'ont pas encore fixé ces valeurs pour leur réseau national? Dans l'affirmative, quelles devraient être ces valeurs préférées?

Remarque. — Dans cette étude, il y aura lieu de tenir compte du fait que les équipements modernes utilisent des transistors.

b) Les administrations sont priées d'indiquer, à titre documentaire, quelles valeurs de niveaux et d'impédance

1. elles utilisent et
2. elles ont l'intention d'utiliser à l'avenir à ces répartiteurs.

Question 23/XV — Extension de l'ancien Avis G.335 aux systèmes à transistors

(question nouvelle)

Comment faut-il mettre à jour l'Avis G.335 du tome III du *Livre Bleu* (Avis G.351 du tome III du *Livre Blanc*) pour tenir compte des systèmes sur paires coaxiales qui utilisent des transistors?

Remarque. — L'annexe ci-après donne, à titre d'exemple, des renseignements fournis en 1968.

ANNEXE

(à la Question 23/XV)

Systèmes de téléalimentation et procédés de mise à la terre sur les câbles à paires coaxiales de 0.375 pouce (2,6/9,5 mm)

Revision de l'Annexe 30 (*Livre bleu*, tome III, pages 505-506) présentée par l'American Telephone and Telegraph Company

Désignation du système	Nombre de voies à 4 kHz	Système de téléalimentation [1]	Tension [2]			Intensité	
			Entre conducteur intérieur et terre	Entre conducteurs intérieurs	Variation admise	mA	Variation admise
L1	600	Alternatif 60 Hz (courant constant régulé) Conducteurs intérieurs reliés en boucle à la section centrale du circuit d'alimentation (power span)	800 V_{eff}	1600 V_{eff}	500-2500 V_{eff}	435	±2%
L3	1860	Alternatif 60 Hz (courant constant régulé) Conducteurs intérieurs reliés en boucle à la section centrale du circuit d'alimentation	2000 V_{eff}	4000 V_{eff}	0-4400 V_{eff}	1500 à 1700	±3%
L4	3600	Continu (alimentation à courant constant régulé) Alimentation de bout en bout, tension + à une extrémité, tension − à l'autre extrémité pour le circuit d'alimentation	+1800 V ou −1800 V continue (valeur nominale) (point central mis à la terre à une extrémité de la section d'alimentation (pour section); pas de mise à la terre à l'autre extrémité (tension «flottante»), sauf si la tension en ce point est de +36 V par rapport à la terre)	3600 V (continue)	0-3600 V (continue)	520	±20 mA ou ±4%

[1] La distance maximale entre points d'alimentation en énergie est de 150 miles (environ 241,5 km) pour tous les systèmes.

[2] Le conducteur extérieur de la paire coaxiale est mis à la terre dans tous les cas.

Question 24/XV — Caractéristiques des systèmes à courte et moyenne distance

(suite des Questions 24/XV et 32/XV étudiées en 1964-1968)

Considérant

qu'il existe un grand nombre de systèmes différents destinés à être employés à moyenne distance et à très courte distance dans les réseaux nationaux;

qu'il n'est pas nécessaire d'émettre des recommandations au sujet de l'interconnexion de tels systèmes et que ceci n'est pas envisagé;

qu'il est important que la qualité de tels systèmes soit compatible avec les limites globales qui seront fixées pour les parties nationales des communications internationales,

Quelles sont les recommandations à émettre au sujet des caractéristiques de qualité de systèmes à courants porteurs à très courte distance (pour compléter l'Avis G.125) et de systèmes à courants porteurs à moyenne distance (nouvel avis éventuel), compte tenu des caractéristiques de transmission qui pourront être fixées pour les parties de réseaux nationaux qui entrent dans la constitution d'une communication internationale (Question 6/XVI)?

Question 25/XV Diaphonie intelligible due à l'intermodulation avec une onde pilote de ligne

(question nouvelle)

Considérant

1. que les ondes pilotes de ligne dont les fréquences sont des multiples de 4 kHz peuvent donner lieu à une diaphonie intelligible par suite d'intermodulation;

2. que sur des sytèmes en câble, dont le projet de construction a été établi d'après les objectifs de bruit de l'Avis G.222, l'affaiblissement de la diaphonie intelligible due à l'intermodulation avec une telle onde pilote peut être sensiblement inférieur aux valeurs nécessaires pour satisfaire à l'Avis G.151,D.a;

3. que l'on doit satisfaire aux conditions de diaphonie pour les circuits téléphoniques et les circuits pour transmissions radiophoniques quelle que soit l'origine de la diaphonie,

Quelles mesures doit-on prendre pour améliorer la qualité en ce qui concerne la diaphonie intelligible due à l'intermodulation avec des ondes pilotes dont la fréquence est un multiple de 4 kHz?

Remarque. — L'annexe ci-après donne quelques indications pour l'étude de cette question.

ANNEXE
(à la Question 25/XV)

Contribution de l'Administration suisse

Le problème de la diaphonie intelligible se pose dans divers systèmes en câble normalisés par le C.C.I.T.T. tels que les systèmes à 300 et à 960 voies sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm en câble conformes aux Avis G.341 et G.343.

Par exemple, dans le cas du système à 300 voies les produits d'intermodulation du type A-B avec l'onde pilote à 1364 kHz sont la cause d'une diaphonie intelligible entre les groupes secondaires 2 et 4 et inversement. Dans le cas du système à 960 voies les produits d'intermodulation du type A-B avec l'onde pilote à 4092 kHz sont la cause de diaphonie intelligible entre les groupes secondaires n^{os} 2 et 15 et inversement.

On a étudié trois cas particuliers et les résultats en sont décrits brièvement ci-après.

L'étude porte sur une section homogène de 280 km du circuit fictif de référence. La puissance de bruit admissible est de 840 pW; on admet un tiers de cette puissance (−65,5 dBm0p) pour le bruit d'intermodulation de 2e ordre. On admet encore que la forme de la courbe de préaccentuation peut être représentée de la manière suivante:

$$y(x) = 0{,}0075 \exp(4{,}8x) + 0{,}0925$$

où y représente le niveau de la voie, x la fréquence normalisée par rapport à la voie la plus élevée, $y(1) = 1$. Cette courbe est semblable à celle de l'Avis G.344,g, pour $a = 10$, $b = 2{,}20$.

La puissance du bruit d'intermodulation T_2 est donnée par

$$T_2(x) = t_2(x) + 2P - 10 \log N + K_2(x) \text{ dBm0p}$$

où t_2 est le coefficient de distorsion de la section homogène si l'on admet que le spectre du signal est plat; P représente la charge conventionnelle (Avis G.222) et K_2 est un facteur de correction qui tient compte de la préaccentuation et du facteur de pondération psophométrique.

Les résultats les plus importants figurent dans le tableau 1 ci-après:

TABLEAU 1

	Systèmes		
	300 voies	960 voies	10 800 voies
t_2 (dB)	$-60{,}3-K_2$	$-65{,}3-K_2$	$-75{,}8-K_2$
K_2 (dB)	−8,5	−15	−15
Niveau approximatif [1] de la voie perturbée (dB)	−5 ($x \sim 0{,}7$)	0 ($x \sim 1$)	0 ($x \sim 1$)
Niveau du pilote (dBm0)	−10	−10	−10
Niveau de la voie perturbatrice [1] (dB)	−10 ($x \sim 0{,}2$)	−10 $x \sim 0$	−10 $x \sim 0$
Affaiblissement diaphonique sur 280 km (dB)	61	65	75

Ces résultats se rapportent au cas d'un bruit d'intermodulation de 2e ordre de 1 pW/km. Si celui-ci est amélioré de S dB, l'affaiblissement diaphonique croît également de S dB.

Question 26/XV — Stabilité dynamique de la régulation

(suite de la Question 26/XV étudiée en 1964-1968)

Comment convient-il de préciser la clause de l'Avis G.214 relative à la stabilité dynamique du système de régulation de ligne pour les systèmes en câble?

Remarque. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 15/XV.

[1] Niveau rapporté à celui de la voie transmise à la fréquence la plus élevée.

Question 27/XV (4/IV) — Terminologie relative aux systèmes à courants porteurs

(question nouvelle)

La généralisation de la transmission de signaux non téléphoniques dans les réseaux entraîne-t-elle la nécessité de modifier ou de compléter certaines des définitions figurant actuellement page 70 du tome III du *Livre Bleu* et qui ont été reprises dans l'Avis G.211 du tome III du *Livre Blanc*? Dans l'affirmative, quelles devraient être ces modifications ou adjonctions?

Remarque. — L'objet principal de cette question est de remettre en accord certains termes utilisés par la Commission XV et par la Commission IV.

Question 28/XV — Transmission de télévision sur paire coaxiale 1,2/4,4 mm

(suite des Questions 28/XV et 29/XV étudiées en 1964-1968)

a) Quelles sont les caractéristiques à recommander pour la transmission alternée de téléphonie et de télévision monochrome ou en couleurs sur les systèmes à 6 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm (définis dans l'Avis G.344 en ce qui concerne leur emploi pour la téléphonie)?

Remarque. — Parmi les clauses à étudier figure la répartition des limites globales admissibles pour les parasites erratiques et les parasites récurrents entre:

1. les équipements terminaux de modulation;
2. les équipements terminaux de démodulation;
3. la ligne haute fréquence;

b) Les recommandations de l'Avis J.72 (lequel a été rédigé pour la transmission sur paire coaxiale 2,6/9,5 mm) peuvent-elles s'appliquer sans modification pour la transmission de signaux de télévision monochrome sur paire coaxiale 1,2/4,4 mm?

Remarque. — En ce qui concerne la mise en forme de la bande latérale résiduelle, deux propositions ont été présentées, soit recommander le 1er système mentionné dans la note de l'Avis J.72 (*Livre Bleu*, tome III, pages 411 et 412), soit effectuer cette mise en forme entièrement à l'émission comme pour le système à 12 MHz (Avis J.73, paragraphe c, *Livre Bleu*, tome III, p. 416).

Question 29/XV — Transmission de télévision sur le système à 60 MHz

(question nouvelle)

Considérant

que le système à 60 MHz sur paires coaxiales peut être utilisé pour des services à large bande tels que la transmission de l'un quelconque des signaux de télévision en couleur définis par le C.C.I.R.;

qu'il est souhaitable d'utiliser dans ce cas les mêmes répéteurs que lorsqu'on transmet uniquement la téléphonie,

quelles devraient être les recommandations complémentaires à émettre pour la ligne (câbles et répéteurs) et pour les équipements terminaux de modulation?

Remarque 1. — On prendra particulièrement en considération l'étude des points suivants:

a) Quelle répartition des fréquences en ligne devrait-on recommander pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision?

b) Quelle est la meilleure méthode à utiliser pour la transposition des fréquences video, modulation directe ou prémodulation? S'il est préférable d'adopter la méthode de prémodulation, quelle devrait être la fréquence porteuse?

c) Quelles valeurs devrait-on recommander pour l'indice de modulation et le niveau relatif de puissance du signal de télévision?

d) Quelles valeurs devrait-on recommander pour les impédances d'entrée et de sortie des répéteurs?

e) Comment pourrait-on coder sous forme numérique de tels signaux video, de façon à pouvoir transmettre un ou plusieurs signaux numériques de ce type sur le système analogique à 60 MHz sur paires coaxiales en même temps que des voies téléphoniques avec multiplexage par répartition en fréquence?

Remarque 2. — Le point e) devra être étudié en liaison avec la Question 10/D.

Remarque 3. — L'annexe ci-après donne un exemple d'une méthode de transmission envisagée par une administration.

ANNEXE

(à la Question 29/XV)

Note de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation

La N.T.T. estime que la méthode de prémodulation est plus économique et plus facile à appliquer que la méthode de modulation directe pour formuler le signal multiplex de télévision à transmettre sur le système à 60 MHz.

Les systèmes qu'étudie actuellement la N.T.T. sont brièvement décrits ci-après:

a) *Répartition des fréquences en ligne*

La figure 1 représente deux plans de répartition, un troisième concernant la répartition de fréquences pour la téléphonie seulement.

Une voie de télévision (plan 1) ou une voie de télévision et 300 voies téléphoniques (plan 2) correspondent à deux groupes quaternaires et sont échelonnés à partir de la limite inférieure de la bande transmise pour former jusqu'à six systèmes, au lieu des voies téléphoniques.

Les fréquences indiquées sur les plans ont été calculées pour le cas de signaux de télévision à 4,3 MHz, mais ces répartitions peuvent être utilisées aussi pour des signaux de télévision à 5,5 MHz.

b) *Modulation*

1. Première modulation:

1.1 Plan 1: On obtient une bande latérale résiduelle inférieure de la porteuse de prémodulation (10 560 kHz). La fréquence porteuse et la composante en courant continu du signal video sont supprimées l'une et l'autre, puisqu'elle ne doivent pas être transmises en ligne.

1.2 Plan 2: On obtient la bande latérale résiduelle supérieure de la porteuse de prémodulation (6799 kHz), définie dans l'Avis J.73 pour un système à 12 MHz.

La transmission de signaux de télévision en couleur à 5,5 MHz est plus facile avec le plan 1 qu'avec le plan 2.

2. Seconde modulation:

On peut utiliser aussi l'équipement de modulation de groupe quaternaire pour la seconde modulation de signaux de télévision sans changer les fréquences porteuses.

c) *Niveau relatif de puissance*

Le niveau relatif de puissance du signal de télévision est plus élevé de 13 dB environ que celui d'un signal téléphonique.

d) *Impédance d'entrée et de sortie des répéteurs*

La valeur de N, définie dans la note de l'Avis J.73, doit être d'au moins 70 dB.

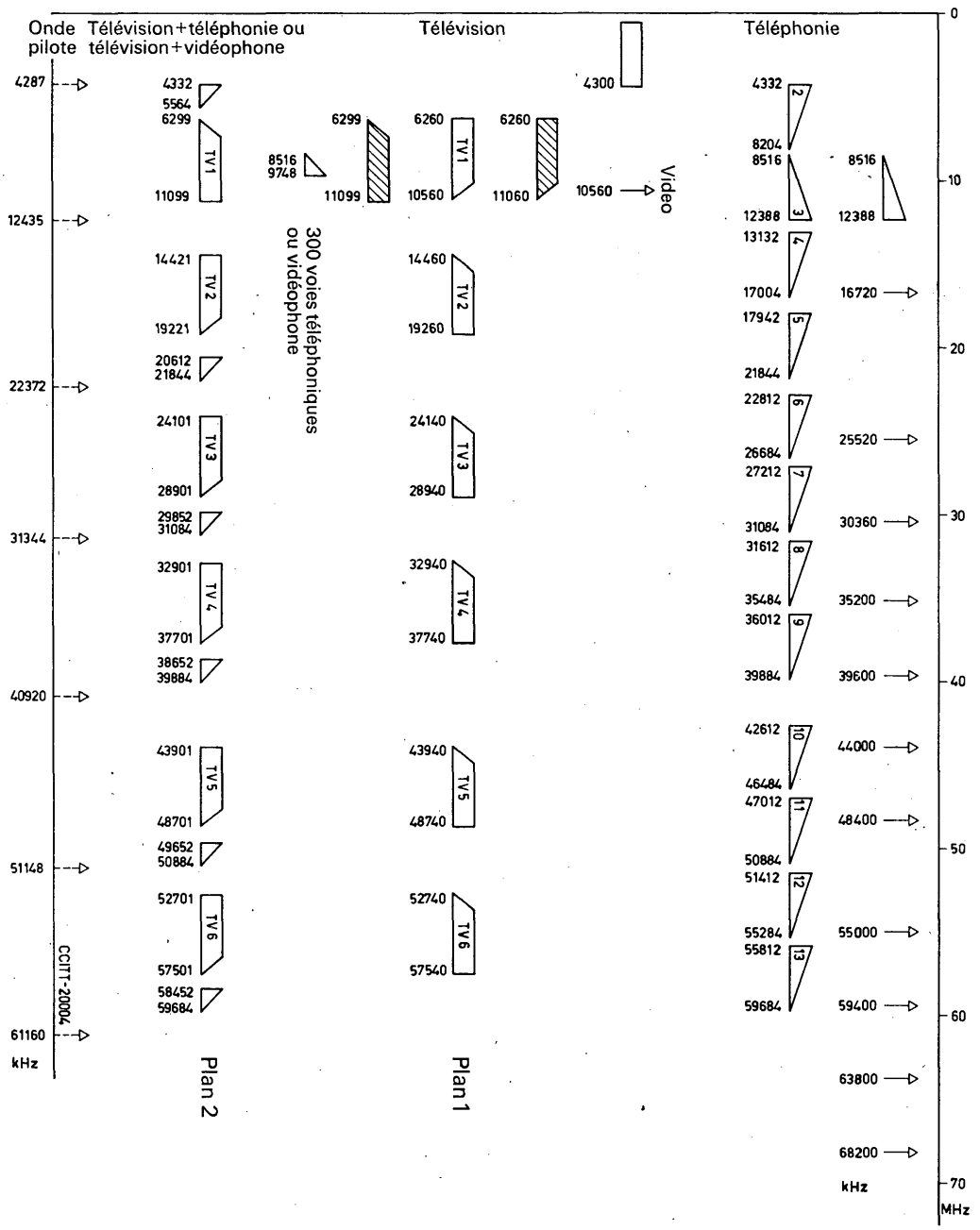


FIGURE 1. — **Répartition des fréquences en ligne pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision sur un système à 60 MHz**

Question 30/XV — Adaptation d'impédance dans les systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm

(suite de la Question 30/XV étudiée en 1964-1968)

D'après l'Avis G.345, il serait souhaitable de fixer une valeur de N égale à 63 dB dans toute la bande des fréquences transmises, N étant la grandeur définie dans l'Avis G.332,e.

Une telle valeur est-elle réalisable dans le bas de cette bande et dans la négative quelle valeur faudrait-il recommander?

Question 31/XV — Câbles et systèmes sous-marins

(suite de la Question 31/XV étudiée en 1964-1968)

a) Quels types de câbles sous-marins le C.C.I.T.T. pourrait-il normaliser pour les systèmes de différentes capacités dont la longueur ne dépassera pas 2500 km?

Remarque 1. — De tels systèmes permettront d'établir des circuits entièrement en câble sous-marin et satisfaisant à l'Avis G.152-A.

Remarque 2. — Il est demandé aux administrations qui étudient de nouveaux types de câbles sous-marins d'en aviser immédiatement le C.C.I.T.T. dans le cadre de cette question, afin de faciliter une normalisation internationale. Il est d'ailleurs souhaitable que ces administrations prennent contact directement avec les autres administrations intéressées et que des contributions communes de plusieurs administrations à cette question soient fournies au C.C.I.T.T.

Remarque 3. — La partie a de cette question s'applique à la fois aux câbles destinés à être posés normalement et aux types de câbles de réparation correspondants.

b) Quelles capacités devrait-on recommander pour les systèmes en câble sous-marin procurant plus de huit groupes secondaires?

Question 32/XV — Bruit transmis entre des systèmes interconnectés

(intéresse la Commission IV)
(question nouvelle)

Considérant

1. qu'un bruit de niveau élevé peut se produire dans la bande d'un signal pendant sa transmission sur une chaîne de répéteurs, par suite d'une défaillance ou d'un mauvais fonctionnement de cette chaîne, les gains des différents répéteurs de celle-ci étant déterminés par un paramètre du système;

2. que ce bruit peut surcharger des systèmes interconnectés à celui sur lequel il se manifeste;

il y a lieu de mettre à l'étude la question suivante:

Quelles sont les caractéristiques des systèmes de transmission sur lesquelles il convient d'émettre des avis pour empêcher que le bruit ou toute autre perturbation causée par la défaillance ou le mauvais fonctionnement d'un système se répercute sur les systèmes auxquels il est interconnecté?

Remarque. — Il y aurait lieu de tenir compte des facteurs suivants:

a) Présence simultanée de systèmes analogiques et numériques ou de leurs combinaisons (voir la Question 1/D, remarque e).

b) Indication ou détection d'une défaillance ou d'un mauvais fonctionnement, par exemple:
   1) défaillance de l'onde pilote;
   2) augmentation de la puissance totale à long terme du signal transmis que l'on surveille;
   3) augmentation du bruit dans une bande de fréquences non utilisée pour la transmission d'un signal;
   4) variation de quelque autre paramètre dont la valeur est un critère de la qualité de fonctionnement du système;
   5) une certaine combinaison des quatre facteurs ci-dessus.

c) Nombre des voies qui doivent être surveillées comme si elles transmettaient un seul signal à large bande.

d) Disposition qui doit être prise dans les équipements terminaux ou de ligne pour réduire le niveau du bruit ou des perturbations qui se répercutent sur les systèmes interconnectés.

e) Installation de moyens propres à rétablir le système dans son état normal après la relève du dérangement.

f) Installation d'indicateurs de dérangement à utiliser à l'extérieur du système de transmission.

Question 33/XV — Niveaux à l'entrée et à la sortie des équipements terminaux à 12 voies

(question nouvelle)

L'Avis G.232 ne comporte aucune recommandation concernant les niveaux à l'entrée et à la sortie à fréquences vocales des équipements terminaux à 12 voies.

Pour les matériels anciens, cette absence de recommandation, jointe aux possibilités présentées par les tubes, avait conduit les administrations à adopter des niveaux très divers. Afin de couvrir tous les cas, les constructeurs concevaient des matériels présentant des niveaux de sortie (réception) élevés et des niveaux d'entrée (émission) faibles. Cette pratique a été étendue aux systèmes à transistors des premières générations. On a constaté, d'une part, que la dissipation colorifique qui en résulte limite la miniaturisation des matériels et d'autre part que les possibilités qui découlent de l'existence de niveaux élevés ne sont utilisées que dans les rares cas de prolongement en deux fils des circuits. Compte tenu de ce que les techniques actuelles permettent de résoudre ces cas par d'autres moyens et compte tenu des dépenses inutiles que risque d'entraîner l'application systématique de niveaux de sortie élevés:

a) Ne serait-il pas souhaitable d'émettre des recommandations à ce sujet pour les matériels futurs, qui pourraient éventuellement être étendues à d'autres équipements présentant des bornes d'entrée et de sortie analogues?

b) Dans l'affirmative quelle gamme de valeurs devrait être recommandée aux bornes d'entrée et de sortie à fréquences vocales?

Remarque. — Cette question devrait être étudiée en liaison avec la Question 2/D.

Question 34/XV — Service téléphonovisuel

(question nouvelle)

Un intérêt de plus en plus grand s'attache à la possibilité d'exploiter un service de videophone[1] conjointement avec les services téléphoniques existants. Les administrations et autres

[1] Le terme *videophone* (ou téléphonovision?) désigne ici un service de transmission d'images en temps réel selon des normes inférieures à celles de la radiodiffusion télévisuelle, ce service étant associé directement au service téléphonique; certaines organisations désignent aussi ce service, en anglais, par les termes *viewphone* et *picturephone*.

organisations intéressées sont invitées à fournir des renseignements sur les plans ou les travaux expérimentaux envisagés en vue de l'établissement d'un tel service, pour qu'une étude soit faite sur les points suivants:

a) Normes acceptables déterminées par des mesures subjectives pour un service procurant:

1. une image du buste de l'abonné;
2. une image de petites réunions (par exemple, jusqu'à six personnes);
3. la reproduction de dessins et graphiques;
4. toute autre image appropriée.

b) Sur la base des normes acceptables proposées sous le point a, quelles caractéristiques convient-il de recommander pour l'équipement videophone des abonnés?

Remarque. — Ces caractéristiques devraient comprendre:

1) le type d'exploration (horizontale ou verticale);
2) le nombre de lignes d'exploration par trame;
3) la structure des lignes et la méthode d'entrelacement (le cas échéant);
4) le nombre de trames par seconde;
5) le format de l'image reproduite;
6) la distance de l'image au sujet;
7) le niveau minimal de la brillance de l'image reproduite;
8) le niveau minimal acceptable de la luminance pour la caméra;
9) la structure du signal de synchronisation;
10) la gamme des niveaux transmis vers la ligne et en provenance de celle-ci;
11) le spectre du signal.

c) Quelles normes de transmission convient-il de recommander pour les liaisons internationales dans une communication videophonique?

Remarque. — Ces normes devraient porter sur:

1) le choix entre les méthodes analogiques et les méthodes numériques pour la transmission;
2) la définition d'un circuit fictif de référence;
3) les caractéristiques de transmission aux videofréquences à recommander pour le circuit fictif de référence, qui devraient comprendre:
   - 3.1 la réponse de la voie aux videofréquences
     - — en fréquence (amplitude/fréquence et phase/fréquence),
     - — dans le temps (exprimée sous forme d'échos, etc.);
   - 3.2 le bruit erratique — rapport signal crête à crête sur valeur efficace du bruit
     - — bruit non pondéré,
     - — bruit pondéré;
   - 3.3 le bruit impulsif — nombre d'impulsions, d'une amplitude relative donnée, par unité de temps;
   - 3.4 perturbation par une onde sinusoïdale;
   - 3.5 ondulations à basse fréquence;
   - 3.6 ronflement de secteur (rapport signal crête à crête/valeur efficace du bruit);
   - 3.7 écart diaphonique pour la perturbation la plus gênante.

d) Quels sont les Avis à formuler pour la transmission videophonique avec commutation dans le réseau international?

Question 35/XV — Unification des caractéristiques des circuits du type téléphonique utilisés pour la transmission de télégraphie, fac-similé, données, etc.

(question nouvelle à étudier par le Groupe mixte LTG)

L'Avis H.12 contient les caractéristiques de circuits loués de type téléphonique de qualité ordinaire et de qualité spéciale.

Les Avis des sections 2, 3 et 4 de la deuxième partie du tome III contiennent des caractéristiques de circuits quelquefois légèrement différentes, provenant du fait qu'elles ont dans le passé été fixées par des Commissions différentes.

Est-il possible d'unifier toutes ces caractéristiques de façon à ne recommander finalement qu'une série commune de valeurs?

Remarque. — Le Secrétariat du C.C.I.T.T. publiera une contribution indiquant les caractéristiques qu'il convient d'essayer d'unifier au titre des Questions 35/XV et 36/XV, en mettant à jour le texte publié aux pages 144 à 153 du document AP IV/62 (COM XV—n° 179 de 1964-1968).

Question 36/XV — Unification de certaines caractéristiques des signaux transmis sur des circuits du type téléphonique

(question nouvelle à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis des sections 2, 3, 4 et 5 de la deuxième partie du tome III contiennent des caractéristiques de signaux (niveaux, etc.) différentes.

Est-il possible d'unifier, dans la mesure du possible, ces caractéristiques de façon que tous les services non téléphoniques respectent les mêmes normes? Dans l'affirmative, quelles seraient ces caractéristiques?

Remarque. — Voir la remarque de la Question 35/XV.

Question 37/XV — Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation

(suite de la Question 37/XV étudiée en 1964-1968)

Les signaux transmis par les systèmes à courants porteurs sont parfois modulés par des signaux perturbateurs provenant des sources d'alimentation en énergie à fréquence industrielle.

En caractérisant ces perturbations par le niveau de la composante latérale indésirable la plus intense observée lorsqu'un signal sinusoïdal est appliqué avec une puissance de 1 mW au point de niveau relatif zéro (0 dBm0) sur un circuit téléphonique; étant donné qu'une valeur de —45 dBm0 a été recommandée pour la limite maximale admissible du niveau de cette composante latérale indésirable la plus intense sur un circuit complet, de type téléphonique:

Quelles dispositions devraient être prises dans les équipements pour que cette valeur de —45 dBm0 ne soit jamais dépassée?

Remarque 1. — L'effet de la modulation est le suivant: un signal d'entrée de fréquence f Hz produira, par exemple, à la sortie des signaux de fréquences f, $f \pm 50$, $f \pm 100$, $f \pm 150$ Hz, etc. Dans certains pays, on a également observé des cas de modulation où intervenaient des sous-harmoniques. L'effet peut être aggravé quand le système de transmission traverse des régions utilisant des fréquences d'alimentation différentes ou asynchrones. Les perturbations peuvent être notamment causées par une alimentation insuffisamment filtrée de l'équipement générateur de la fréquence porteuse associé aux systèmes à multiplexage par répartition en fréquence.

Remarque 2. — Pour commencer l'étude de cette question, on supposera que la valeur indiquée (—45 dBm0) doit être respectée sur un circuit de 830 km, correspondant au tiers du circuit fictif de référence.

On étudiera la composition des perturbations provenant des différents équipements mis en œuvre sur ce circuit de 830 km, et on essaiera de déterminer une valeur limite admissible pour chacun d'eux.

D'après le résultat de cette étude, et en particulier selon les difficultés techniques ou économiques de respecter les clauses pour les équipements pris isolément, on recherchera si la valeur de —45 dBm0 peut être imposée pour des circuits plus longs (par exemple 2500 km).

Remarque 3. — L'annexe 1 résume les travaux effectués à ce sujet par le Groupe de travail « Utilisation des lignes pour la télégraphie » en 1964-1968. L'annexe 2 reproduit une contribution récente du Royaume-Uni.

ANNEXE 1

(à la Question 37/XV)

Résumé des travaux du Groupe mixte LTG

Au cours de la période 1964-1968, le Groupe mixte LTG (Utilisation des lignes pour la télégraphie) a apporté à la Question 37/XV la réponse suivante, approuvée par la Commission XV:

1. En ce qui concerne le niveau maximal de la composante latérale indésirable la plus intense, lorsqu'un signal sinusoïdal est appliqué au niveau 0 dBm0, une limite de —45 dBm0 (—52 dNm0) serait admissible pour les circuits de télégraphie harmonique (modulation d'amplitude ou de fréquence), pour le fac-similé, pour la parole, la signalisation téléphonique et les transmissions de données.

En ce qui concerne les circuits pour transmissions radiophoniques, la même limite a été acceptée par la C.M.T.T. (documents CMTT/114 et CMTT/118).

2. Les principales sources de perturbation dues au secteur sont:
   a) le ronflement résiduel aux bornes des batteries d'accumulateurs qui est transmis directement aux équipements par les circuits d'alimentation,
   b) le courant alternatif de téléalimentation de certains systèmes, qui agit soit par les filtres d'aiguillage de l'alimentation, soit par l'intermédiaire des rubans d'acier des paires coaxiales,
   c) les tensions alternatives induites dans le circuit de téléalimentation en courant continu de certains systèmes,
   d) les modulations parasites d'amplitude et de phase des divers porteurs, provenant de la cause a, et aggravées dans les étages multiplicateurs de fréquence des producteurs de porteurs.

3. Il est très difficile de fixer des limites pour chaque cause individuellement de telle façon que sur un circuit une limite précisée soit atteinte, par exemple: —45 dBm0 ou —5,2 Nm0.

Parmi les contributions reçues au cours de cette période, les renseignements suivants peuvent être utiles pour la suite de cette étude.

République fédérale d'Allemagne

Comme résultat de ses études portant sur la subdivision de cette limite d'ensemble entre les diverses sources de modulation par le bruit de secteur, la République fédérale d'Allemagne propose une valeur admissible de 58 dB pour le degré de modulation de phase par le bruit de secteur de la fréquence porteuse la plus élevée produite dans un équipement quelconque générateur de porteuse.

American Telephone and Telegraph Company

Comme objectif d'ensemble pour le brouillage dû à la modulation par le bruit de secteur, l'A.T. & T. a adopté un *rapport* de 30 dB entre le niveau du signal désiré et celui de la bande latérale la plus importante de ladite modulation. Cette valeur doit donner une qualité satisfaisante dans les services de l'A.T. & T. de téléphonie, de transmission de données à fréquences vocales et de télégraphie harmonique multivoie à 150 mots par minute. Pour ce dernier cas, on peut s'attendre à ce qu'un rapport de 30 dB donne lieu à une distorsion télégraphique globale comprise entre 5 et 10%.

Se fondant sur cet objectif d'ensemble de 30 dB, on a alloué un objectif de 36 dB statistiquement à *chacun* des divers couples multiplex terminaux d'émission et réception d'une connexion complète de 4000 miles de longueur.

Cependant, les couples en question, lorsqu'il s'agit d'équipement terminal muni de tubes à vide (type LMX-1) procurent une valeur de 50 dB dans la voie de fréquence porteuse la plus élevée. Nous sommes en train de modifier tous nos équipements transistorisés modernes (LMX-Z) en ajoutant des convertisseurs continu/continu à toutes les alimentations par batterie des systèmes à courants porteurs, de manière à obtenir au moins le même rapport de 50 dB, par couples terminaux d'émission et de réception, entre le niveau du signal désiré et la bande latérale de modulation par le bruit de secteur la plus significative dans la voie à courants porteurs de fréquence la plus élevée.

Royaume-Uni

(Voir l'annexe 2.)

ANNEXE 2
(à la Question 37/XV)

Contribution de l'Administration du Royaume-Uni

1. Dans les équipements modernes de transposition de fréquences, la modulation du signal par la fréquence 50 Hz (ou par ses harmoniques) provient de deux sources:

a) impureté de l'alimentation en courant porteur: présence de signaux f_c + 50 Hz, etc. (f_c étant la fréquence porteuse) dans l'alimentation des modulateurs en courant porteur;

b) découplage insuffisant de l'alimentation: la présence de la fréquence 50 Hz et de ses harmoniques dans l'alimentation en courant continu excite certains organes en raison d'un découplage insuffisant.

2. *Pureté de l'alimentation en courant porteur*

Pour ses équipements générateurs de courants porteurs, l'Administration du Royaume-Uni spécifie que, dans l'alimentation des modulateurs/démodulateurs en courant porteur, le niveau de signaux parasites sur des fréquences telles que f_c + 50 Hz doit être inférieur de 53 dB ou davantage au niveau du signal d'alimentation en courant porteur, assurant ainsi qu'à la sortie de tout modulateur le niveau de ces signaux parasites sera inférieur d'au moins 58 dB à celui du signal de la bande latérale utile.

Le circuit fictif de référence de 830 km comporte 12 étages de modulation. Etant donné que chaque étage pourrait fournir ainsi un niveau de —58 dBm0, la contribution totale provenant de cette source pourrait être de —47 dBm0.

3. *Découplage insuffisant de l'alimentation en courant continu*

Les spécifications de l'Administration du Royaume-Uni relatives au découplage sont telles que les niveaux des signaux parasites se trouvent limités à des valeurs ne dépassant pas celles qui sont indiquées à la colonne 2 du tableau 1. L'addition des contributions dues aux impuretés de l'alimentation en courants porteurs pourrait entraîner l'apparition des niveaux maximaux figurant à la colonne 3 du tableau 1.

Le tableau 1 montre également le nombre des équipements de types divers que l'on trouve dans le circuit fictif de référence de 830 km.

4. L'addition des contributions dues aux diverses sources donne un total de —45 dBm0 pour un circuit fictif de référence de 830 km.

Il convient de remarquer que ces valeurs correspondent à l'emploi de l'équipement le plus vulnérable dans les conditions les plus difficiles, avec un maximum d'impuretés dans l'alimentation

TABLEAU 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Equipement	Niveau maximum des signaux parasites par équipement (émission + réception)		Nombre effectif d'équipements dans le circuit fictif de référence de 830 km	Contribution totale de chaque type d'équipement
	Dû à un découplage insuffisant (dBm0)	Dû à toutes les sources (dBm0)		(dBm0)
Modulation de voie	−50	−48,8	1	−48,8
Modulation de groupe primaire	−60	−53,8	2	−50,8
Modulation de groupe secondaire	−80	−55	3	−50
Filtres de transfert de groupe secondaire	−80	−80	1	−80
Filtres de transfert de groupe primaire	−80	−80	1	−80

en courants porteurs et dans l'alimentation en courant continu. Il est peu probable que cette combinaison se présente dans la pratique.

5. En conclusion, les limites suivantes pourraient être appliquées à chacun des équipements (émission + réception) indiqués:

Type d'équipement	*Niveau maximum de la composante latérale non désirée la plus intense (dBm0)*
Modulation de voie	−50
Modulation de groupe primaire	−55
Modulation de groupe secondaire	−55
Filtres de transfert de groupe primaire	−80
Filtres de transfert de groupe secondaire	−80

Question 38/XV — Caractéristiques des circuits à large bande en groupe primaire ou secondaire pour la transmission de signaux à large spectre

(question nouvelle à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis H.14 et H.15 contiennent, à titre provisoire, quelques caractéristiques des circuits à large bande, en groupe primaire ou secondaire, pour la transmission de signaux à large spectre (données, etc.).

Quelles sont les caractéristiques à fixer pour de tels circuits, et quelles sont les valeurs à recommander pour ces caractéristiques?

Question 39/XV — Caractéristiques des signaux à large spectre à transmettre sur des circuits à large bande en groupe primaire ou secondaire

(question nouvelle, à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis H.52 et H.53 contiennent des caractéristiques provisoires pour ces signaux. Il convient de confirmer ou de modifier et de compléter ces avis.

Question 40/XV — Définition de la fiabilité d'un système

(question nouvelle) [1]

Comment peut-on définir la fiabilité d'un système de transmission?

Remarque. — Dans l'étude de cette question, il y aurait lieu de tenir compte des considérations suivantes:

a) la définition donnée à ce terme devrait pouvoir s'appliquer facilement à tous les types de systèmes de transmission (faisceaux hertziens, systèmes en câble, etc.);

b) il faudrait préciser les moyens de mesure de la fiabilité d'un système et le mode d'expression des résultats;

c) il faudrait préciser les moyens de combiner la fiabilité de systèmes fonctionnant en tandem afin de fixer un objectif global de fiabilité pour l'ensemble.

Question 41/XV — Objectifs de fiabilité pour les divers services

(question nouvelle) [1]

Quels sont les objectifs de fiabilité appropriés pour les divers types de service (téléphonie, données, etc.) assurés sur des communications internationales?

Question 42/XV — Fiabilité des systèmes de transmission

(question nouvelle) [1]

Quelle est la meilleure manière de réaliser les objectifs de fiabilité fixés pour des systèmes de transmission de types différents (faisceaux hertziens, systèmes en câble, etc.)?

Remarque. — Dans l'étude de cette question, il y aurait lieu de tenir compte des considérations suivantes:

a) caractéristiques de construction du système (distance entre répéteurs, marges d'évanouissement, etc.);

b) dispositions de secours (alimentation de secours, commutation automatique de lignes, lignes de transmission de réserve, etc.).

Question 43/XV — Fiabilité des éléments d'un système

(question nouvelle) [1]

a) Comment peut-on définir et mesurer la fiabilité des éléments (amplificateurs, régulateurs, etc.) entrant dans la construction d'un système?

[1] Dans l'étude de ces questions on tiendra compte des études générales sur la définition de la fiabilité et sur certains principes fondamentaux qui ont été confiées à la Commission mixte spéciale C (Question 12/C).

b) Comment peut-on combiner ces valeurs pour parvenir à une fiabilité globale pour un certain nombre d'amplificateurs, de régulateurs, etc.?

Question 44/XV — Fiabilité des composants

(question nouvelle) [1]

a) Comment peut-on définir et mesurer la fiabilité de composants actifs et passifs (transistors, capacités, résistances, etc.)?

b) Comment peut-on combiner ces valeurs pour parvenir à une fiabilité globale pour des dispositifs (par exemple des amplificateurs, des régulateurs, etc.) utilisant un certain nombre de ces composants?

[1] Voir note 1 au bas de la page précédente.

Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission d'études XV pendant la période 1968-1972

N° de la question	Objet résumé	Observations
1/XV	Caractéristiques pour les circuits radiophoniques de haute qualité en cas de transmission monophonique	
2/XV	Caractéristiques des couples de circuits assurant une transmission stéréophonique	
3/XV	Gain relatif de circuits téléphoniques internationaux en dehors de la bande 300-3400 Hz	Intéresse les C.E. IV, XI et XVI
4/XV	Normalisation de différents types de circuits pour transmissions radiophoniques	Tenir les C.E. III et IV au courant des études
5/XV	Compresseurs-extenseurs pour la téléphonie	
6/XV	Circuits radiophoniques établis sur des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire	Intéresse C.E. Sp. C
7/XV	Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques	
8/XV	Interconnexion de circuits pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire de base	
9/XV	Amélioration de l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission	
10/XV	Spécification plus complète des suppresseurs d'écho; nouvelles méthodes de réduction des échos	
11/XV	Protection des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire contre les signaux à large spectre; régulateurs associés à ces ondes pilotes	
12/XV	Protection des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire dans divers cas de transfert	
13/XV	Suppression des ondes pilotes de régulation de ligne	
14/XV	Résidu de courant porteur dans les équipements de modulation	
15/XV	Régulateurs de ligne, de groupe primaire, etc.	
16/XV	Equipements de transfert de groupe primaire et de groupe secondaire	A étudier d'abord par la C.E. IV
17/XV	Lignes aériennes pour systèmes à courants porteurs	Question Afrique K.1; M. Bashir, rapporteur
18/XV	Systèmes à petit nombre de voies en câble	Questions Afrique K.2 et Asie 8

N° de la question	Objet résumé	Observations
19/XV	Diaphonie dans les transmissions radiophoniques en cas de transfert de groupe primaire, etc.	
20/XV	Transmission de plus de 2700 voies sur paire coaxiale 2,6/9,5 mm	
21/XV	Transmission de plus de 2700 voies sur de nouveaux types de câble	
22/XV	Impédances et niveaux aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires	
23/XV	Extension de l'ancien Avis G.335 aux systèmes à transistors	
24/XV	Caractéristiques des systèmes à courte et moyenne distance	En collaboration avec la C.E. XVI (Question 6/XVI)
25/XV	Diaphonie intelligible due à l'intermodulation avec une onde pilote de ligne	
26/XV	Stabilité dynamique de la régulation	
27/XV	Terminologie relative aux systèmes à courants porteurs	En collaboration avec la C.E. IV (Question 4/IV)
28/XV	Transmission de télévision sur paire coaxiale 1,2/4,4 mm	
29/XV	Transmission de télévision sur le système à 60 MHz	
30/XV	Adaptation d'impédance dans les systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm	
31/XV	Câbles et systèmes sous-marins	
32/XV	Bruit transmis entre des systèmes interconnectés	
33/XV	Niveaux à l'entrée et à la sortie des équipements terminaux à 12 voies	
34/XV	Service téléphonovisuel	
35/XV	Unification des caractéristiques des circuits du type téléphonique utilisés pour la transmission de télégraphie, fac-similé, données, etc.	A étudier par le Groupe mixte LTG
36/XV	Unification de certaines caractéristiques des signaux transmis sur des circuits du type téléphonique	A étudier par le Groupe mixte LTG
37/XV	Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation	
38/XV	Caractéristiques des circuits à large bande en groupe primaire ou secondaire pour la transmission de signaux à large spectre	A étudier par le Groupe mixte LTG

TOME III — Liste des questions

N° de la question	Objet résumé	Observations
39/XV	Caractéristiques des signaux à large spectre à transmettre sur des circuits à large bande en groupe primaire ou secondaire	A étudier par le Groupe mixte LTG
40/XV	Définition de la fiabilité d'un système	[1]
41/XV	Objectifs de fiabilité pour les divers services	[1]
42/XV	Fiabilité des systèmes de transmission	[1]
43/XV	Fiabilité des éléments d'un système	[1]
44/XV	Fiabilité des composants	[1]

[1] Dans l'étude de ces questions, on tiendra compte des études générales sur la définition de la fiabilité et sur certains principes fondamentaux qui ont été confiées à la Commission mixte spéciale C (Question 12/C).

Questions relatives aux circuits téléphoniques confiées à la Commission XVI

Question 1/XVI — Circuits du réseau à commutation

(suite de la Question 1/XVI étudiée en 1964-1968)

Quelles sont les caractéristiques de transmission à recommander pour les circuits de type téléphonique qui peuvent faire partie des communications par commutation établies dans le réseau international public, conformément au plan de transmission du C.C.I.T.T.?

Remarque. — Pour continuer l'étude de la Question 1/XVI, il y a lieu de considérer en particulier les points énumérés dans l'annexe 1.

ANNEXE 1

(à la Question 1/XVI)

Points à étudier dans le cadre de la Question 1/XVI et points étudiés par d'autres Commissions, intéressant la Commission XVI

I. Points a étudier pour la Commission XVI

1. *Définition de communications de référence*
(réexamen de l'Avis G.110) [1].

2. *Emploi des suppresseurs d'écho*
(réexamen de l'Avis G.131, compte tenu de l'Avis G.161 — voir aussi l'annexe 2, qui est également soumise à la Commission XI).

3. *Affaiblissements d'équilibrage dans les réseaux nationaux*
(un aspect de cette étude fait l'objet de la Question 19/XII).

4. Dans quels cas peut-on recommander l'emploi de *termineurs utilisant des éléments non linéaires*?
Voir l'annexe 3. Dans l'étude de ce point, on tiendra compte notamment des résultats des essais demandés au Laboratoire du C.C.I.T.T. et de l'étude qui sera effectuée par la Commission XII dans le cadre de la Question 19/XII.

5. *Caractéristiques de transmission d'un centre automatique international*
(il s'agit de l'étude mentionnée dans l'Avis G.142 et qui portera sur le nouveau texte de l'Avis Q.45 dans le tome VI du *Livre Blanc*).

6. *Limitation de la charge des systèmes*, compte tenu de l'équivalent de référence minimum à l'émission (point 22).

Des mesures de puissance des signaux transmis sur les circuits téléphoniques peuvent être effectuées pour atteindre des buts différents, par exemple:

[1] Les références aux Avis du C.C.I.T.T. s'appliquent aux textes figurant dans le tome III du *Livre Blanc* (Mar del Plata, 1968).

— connaître la charge effective des systèmes à large bande, et c'est alors la valeur moyenne à long terme et la dispersion de la puissance *par voie* qu'il faut déterminer;

— connaître la puissance (moyenne et dispersion) *par communication*, par exemple pour essayer éventuellement d'établir une relation entre cette puissance et l'équivalent de référence à l'émission.

Le premier but doit être poursuivi par la Commission mixte spéciale C, (Question 11/C), au profit de la Commission XV; le second concerne essentiellement la Commission XII (Question 10/XII).

La Commission XVI elle-même doit utiliser les conclusions de ces deux autres Commissions (Sp. C et XII) pour l'établissement ou l'amélioration du plan de transmission.

Au cours de la réunion de la Commission XVI à Mar del Plata en octobre 1968, M. Toutan a réuni les délégués qui avaient l'intention de faire des mesures pour répondre à la Question 11/C, afin de fixer un programme et un calendrier pour ces mesures par entente entre les administrations intéressées. Les résultats de cette réunion ont été portés à la connaissance des administrations par une circulaire du Directeur du C.C.I.T.T.

7. Emploi du *montage de laboratoire* destiné à représenter une communication intercontinentale

Ce montage a été réalisé au Laboratoire du C.C.I.T.T. suivant les instructions données par la Commission XII.

8. *Systèmes à courants porteurs pour très courtes distances*

(réexamen de l'Avis G.125 en vue d'aboutir à des valeurs plus précises; à étudier en liaison avec les Questions 24/XV et 6/XVI).

9. *Essais de transmission avec le système de signalisation n° 6*

Quelles sont les possibilités que le système de signalisation n° 6 devrait procurer afin d'aider à assurer une qualité de transmission satisfaisante sur des communications établies par commutation dans le réseau international?

II. Points étudiés par d'autres Commissions, qui intéressent la Commission XVI

21. *Equivalents de référence nationaux*

(fait l'objet de la Question 1/XII).

22. *Valeur minimale de l'équivalent de référence* du système émetteur national

(fait l'objet de la Partie c) de la Question 1/XII; à étudier en liaison avec le point 6 et avec la Question 10/XII).

23. *Résultats du programme de mesures* visant à vérifier la qualité de transmission réelle de *communications* établies par commutation

(l'analyse des mesures faites en 1967 se trouve dans l'annexe à la Question 4/XVI. D'autres mesures seront effectuées en 1968-1972 dans le cadre de la Question 21/IV).

24. Effet cumulatif de la *diaphonie entre les deux sens de transmission* introduite par les centraux et les circuits sur une communication mondiale

(fait l'objet de la Question 9/XV).

25. *Diaphonie intelligible entre circuits différents*

(fait l'objet de la Question 11/XII).

26. Incorporation au réseau téléphonique actuel de *circuits sur systèmes M.I.C.*

(fait l'objet de la Question 12/D; les résultats de l'étude seront communiqués à la Commission XVI).

ANNEXE 2
(à la Question 1/XVI)

Exposé systématique des conditions d'insertion des suppresseurs d'écho, et conséquences à en tirer pour fixer l'emplacement des suppresseurs d'écho

(Contribution de l'Administration fédérale allemande en mai 1967, COM XI — n° 120)

1. *Introduction*

L'étude des Questions 5/XI (période 1960-1964) et 2/XI (période 1964-1968) a été jusqu'ici essentiellement limitée à l'utilisation des suppresseurs d'écho dans une connexion téléphonique internationale *complète*. Aucune spécification n'a encore été établie pour la commande des suppresseurs d'écho dans le cas où l'on connecte l'un à l'autre deux circuits de grande longueur, internationaux ou intercontinentaux, dont chacun exige en tout état de cause la présence d'un de ces appareils.

L'exposé qui suit vise à normaliser les conditions auxquelles doit satisfaire un nouveau système de signalisation pour ce qui est de la commande des suppresseurs d'écho. Il faut à cet égard tenir compte des possibilités qu'introduira le nouveau plan d'acheminement et, en partie également, des conditions qui règnent sur les sections nationales.

Dans ce qui suit, nous nous efforçons de décrire de manière complète et systématique les dispositions des circuits utilisés pour les connexions téléphoniques internationales pour autant qu'elles intéressent l'insertion des suppresseurs d'écho, et aussi de déterminer l'emplacement possible de ces appareils. A partir de cela nous étudions leur utilisation, sous l'angle de sa nécessité et de ses possibilités. Enfin, nous cherchons à formuler des principes de pratique générale en nous inspirant des « Règles idéales » A à E que l'on trouve à l'Avis G.131 du C.C.I.T.T.

2. *Combinaisons possibles de circuits*

Du point de vue de l'insertion des suppresseurs d'écho, une connexion internationale peut comprendre deux types de circuits:

a) ceux qui, pris isolément, ne requièrent pas de suppresseurs d'écho et qui normalement n'en sont pas pouvus;

b) ceux qui, en raison de leurs caractéristiques de transmission, requièrent un suppresseur d'écho.

Appartiennent à la catégorie b) les circuits TASI et les circuits de télécommunication par satellites. Le temps de transmission sur les liaisons internationales étant forcément limité, les circuits à satellites doivent toujours être identifiables. Quant aux circuits TASI leur identification n'est requise que si le système de signalisation oblige à accorder une attention particulière à leurs caractéristiques, faute de quoi ils pourraient être pris pour des circuits normaux du groupe dont ils font partie.

Pour les circuits à quatre fils à utiliser sur les connexions internationales, le temps de propagation est le critère essentiel qui permet de faire une distinction entre les circuits des deux groupes.

Lorsqu'on établit une communication en transit international, on peut se trouver en présence des diverses combinaisons de circuits suivantes:

2.1 La connexion se compose uniquement de circuits qui n'exigent pas de suppresseurs d'écho. Toutefois, en raison du temps de propagation total sur la chaîne à quatre fils, un suppresseur d'écho est nécessaire.

2.2 La connexion comprend au moins un circuit nécessitant un suppresseur d'écho. On peut se trouver dans l'un des cas suivants:

2.2.a) un circuit, à l'extrémité de départ, ne requiert pas de suppresseur d'écho;

2.2.b) un circuit, à l'extrémité d'arrivée, ne requiert pas de suppresseur d'écho;

2.2.c) les circuits situés aux deux extrémités ne requièrent pas de suppresseur d'écho;

2.2.d) un circuit, à l'extrémité de départ, requiert un suppresseur d'écho;

2.2.e) un circuit, à l'extrémité d'arrivée, requiert un suppresseur d'écho.

2.3 Tous les circuits dont se compose la connexion requièrent des suppresseurs d'écho.

3. *Emplacement des suppresseurs d'écho actifs*

Selon le nombre et le type des circuits dont se compose la connexion internationale, les suppresseurs d'écho actifs peuvent être installés aux emplacements suivants:

3.1 *Côté départ*

3.1.a) *au centre international de départ.* A condition que la durée de propagation sur les sections nationales qui précèdent ne dépasse pas une limite admissible qui reste encore à fixer (d'après la contribution COM XV — n° 93, page 11, les modèles récents de suppresseurs d'écho tolèrent pour cette durée des valeurs au plus égales à 25 ms);

3.1.b) *dans un central national de départ.* Si la durée d'écho sur les sections nationales qui précèdent le centre national de départ dépasse la limite admissible;

3.1.c) *dans un centre international de transit.* Si les suppresseurs d'écho disponibles doivent être également utilisés dans le pays d'origine et si la durée d'écho sur les sections qui précèdent est assez courte.

3.2 *Côté arrivée*

3.2.a) *au centre international d'arrivée.* A condition que la durée de propagation sur les sections nationales qui suivent ne dépasse pas une limite admissible;

3.2.b) *dans un central national d'arrivée.* Si la durée d'écho sur les sections nationales qui suivent le centre international d'arrivée dépasse la limite admissible;

3.2.c) *dans un centre international de transit.* Si les suppresseurs d'écho dont on dispose doivent être également utilisés dans le pays d'arrivée et si la durée de transmission sur le prolongement est assez courte.

4. *Données nécessaires pour la commande du fonctionnement des suppresseurs d'écho*

Pour chaque connexion, il faut savoir dans lequel des cas décrits aux paragraphes 2 et 3 ci-dessus on se trouve. Selon ce cas, les centraux de départ, d'arrivée et aussi de transit doivent avoir suffisamment de renseignements pour pouvoir commander les suppresseurs d'écho de la manière que prévoient les Règles A à D ou E à K de l'Avis G.131. Les données de commande, pour la constitution desquelles il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs, dépendent de l'arrangement particulier, c'est-à-dire du type des circuits, de leur composition et de l'emplacement des suppresseurs d'écho.

Nous allons maintenant examiner cette question du point de vue de l'emplacement des suppresseurs d'écho.

4.1 *Centre international de départ*

4.1.1 Le circuit de départ ne nécessite pas de suppresseur d'écho. La décision d'insérer un suppresseur d'écho peut être commandée par:

4.1.1.a) l'indicatif de pays/du pays d'arrivée;

4.1.1.b) l'indicatif de pays/du pays d'arrivée et (pour le cas des plus grands pays) les chiffres nationaux suivants;

4.1.1.c) les renseignements indiqués aux alinéas a) ou b) ci-dessus, auquel cas on doit tenir compte également de la direction désirée si, par exemple, l'acheminement direct ne nécessite pas de suppresseur d'écho alors que des acheminements détournés en nécessitent;

4.1.1.d) des renseignements en retour sur le trajet international situé en amont (identité du centre de transit international, nombre de centres de transit, caractéristiques de la chaîne de circuits au point de vue du temps de propagation, circuits par satellites, etc.), ceci dans le cas où des suppresseurs d'écho sont requis pendant que l'établissement de la connexion est en cours. En pareil cas, la proposition qui figure au point a) 2 de l'annexe 1 à la Question 2/XI (page 289 du tome VI du *Livre Bleu*) n'est pas valable.

L'acheminement dans les centres internationaux de transit peut exiger l'insertion ultérieure d'un suppresseur d'écho au centre de départ, ce qui se révèle difficile avec le matériel de commutation classique. Cependant, il serait encore possible de munir en permanence les circuits de suppresseurs d'écho que l'on mettrait en œuvre selon les besoins. Ce sont les conditions locales qui dictent la décision à prendre au sujet de l'une ou l'autre de ces possibilités.

4.1.2 Le circuit de départ nécessite un suppresseur d'écho. Le centre de départ n'a alors besoin d'aucun autre renseignement pour mettre en œuvre le suppresseur d'écho. Cependant, un tel appareil sera certainement aussi nécessaire à l'extrémité d'arrivée (voir 3.2). Le centre de départ doit fournir les renseignements pertinents, lesquels doivent parvenir aux points d'insertion possibles de la partie internationale de la connexion (voir 3.2.a) et 3.2.c)).

4.1.3 Si la section nationale de départ est suffisamment longue pour avoir déjà été munie d'un suppresseur d'écho, le centre international de départ doit agir de la même façon qu'un centre international de transit (voir 4.2); il doit, au moyen d'un renseignement transmis vers l'avant, indiquer qu'un suppresseur d'écho est requis du côté arrivée de la connexion.

4.2 *Centre international de transit*

Un centre international de transit ne devrait jamais mettre en œuvre des suppresseurs d'écho, même si les circuits connectés en tandem en requièrent un. Les données de commande sont transmises dans les deux directions.

La règle précédente souffre certaines exceptions.

4.2.1 Le centre international de transit doit insérer le suppresseur d'écho pour le centre international de départ immédiatement précédent. Il doit à cet effet pouvoir reconnaître sans ambiguité que l'appel provenait de ce dernier et n'était pas tout simplement transféré en direct.

Le renseignement requis peut être transmis sous la forme:

4.2.1.a) d'un signal spécialement émis par le centre de départ;

4.2.1.b) d'un indicatif de groupe, pour le cas où un groupe particulier est réservé aux connexions de ce genre;

4.2.1.c) d'un signal d'identification du centre de départ qui, de toute manière, serait nécessaire pour toute connexion entre les deux centres intéressés.

La décision d'insérer des suppresseurs d'écho pourrait être prise alors conformément à l'un des critères 4.1.1.a) à 4.1.1.d). Les informations s'y rapportant doivent ensuite être transmises aux points d'insertion de la partie internationale de la connexion côté arrivée (voir 3.2.a) et 3.2.c)).

4.2.2 Le centre international de transit doit insérer un suppresseur d'écho pour le centre international immédiatement suivant. Cette insertion peut être commandée par un examen simultané de l'information d'acheminement et de la décision générale (par oui ou non) concernant l'insertion de suppresseurs d'écho.

4.2.3 Le rôle des centres internationaux de transit est indiqué à l'Avis Q.115. Si plus d'un centre international de transit applique les facilités mentionnées aux alinéas b)i) à b)iii) de cet avis, il est très probable que le nombre des suppresseurs d'écho admissible en vertu de la Règle K de l'Avis G.131 sera dépassé. Sous sa forme actuelle, l'Avis Q.115 n'est pas compatible avec cette Règle K et peut-être faudrait-il le réviser.

Si l'on applique la Règle F de l'Avis G.131 avec le plan d'acheminement, il peut y avoir encore un centre international de transit entre un centre international de départ et le centre international de transit chargé d'insérer les suppresseurs d'écho. Or, ceci ne devrait jamais avoir lieu, car cela compliquerait la génération des informations conformes aux alinéas 4.2.1.a) à 4.2.1.c); il s'ensuit donc que ces centres internationaux de transit doivent déterminer l'origine de chaque appel. Nous sommes donc partis de l'hypothèse que ce n'est pas le centre international de départ ou d'arrivée, mais le centre international de transit qui suit ou précède immédiatement le centre d'arrivée, et lui seul, qui doit avoir la responsabilité de l'insertion des suppresseurs d'écho. La même hypothèse a été formulée dans la contribution COM XI—n° 100, à propos de l'étude des systèmes «bis» (« CT suivant »).

4.3 *Centre international d'arrivée*

4.3.1 Le dernier circuit d'une connexion ne requiert pas de suppresseur d'écho. La décision d'insérer un suppresseur d'écho peut être déterminée au centre international d'arrivée:

4.3.1.a) par des signaux particuliers transmis dans le sens avant (information sur la durée de propagation, sur le type de circuits, etc.);

4.3.1.b) par une invitation à transmettre un signal d'indication de l'origine et par l'examen de ce signal;

4.3.1.c) par une invitation à transmettre l'information de commande de l'acheminement et par l'examen de cette information.

4.3.2 Le dernier circuit d'une connexion requiert un suppresseur d'écho. Il faut alors en insérer un s'il n'y est pas déjà. On doit vérifier s'il est nécessaire qu'un signal correspondant soit envoyé dans la direction arrière pour le cas où une invitation à insérer un suppresseur d'écho n'a pas déjà été reçue dans la direction avant. Cela s'applique en particulier au cas où la section nationale d'arrivée requiert un suppresseur d'écho qu'il faut mettre en œuvre au centre international d'arrivée.

4.3.3 Si la section nationale qui suit comporte un suppresseur d'écho, le centre international d'arrivée doit agir de la même façon qu'un centre international de transit ordinaire.

4.4 L'évaluation du temps de propagation sur chacun des circuits fournit un moyen exact et relativement simple de déterminer si des suppresseurs d'écho sont nécessaires ou non. Les informations de commande de ces appareils, obtenues comme on vient de l'expliquer dans ce qui précède, peuvent être communiquées à tous les centraux qui participent à l'établissement de la connexion au moyen de l'envoi de signaux pertinents dans les directions avant et arrière. Divers documents contiennent des propositions analogues.

Il faut, à cet égard, se rappeler que même une chaîne de circuits du genre indiqué à l'alinéa 2.1 peut nécessiter la présence de suppresseurs d'écho. Les informations sur le temps de propagation permettent de déterminer si tel est le cas ou non. On peut pour cela utiliser par exemple le schéma suivant:

Temps de propagation	Catégorie	Décision concernant l'insertion d'un suppresseur d'écho
moins de 10 ms	I	Non
de 10 à 25 ms	II	Non
égal ou supérieur à 25 ms [a]	III	Oui
plus de 250 ms (satellites)	IV	Oui

[a] et circuits TASI si aucune identification de TASI spéciale n'est requise.

Il n'est pas possible de connecter un autre circuit par satellite à un circuit de la catégorie IV. Les connexions entièrement terrestres n'entrent pas dans cette catégorie.

Les catégories de circuits ci-dessus s'ajoutent comme suit:

I + I = II
I + II = III
II + II = III
III + ... [1] = III
III + IV = IV
IV + ... [1] = IV

Il se peut que l'on trouve des valeurs plus appropriées pour les durées de propagation des quatre catégories de circuits. Cette méthode permettrait de mieux adapter la décision d'insérer les suppresseurs d'écho aux exigences pratiques, même si une connexion se compose uniquement de circuits qui ne requièrent pas ces appareils.

La règle que l'on trouve à la page 74 de la contribution COM XI — nº 100 (alinéa 2.1.1.1.a) ne couvre pas ce cas et ne suffit pas à empêcher l'établissement de connexions comportant des échos inadmissibles.

5. *Conclusions*

Quand on applique les Règles A à E de l'Avis G.131 et qu'on tient compte du nouveau plan d'acheminement ainsi que des sections nationales de grande longueur, on aboutit aux particularités essentielles suivantes pour le fonctionnement des suppresseurs d'écho sur les communications téléphoniques internationales.

Au cours de l'établissement de la connexion et au plus tard au moment où elle est achevée, on doit prendre une décision sur la nécessité des suppresseurs d'écho; on peut y parvenir aisément en additionnant les temps de propagation évalués des diverses sections.

Les endroits où doivent être installés les suppresseurs d'écho peuvent être déterminés par un échange d'informations spéciales entre les centraux internationaux intéressés et à la suite d'une décision logique. Il en résultera une plus grande souplesse dans l'application des méthodes futures d'insertion et de commande des suppresseurs d'écho.

Il est nécessaire qu'on puisse à volonté insérer un suppresseur d'écho ou bien actionner et neutraliser un suppresseur installé en permanence si l'on veut maintenir aussi faible que possible le nombre des suppresseurs d'écho insérés dans une connexion donnée.

ANNEXE 3
(à la Question 1/XVI)

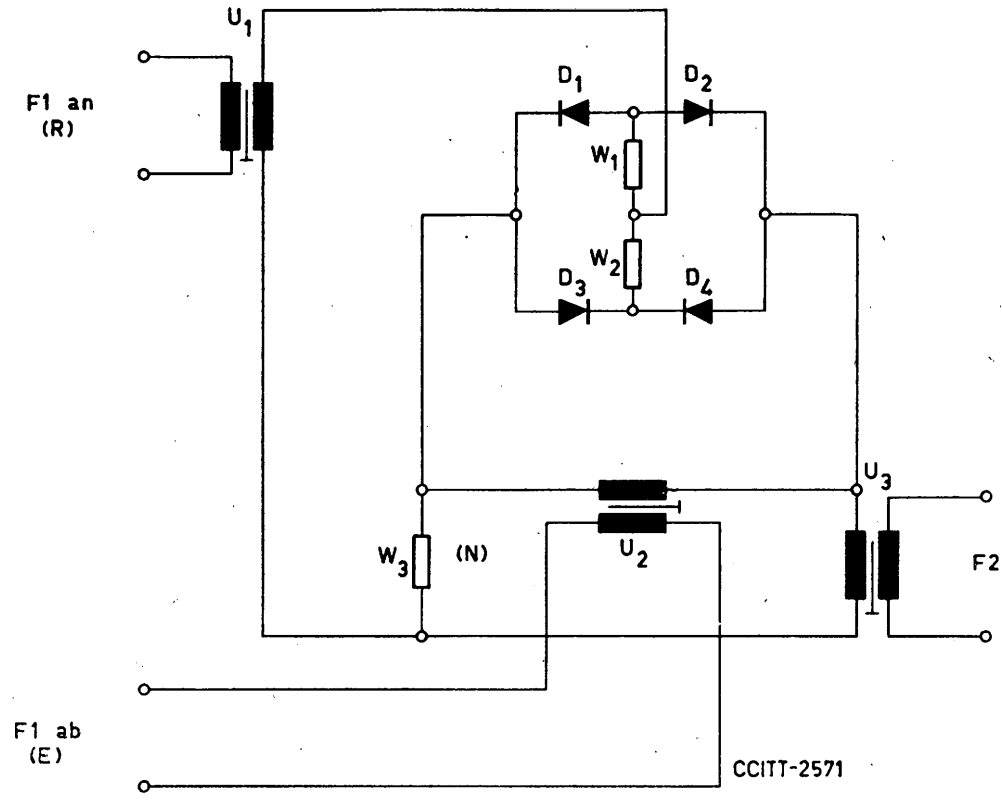
Amélioration de l'affaiblissement d'adaptation au moyen de termineurs à éléments non linéaires

(Contribution de l'Administration autrichienne à l'étude du point 4)

Depuis 1958, l'Administration autrichienne utilise dans son réseau automatique à grande distance des termineurs pourvus d'éléments non linéaires qui se sont révélés fort utiles. La figure 1 représente, de façon schématique, un de ces termineurs, dont le fonctionnement est décrit en détail aux pages 328 à 337 du tome V *bis* du *Livre Rouge*.

On peut obtenir une valeur très élevée de l'affaiblissement d'adaptation de voie (affaiblissement composite mesuré entre le côté « entrée » quatre fils et le côté « sortie » quatre fils du termineur et, par conséquent, une réflexion très faible au moyen d'un résistance ohmique servant de dispositif d'adaptation. D'après les mesures effectuées sur le réseau national, lorsque l'extrémité deux fils du termineur est terminée comme en exploitation réelle, les affaiblissements d'adaptation de voie sont de l'ordre de 4 à 6 Np (de 35 à 52 dB), pour un niveau de puissance à l'émission de −2 Np (−17,3 dB). L'indication du niveau de puissance à l'émission est indispensable puisque, en raison de l'utilisation d'éléments non linéaires, l'affaiblissement d'adaptation de voie dépend de ce niveau.

[1] Toute catégorie autre que IV. La connexion en tandem IV + IV n'est pas admise.



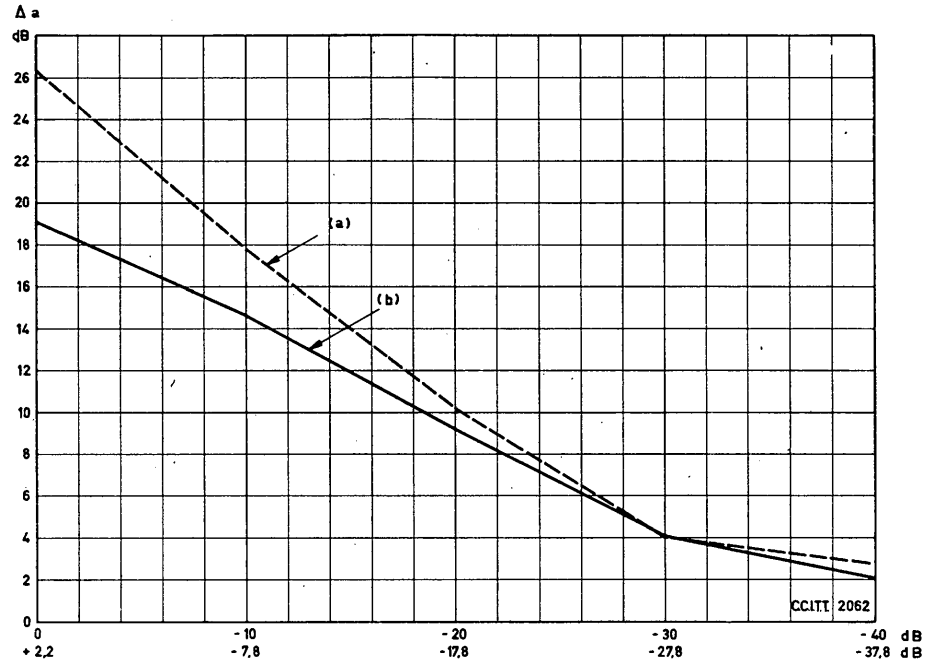
D_1 etc. = diodes
W_1 etc. = résistances pures (W_3 est une résistance d'équilibrage)
U_1 etc. = transformateurs
*F*1 an (*R*) = trajet de transmission « circuit entrée quatre fils »
*F*1 ab (*E*) = trajet de transmission « circuit sortie quatre fils »
*F*2 (*L*) = trajet de transmission deux fils (entrée ou sortie)

FIGURE 1. — **Termineur à éléments non linéaires**

Le Laboratoire du C.C.I.T.T. a fait des mesures nombreuses et complètes sur le termineur fourni par l'Administration autrichienne. Dans le cadre de ces mesures, on a comparé cet appareil avec des termineurs de type classique. Les comparaisons ont révélé, du point de vue de l'affaiblissement d'adaptation de voie, la nette supériorité du termineur à éléments non linéaires (voir figure 2). En procédant aux comparaisons, on a tenu compte du fait que l'affaiblissement du termineur fourni par l'Administration autrichienne s'élève à 1 Np (8,7 dB). On trouvera dans le Rapport technique n° 354 du Laboratoire du C.C.I.T.T. (document COM XVI — n° 93, COM XII — n° 112 de 1964-1968) les résultats de certaines autres mesures.

Les éléments non linéaires du termineur peuvent provoquer des distorsions de non-linéarité lorsque des signaux sont simultanément transmis dans les deux sens: il est donc impossible de transmettre de façon correcte des signaux dans les deux sens de transmission (duplex), mais ceci ne constitue pas un obstacle dans le cas des communications téléphoniques bidirectionnelles. Les effets nuisibles sont cependant perceptibles lorsqu'on transmet des données en duplex sur le réseau téléphonique automatique.

L'appendice indique les spécifications électriques des termineurs employés par l'Administration autrichienne. Les fabricants sont tenus de respecter les spécifications en question, compte tenu des tolérances indiquées.



(a) = Bornes deux fils du termineur en circuit ouvert
(b) = Bornes deux fils du termineur connectées à un système local (valeurs mesurées pour huit systèmes typiques)

FIGURE 2. — **Accroissement moyen de l'affaiblissement d'insertion de la voie de retour *R/E* (comparé à celui que donnerait un termineur classique) en fonction du niveau de tension appliqué aux bornes de réception du termineur pour différentes terminaisons deux fils de cet appareil**

$\Delta a = (a' - 2g) - a$
a' = affaiblissement d'insertion d'une voie de retour *R/E* d'un termineur à éléments non linéaires
a = idem, pour un termineur classique
g = différence entre l'affaiblissement d'insertion d'un termineur à éléments non linéaires et d'un termineur classique (g = 5,7 dB)

APPENDICE (à l'Annexe 3)

Spécifications électriques de termineurs à éléments non linéaires

Affaiblissement du termineur (a_G)

A 800 Hz, cet affaiblissement, pour les deux sens de transmission, côtés « *F*1 an $-F2$ » et « *F*2 — *F*1 ab » (voir la figure 1) est donné par:

$$a_G = 1{,}0 \pm 0{,}05 \text{ Np (soit } 8{,}7 \pm 0{,}43 \text{ dB)}$$

Dans la bande transmise 300-3400 Hz, la distorsion d'affaiblissement par rapport à la valeur mesurée à 800 Hz devrait être:

$$\Delta a_G \leq \pm 0{,}06 \text{ Np } (\pm 0{,}52 \text{ dB})$$

Ces affaiblissements sont valables pour une terminaison universelle de 600 ohms (résistance pure) et une puissance de sortie de 0 à -2 Np (0 à $-17{,}4$ dB).

Adaptation

Les impédances d'entrée et de sortie du termineur (du côté « *F*2, *F*1 an et *F*1 ab ») devraient être si possible de 600 ohms (résistance pure) dans la bande 300-3400 Hz. On tolère ce qui suit:

TABLEAU 1

Côté de la mesure	Ecart admissible par rapport à 600 ohms (résitance pure)		Terminaison sur 600 ohms (résistance pure) du côté:
	Coefficient de réflexion $\lvert p \rvert = \left\lvert \frac{W - 600}{W + 600} \right\rvert$	Affaiblissement équilibrage $a_F = \ln \frac{1}{\lvert p \rvert}$ en Np ($a_F = 20 \log_{10} \frac{1}{\lvert p \rvert}$ en dB)	
*F*1 an	$\leq$ 0,10	$\geq$ 2,3 (20,0)	*F*1 ab, *F*2
*F*1 ab	$\leq$ 0,10	$\geq$ 2,3 (20,0)	*F*1 an, *F*2
*F*2	$\leq$ 0,10	$\geq$ 2,3 (20,0)	*F*1 an, *F*1 ab
	$\leq$ 0,15 seulement à 300 Hz	$\geq$ 1,8 (15,6) seulement à 300 Hz	

Affaiblissement d'adaptation de voie (a_{GU})

Il s'agit de l'affaiblissement composite mesuré entre les deux voies de transmission, côté « *F*1 an » et côté « *F*2 ab ». Dans la bande 300-3400 Hz, les valeurs respectives ne devraient pas être inférieures aux minima suivants:

TABLEAU 2

Terminaison côté *F*2	Niveau de puissance à l'émission en Np (dB)	Valeur de a_{GU} en Np (dB)
600 ohms $\pm$ 1%	+ 1 à 0 (+ 8,7 à 0)	$\geq$ 6,0 (52,1)
VI 1 à VI 3 déconnecté	−2 (−17,4)	$\geq$ 5,0 (43,4)
Ouvert	+ 1 à 0 (+ 8,7 à 0)	$\geq$ 3,5 (30,4)
VI 1 à VI 3 déconnecté	−2 (−17,4)	$\geq$ 2,8 (24,3)

Coefficient de distorsion harmonique (*K*)

Dans le sens « *F*1 an — *F*2 », on doit avoir $K \leq 2{,}0\%$, dans la bande 300-3400 Hz, en admettant un niveau de puissance à l'émission de +1 à −2 Np (+8,7 à −17,4 dB). Dans le sens « *F*2 — *F*1 ab », *K* ne devrait pas dépasser 2,5%.

Variation avec la température

Les spécifications ci-dessus devraient être respectées dans la gamme de +10 à +30° C. Seul, le coefficient *K* devrait pouvoir s'élever, dans les deux sens de transmission, jusqu'à une valeur maximale de 3% quand on dépasse une température ambiante de 25° C.

Question 2/XVI — Caractéristiques des circuits loués

(question nouvelle)

Quelles sont les caractéristiques de transmission à recommander pour les circuits internationaux loués de type téléphonique?

Il convient de porter attention aux points suivants:

1. établissement d'un plan de transmission pour la téléphonie privée (qui pourrait appliquer les principes déjà établis pour le réseau téléphonique public commuté, mais qui pourrait aussi être fondé sur un réseau entièrement à quatre fils);
2. circuits de poste à poste;
3. circuits interconnectant plusieurs postes;
4. circuits commutés;
5. point de référence pour la transmission;
6. circuits utilisés à l'alternat pour d'autres services, tels que par exemple les données et le fac-similé;
7. circuits utilisés simultanément pour plusieurs services;
8. interconnexion des réseaux privés et publics;
9. caractéristiques de transmission imposées par les systèmes de signalisation téléphoniques (par exemple signalisation pour l'exploitation automatique intégrale ou pour l'exploitation manuelle).

Remarque. — Il y a lieu de tenir compte des Avis M.101 à M.113 (tome IV du *Livre Blanc*).

Question 3/XVI — Circuits sur systèmes de télécommunication par satellite

(suite de la Question 3/XVI étudiée en 1964-1968)
(à étudier en liaison avec la Question 6/XII)

Quelles recommandations devrait-on formuler, au point de vue de la transmission, afin de permettre que des circuits par satellite de télécommunication puissent être employés avec succès dans le réseau téléphonique mondial actuel et dans le réseau de l'avenir?

Remarque. — L'annexe ci-après reproduit la réponse que la Commission XVI a faite à cette question en 1968.

ANNEXE
(à la Question 3/XVI)

Réponse de la Commission XVI à la Question 3/XVI en 1968

On n'a étudié jusqu'ici que des systèmes de télécommunication par satellite à haute altitude et tout ce qui suit n'est applicable qu'à de tels systèmes.

La Commission d'études XVI réaffirme, avec certaines modifications, les principes énoncés dans sa réponse précédente (COM XVI — n° 37 de 1964-1968, page 7) et qui sont reproduits ci-après.

L'intégration de circuits téléphoniques par satellite à haute altitude au plan mondial d'acheminement et de transmission doit tenir compte du long temps de propagation sur de tels circuits.

Les règles d'application du plan d'acheminement hiérarchisé recommandé par le C.C.I.T.T.[1] ont été réexaminées pour tenir compte de cette caractéristique, aussi bien que des caractéristiques de souplesse que présentent les circuits par satellite.

La Commission d'études XVI estime que le plan d'acheminement devrait assurer que les communications internationales ne dépassent pas les limites recommandées pour le temps de propagation moyen dans un sens aux paragraphes a, b et c de l'Avis P.14 révisé (paragraphes a, b et c de l'Avis G.114, A). Il convient d'éviter les communications faisant intervenir en tandem deux circuits par satellite à haute altitude, sauf dans des circonstances exceptionnelles, par exemple lorsque la seule autre solution possible est une communication au moyen d'un circuit radioélectrique sur ondes décamétriques du type traditionnel. En outre, il est pris note du fait que dans le paragraphe b de l'Avis P.14 révisé, la limite de 400 ms impose des restrictions à la longueur totale des circuits de Terre qui serait appropriée dans des communications comprenant un circuit par satellite à haute altitude.

La Commission d'études XVI note avec satisfaction qu'en plus des règles générales d'acheminement [2], les Commissions d'études XI et XIII ont prévu de traiter les communications en cours d'établissement au moyen de dispositifs logiques de signalisation et de commutation, de telle façon qu'on ne puisse pas établir une communication comprenant plus d'une liaison par satellite à haute altitude, sauf dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

La Commission d'études XVI note également avec satisfaction que les Commissions d'études XI et XIII vont examiner les conséquences possibles sur les systèmes futurs de commutation des techniques d'assignation en fonction de la demande et d'acheminement multiple (voir COM XI — n° 156 de 1964-1968).

Les conséquences de ces caractéristiques sur le plan d'acheminement hiérarchisé ne sont pas parfaitement claires à l'heure actuelle. Du fait que les systèmes par satellite conviennent pour procurer de grands nombres de liaisons directes, à utilisation élevée (comme la Commission XIII l'a signalé), il est possible qu'on ait moins besoin de compter sur les voies finales. Toutefois, il est évident que les voies finales devraient utiliser des liaisons de Terre, sauf dans des circonstances tout à fait exceptionnelles.

En principe, dans les communications où des liaisons par satellite sont employées conformément aux règles précédentes, la position d'une liaison par satellite dans une communication est indifférente, sous réserve qu'une seule liaison de ce type soit utilisée (à l'exclusion de cas très exceptionnels).

Question 4/XVI — Distorsion d'affaiblissement d'une communication

(suite des points 5 et 7 de la Question 1/XVI, étudiés en 1964-1968)

a) Quel objectif devrait-on se fixer pour la distorsion d'affaiblissement d'une communication internationale, compte tenu de l'Avis G.132?

b) Quelle partie de cet objectif global peut-on allouer à l'objectif pour la chaîne internationale de circuits?

c) Cet objectif est-il compatible avec l'Avis G.151-A (M.58) relatif à la distorsion d'affaiblissement d'un circuit international?

d) Quelles mesures est-il souhaitable de prendre pour être assuré de satisfaire à ces objectifs?

---

[1] Avis E.15 (*Livre Bleu* du C.C.I.T.T., Genève 1964, tome II) ou Q.13 (*Livre Bleu* du C.C.I.T.T., tome VI).

[2] Ces règles sont contenues dans la version amendée de l'Avis Q.13, approuvée par l'Assemblée plénière de 1968 (*Livre Blanc* du C.C.I.T.T., tome VI).

Remarque 1. — On doit considérer les deux sens de transmission.

Remarque 2. — La faible probabilité de rencontrer sept circuits dans la chaîne internationale doit être prise en considération.

Remarque 3. — L'annexe donne les résultats de mesures effectuées sur un échantillon de communications au cours de la période 1964-1968.

ANNEXE

(à la Question 4/XVI)

Analyse des résultats des mesures faites sur des communications entre abonnés, en Europe, au cours de la période avril-juin 1967

par M. S. MUNDAY (Royaume-Uni), rapporteur

Les données déjà présentées ont fait l'objet d'une nouvelle analyse, conformément au désir exprimé par les Commissions d'études IV et XVI. Le texte ci-après remplace les pages 17 à 37 du document COM IV — 184, COM XII — 119, COM XVI — 96, COM Sp. A — 188 et COM Sp. C — 64 (période 1964-1968).

1. Au cours de la période avril-juin 1967, on a mesuré l'affaiblissement, la distorsion d'affaiblissement et le niveau de la puissance de bruit sur plus de 1200 communications téléphoniques établies en Europe. Les points de mesure étaient choisis aux emplacements des postes d'abonné, de sorte que les résultats peuvent être considérés comme une mesure objective du service fourni aux abonnés.

2. Le nombre des communications établies entre les diverses séries de deux administrations ayant participé à ce programme de mesures est indiqué ci-dessous:

Belgique – France	38
Belgique – Royaume-Uni	48
Danemark – Royaume-Uni	40
Rép. féd. d'Allemagne – France	116
– Italie	72
– Pays-Bas	180
– Suisse	144
– Royaume-Uni	142
France – Italie	10
– Pays-Bas	24
– Suède	16
– Royaume-Uni	92
Italie – Suède	6
– Royaume-Uni	36
Pays-Bas – Royaume-Uni	190
Suède – Royaume-Uni	132
Suisse – Royaume-Uni	80

3. Pour les besoins de cette analyse, on a classé les communications en catégories, selon la complexité de la communication. Chaque communication est spécifiée par le nombre de points de commutation à deux et à quatre fils. Par exemple, la catégorie 3/1 désigne une communication comprenant trois points de commutation à deux fils et un point de commutation à quatre fils. Dans cet exemple particulier, étant donné que l'on a un total de *quatre* centraux, on a affaire à *cinq* circuits, composés de trois circuits du réseau public de deux lignes d'abonné. (Dans la plupart

ARCHIVES GE

des cas, la ligne d'abonné était extrêmement courte, le poste d'abonné se trouvant dans le même bâtiment que le central local.)

Toutes les communications ont été établies comme elles le sont par des abonnés ordinaires. Cependant, il n'a pas été possible de faire dans chaque cas la distinction entre les centraux manuels et les centraux automatiques, ni entre les communications du service rapide et les communications avec rappel du demandeur. On n'a pas cherché non plus à faire figurer cela dans l'analyse.

4. Pour chaque communication, l'installation d'abonné était remplacée par des appareils de mesure, et on déterminait les grandeurs suivantes:

a) affaiblissement d'insertion entre 600 ohms sur les fréquences suivantes: 200, 300, 400, 800, 1000, 1600, 2800, 3000, 3100 et 3400 Hz, ou sur le plus grand nombre possible de ces fréquences;

b) niveau de la puissance de bruit (pondéré et non pondéré) dans une résistance de 600 ohms à l'emplacement du poste d'abonné.

(Pour certaines communications, on a utilisé à chaque extrémité un appareil de mesure de 800 ohms. Les mesures ont montré que les résultats ne sont pas sensiblement différents de ceux obtenus avec un appareil de 600 ohms à chaque extrémité.)

5. *Nombre d'échantillons de chaque catégorie*

Nombre de points de commutation à deux fils	Nombre de points de commutation à quatre fils	Nombre total des points de commutation	Nombre de communications dans l'échantillon mesuré
2	2	4	125
2	3	5	22
2	4	6	2
			149
3	1	4	275
3	2	5	169
3	3	6	65
3	4	7	19
			528
4	0	4	50
4	1	5	152
4	2	6	154
4	3	7	40
4	4	8	8
			404
5	0	5	39
5	1	6	71
5	2	7	
5	3	8	
5	4	9	3
			168
6	0	6	12
6	1	7	17
6	2	8	6
6	3	9	1
			36
7	0	7	1
7	1	8	2
			3

6. *Groupement des catégories de communications*

Aux fins de la présente analyse, on a groupé les catégories énumérées à la section 5 de deux manières:

a) catégories comportant le même nombre de points de commutation à deux fils et pour lesquelles on obtient une série de résultats relatifs aux communications établies par l'intermédiaire de 2 à 6 centres de commutation à deux fils;

b) catégories comportant le même nombre *total* de centres de commutation (qu'il s'agisse de centres à deux ou quatre fils) et pour lesquelles on obtient une série de résultats relatifs aux communications acheminées par l'intermédiaire d'un total de 4 à 8 centraux.

7. Pour chaque groupe de catégories (avec un échantillon suffisamment important, dans la plupart des cas, pour justifier l'analyse), on a calculé:

— la distribution de l'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (sans faire de distinction entre les sens de transmission);

— la distribution de la valeur absolue de la différence entre les affaiblissements d'insertion à 800 Hz pour les deux sens de transmission;

— la distribution du niveau des puissances de bruit pondéré et non pondéré;

— la distribution du rapport entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz (avec une puissance de 1 mW appliquée à l'extrémité éloignée) et les niveaux des puissances de bruit pondéré et non pondéré;

— la distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz pour chaque fréquence de mesure.

De plus, pour l'ensemble des communications sur lesquelles ont porté les mesures, la distribution de la puissance de bruit pondéré par unité de longueur est indiquée en pWp/km. (Dans bien des cas, il a fallu estimer la longueur de la communication car on ignorait, au moment des mesures, quel était l'acheminement exact.)

8. Les tableaux 1 à 5 et les figures 1 à 11 concernent l'analyse fondée sur le nombre de centres de commutation à deux fils intervenant dans chaque communication.

Les tableaux 6 à 10 et les figures 12 à 22 concernent l'analyse fondée sur le nombre total des centraux intervenant dans chaque communication.

La figure 23 indique en pWp/km la distribution de la puissance de bruit pondéré par unité de longueur.

L'indication « note 1 », placée après un astérisque dans les tableaux 1 à 10, indique le pourcentage des communications sur lesquelles on n'a pas pu faire de mesures à la fréquence indiquée, car le niveau du signal reçu était inférieur à celui du bruit.

TABLEAU 1

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 2 centres de commutation à deux fils et de 1 à 4 centres de commutation à quatre fils

(Grandeur de l'échantillon: 151 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	0,1	0,0	−90	−66	81	57
5% meilleures que	6,4	0,3	−85	−60	70	49
25% meilleures que	10,8	1,3	−76	−54	63	41
50% meilleures que	13,5	2,9	−73	−46	59	31
75% meilleures que	15,8	5,8	−68	−38	54	23
95% meilleures que	20,0	9,5	−61	−30	47	13
Aucune communication n'était plus mauvaise que	38,5	16,0	−49	−24	33	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−4,0	−6,4	−5,5	−3,5	−5,0	−3,8	−5,0	−3,8
5% inférieures à	3,5	0,3	−1,2	−1,4	−0,6	0,0	0,6	2,0
25% inférieures à	6,0	1,8	−0,6	−0,5	1,0	1,2	2,0	5,0
50% inférieures à	8,0	2,8	−0,3	0,0	1,7	2,0	3,2	7,0
75% inférieures à	9,8	3,9	0,0	0,6	3,2	3,2	4,8	9,3
95% inférieures à	13,3	5,6	0,6	2,0	6,0	5,5	8,0	15,8
Limite supérieure	28,0	8,5	4,5	8,1	19,2	24,0	31,9	36,5

TABLEAU 2

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 3 centres de commutation à deux fils et de 1 à 4 centres de commutation à quatre fils

(Grandeur de l'échantillon: 530 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	3,8	0,0	−90	−73	77	56
5% meilleures que	9,2	0,2	−83	−63	68	47
25% meilleures que	13,6	1,2	−76	−56	60	40
50% meilleures que	16,1	2,6	−73	−50	56	34
75% meilleures que	18,8	4,6	−69	−42	52	25
95% meilleures que	23,7	9,4	−61	−33	43	15
Aucune communication n'était plus mauvaise que	37,4	21,3	−48	−21	23	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−3,0	−6,3	−4,8	−6,6	−8,5	−10,8	−6,5	−4,0
5% inférieures à	1,0	−1,0	−1,0	−0,9	1,0	2,1	2,4	4,7
25% inférieures à	3,8	0,6	−0,4	0,2	3,1	4,9	4,9	8,5
50% inférieures à	6,4	2,2	0,0	1,3	5,1	7,2	7,5	11,6
75% inférieures à	9,8	4,0	0,5	2,6	7,6	10,1	10,3	16,1
95% inférieures à	15,0	6,9	1,2	4,4	11,5	17,2	17,5	27,4
Limite supérieure	*	29,6	4,8	8,6	28,2	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 3

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 4 centres de commutation à deux fils et de 0 à 3 centres de commutation à quatre fils

(Grandeur de l'échantillon: 404 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz d(Np)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	2,0	0,0	−90	−83	76	62
5% meilleures que	10,0	0,3	−83	−64	65	45
25% meilleures que	15.4	1,3	−76	−56	58	38
50% meilleures que	19,0	3,0	−73	−50	54	31
75% meilleures que	21,9	5,5	−69	−44	49	24
95% meilleures que	27,6	11,2	−60	−34	39	13
Aucune communication n'était plus mauvaise que	42,6	22,5	−47	−23	17	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−2,9	−4,3	−4,6	−5,6	−5,8	−1,1	−4,3	1,0
5% inférieures à	1,7	0,3	−1,5	−1,0	−1,2	4,0	3,5	6,2
25% inférieures à	4,8	1,3	−0,5	0,0	4,0	7,2	6,7	11,6
50% inférieures à	8,2	3,0	0,0	1,3	7,1	10,4	10,1	16,3
75% inférieures à	11,6	4,9	0,5	3,2	10,4	14,5	14,4	23,4
95% inférieures à	16,1	8,0	1,5	5,5	16,8	*	*	*
Limite supérieure	*	17,5	6,0	12,5	*	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 4

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 5 centres de commutation à deux fils et de 0 à 4 centres de commutation à quatre fils

(Grandeur de l'échantillon: 168 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	6,0	0,0	−88	−75	72	56
5% meilleures que	11,5	0,2	−80	−63	61	44
25% meilleures que	16,5	1,5	−76	−57	57	37
50% meilleures que	20,5	3,4	−74	−52	53	31
75% meilleures que	23,6	5,8	−70	−46	49	24
95% meilleures que	28,8	11,5	−63	−34	39	15
Aucune communication n'était plus mauvaise que	40,1	19,1	−50	−25	25	4

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	1,0	−0,8	−4,6	−6,6	−0,5	−2,0	0,2	3,7
5% inférieures à	4,0	0,6	−1,4	−1,2	2,0	5,0	5,2	10,7
25% inférieures à	7,7	2,9	−0,6	0,5	5,8	9,1	9,4	17,0
50% inférieures à	11,1	5,0	0,0	2,2	9,3	13,0	14,0	23,6
75% inférieures à	14,3	6,7	0,6	4,0	13,0	17,0	18,5	30,0
95% inférieures à	20,1	9,3	2,0	7,3	19,1	*	*	*
Limite supérieure	*	13,5	3,5	12,5	29,2	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 5

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 6 centres de commutation à deux fils et de 0 à 3 centres de commutation à quatre fils

(Grandeur de l'échantillon: 39 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	13,0	0,1	−86	− 72	67	48
5% meilleures que	15,0	0,1	−80	−65	58	41
25% meilleures que	19,5	1,7	−76	−57	53	35
50% meilleures que	24,2	3,7	−74	−53	49	28
75% meilleures que	26,9	7,0	−70	−44	46	20
95% meilleures que	34,0	9,8	−64	−37	36	9
Aucune communication n'était plus mauvaise que	37,1	12,8	−62	−25	29	6

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	3,0	−1,0	−2,6	−3,2	−3,0	−2,1	−0,2	−5,5
5% inférieures à	6,0	2,0	−2,0	−1,6	0,0	3,6	3,6	9,4
25% inférieures à	9,2	4,6	−0,8	0,0	6,3	8,7	11,8	20,2
50% inférieures à	13,6	6,8	−0,1	2,0	9,9	12,5	15,2	28,5
75% inférieures à	16,7	8,1	0,5	3,6	13,4	17,3	29,4	*
95% inférieures à	24,5	11,9	1,4	5,5	19,6	*	*	*
Limite supérieure	*	*	3,5	7,5	28,8	*	*	*

* Note 1

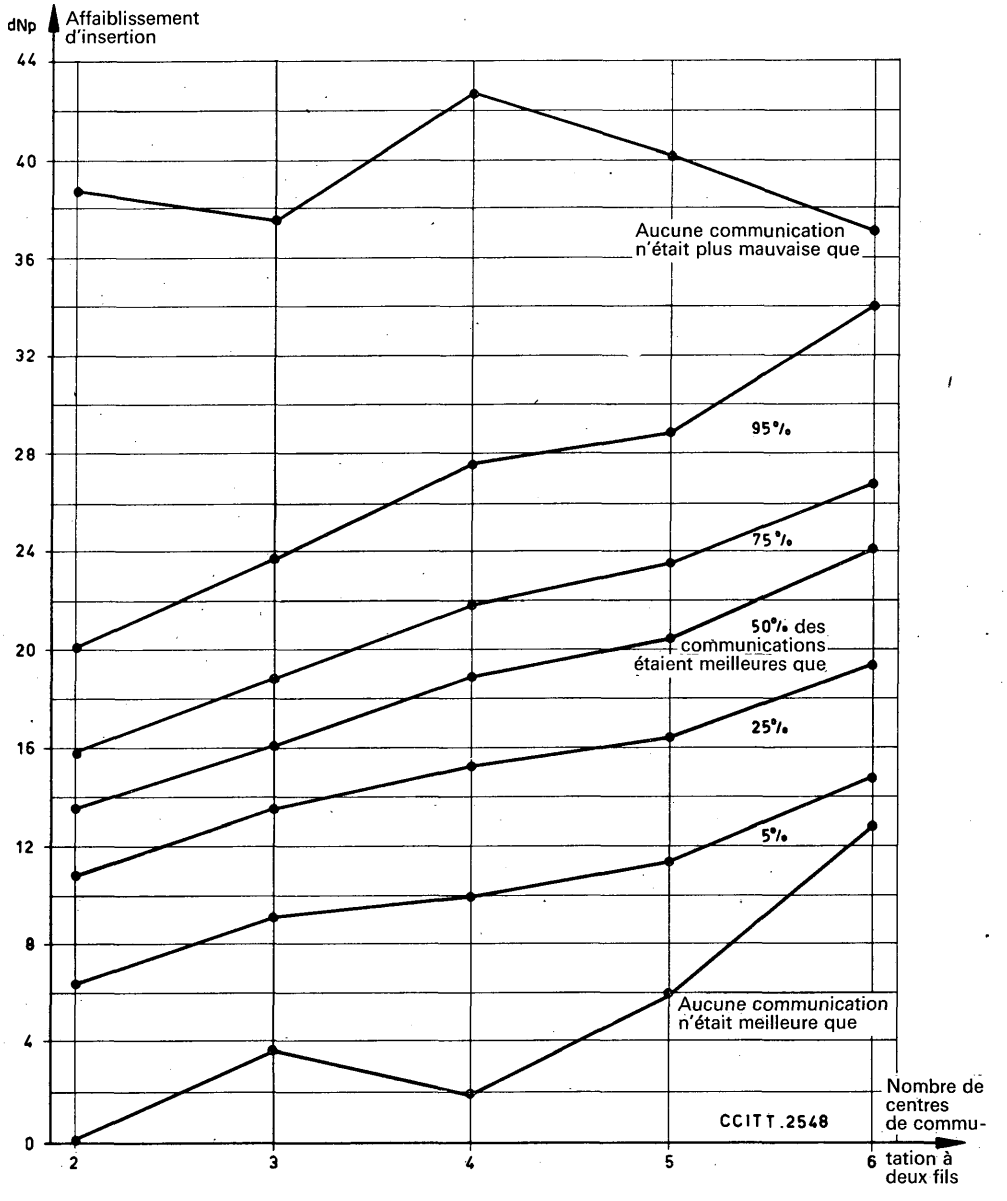


FIGURE 1. — **Distribution de l'affaiblissement d'insertion à 800 Hz en fonction du nombre de centres de commutation à deux fils**

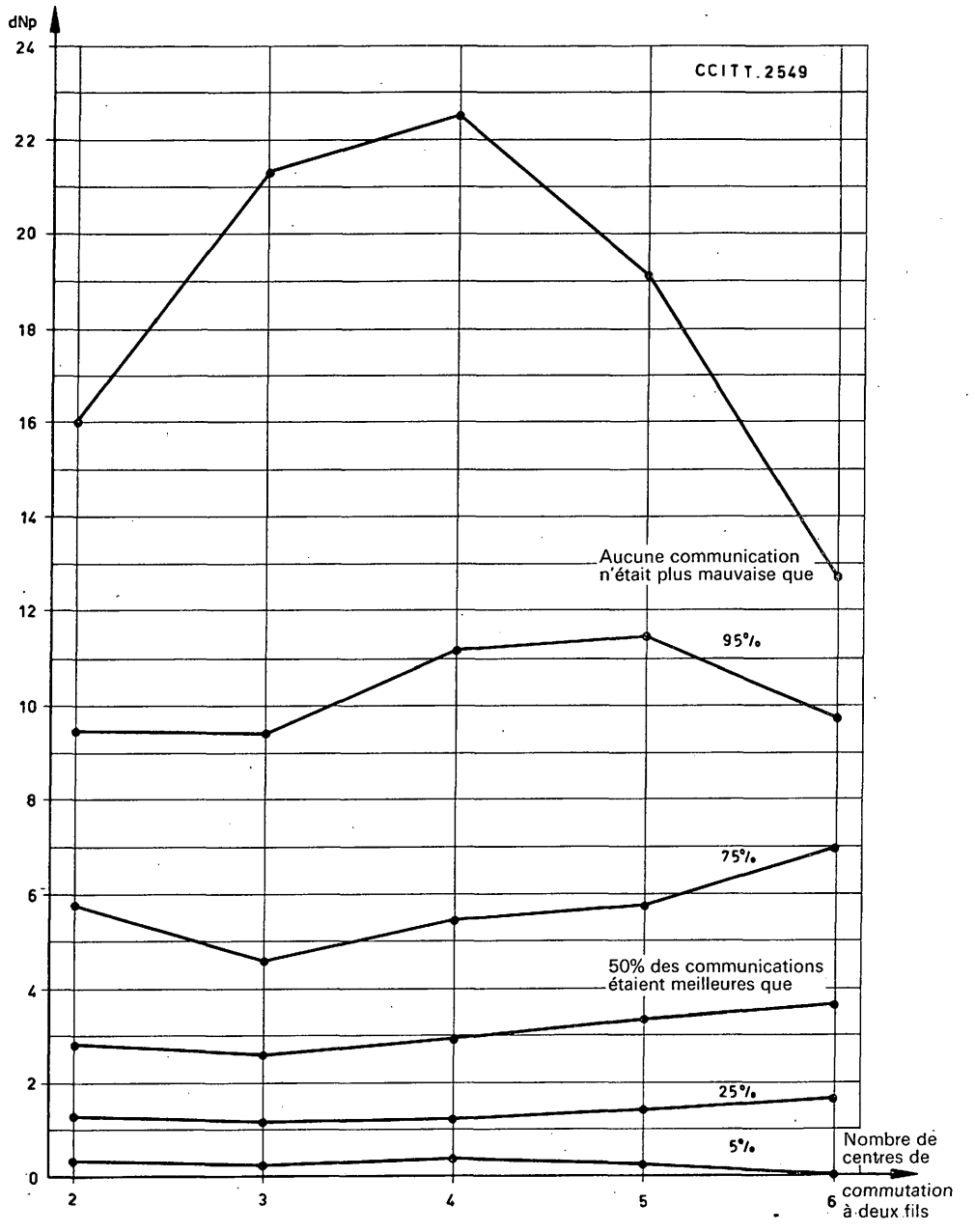


FIGURE 2. — **Distribution de la valeur absolue de la différence entre les affaiblissements dans les deux sens de transmission à 800 Hz en fonction du nombre des centres de commutation à deux fils**

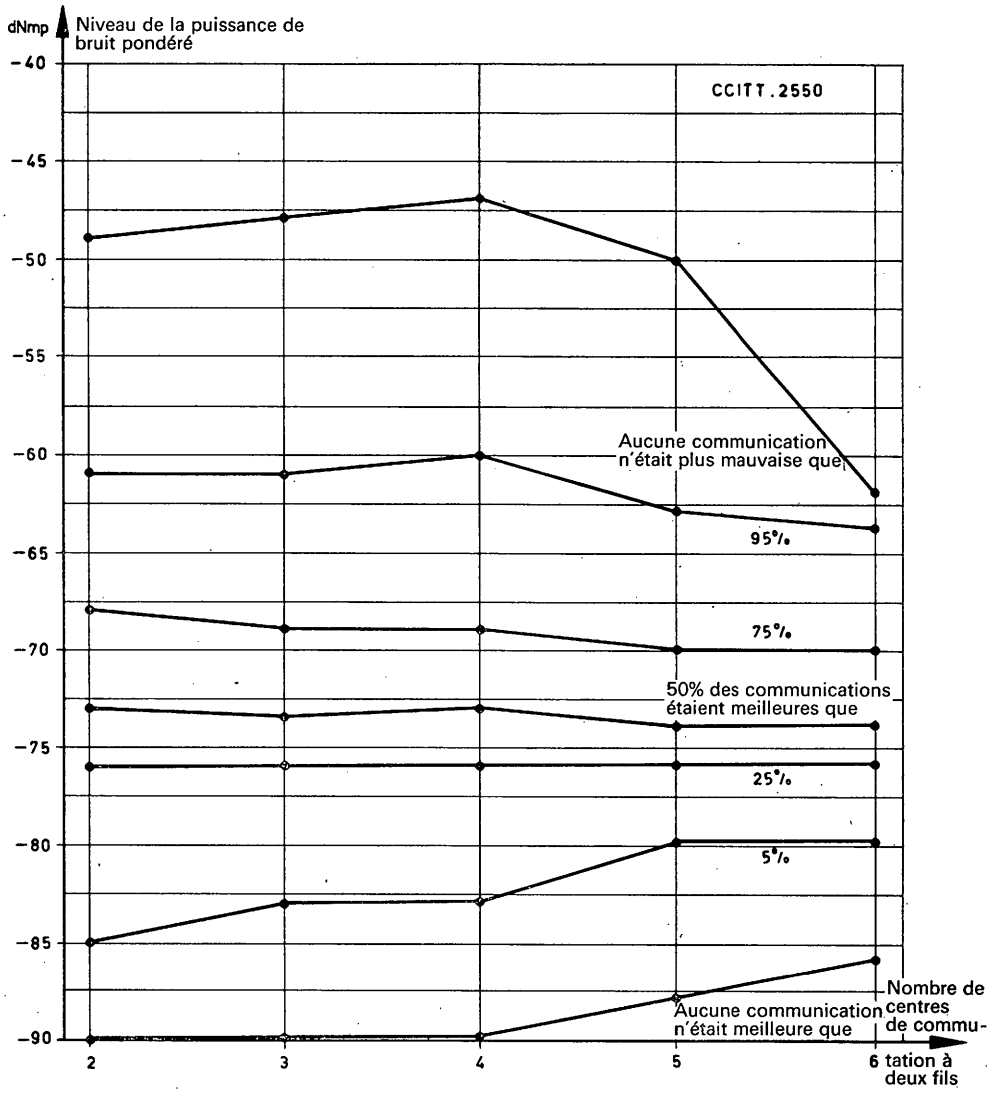


FIGURE 3. — **Distribution du niveau de la puissance de bruit pondéré en fonction du nombre de centres de commutation à deux fils**

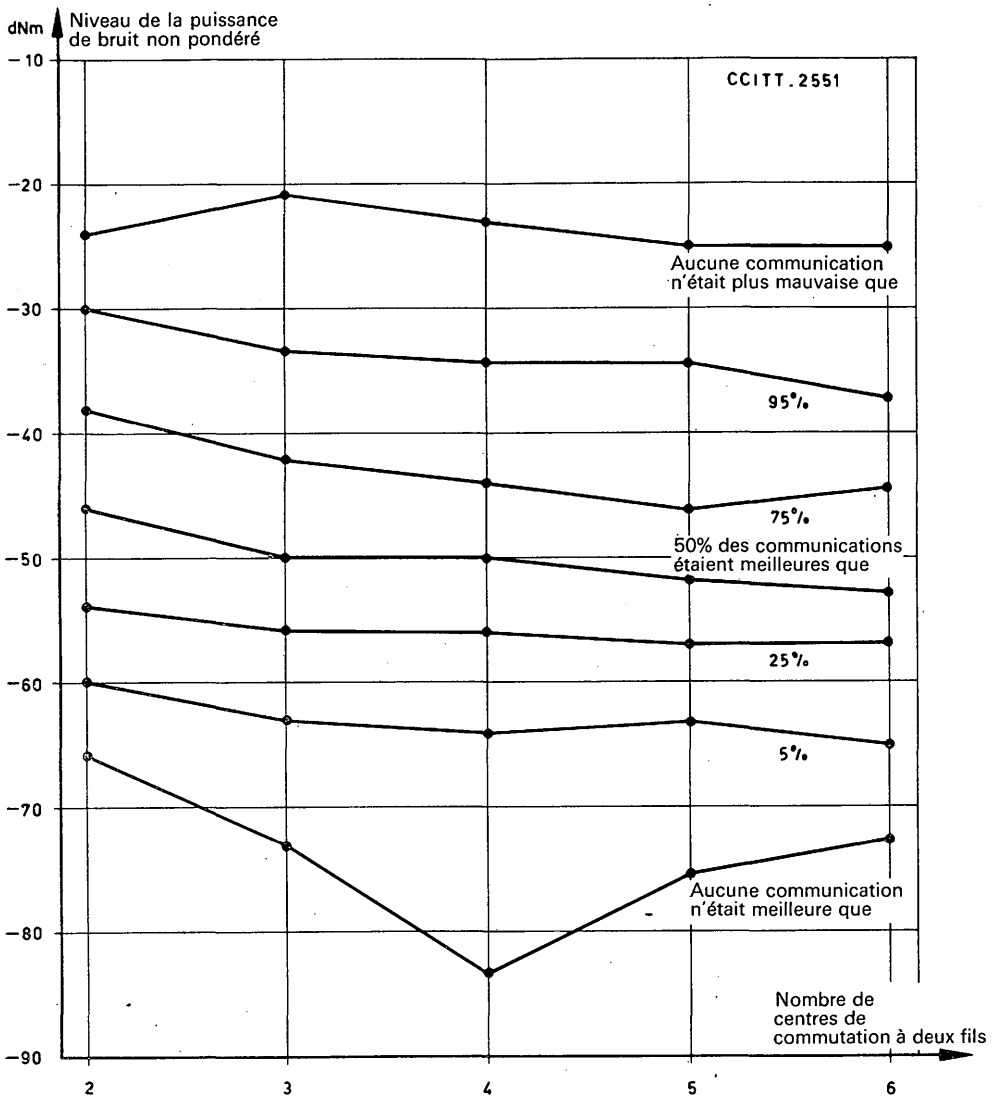


FIGURE 4. — **Distribution du niveau de la puissance de bruit non pondéré en fonction du nombre de centres de commutation à deux fils**

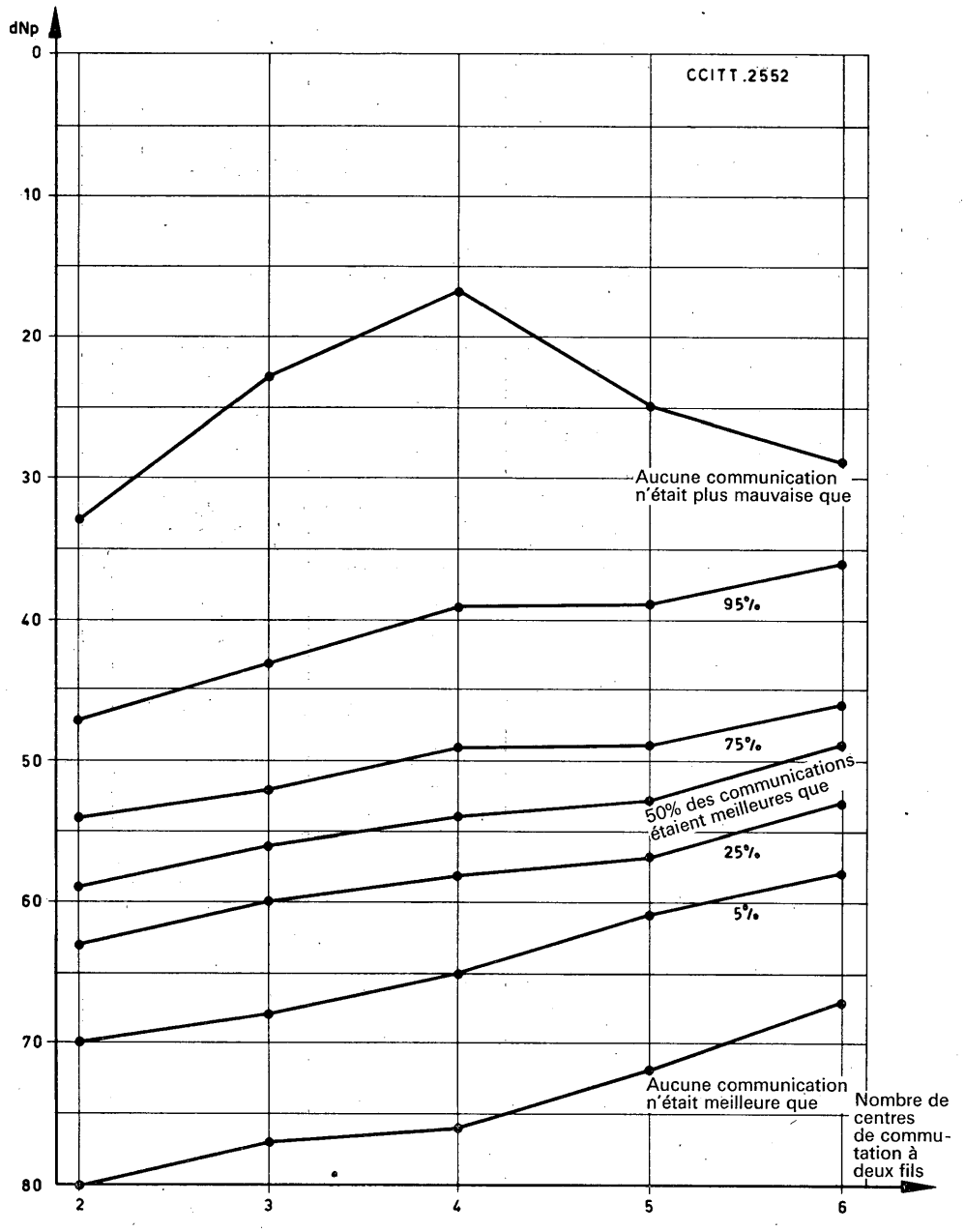


FIGURE 5. — **Distribution du rapport niveau du signal mesuré à 800 Hz/puissance de bruit pondéré, en fonction du nombre de centres de commutation à deux fils**
(Niveau d'émission: 0 dNm)

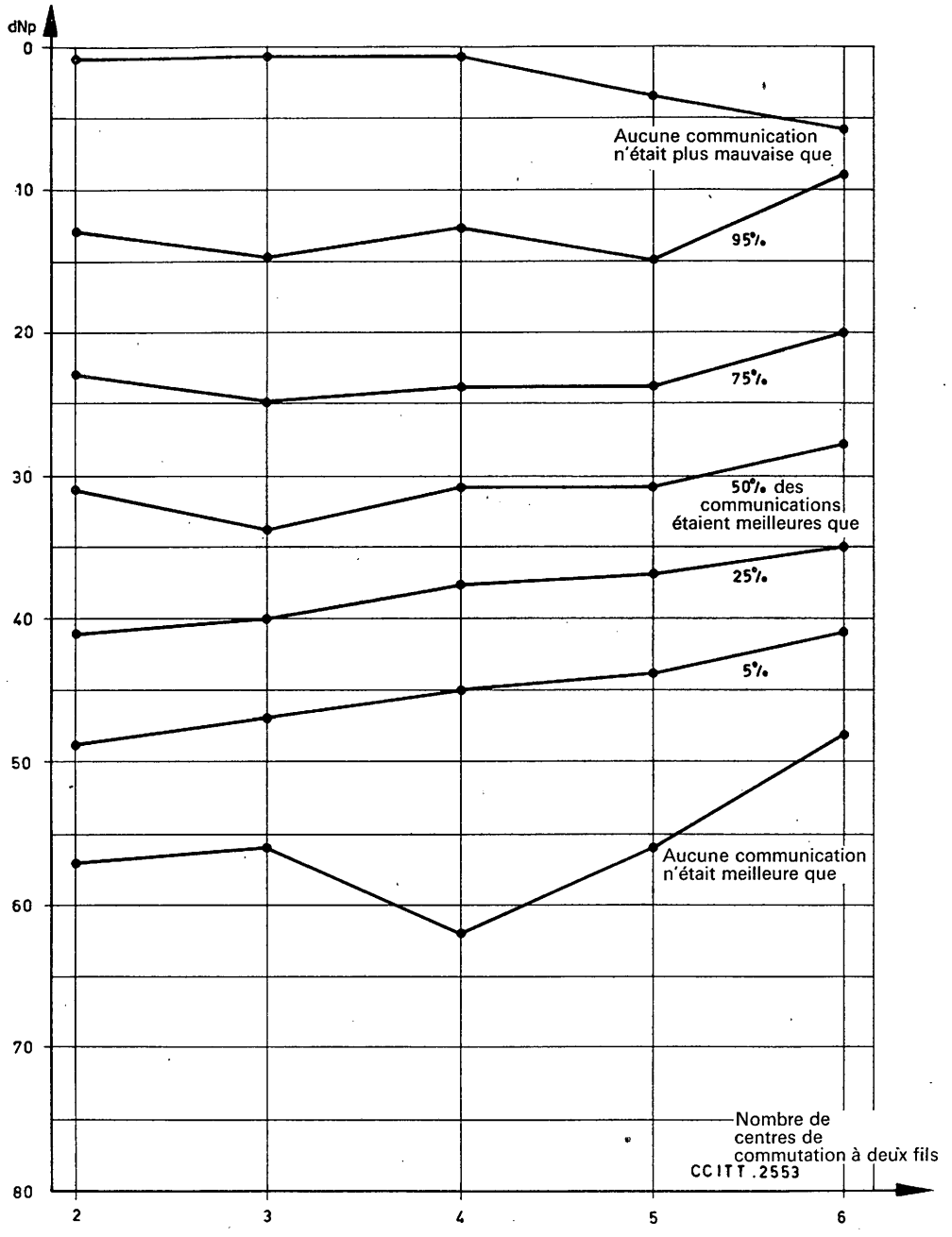


FIGURE 6. — **Distribution du rapport niveau du signal mesuré à 800 Hz/puissance de bruit non pondéré, en fonction du nombre de centres de commutation à deux fils**
(Niveau d'émission: 0 dNm)

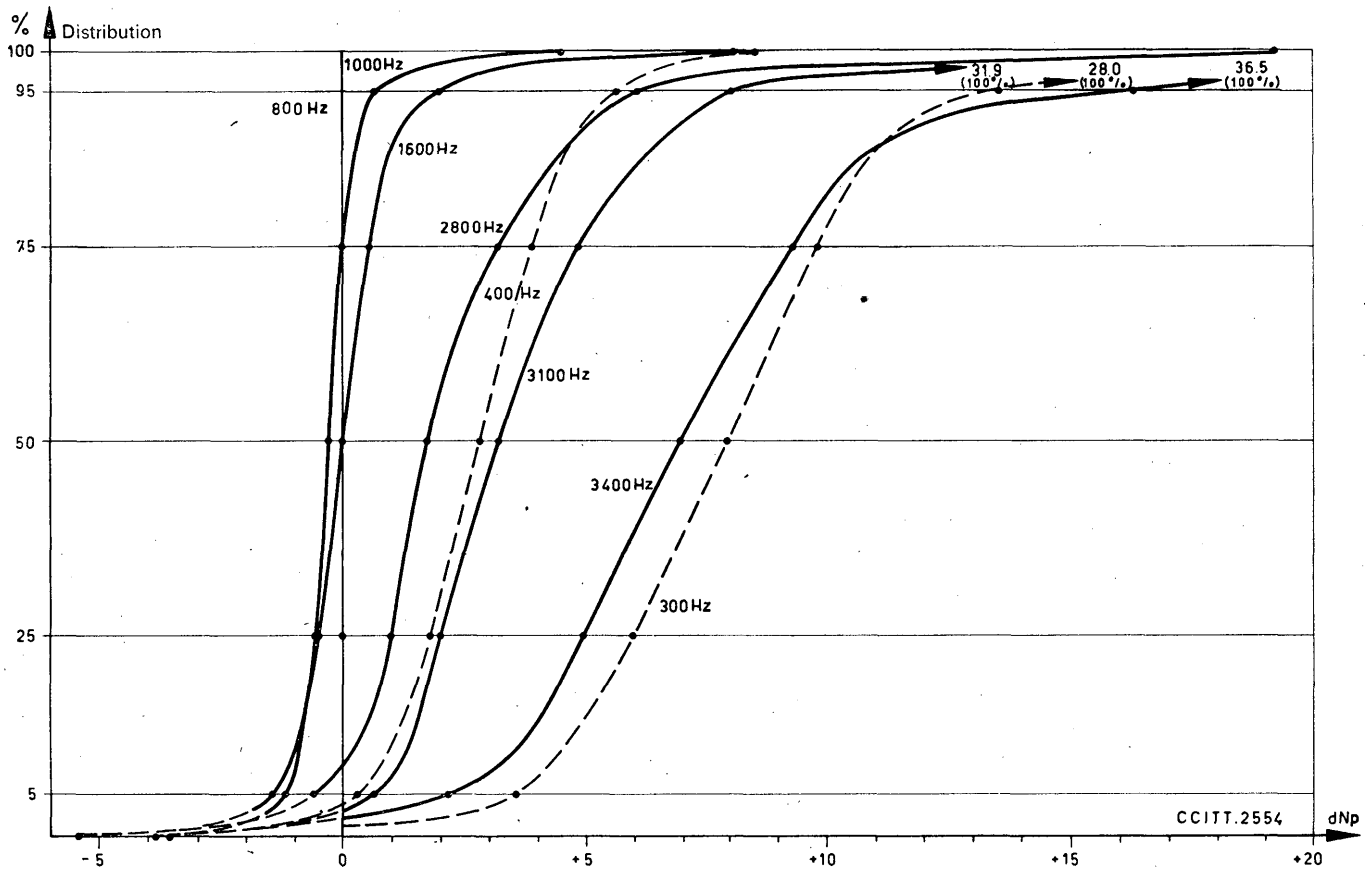


FIGURE 7. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 2 centres de commutation à deux fils et de 2 à 4 centres de commutation à quatre fils**

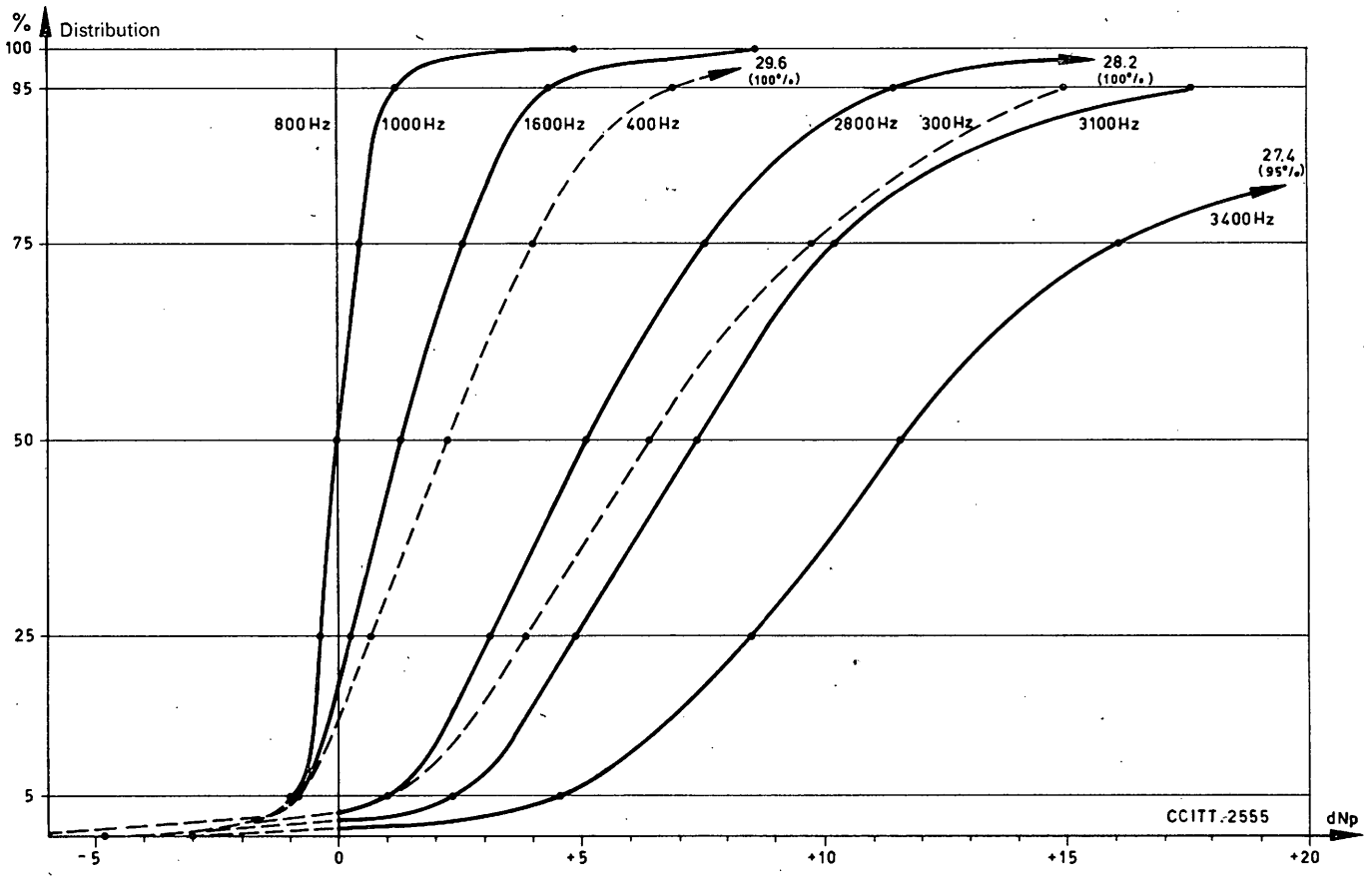


FIGURE 8. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 3 centres de commutation à deux fils et de 1 à 4 centres de commutation à quatre fils**

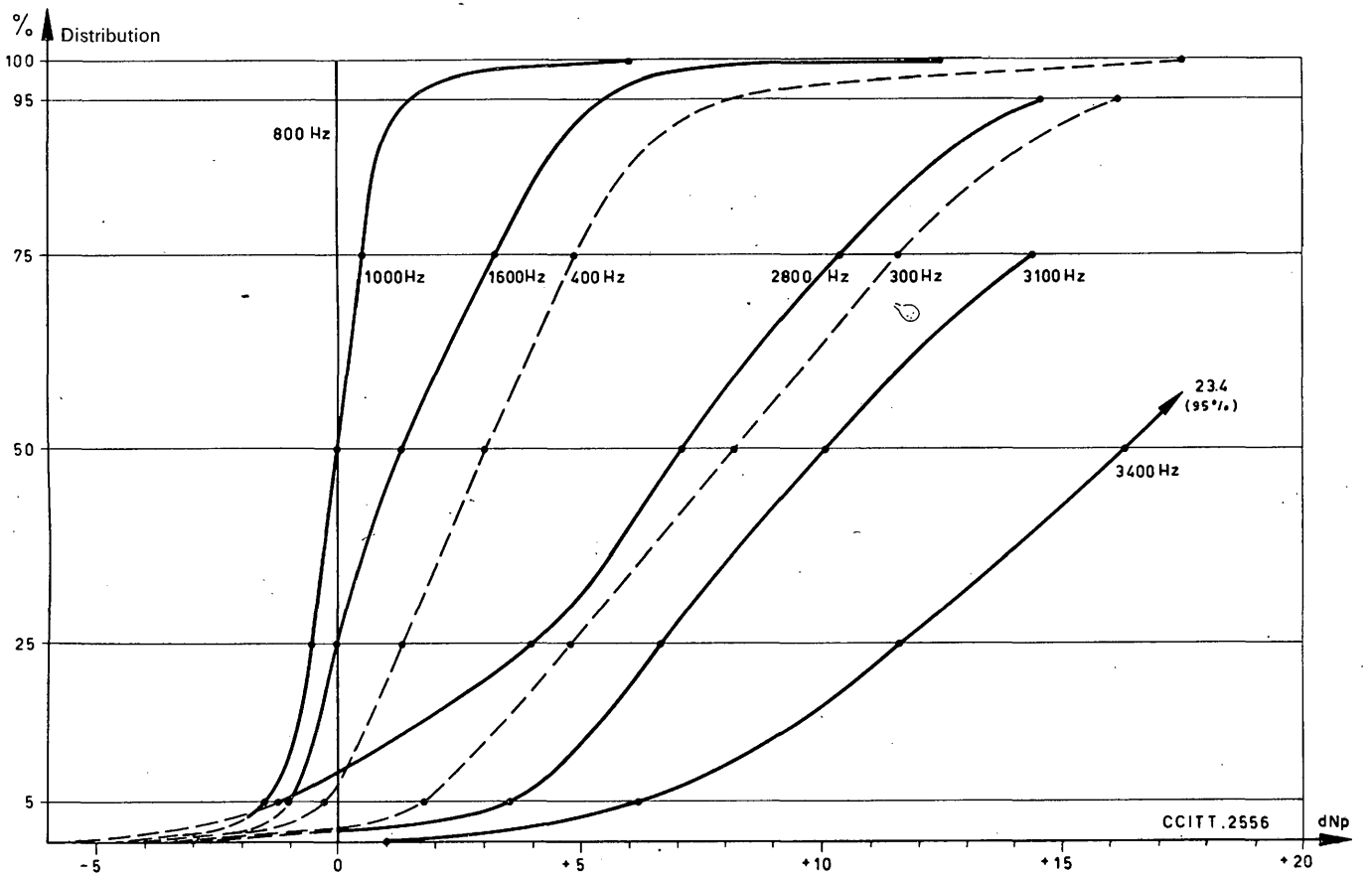


FIGURE 9. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 4 centres de commutation à deux fils et de 0 à 4 centres de commutation à quatre fils**

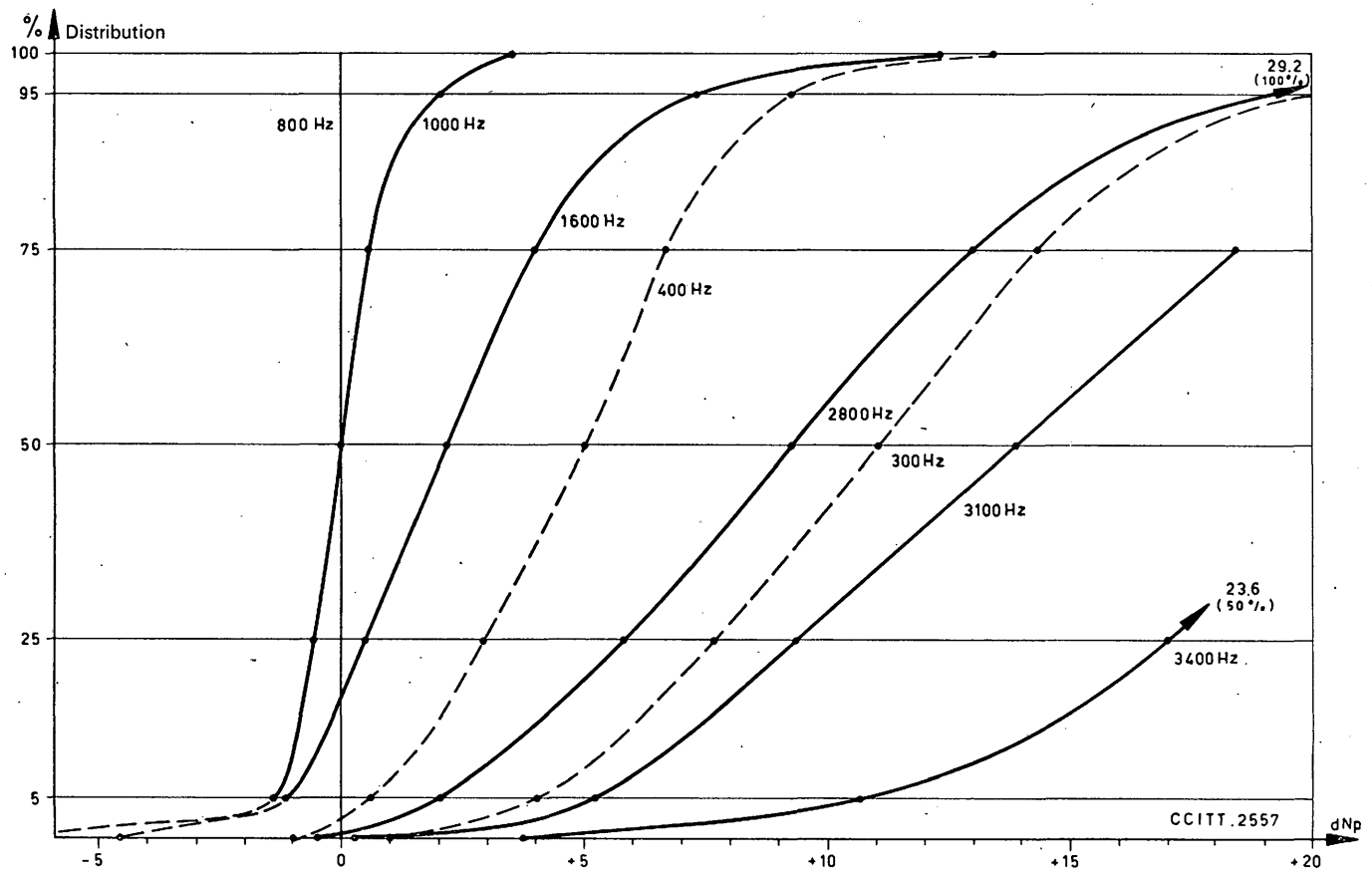


FIGURE 10. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 5 centres de commutation à deux fils et de 0 à 4 centres de commutation à quatre fils**

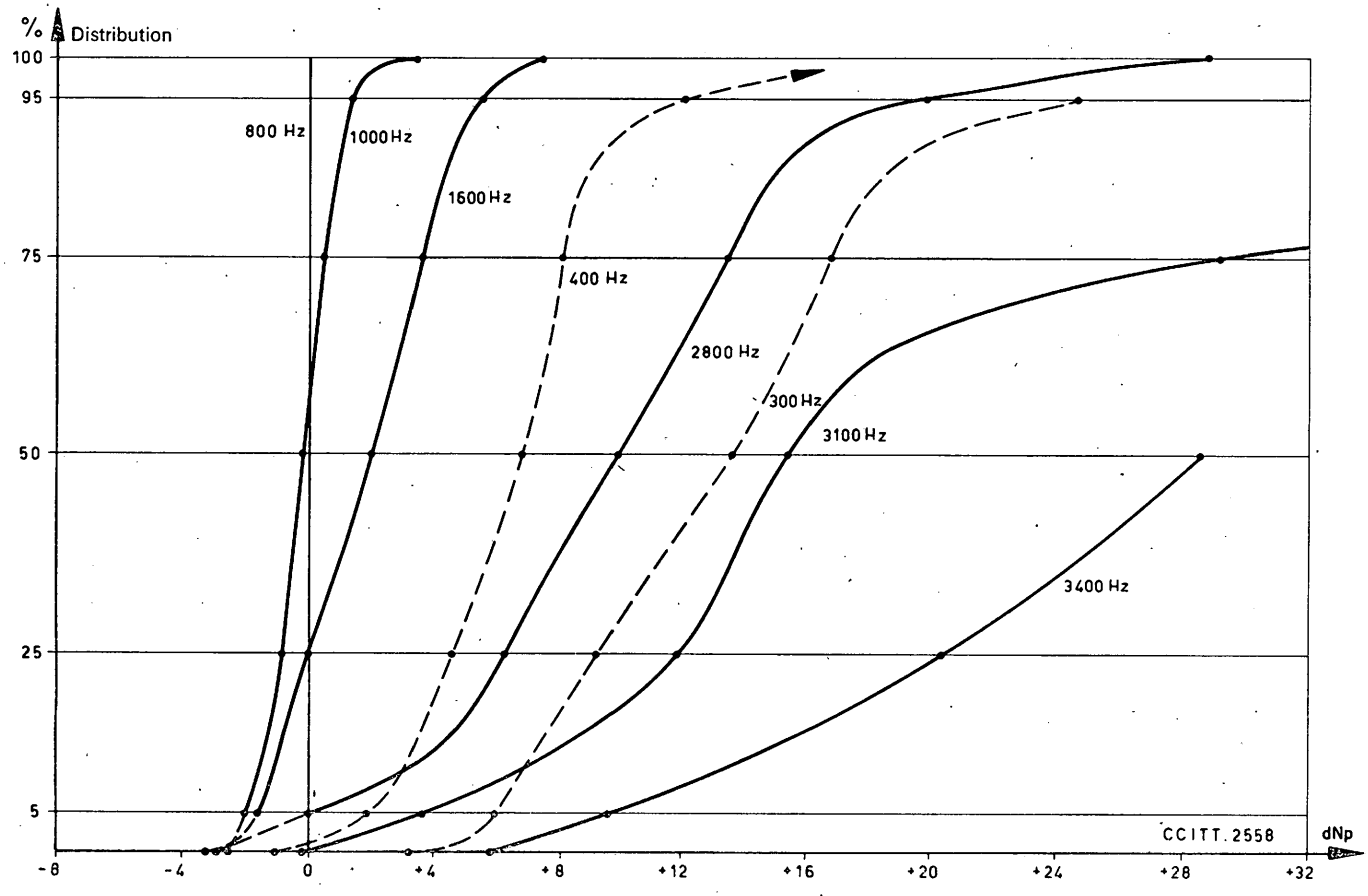


FIGURE 11. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 6 centres de commutation à deux fils et de 0 à 4 centres de commutation à quatre fils**

TABLEAU 6

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 4 centraux
(Grandeur de l'échantillon: 450 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	0,1	0,0	−90	−73	80	57
5% meilleures que	8,5	0,2	−83	−60	69	47
25% meilleures que	13,1	0,9	−77	−54	61	38
50% meilleures que	15,5	2,1	−74	−48	58	32
75% meilleures que	18,0	4,0	−69	−40	53	23
95% meilleures que	21,2	8,5	−62	−30	46	13
Aucune communication n'était plus mauvaise que	38,5	16,0	−49	−21	33	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−4,0	−6,4	−5,5	−4,6	−6,0	−3,8	−5,0	−3,8
5% inférieures à	0,5	−1,1	−0,9	−0,9	0,5	1,0	1,5	3,4
25% inférieures à	2,8	0,2	−0,3	0,1	2,3	3,5	3,6	6,6
50% inférieures à	4,8	1,4	0,1	1,2	4,5	6,2	6,2	9,5
75% inférieures à	7,5	2,9	0,5	2,9	7,2	9,5	9,2	13,0
95% inférieures à	11,8	5,3	1,4	4,6	11,0	13,7	13,4	20,4
Limite supérieure	28,0	14,5	4,5	10,8	21,9	*	39,8	*

* Note 1

TABLEAU 7

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 5 centraux
(Grandeur de l'échantillon: 382 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	2,0	0,0	−90	−83	76	62
5% meilleures que	9,1	0,4	−83	−65	66	47
25% meilleures que	14,0	1,4	−76	−57	59	41
50% meilleures que	17,4	3,1	−72	−51	55	34
75% meilleures que	21,0	5,3	−69	−44	51	26
95% meilleures que	27,0	9,5	−63	−36	42	16
Aucune communication n'était plus mauvaise que	40,1	22,5	−47	−25	27	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−1,0	−5,5	−5,3	−6,6	−8,5	−10,8	−6,5	−4,0
5% inférieures à	2,5	0,1	−1,3	−1,0	0,6	2,1	2,4	5,5
25% inférieures à	5,4	1,6	−0,5	0,1	3,3	5,9	5,5	10,5
50% inférieures à	7,8	3,0	0,0	1,2	6,0	9,4	9,0	15,0
75% inférieures à	10,5	4,5	0,3	2,9	9,5	13,5	13,7	20,6
95% inférieures à	15,5	7,0	1,5	6,2	15,7	19,5	21,4	31,7
Limite supérieure	*	29,6	6,0	12,0	*	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 8

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 6 centraux
(Grandeur de l'échantillon: 304 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	2,0	0,0	−90	−69	76	57
5% meilleures que	9,7	0,3	−81	−64	65	46
25% meilleures que	15,2	1,6	−76	−56	58	38
50% meilleures que	18,5	3,7	−73	−51	53	32
75% meilleures que	22,2	5,9	−69	−44	49	24
95% meilleures que	28,0	11,4	−61	−34	40	13
Aucune communication n'était plus mauvaise que	38,0	22,5	−47	−23	23	1

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	−2,0	−4,3	−3,5	−6,6	−5,8	−2,0	−4,3	−1,0
5% inférieures à	4,0	0,4	−1,2	−1,2	0,9	2,2	2,5	6,0
25% inférieures à	7,5	2,5	−0,6	0,0	3,5	6,5	6,3	12,0
50% inférieures à	10,0	4,1	−0,1	0,9	6,7	10,0	10,0	18,0
75% inférieures à	12,5	5,8	0,3	2,4	10,0	14,1	14,6	26,5
95% inférieures à	17,3	8,7	1,2	5,0	15,2	*	*	*
Limite supérieure	*	22,6	3,7	12,5	29,9	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 9

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 7 centraux
(Grandeur de l'échantillon: 124 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	5,8	0,0	−88	−75	69	56
5% meilleures que	10,4	0,3	−79	−64	61	46
25% meilleures que	16,1	1,6	−75	−57	56	38
50% meilleures que	19,8	3,6	−72	−53	52	31
75% meilleures que	23,8	6,4	−68	−46	47	25
95% meilleures que	27,9	11,8	−60	−38	38	14
Aucune communication n'était plus mauvaise que	37,0	17,9	−52	−25	25	7

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	1,0	−1,2	−2,9	−4,6	−0,2	1,0	1,5	4,0
5% inférieures à	6,9	1,0	−1,7	−1,4	1,5	3,9	4,7	9,1
25% inférieures à	10,0	3,7	−0,8	−0,2	5,0	8,3	9,0	17,0
50% inférieures à	12,7	5,4	−0,3	0,9	8,3	11,9	13,1	24,5
75% inférieures à	15,4	6,9	0,3	3,2	13,2	24,2	23,9	*
95% inférieures à	20,2	9,7	1,7	5,5	27,6	*	*	*
Limite supérieure	*	*	3,5	11,5	*	*	*	*

* Note 1

TABLEAU 10

Caractéristiques des communications internationales acheminées par l'intermédiaire de 8 centraux
(Grandeur de l'échantillon: 24 communications)

Distribution des résultats de mesure	Affaiblissement à 800 Hz (dNp)	Valeur absolue de la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission à 800 Hz (dNp)	Niveau de la puissance de bruit		Rapport (en dNp) entre le niveau du signal mesuré à 800 Hz et	
			pondéré (dNmp)	non pondéré (dNm)	a) la puissance de bruit pondéré	b) la puissance de bruit non pondéré
Aucune communication n'était meilleure que	8,6	0,0	−80	−67	67	48
5% meilleures que	10,6	0,2	−79	−63	59	43
25% meilleures que	18,4	3,1	−74	−56	51	34
50% meilleures que	22,0	5,0	−71	−50	47	25
75% meilleures que	26,0	7,9	−67	−42	44	19
95% meilleures que	30,6	16,0	−60	−37	30	13
Aucune communication n'était plus mauvaise que	42,6	17,3	−53	−29	17	9

Distribution de la distorsion (valeur algébrique)	Distorsion (en dNp) par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz (Un signe − représente un gain relatif)							
	300	400	1000	1600	2800	3000	3100	3400
Limite inférieure	5,5	−0,3	−2,3	−3,2	−3,0	−2,1	−0,2	5,4
5% inférieures à	8,1	0,9	−2,1	−3,1	−2,9	−2,0	0,0	5,5
25% inférieures à	13,0	4,5	−0,9	−0,2	4,4	6,3	7,5	16,5
50% inférieures à	15,0	6,7	−0,5	0,5	6,7	9,4	12,6	29,2
75% inférieures à	17,0	8,2	0,0	2,5	11,5	22,1	*	*
95% inférieures à	27,2	11,0	2,1	5,8	20,5	*	*	*
Limite supérieure	*	12,7	2,5	7,7	25,3	*	*	*

* Note 1

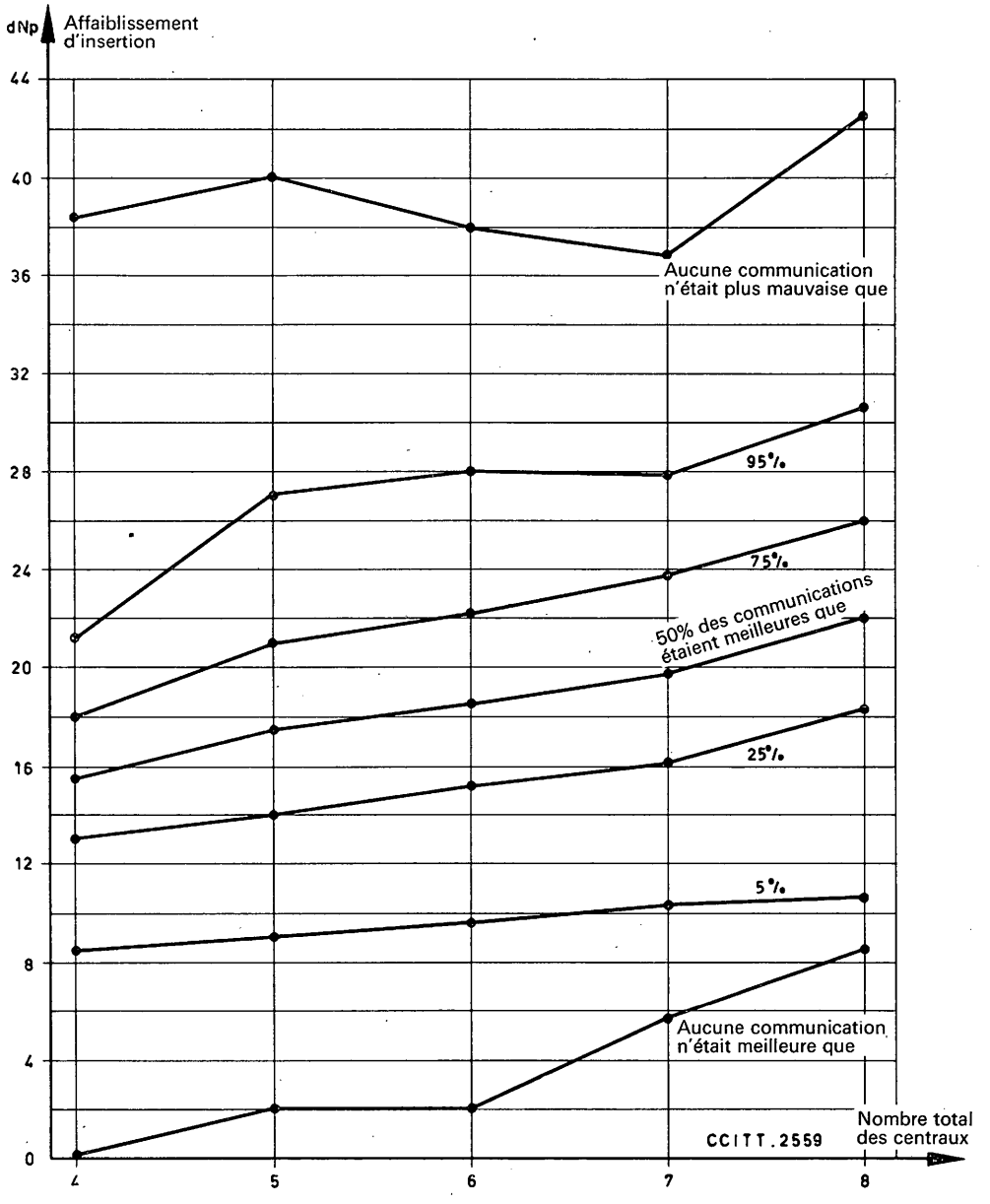


FIGURE 12. — **Distribution de l'affaiblissement d'insertion à 800 Hz en fonction du nombre total des centraux**

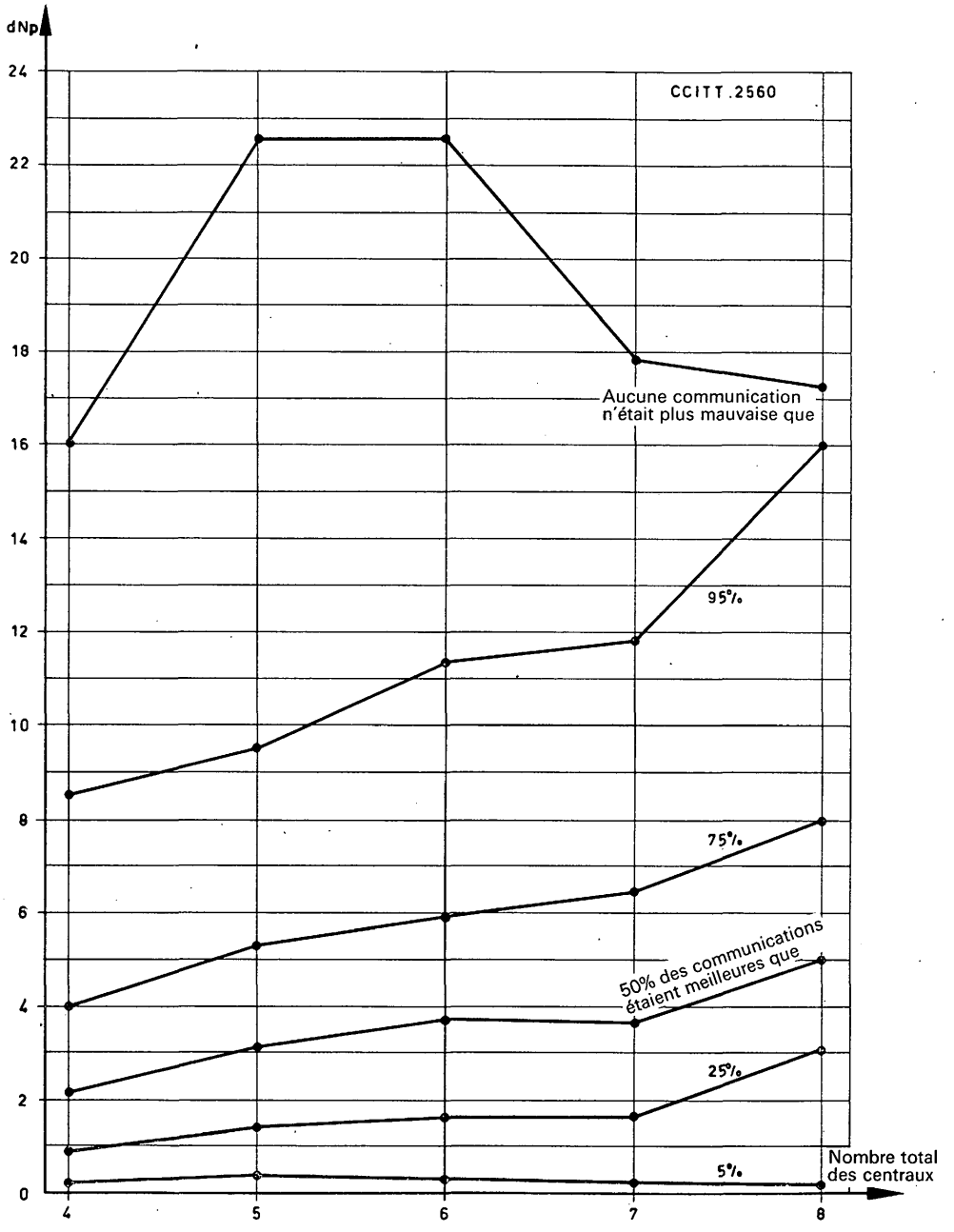


FIGURE 13. — **Distribution de la valeur absolue de la différence entre les affaiblissements dans les deux sens de transmission à 800 Hz en fonction du nombre total des centraux**

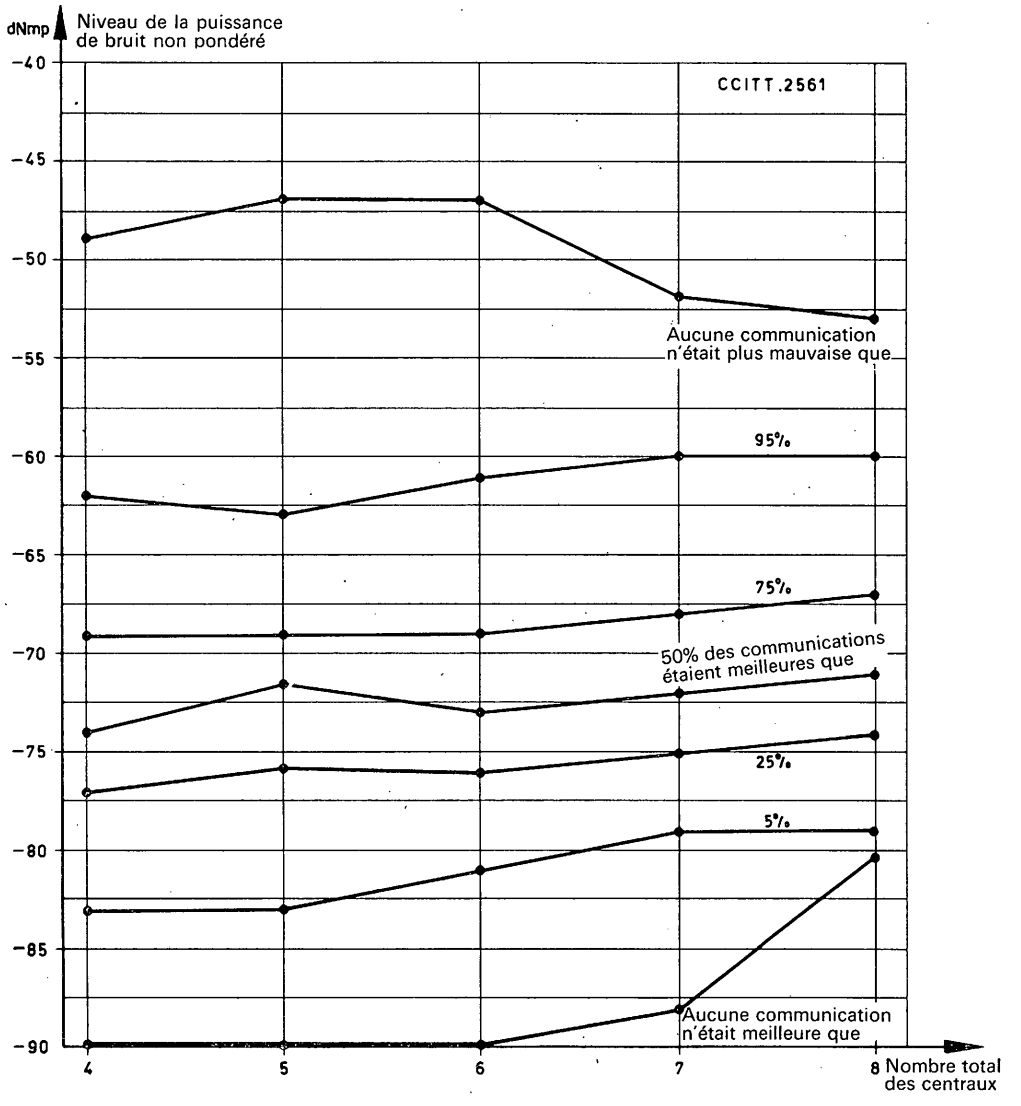


FIGURE 14. — **Distribution du niveau de la puissance de bruit pondéré en fonction du nombre total des centraux**

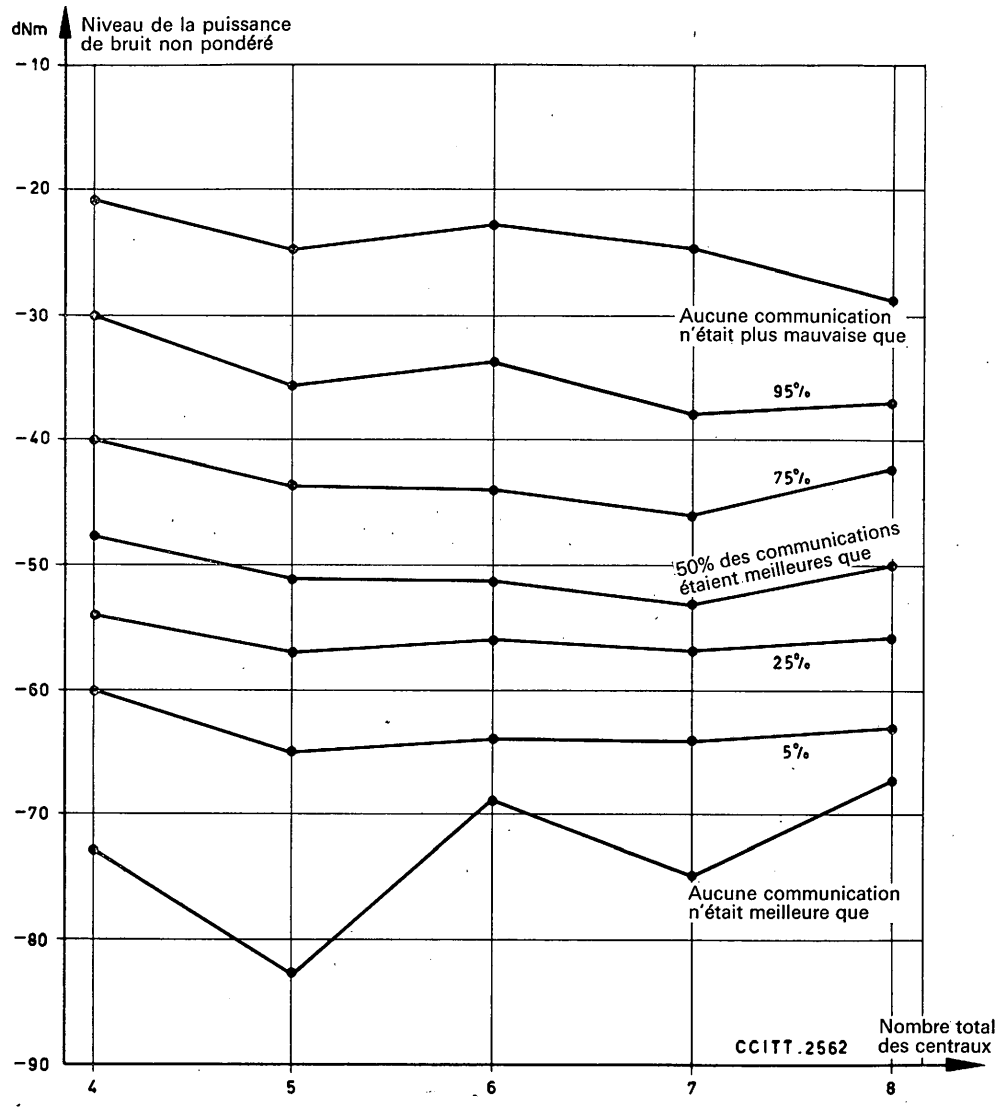


FIGURE 15. — **Distribution du niveau de la puissance de bruit non pondéré en fonction du nombre total des centraux**

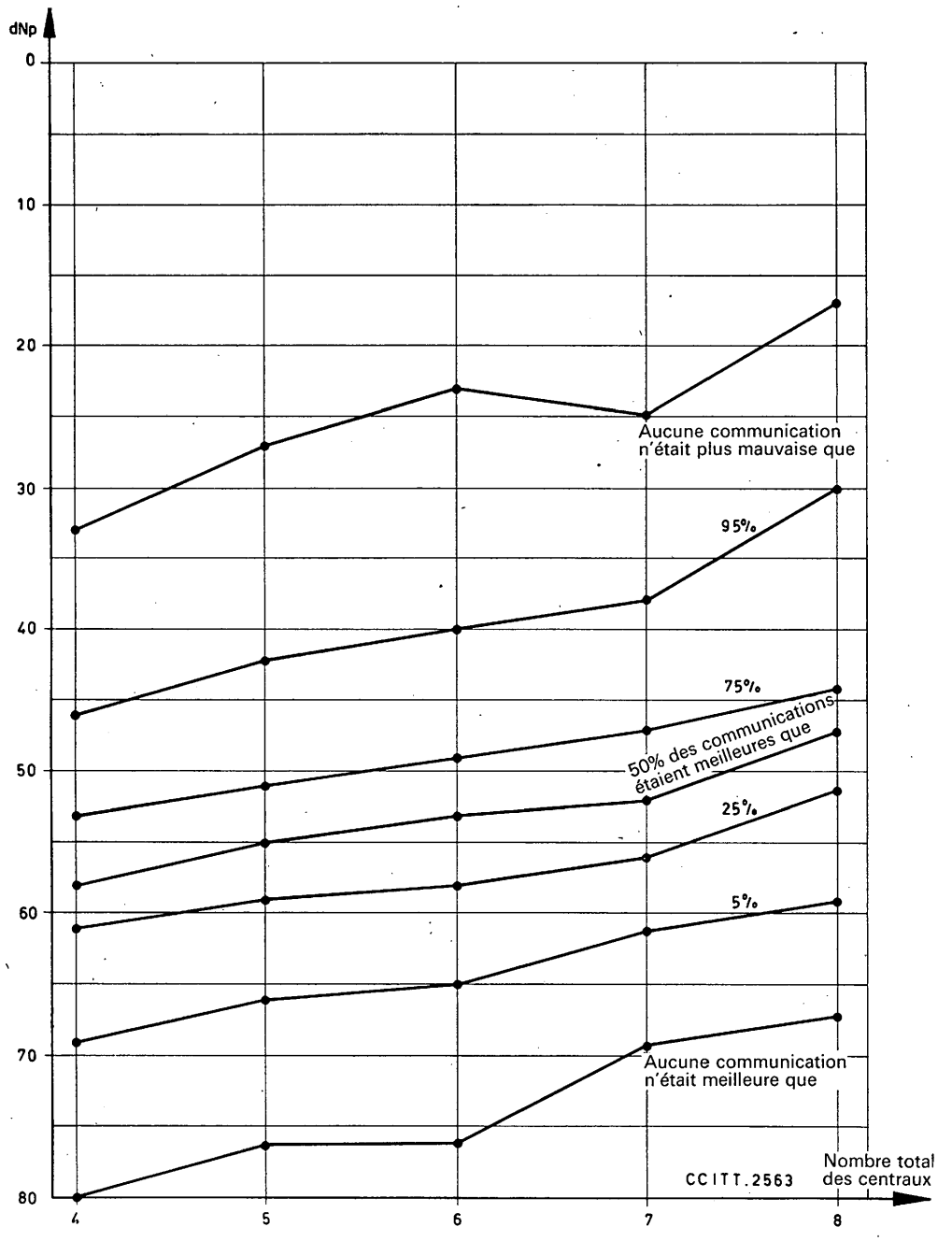


FIGURE 16. — **Distribution du rapport niveau du signal mesuré à 800 Hz/puissance de bruit pondéré, en fonction du nombre total des centraux**
(Niveau d'émission: 0 dNm)

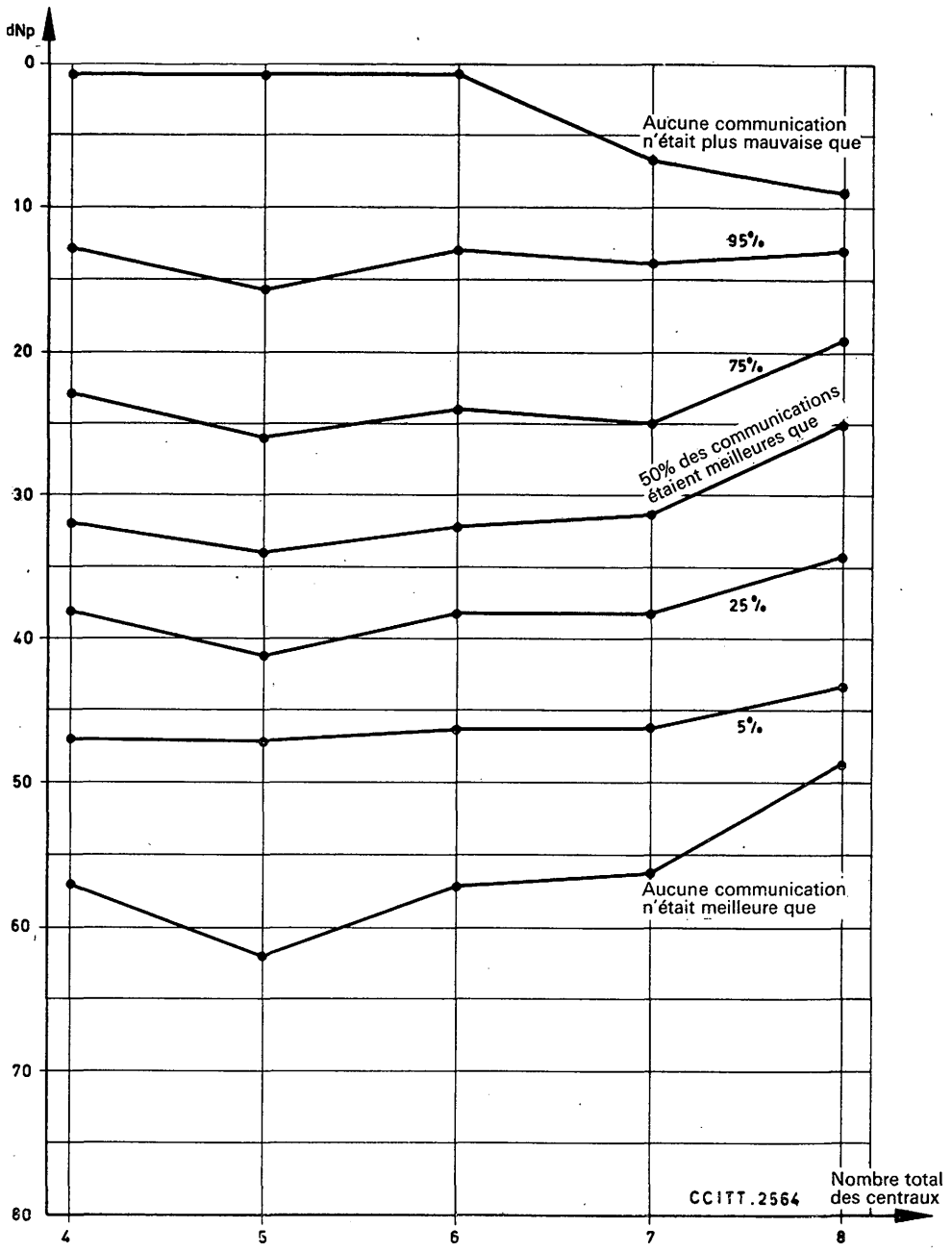


FIGURE 17. — **Distribution du rapport niveau du signal mesuré à 800 Hz/puissance de bruit non pondéré, en fonction du nombre total des centraux**

(Niveau d'émission: 0 dNm)

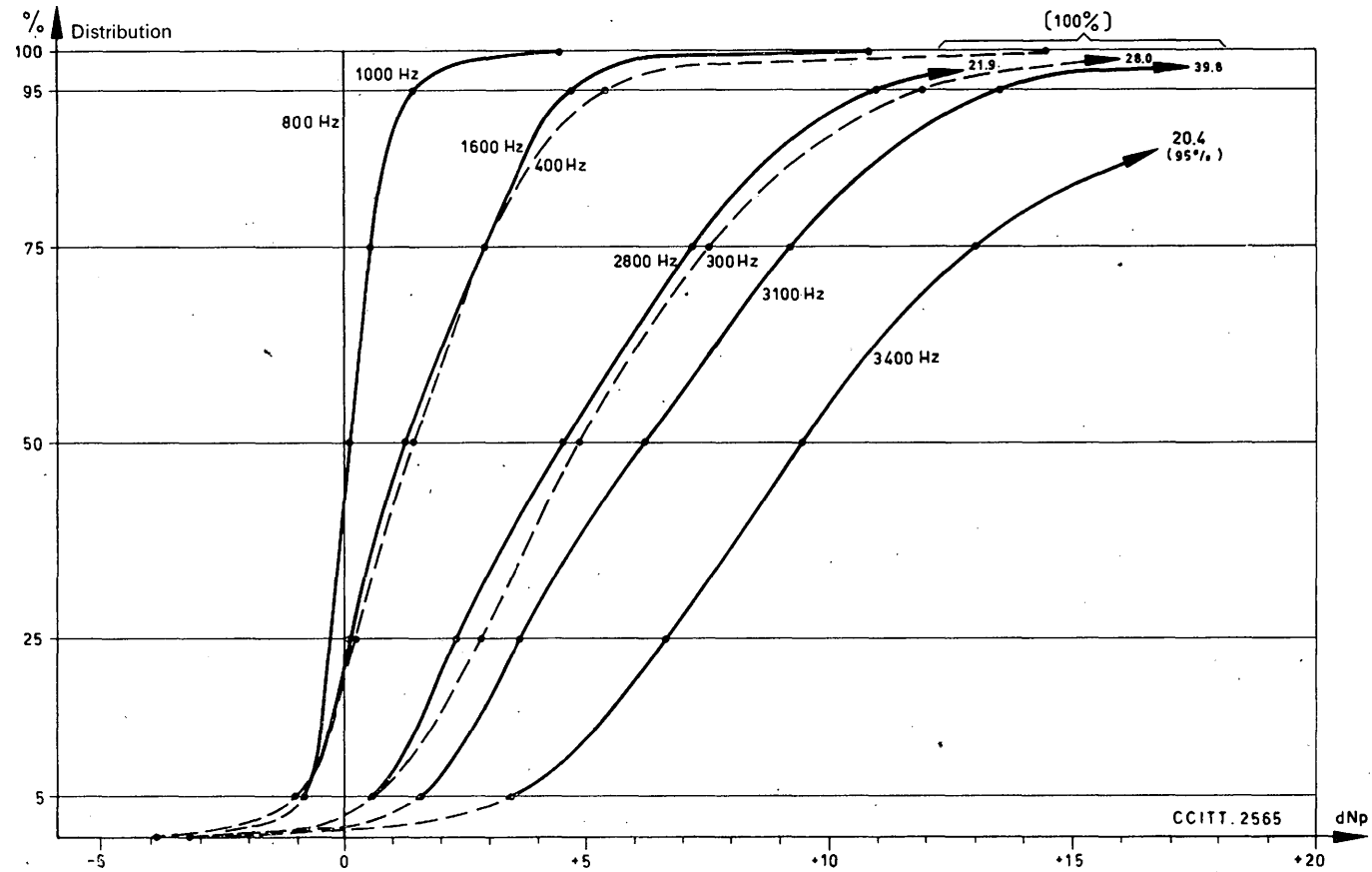


FIGURE 18. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 4 centraux**

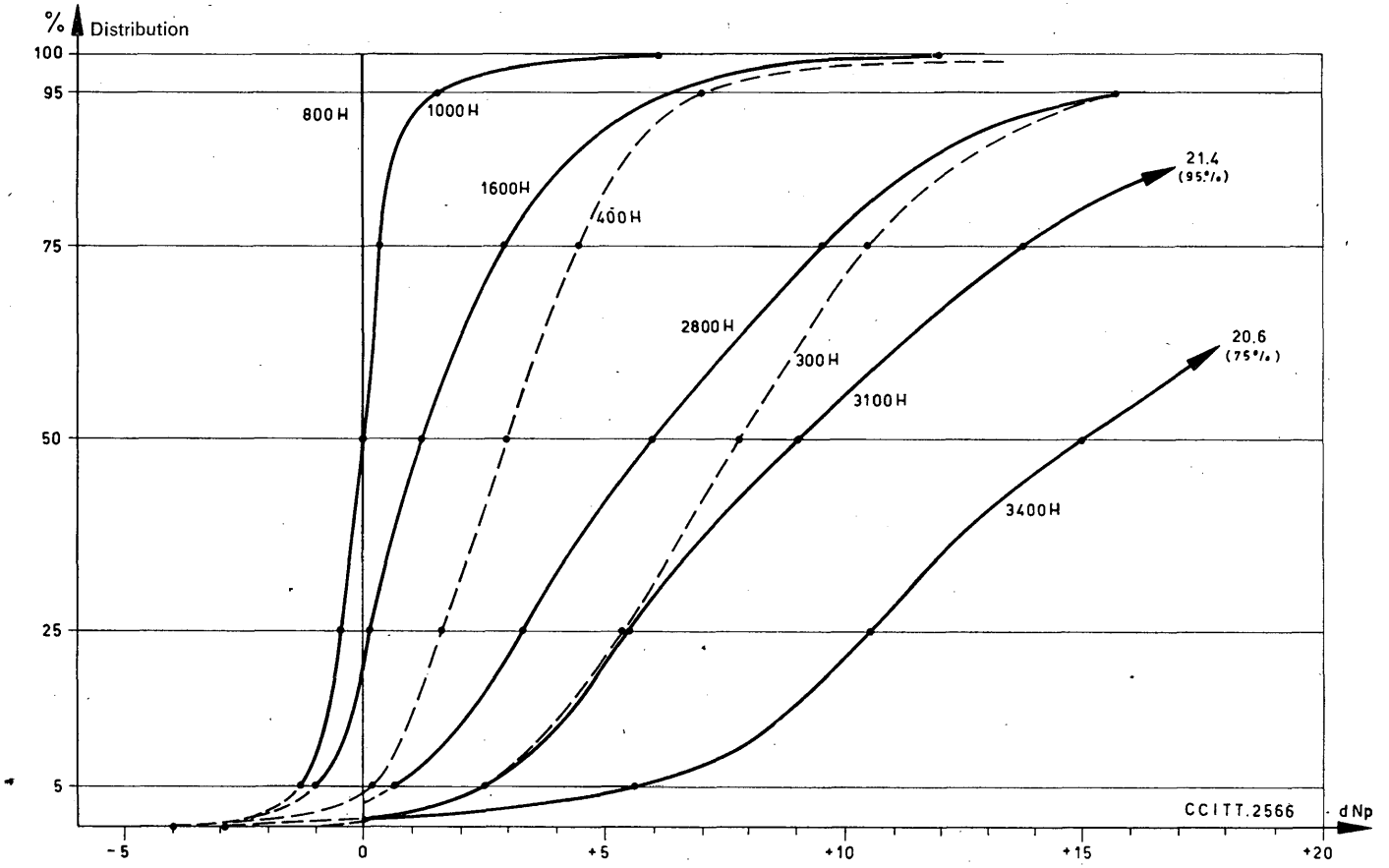


FIGURE 19. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 5 centraux**

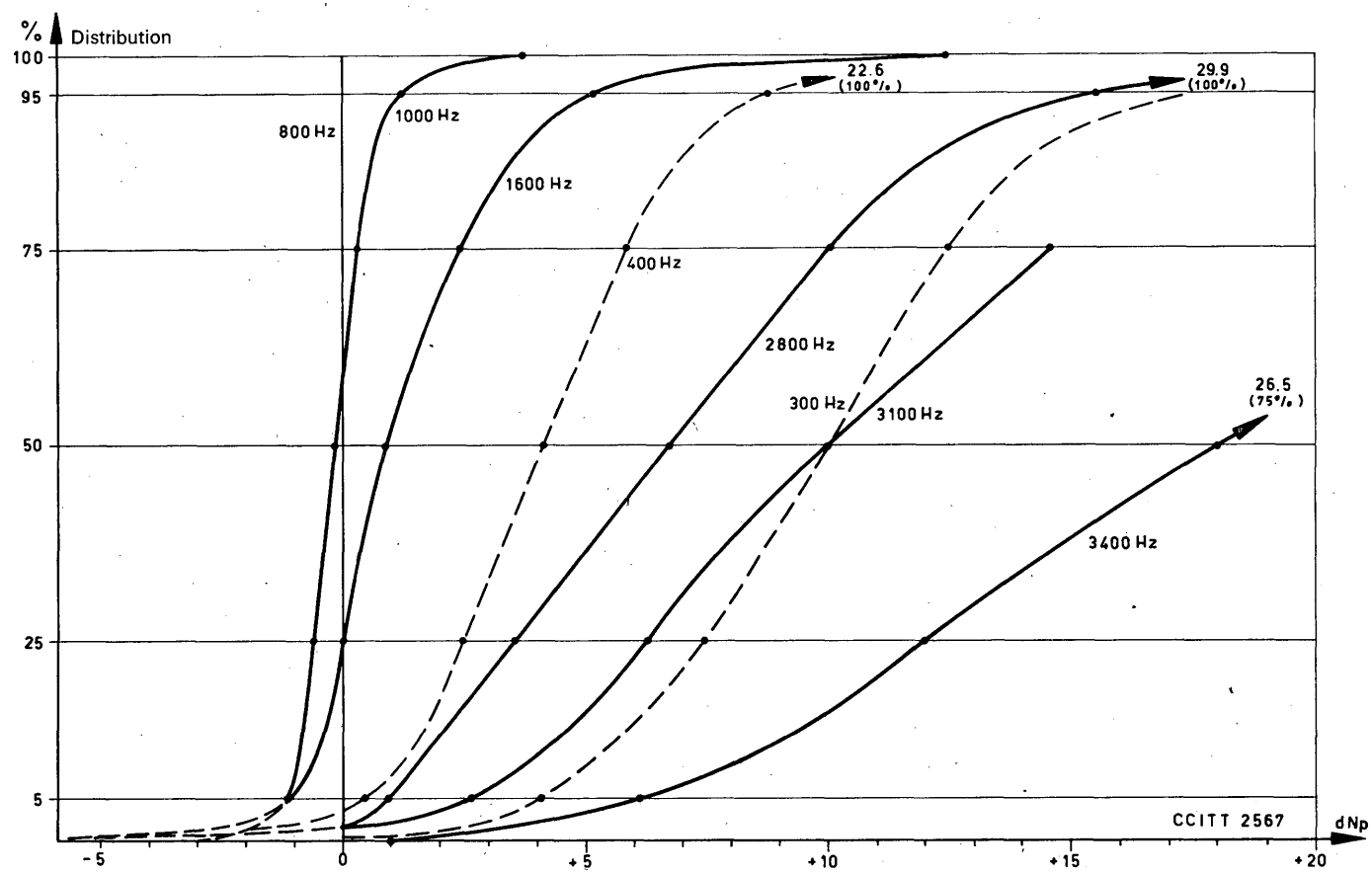


FIGURE 20. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 6 centraux**

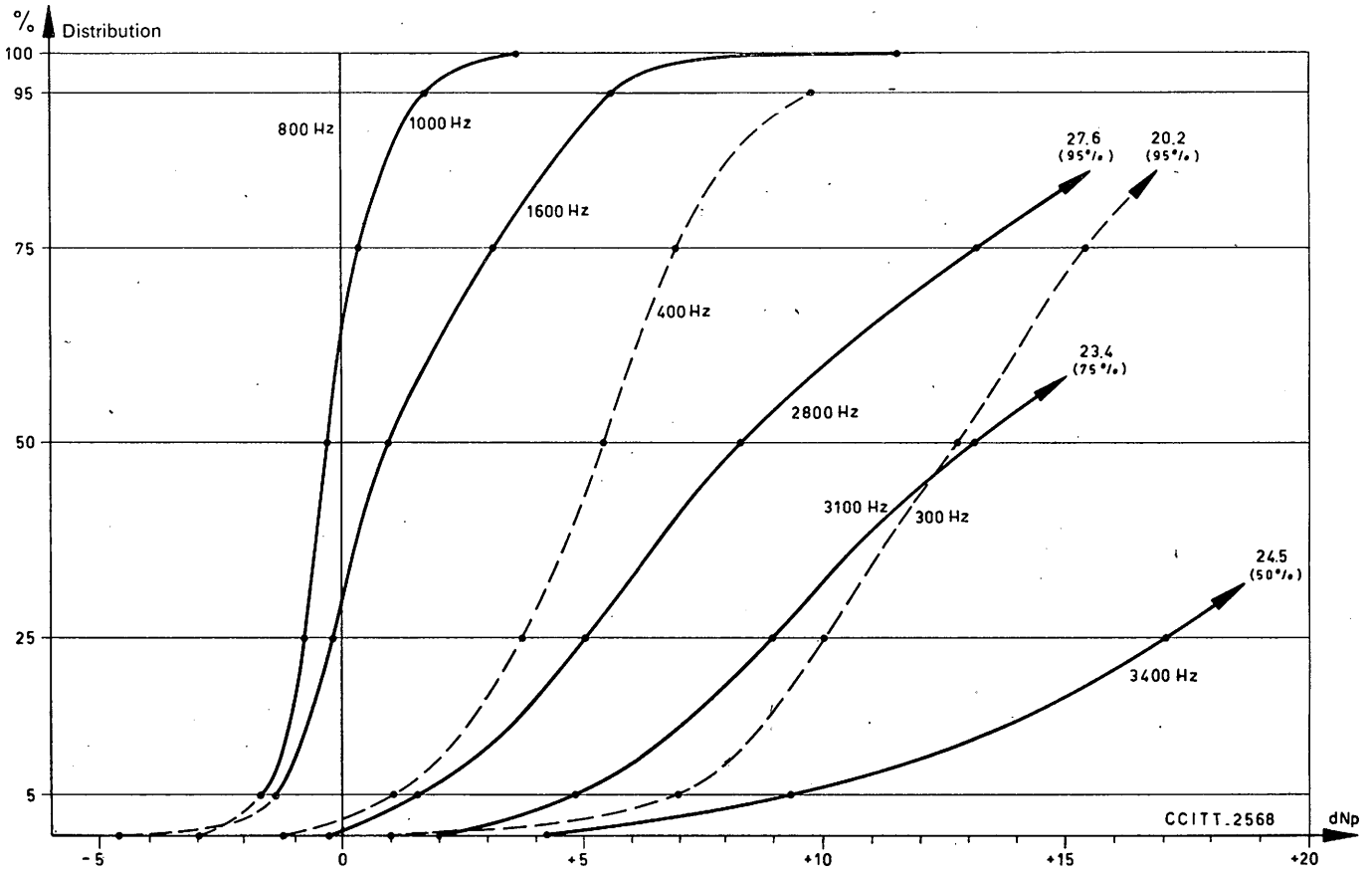


FIGURE 21. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 7 centraux**

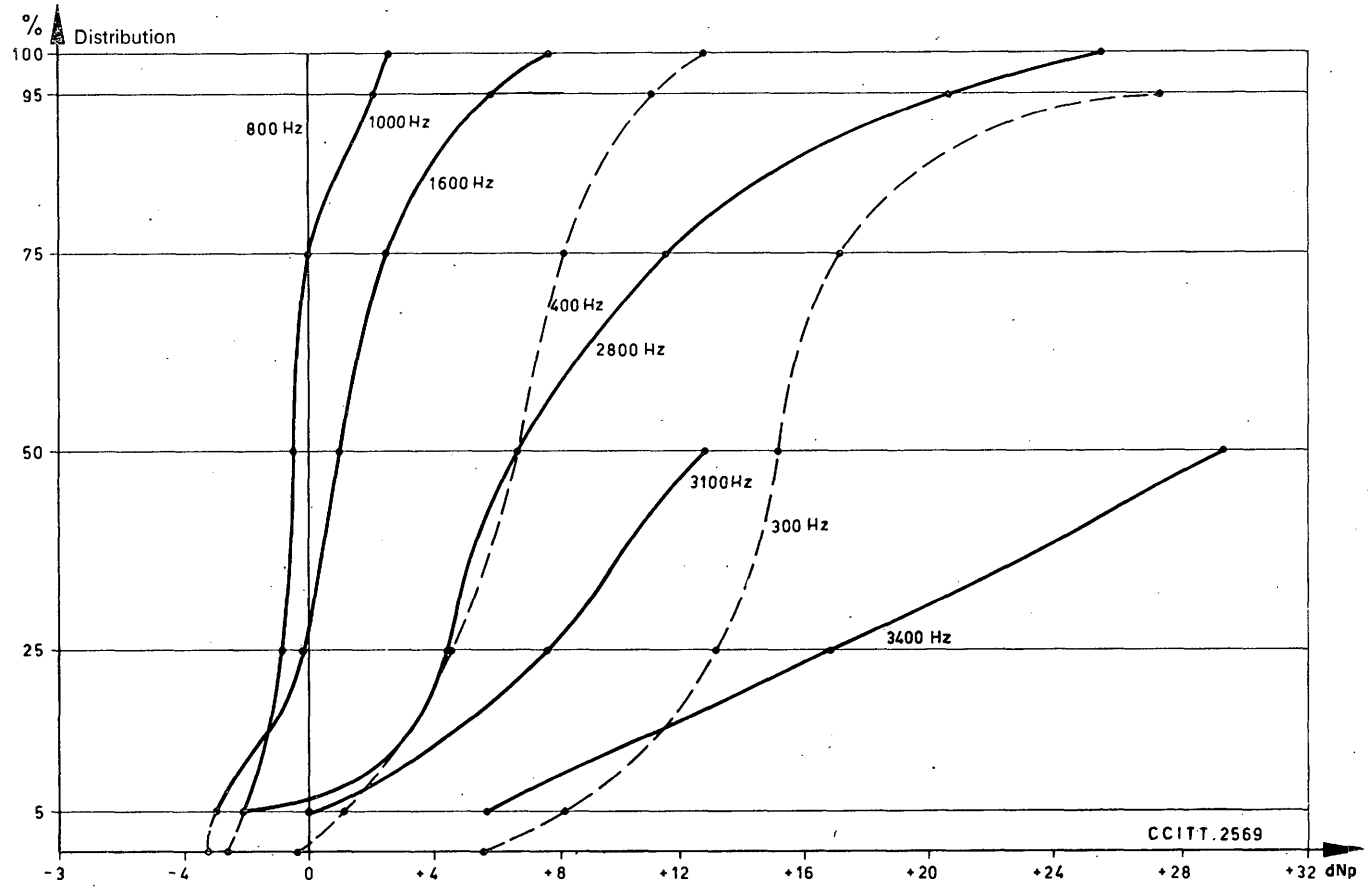


FIGURE 22. — **Distribution de la distorsion d'affaiblissement d'insertion par rapport à 800 Hz pour les communications acheminées par l'intermédiaire de 8 centraux**

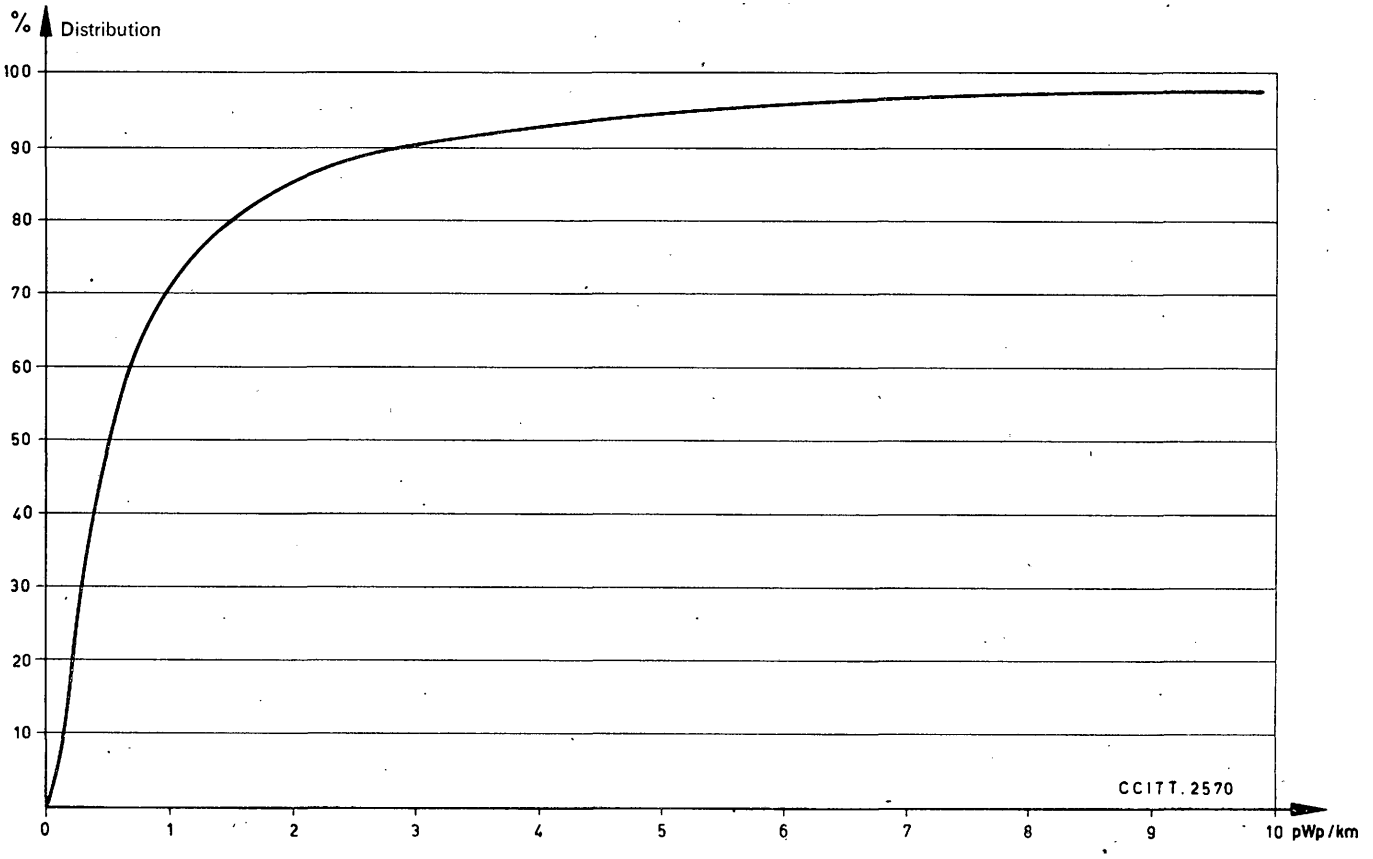


FIGURE 23. — **Distribution cumulative de la puissance psophométrique du bruit par unité de longueur en pWp/km**
(Grandeur de l'échantillon: 1292 communications)

Question 5/XVI — Différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission

(question nouvelle)

Considérant

1. d'une part, qu'il peut être souhaitable, en téléphonie, d'avoir l'égalité des valeurs nominales des équivalents de référence pour les deux sens de transmission d'une communication;

2. d'autre part, qu'il peut être souhaitable, dans les utilisations autres que la téléphonie, d'avoir l'égalité des valeurs nominales des affaiblissements entre postes d'abonné pour les deux sens de transmission;

3. que ces desiderata peuvent être cause d'exigences contradictoires dans un plan de transmission national,

— convient-il de recommander une restriction quelconque à la différence entre les affaiblissements nominaux des trajets *a-t* et *t-b* représentés à la figure 9, page 17 du tome III du *Livre Bleu*?

Remarque 1. — La réponse de la Commission XII à la Question 3/XII permettra de préciser le considérant 1.

Remarque 2. — Les annexes 1 et 2 exposent certains problèmes qui sont en rapport avec cette question.

ANNEXE 1
(à la Question 5/XVI)

Le plan de transmission reconnaît aux administrations le droit de répartir comme elles l'entendent les affaiblissements dans leur réseau national. En conséquence, les seules restrictions imposées par les recommandations émises ont trait aux équivalents de référence et à la stabilité. Il résulte de ce qui précède que les communications internationales peuvent avoir des affaiblissements nominaux asymétriques.

Pour illustrer la façon dont cela peut se produire, considérons deux administrations, dont l'une peut garantir un affaiblissement d'équilibrage de 3 dB et l'autre un affaiblissement d'équilibrage de 6 dB. Les deux pays peuvent décider de répartir les affaiblissements dans leurs réseaux nationaux comme il est indiqué respectivement sur les figures 1 et 2. Les schémas sont établis sur la base d'extrémités virtuelles et de termineurs présentant (en pratique) un affaiblissement de 3,5 dB. La valeur de 10 dB de l'extrémité virtuelle de réception à l'extrémité virtuelle d'émission est l'objectif à atteindre pour le trajet *a-t-b* tel qu'il est indiqué dans l'Avis G.122, A. c (tome III du *Livre Blanc*).

On devrait peut-être insister sur le fait que le pays dont l'affaiblissement d'équilibrage est de 6 dB n'est pas obligé de mettre en jeu la totalité du gain supplémentaire disponible dans le trajet de réception comme représenté sur la figure 2. D'autres dispositions sont possibles, évidemment, mais le système représenté est conforme au plan et, par conséquent, peut être adopté si on le désire.

Il est facile de voir qu'une communication entre les deux pays aurait des affaiblissements nominaux asymétriques entre extrémités nationales à deux fils (voir la figure 3).

L'amplificateur indiqué aux figures 2 et 3 n'existe pas forcément dans la réalité; on pourrait obtenir le même effet en déconnectant un complément de ligne et en choisissant convenablement les niveaux au point de commutation réel. Cependant, comme le schéma est tracé sur la base d'extrémités virtuelles et de termineurs symétriques à 3,5 dB, il était nécessaire de mettre un symbole d'amplificateur.

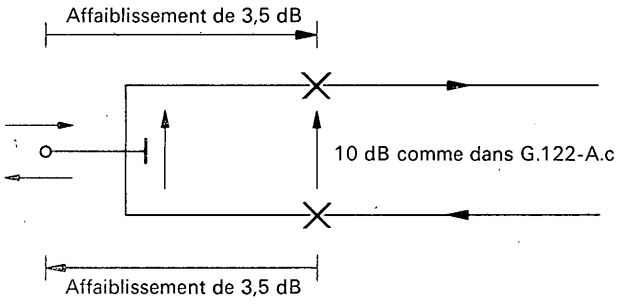


FIGURE 1. — **Pays ayant un affaiblissement d'équilibrage de 3 dB**

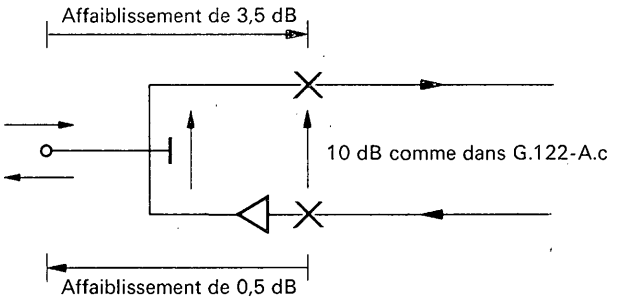


FIGURE 2. — **Pays ayant un affaiblissement d'équilibrage de 6 dB**

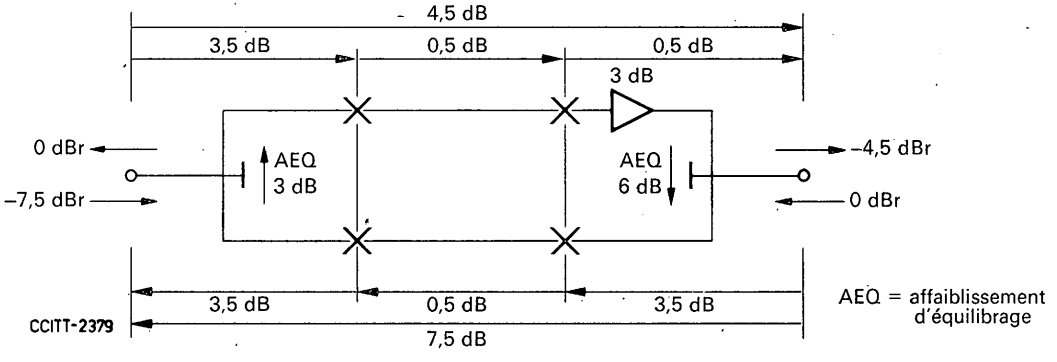


FIGURE 3. — **Communication entre les deux pays**

L'annexe à la Question 4/XVI fournit des renseignements sur la différence d'affaiblissement qui peut exister entre les deux sens de transmission, cette différence ayant été mesurée sur des communications du type représenté à la figure 4.

Il convient de relever que les valeurs indiquées dans l'annexe à la Question 4/XVI correspondent à des différences *mesurées* et renferment, par conséquent, non seulement les différences systématiques résultant des disparités entre les méthodes de planification, mais aussi les effets aléatoires dus aux variations d'affaiblissement de la chaîne de circuits en fonction du temps (et d'un circuit à l'autre).

Ces variations dissimulent les effets causés par les différences systématiques.

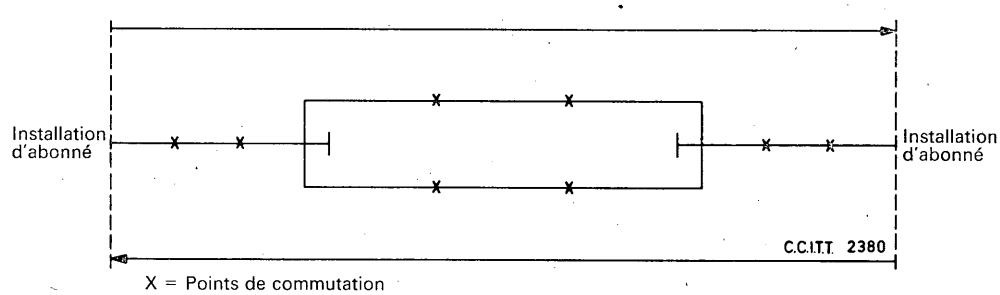


FIGURE 4

ANNEXE 2
(à la Question 5/XVI)

Conditions dans lesquelles des affaiblissements inégaux peuvent se produire

(Contribution de l'Administration australienne et de N.V. Philips' Telcommunicatie Industrie)

1. *Introduction*

La présente annexe montre comment

— le choix d'un point de niveau relatif dans le réseau à deux fils

— l'application de l'Avis G.122-A et

— certaines considérations d'ordre économique

peuvent entraîner l'apparition d'affaiblissements inégaux entre extrémités à deux fils dans les deux sens de transmission d'une communication internationale.

Les inégalités de l'affaiblissement décrites ci-après sont celles qui sont dues à l'application de règles de planification, dont elles sont le sous-produit imprévu ou le résultat recherché.

En outre, les inégalités de l'affaiblissement dans les deux sens peuvent être dues aux variations non corrélées de cet affaiblissement en fonction du temps dans différentes parties de la communication; les inégalités de cette espèce ne sont pas traitées dans la présente annexe.

2. *Conséquences du choix du point de niveau relatif zéro dans une chaîne de circuits à deux fils*

Les projets de construction et la qualité des systèmes de transmission dépendent du niveau des signaux appliqués à l'entrée de ces systèmes. Il faut donc assigner un niveau relatif conventionnel à chaque point de commutation d'une chaîne nationale, de façon que les équipements de transmission interconnectés en chaque point supportent une charge appropriée.

Aux points de commutation en quatre fils, le choix d'un niveau relatif nominal peut être fait indépendamment du niveau relatif du système international et du niveau effectif des signaux vocaux sortant du réseau national. Cela tient au fait que chacun de ces points de commutation se trouve dans une chaîne de voies comprenant (effectivement) des amplificateurs et des affaiblisseurs, et que l'on peut régler leur niveau relatif nominal en déplaçant simplement les points, électriquement, vers l'amont ou vers l'aval.

On a un degré de souplesse moindre lorsqu'il s'agit d'assigner le niveau relatif au centre primaire PC et au central local LE de la figure 1, qui sont ici supposés avoir l'un et l'autre des commutateurs à deux fils.

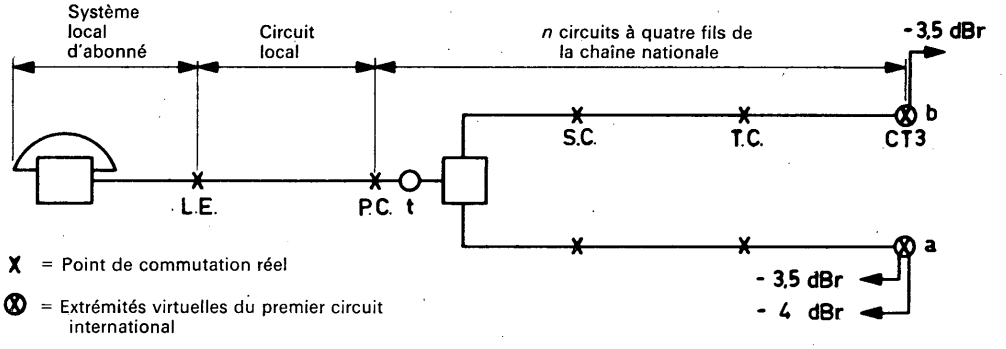


FIGURE 1. — **Chaîne nationale**

Le niveau maximal des signaux (qui définit les caractéristiques de surcharge des systèmes de transmission) correspond aux signaux qui passent de gauche à droite sur la figure 1 et leur niveau relatif nominal est fonction de la distribution des équivalents de référence à l'émission à gauche du point: plus les équivalents de référence sont faibles, plus le niveau relatif nominal est élevé.

Le niveau minimal des signaux (qui influence le rapport signal/bruit des voies établies sur les systèmes de transmission) correspond aux signaux qui passent de droite à gauche et qui proviennent de postes d'abonné nationaux ou internationaux situés à grande distance.

Après avoir évalué les niveaux maximal et minimal des signaux — valeurs actuelles ou projetées — au central urbain et au centre primaire de la figure 1, une administration peut assigner un niveau relatif nominal à chacun de ces points.

A la suite de ces calculs, des administrations différentes peuvent très bien obtenir des niveaux relatifs conventionnels différents pour le centre primaire et, par conséquent, pour le point t (qui peuvent coïncider).

La figure 2 indique, pour une chaîne nationale, les niveaux relatifs nominaux au point de commutation en deux fils (émission: L_t dBr, réception: L_r dBr) et les niveaux relatifs nominaux aux points de commutation réels (S dBr). Pour des raisons de simplicité, on suppose dans cet exemple que la contribution nette de chaque circuit à quatre fils est de 0 dB; les affaiblissements réels du circuit s'ajouteraient, de façon égale, dans chaque sens de transmission et l'on peut donc, en l'occurrence, ne pas en tenir compte. L'affaiblissement effectif de la chaîne nationale entre le

centre primaire à deux fils et le premier circuit international est fonction des niveaux relatifs L, comme l'indique la figure 2 b.

L'asymétrie de l'affaiblissement de la chaîne nationale ou « gain différentiel » Δ s'exprime par:

$$\Delta = L_t + L_r + 7 \text{ dB} \quad (1)$$

Une communication internationale entre deux pays A et B qui appliquent respectivement à leurs réseaux nationaux des gains différentiels Δ_a et Δ_b présentera une asymétrie de transmission:

$$\delta = \Delta_a - \Delta_b \text{ dB} \quad (2)$$

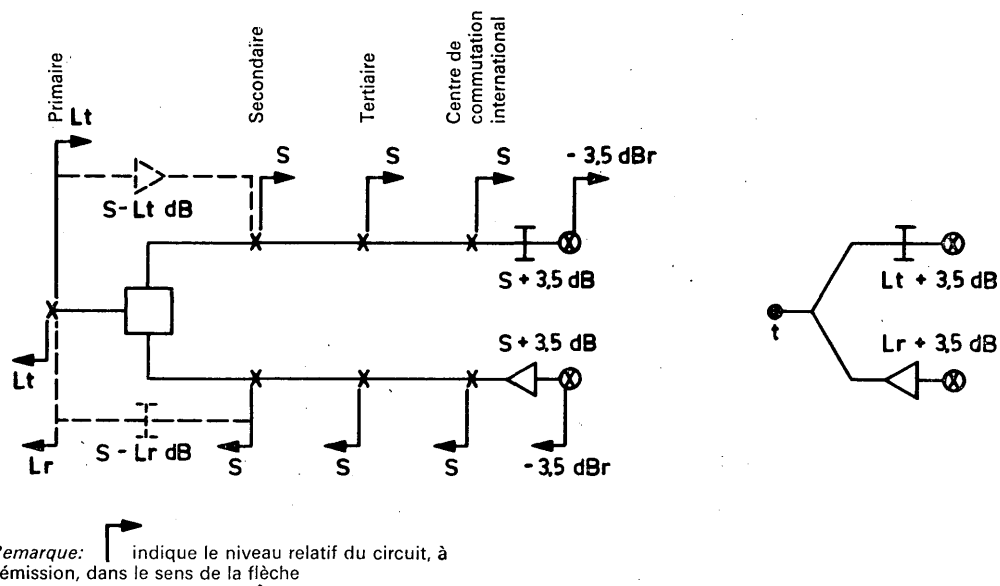


FIGURE 2. — **Niveaux relatifs nominaux dans la chaîne nationale**

On applique parfois des règles de planification dans le but d'obtenir, au point de commutation en deux fils, des niveaux relatifs égaux à l'émission et à la réception ($L_t = L_r = L$ dBr).
Il en résulte un gain différentiel (1) égal à:

$$\Delta = 2L + 7 \text{ dB} \quad (3)$$

Une communication internationale entre deux pays A et B qui appliquent ces règles et pour lesquels les niveaux sont respectivement L_a et L_b au point de commutation en deux fils, présente une asymétrie de transmission $\delta = 2 \mid L_a - L_b \mid$ dB.

A titre d'exemple, un cas de cette espèce est illustré par la figure 3, qui représente une communication internationale établie entre un pays A ($L_a = -3$ dBr, $S = +1$ dBr) et un pays B ($L_b = -2$ dBr, $S = -2$ dBr) et présentant par conséquent une asymétrie de transmission $\delta = 2$ dB.

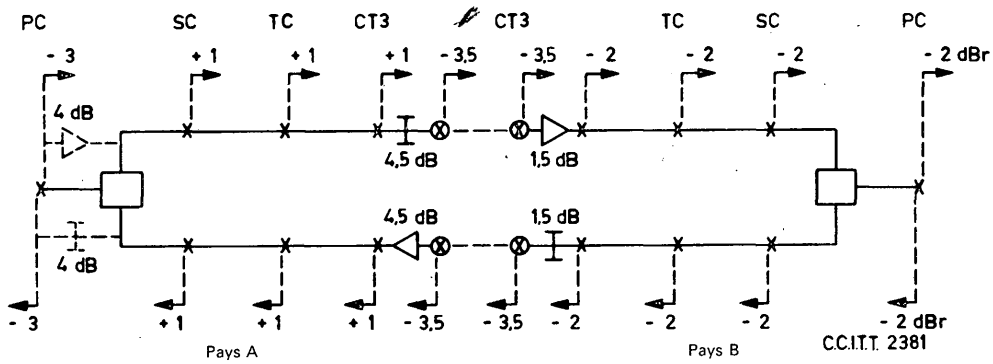


FIGURE 3. — **Communication internationale présentant des affaiblissements inégaux dus au choix de niveaux relatifs différents au point de commutation en deux fils**

3. *Conséquences de l'Avis G.122-A*

D'après cet Avis, le trajet *a-t-b* (figure 1), dans la partie nationale d'une communication internationale, doit avoir un affaiblissement minimal de $(6+n)$ dB dans la bande de 0 à 4 kHz. S'il y a, par exemple, trois circuits à quatre fils dans la chaîne nationale, le trajet *a-t-b* doit avoir un affaiblissement minimal de 9 dB.

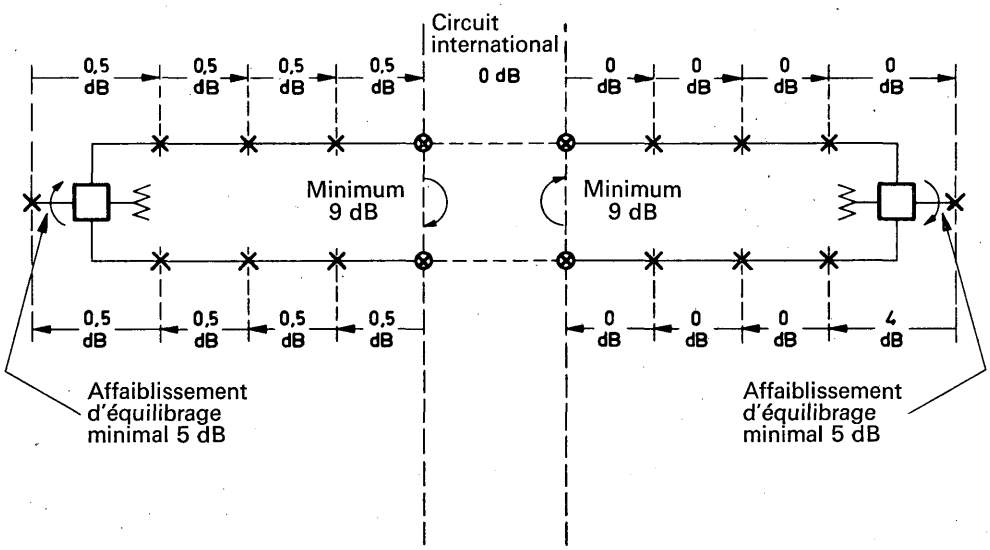
Cet affaiblissement comprend l'affaiblissement d'équilibrage au termineur ainsi que les affaiblissements de *a* à *t* et de *t* à *b*.

Un pays A ayant trois circuits à quatre fils, et un affaiblissement d'équilibrage minimal de 5 dB, peut décider de répartir également sur les deux sens de transmission le reste de l'affaiblissement autorisé dans l'Avis G.122-A (4 dB). Une des façons de procéder pour cela est illustrée par la figure 4 a.

Un pays B ayant le même nombre de circuits à quatre fils et le même affaiblissement d'équilibrage minimal peut décider de répartir inégalement l'affaiblissement admissible sur les deux sens de transmission, comme l'indique la figure 4 b. Chacune de ces solutions est conforme à l'Avis G.122-A.

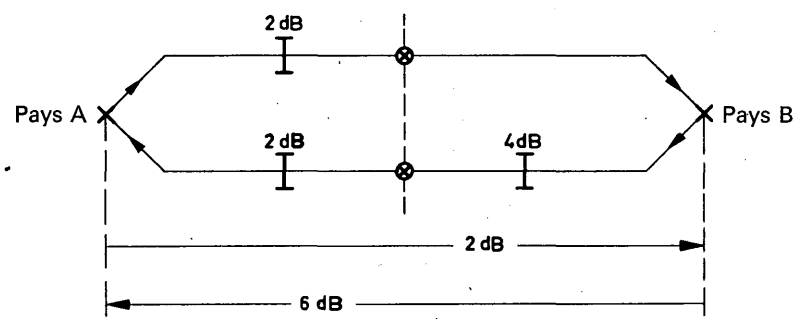
Lorsque le pays A est relié au pays B par un circuit international d'affaiblissement nul, ce qui correspond au circuit équivalent de la figure 4 c, il y a une différence de 4 dB entre les deux sens de transmission.

(On suppose que chaque pays se conforme aux dispositions requises dans l'Avis G.111 concernant les équivalents de référence nationaux à l'émission et à la réception.)



a) Répartition égale de l'affaiblissement (pays A)

b) Répartition inégale de l'affaiblissement (pays B)



c) Circuit équivalent à $a + b$

FIGURE 4. — **Des interprétations différentes de l'Avis G.122-A ont pour conséquence des affaiblissements inégaux dans une communication internationale**

4. *Incidences des facteurs économiques*

L'Avis G.111 recommande que, dans un pays d'étendue moyenne, les équivalents de référence des systèmes émetteur et récepteur nationaux servant à établir au moins 97% des communications internationales réelles ne dépassent pas 20,8 dB et 12,2 dB, valeurs rapportées aux extrémités virtuelles du premier circuit international.

Dans le manuel du C.C.I.T.T. intitulé *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique*, au paragraphe 3.2 du chapitre V, on peut lire ce qui suit: « La répartition la plus économique de l'affaiblissement consiste à en allouer la plus grande partie possible à la zone primaire.»

Les administrations peuvent considérer les équivalents de référence recommandés dans l'Avis G.111 comme des valeurs maximales utilisables pour préparer les plans des réseaux nationaux; dans ce cas, on ne peut allouer la plus grande partie de l'affaiblissement à la zone primaire qu'en fonction des affaiblissements de a à t et de t à b, conformément aux indications données ci-après.

Dans la chaîne nationale (figure 5), la seule section devant avoir le même équivalent de référence dans les deux sens de transmission est le circuit local reliant le central local au centre primaire, en supposant qu'il s'agit d'un circuit commuté en deux fils à chaque extrémité. On applique alors les formules suivantes:

$$\begin{cases} T + C + B = 20{,}8 \text{ dB} \\ R + C + A = 12{,}2 \text{ dB} \end{cases}$$

dans lesquelles A, B, C, T et R représentent les valeurs maximales admises.

Dans ces conditions: $T - R + B - A = 8{,}6$ dB.

Dans la pratique, $T - R$ est déterminé par les appareils téléphoniques et les règles de planification du réseau local dans un pays donné; on écrira donc:

$$B - A = 8{,}6 - (T - R) \text{ dB}.$$

Si, dans une administration donnée, $T - R = 8{,}6$ dB, il s'ensuit que $B = A$ et il n'y a donc pas d'inégalité des affaiblissements. Dans la pratique toutefois, T pourrait avoir une valeur typique de 12 dB et la valeur correspondante de R pourrait être de 0 dB.

On obtient alors la répartition la plus économique dans la zone primaire lorsque:

$$\begin{aligned} B - A &= 8{,}6 - (12 - 0) \\ &= -3{,}4 \text{ dB} \\ B &= A - 3{,}4 \text{ dB}. \end{aligned}$$

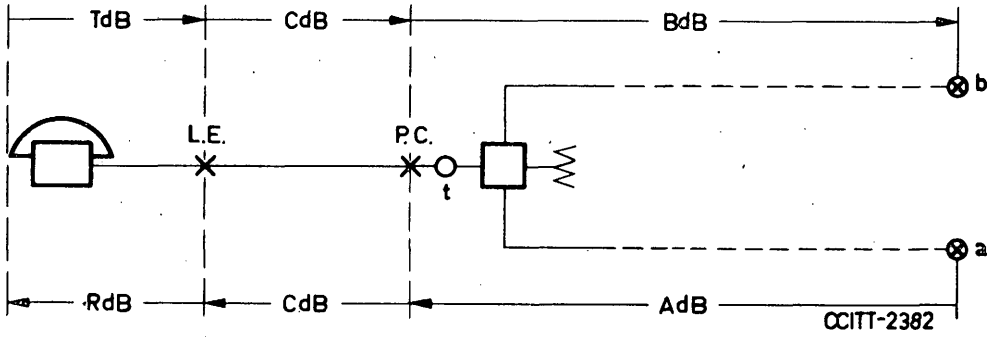


FIGURE 5. — **Base d'application de l'Avis G.111**

L'asymétrie est alors de 3,4 dB dans le réseau national à quatre fils; il s'ensuit que si $T - R = \delta_1$ dB dans un réseau national et δ_2 dB dans un autre réseau national, l'écart entre affaiblissements dans les sens de transmission opposés, lorsque les deux réseaux sont connectés, est de $(\delta_1 - \delta_2)$ dB.

(Les valeurs réelles de A et B et, par conséquent, de C dépendent de l'affaiblissement d'équilibrage que l'on peut obtenir; l'Avis G.122-A est applicable. Le niveau relatif au point t doit également être pris en considération.)

On peut toutefois faire observer que l'équivalent de référence total de l'abonné A vers l'abonné B sera égal, au moins pour les lignes d'abonné limites, à l'équivalent de référence de l'abonné B vers l'abonné A.

Le point de savoir s'il est opportun d'avoir cette égalité fait l'objet de la Question 3/XII.

Question 6/XVI — Caractéristiques des systèmes nationaux

(suite des points 5 et 7 de la Question 1/XVI, étudiés en 1964-1968)

Quelles sont les caractéristiques générales des systèmes nationaux qui devaient faire l'objet de recommandations du C.C.I.T.T. pour assurer une qualité convenable aux communications internationales?

Remarque 1. — La sous-section 1.2 de la première partie du tome III contient déjà plusieurs avis sur ce sujet:

l'Avis G.121 fixe les valeurs limites de l'équivalent de référence à l'émission et à la réception du système national complet (du poste d'abonné inclus aux extrémités virtuelles d'un circuit international);

l'Avis G.122 précise les conditions à respecter pour assurer la stabilité des communications internationales et limiter l'écho;

l'Avis G.123 et l'Avis G.125 contiennent quelques recommandations relatives au bruit; la réponse à la Question 9/C de la Commission spéciale C permettra de les compléter.

On peut prévoir en outre des recommandations pour la « chaîne nationale » (ensemble des voies de transmission et équipements de commutation entre ses extrémités virtuelles dans le centre international et les bornes du poste d'abonné – autrement dit pour le système national à l'exclusion du poste d'abonné). Ces recommandations s'appliqueraient:

- à la distorsion d'affaiblissement et à la distorsion de temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence;
- à la diaphonie linéaire;
- et éventuellement à d'autres caractéristiques.

De telles recommandations, qui devraient bien entendu ne pas être incompatibles avec les Avis existants relatifs aux circuits ou aux équipements, pourraient par exemple s'appliquer à un pourcentage élevé (95% ou davantage) des communications internationales.

Remarque 2. — Les résultats de mesures effectuées en 1967 sur des systèmes nationaux figurent dans des suppléments au tome III du *Livre Blanc*; d'autres mesures seront effectuées en 1968-1972 comme il est indiqué dans des suppléments au tome IV du *Livre Blanc*.

Question 7/XVI — Révision du manuel sur les réseaux automatiques

(question nouvelle)

Révision du chapitre V de la partie A du manuel *Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique.*

Parmi les points qu'il pourrait être utile d'étudier au cours de cette révision figurent les suivants:

a) Définition d'un point de niveau relatif zéro sur les circuits internationaux et sur les circuits nationaux;

b) influence éventuelle de ces définitions sur les équivalents de référence à l'émission et à la réception du système national;

c) exemples de plans de répartition des affaiblissements pour les circuits interurbains nationaux quand on connaît l'affaiblissement d'équilibrage;

d) précautions contre les effets de la grande efficacité des postes téléphoniques modernes;

e) calcul de l'équivalent de référence dans la partie passive du réseau, conformément à l'annexe 2 à l'Avis G.121 (tome III du *Livre Blanc*);

f) coordination avec les textes relatifs aux plans et à la construction de réseaux locaux qui figurent dans le manuel sur les *Réseaux téléphoniques locaux*.

Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission d'études XVI

N° de la question	Objet résumé	Observations
1/XVI	Circuits du réseau à commutation	Cette question sera étudiée sous les points indiqués ci-dessous.
2/XVI	Caractéristiques des circuits loués	
3/XVI	Circuits sur systèmes de télécommunication par satellite	A étudier en liaison avec la Question 6/XII
4/XVI	Distorsion d'affaiblissement d'une communication	
5/XVI	Différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission	Liée à la Question 3/XII
6/XVI	Caractéristiques des systèmes nationaux	Liée à la Question 9/C
7/XVI	Révision du manuel sur les réseaux automatiques	

Détail des points à étudier dans le cadre de la Question 1/XVI

Question 1/XVI, point	Objet résumé	Autre référence
1	Définition de communications de référence	
2	Emploi des suppresseurs d'écho	
3	Affaiblissements d'équilibrage dans les réseaux nationaux	Questions 19/XII
4	Amélioration de l'affaiblissement d'équilibrage avec des dispositifs non linéaires	Question 19/XII
5	Caractéristiques de transmission d'un centre automatique international	
6	Limitation de la charge des systèmes	Questions 10/XII, 11/C
7	Montage de laboratoire représentant une communication	C.E. XII*
8	Systèmes à courants porteurs pour très courtes distances	Question 24/XV
9	Essais de transmission avec le système de signalisation n° 6	

* Ce problème est étudié par la Commission XII, sans faire l'objet d'une question.

Questions relatives aux bruits de circuit confiées à la Commission mixte spéciale C en 1968-1972

REMARQUES GÉNÉRALES

1. L'Assemblée plénière ayant créé la Commission spéciale D, toutes les questions relatives à la modulation par impulsions et codage (M.I.C.) ont été confiées pour le moment à cette Commission (à l'exception d'une étude qui a été demandée à la Commission XII, dans le cadre spécifique de ses travaux).

Le Rapporteur principal de la Commission spéciale D s'entendra avec les autres rapporteurs principaux pour établir une liaison avec les autres Commissions d'études intéressées, au fur et à mesure que les travaux progresseront.

2. Il doit être bien entendu que lorsqu'un groupe mixte n'est pas constitué, l'indication de diverses Commissions d'études intéressées à l'étude d'une question est surtout destinée à renseigner les membres de la Commission à laquelle est confiée l'étude afin qu'ils puissent assurer, dans le cadre des administrations nationales, la coordination nécessaire, conformément à une décision de l'Assemblée plénière.

3. La Commission spéciale C est une Commission mixte et c'est une partie normale de ses travaux de s'assurer la coopération de toutes les Commissions d'études du C.C.I.T.T et du C.C.I.R. qui peuvent s'intéresser à chacune de ses Questions.

Question 1/C — Ecart signal-bruit et fonctionnement de la télégraphie sur les faisceaux hertziens transhorizon

(suite de la Question 1/C étudiée en 1964-1968)

Quelle serait, en service réel, la répartition statistique, en fonction du temps, de l'écart entre signal et bruit sur les circuits téléphoniques établis sur des faisceaux hertziens transhorizon?

Remarque 1. — L'annexe 1 contient des directives sur la façon d'obtenir des indications sur cette répartition statistique.

Remarque 2. — L'annexe 2 à la présente question apporte d'utiles indications pour l'étude du comportement des différents systèmes de télégraphie recommandés sur des faisceaux hertziens transhorizon. Ces études constituent les préliminaires d'une étude ultérieure de clauses additionnelles pour la transmission télégraphique (voir la Note 4 de l'Avis 397-1 du C.C.I.R.).

ANNEXE 1
(à la Question 1/C)

Renseignements à recueillir pour l'étude de la Question 1/C

a) *Enregistrements de bruits*

Les administrations sont invitées à effectuer des enregistrements sur bande magnétique du bruit existant sur les voies téléphoniques de liaisons transhorizon. Ces enregistrements devraient fournir

des échantillons ayant une durée d'environ 1 à 3 minutes (correspondant à la durée d'une conversation téléphonique). Si possible ces échantillons devraient être typiques des diverses conditions de propagation que l'on rencontre sur la liaison. Il devraient comporter l'enregistrement d'une onde sinusoïdale dans le but de repérer les niveaux. Il est proposé que ces enregistrements soient envoyés aussitôt que possible au Secrétariat du C.C.I.T.T. On a l'intention que ces enregistrements puissent être mis à la disposition de toute administration qui désirerait étudier l'influence du bruit sur les conversations téléphoniques. Il serait possible de combiner les enregistrements relevés sur une seule section d'une liaison transhorizon, afin de représenter le bruit qui existerait à l'extrémité d'un circuit de 2500 km. Les administrations sont priées de fournir des renseignements complets au sujet du parcours radioélectrique et des équipements radioélectriques, y compris le type de modulation et le type de réception avec diversité qui sont employés.

b) *Mesures de bruit*

Les administrations sont également invitées à envoyer aussitôt que possible au secrétariat du C.C.I.T.T. les résultats de mesures de la puissance de bruit sur les voies téléphoniques de liaisons transhorizon. Ces résultats pourraient être présentés sous la forme de courbes de répartition au cours d'un mois, la puissance du bruit étant mesurée avec une constante de temps de 1 minute ou 1 seconde. Il serait utile de fournir aussi des renseignements sur la variation des valeurs médiane horaires et sur les variations du bruit au cours de chaque heure. Les administrations sont priées de donner des renseignements complets au sujet du parcours radioélectrique et au sujet du type de modulation et du type de réception avec diversité qui sont employés.

c) *Autres renseignements demandés*

1. Courbes hypothétiques indiquant la forme de la répartition de la puissance moyenne horaire du bruit (mesurée en un point de niveau relatif zéro) que l'on s'attend à trouver au cours d'un mois sur un circuit de 2500 km.
2. Courbes hypothétiques indiquant la répartition de la puissance du bruit que l'on s'attend à rencontrer au cours d'un mois, cette puissance étant mesurée, sur un circuit de 2500 km, avec un instrument ayant une constante de temps d'une minute.

Les courbes indiquées aux alinéas 1 et 2, associées aux enregistrements décrits sous a, pourraient servir à la Commission d'études XII pour émettre une opinion sur la qualité de service qui serait obtenue.

ANNEXE 2
(à la Question 1/C)

Rapport de la Commission IX du C.C.I.T.T. (juin 1964 modifié en 1966 d'après une proposition de la Commission mixte spéciale C)

L'expérience acquise jusqu'ici en transmission télégraphique sur les faisceaux hertziens transhorizon semble indiquer qu'il n'est généralement possible d'obtenir une transmission de qualité satisfaisante que si l'on utilise un système de diversité approprié sur le faisceau hertzien; cependant, il n'est pas encore possible de proposer des clauses additionnelles.

Le bruit qui se rencontre sur les faisceaux hertziens transhorizon est, de par sa nature, beaucoup plus gênant pour la transmission télégraphique qu'un bruit ayant le même niveau moyen de puissance rencontré sur un faisceau hertzien en visibilité directe. Ceci peut être vérifié dans les renseignements qui ont été publiés pour le cas d'un circuit sujet à l'évanouissement de Rayleigh. Pour parvenir à une norme de qualité semblable à celle des faisceaux hertziens en visibilité directe, il est nécessaire de déterminer les effets de l'évanouissement et de la réception en diversité sur des événements dont la probabilité est de l'ordre de $1/10^5$. Les travaux permettent de conclure que l'aggravation du rapport signal/bruit est de 36,5 dB en l'absence de diversité, de 14 dB en diversité double et de 4,3 dB en diversité quadruple.

D'après l'expérience actuelle, il semble qu'on ne puisse obenir une transmission télégraphique satisfaisante, au point de vue de l'Avis F.10 du C.C.I.T.T. (c'est-à-dire avec au maximum trois erreurs sur 100 000 signaux télégraphiques), que si l'on emploie sur le faisceau hertzien une méthode appropriée de diversité. Ceci s'applique même aux faisceaux hertziens transhorizon satisfaisant aux conditions de l'Avis 393 du C.C.I.R., s'ils doivent être utilisés pour procurer des circuits télégraphiques internationaux d'environ 2500 km. Pour les faisceaux hertziens transhorizon employés quand il n'y a pas d'autres moyens de transmission utilisables entre leurs extrémités et qui sont visés au paragraphe 3 de l'Avis 397-1 du C.C.I.R., il faut, en outre, tenir compte du fait que les pointes de bruit risquent d'être cinq fois plus fréquentes pour des circuits de longueur égale.

D'autre part, la normalisation de systèmes de télégraphie harmonique 50 bauds/240 Hz de l'Avis R.37 est un élément nouveau et l'utilisation de ces nouveaux systèmes devrait être étudiée.

Question 2/C — Limites du bruit pour la télégraphie et la transmission de données sur un circuit téléphonique de longueur supérieure à 2500 km

(suite de la Question 2/C étudiée en 1964-1968)

Les Avis G.143 et G.153 du C.C.I.T.T. donnent des listes admissibles pour la valeur moyenne du bruit de circuit et pour sa variation en fonction du temps, à l'extrémité d'un circuit de type téléphonique de longueur supérieure à 2500 km. L'Avis 353-1 du C.C.I.R. donne les mêmes limites pour de courtes périodes de temps en ce qui concerne les circuits établis par satellite de télécommunication.

Ces limites sont-elles admissibles pour la télégraphie et les transmissions de données, compte tenu:

a) de la normalisation de systèmes de télégraphie harmonique à 50 bauds/240 Hz ainsi qu'à 100 et 200 bauds;

b) de la transmission de données à des débits binaires dépassant 1200 bits par seconde;

c) de l'effet des bruits impulsifs mesurés avec un appareil de mesure conforme au nouvel Avis H.13 (tome III du *Livre Blanc*)?

Question 3/C — Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur

(suite de la Question 3/C étudiée en 1964-1968)

Est-il nécessaire de formuler de nouveaux avis ou des avis supplémentaires au sujet de la conception des systèmes en câble terrestre, en faisceaux hertziens ou en câble sous-marin à courte distance, pour permettre le choix de voies à faible bruit qui soient appropriées aux circuits à très grande distance (Avis G.152 et G.153 du C.C.I.T.T.), compte tenu du fait que les hypothèses faites par convention dans l'Avis G.223, par exemple, au sujet de la puissance moyenne nominale ne s'appliquent peut-être pas telles quelles à cette catégorie de circuits et demandent éventuellement à être remaniées?

Remarque 1. — Dans cette étude, il faudra tenir compte des facteurs suivants:

a) Pourcentage de voies d'un système devant être choisies comme voies de haute qualité;

b) Pourcentage de voies d'un système destinées à transmettre des signaux de télégraphie harmonique, des signaux de données et d'autres signaux caractérisés par une puissance moyenne à long terme de valeur plus élevée que celle admise pour la téléphonie (voir par exemple Avis V.2 et T.11) [1].

c) Utilisation de concentrateurs de communications ou d'autres moyens ayant une influence sur l'activité moyenne [1];

d) Utilisation d'un équipement terminal pour 16 voies (du point de vue de la charge [1] et de l'absence de résidus de courants porteurs sur les multiples de 4 kHz);

e) Mesures de la puissance vocale sur les circuits mondiaux [1];

f) Augmentation éventuelle de la capacité des systèmes de transmission à grande distance établis au moyen de câbles sous-marins et de satellites de télécommunications;

g) Utilisation de compresseurs-extenseurs.

Remarque 2. — Les résultats de l'étude de cette question seront communiqués à la Commission XV du C.C.I.T.T., ainsi qu'aux Commissions d'études IV et IX du C.C.I.R.

ANNEXE 1
(à la Question 3/C)

Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur

(Réponse de la Commission mixte spéciale C à la Question 3/C, février-mars 1968)

Considérations générales

La Commission mixte spéciale C estime que la puissance psophométrique moyenne du bruit, au cours d'une heure quelconque dans les voies à faible bruit pour circuits téléphoniques de très grande longueur, ne devrait pas dépasser 1,5 pW/km (compte non tenu des équipements de modulation à répartition en fréquence). Quant à ces équipements on admet par hypothèse que leur contribution ne dépasserait pas les valeurs indiquées dans l'Avis G.143, A.b. Cela étant, la qualité des circuits ainsi spécifiés correspondrait à 2 pW/km (ou mieux), ce qui serait conforme aux dispositions des Avis G.123, G.143 et G.153.

Les méthodes suivantes ont été étudiées pour l'établissement de voies à faible bruit:

1. Utilisation de systèmes existants à grande capacité, en câble ou sur faisceaux hertziens, conçus conformément à l'Avis G.122, par a) sélection de voies ou par b) adaptation.

2. Utilisation d'autres systèmes à grande capacité, en câble ou sur faisceaux hertziens, conçus sur la base d'objectifs nouveaux plus rigoureux que ceux de l'Avis G.222.

1. *Systèmes à grande capacité existants conformes à l'Avis G.222*

a) *Sélection de voies*

En règle générale, sur la base de considérations relatives au trafic et d'autres considérations pratiques, il apparaît que la sélection de voies ne serait intéressante que si l'on pouvait disposer de 10% au moins des voies d'un système comme voies à faible bruit.

Faisceaux hertziens — D'après les renseignements limités parvenus jusqu'ici, il semble qu'on ne puisse pas obtenir ce pourcentage de voies à faible bruit dans le cas général, mais que certains systèmes puissent offrir la possibilité de procéder ainsi.

Systèmes en câble — La sélection de voies est susceptible de fournir 10% (ou même davantage dans certains cas) de voies à 1 pW/km, et 30% (ou davantage) de voies à 1,5 pW/km, sans inconvénient pour la marge du système.

b) *Adaptation*

Cette solution oblige à mettre des voies hors service, à supprimer ou à modifier les caractéristiques de préaccentuation afin d'élever le niveau effectif à l'émission des voies à faible bruit.

---

[1] Pour tous ces points, l'étude doit être conduite en liaison avec celle de la Question 11/C.

Faisceaux hertziens — Pour les faisceaux hertziens existants, les études théoriques et les quelques mesures qui ont été effectuées donnent à penser que la suppression des caractéristiques de préaccentuation permettrait d'obtenir les résultats consignés dans le tableau ci-dessous:

TABLEAU

Nombre de voies à faible bruit procurées par l'adaptation du système
(Réduction de la charge à 65% des voies et suppression de la préaccentuation)

Capacité en voies du système		Nombre de voies à faible bruit		Nombre de voies normales
Nominale	65%	1 pW/km	1,5 pW/km	1,5 pW/km à 3 pW/km
1800	approx 1200	approx 240	approx 400	approx 800
1200	» 800	» 180	» 300	» 500
960	» 600	» 150	» 240	» 360
600	» 360	» 140	» 220	» 120
480	» 300	» 120	» 200	» 100
N	» $0{,}65N$	» $5{,}5\sqrt{N}$	» $9\sqrt{N}$	—

Dans certains cas, où la caractéristique de préaccentuation et l'excursion sont remplacées par les valeurs correspondant à un système ayant une capacité en voies plus petite, il apparaît que — dans certaines circonstances tout au moins — il est possible d'obtenir pour les voies à 1 pW/km un pourcentage pouvant atteindre 55% du nombre total de voies. Dans d'autres cas, où l'on modifie uniquement la préaccentuation, le pourcentage de voies à 1,5 pW/km serait d'environ 50% du nombre total de voies, avec un pourcentage plus petit pour les voies à 1 pW/km.

Systèmes en câble — Pour les systèmes en câble, l'adaptation considérée consiste à réduire la largeur de bande du signal d'entrée et à modifier la préaccentuation en fonction de la fréquence maximale transmise en ligne, dont la valeur se trouve réduite (les fréquences des ondes pilotes conservent leurs valeurs initiales). On règle ensuite le niveau à l'émission pour obtenir le bruit minimal.

Une étude théorique (voir l'annexe 2) montre que plus de 67 à 74% de la capacité normale en voies restera disponible si l'on veut réduire la puissance de bruit initiale dans le rapport de un à trois. Le pourcentage le plus faible s'applique au cas où l'on a un affaiblissement de 30 dB, à la fréquence maximale, dans une section du système initial, tandis que le pourcentage le plus fort correspond à une valeur d'affaiblissement de 40 dB par section. Si l'on veut obtenir une amélioration dans le rapport de un à deux, la capacité disponible sera de 78 à 82%, toutes choses égales d'ailleurs. Le résultat est nettement meilleur dans ce cas. Dans la pratique réelle, le résultat sera probablement meilleur dans les deux cas.

2. *Autres systèmes à grande capacité construits en fonction d'objectifs plus rigoureux que ceux de l'Avis G.222*

Cette méthode fait l'objet de la Question 10/C.

ANNEXE 2

(à la Question 3/C)

Estimation, à partir de considérations sur la capacité en répéteurs, du nombre de voies à faible bruit qu'on peut obtenir sur des systèmes en câble conçus d'après l'objectif de bruit de 3 pW/km

(Contribution de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

« *Capacité en répéteurs* » — *Exigences du système*

La capacité en répéteurs (A) est définie par:

$$A = S + 10 \log_{10} R^2 N \text{ dB}$$

Dans cette formule:

R = nombre de sections d'amplification dans une section homogène de 278 km

N = capacité normale en voies

S = affaiblissement d'une section d'amplification à la fréquence maximale normale, proportionnel à $\sqrt{N}$

Si le nombre des voies utilisées est limité aux N_1 voies inférieures, les exigences en ce qui concerne la capacité en répéteurs sont réduites de ΔA dB et :

$$A - \Delta A = S\sqrt{\frac{N_1}{N}} + 10 \log_{10} R^2 N_1$$

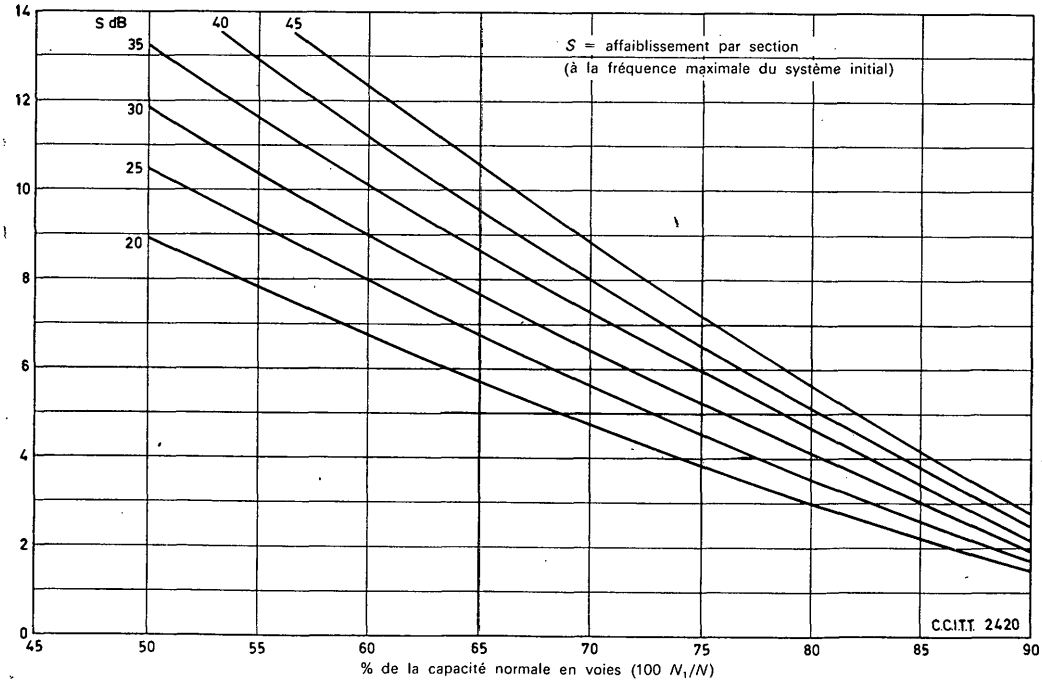


FIGURE 1. — **Réduction de la capacité en voies en fonction de la réduction ΔA de la capacité en répéteurs**
(Espacement fixe entre les répéteurs)

En retranchant cette formule de celle qui donne A, il vient:

$$\Delta A = S\left(1 - \sqrt{\frac{N_1}{N}}\right) + 10 \log_{10} \frac{N}{N_1} \text{ dB.}$$

Dans le figure 1, ΔA est représenté en fonction de $\frac{N_1}{N}$ pour diverses valeurs de S (en dB).

Capacité en répéteurs — objectif de bruit

Pour un système normal, on admet que le répéteur correspond à une certaine valeur de bruit. Il s'agit d'améliorer la qualité au point de vue du bruit de X dB en réduisant le nombre des voies, en rectifiant la préaccentuation et en reréglant les niveaux d'émission.

Le facteur A du répéteur dépend d'une part du niveau acceptable à l'émission, lequel est déterminé par la distorsion de non-linéarité, d'autre part du niveau acceptable à la réception, qui est déterminé par le bruit thermique (fréquence maximale transmise en ligne).

Si l'objectif de bruit par kilomètre est réduit de X dB, le niveau d'émission doit être réduit de $\frac{X}{2}$ dB, si l'on admet que la distorsion de non-linéarité du 3e ordre est prédominante et le niveau de réception doit être augmenté de X dB, de telle sorte que l'affaiblissement de la section doit être réduit de $\frac{3X}{2}$ dB.

Il s'ensuit que le facteur de capacité en répéteurs diminuera de $\frac{3X}{2}$ dB. Pour une réduction du bruit dans le rapport de un à trois:

$$\Delta A = 15 \log_{10} 3.$$

En utilisant cette valeur pour ΔA dans la figure 1, on peut lire la valeur de la fraction N_1/N pour des valeurs spécifiées de S.

Question 4/C — Puissance moyenne horaire du bruit, pour les faisceaux hertziens

(suite de la Question 4/C étudiée en 1964-1968)

a) Comment convient-il d'interpréter et d'appliquer en pratique, dans le cas de faisceaux hertziens, la clause relative à la puissance psophométrique moyenne au cours d'une heure quelconque (alinéa a.1.1 de l'Avis G.222)?

b) Convient-il d'élaborer une nouvelle règle pour la subdivision de la puissance moyenne horaire du bruit parmi les sections homogènes, en complément ou en remplacement de celle qui figure au point b, paragraphe 4 de l'Avis G.222?

Question 5/C — Charge artificielle pour les systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs

(suite de la Question 5/C, étudiée en 1964-1968)

Pour simuler le signal multiplex téléphonique à l'occasion de mesures de bruit d'intermodulation sur des systèmes à courants porteurs ayant une capacité inférieure à 60 voies en câble ou sur faisceau hertzien, quel genre de charge artificielle devrait-on recommander de manière à se rapprocher autant que possible des conditions réelles en exploitation normale pendant la période chargée?

Remarque. — Dans cette étude, on tiendra compte en particulier des points suivants:

1. Plusieurs administrations estiment que la méthode la plus simple et la plus pratique, pour les essais (en dehors de l'exploitation réelle) de systèmes ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques, consiste à

appliquer un signal constitué par un bruit blanc et défini comme la charge conventionnelle utilisée pour les calculs dans l'Avis G.223. A titre provisoire, on peut utiliser le niveau indiqué dans cet Avis, mais il y a lieu d'étudier si un niveau un peu plus élevé donnerait une représentation plus réaliste pour les systèmes à petit nombre de voies considérés dans cette question (voir l'annexe 1).

2. Il a aussi été proposé, pour les systèmes à petit nombre de voies et à titre de méthode de maintenance, d'appliquer à une ou deux voies le signal téléphonique conventionnel défini dans l'Avis G.227 et de mesurer les perturbations qui apparaissent sur une autre voie du système. A titre d'exemple, une telle méthode est décrite dans l'annexe 2.

3. Les administrations sont priées d'étudier des méthodes appropriées pour engendrer un signal simulant le signal multiplex téléphonique dans le cas de systèmes ayant une capacité inférieure à 12 voies téléphoniques, par exemple de 3 à 6 voies.

4. Les administrations sont priées d'indiquer quels sont les pourcentages normaux d'utilisation des systèmes à petit nombre de voies téléphoniques, circuits supports de télégraphie harmonique, circuits pour transmissions de données et circuits pour transmissions radiophoniques. Cette étude doit être conduite en liaison avec celle du réexamen de la charge conventionnelle (voir Question 11/C).

5. Il est rappelé qu'il existe des recommandations détaillées du C.C.I.T.T. pour les caractéristiques des répéteurs intermédiaires dans les systèmes sur paires symétriques.

6. Il a été signalé à la Commission IV du C.C.I.T.T. que, selon l'opinion de la Commission mixte spéciale C, la méthode de mesure de la distorsion de non-linéarité décrite à la page 266 du tome IV du *Livre Bleu* (supplément n° 5) ne convient pas pour vérifier si un système satisfait aux objectifs de bruit.

ANNEXE 1
(à la Question 5/C)

Contribution de la France

Le projet d'un système à courants porteurs repose sur des calculs faisant intervenir un certain nombre d'hypothèses et de conventions, en particulier en ce qui concerne la charge conventionnelle représentant le signal multiplex (voir Avis G.223, paragraphe 2). Il semble opportun d'utiliser, pour les mesures, un signal simulant le signal multiplex ayant les mêmes caractéristiques que celui utilisé pour le calcul, afin de pouvoir comparer facilement les résultats du calcul et les résultats des mesures. Il est bien connu que, pour un petit nombre de voies, un bruit erratique à spectre uniforme est une mauvaise représentation du signal réel; mais, en l'absence de propositions d'un signal facile à produire et représentant mieux le signal, on estime que l'adoption, à la fois pour le calcul et les mesures, d'un bruit erratique à spectre uniforme, dont le niveau absolu de puissance moyenne conventionnel a été d'ailleurs choisi intentionnellement assez élevé, est justifié par des raisons de simplicité.

ANNEXE 2
(à la Question 5/C)

Charge artificielle pour les systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs

(Contribution de BUDAVOX, Compagnie des télécommunications de Budapest, Hongrie)

1. *Généralités*

Dans le cas de 12 voies ou moins, la règle donnée par l'Avis G.222 pour la détermination de la charge artificielle servant à mesurer le bruit d'intermodulation ne semble pas acceptable. Nous supposons donc qu'il faut utiliser un genre spécial de signal de charge artificielle afin d'obtenir une simulation parfaite du signal vocal réel pour la mesure des équipements à faible nombre de voies.

Nous donnons ci-après une brève description d'un générateur de signaux vocaux simulés, que nous avons réalisé, conçu et proposé pour des mesures de systèmes téléphoniques à courants porteurs à 3, 6, 8 et 12 voies, de même que pour des mesures à effectuer en laboratoire en vue de la vérification et de la comparaison avec d'autres genres de générateurs de signaux équivalents de charge artificielle.

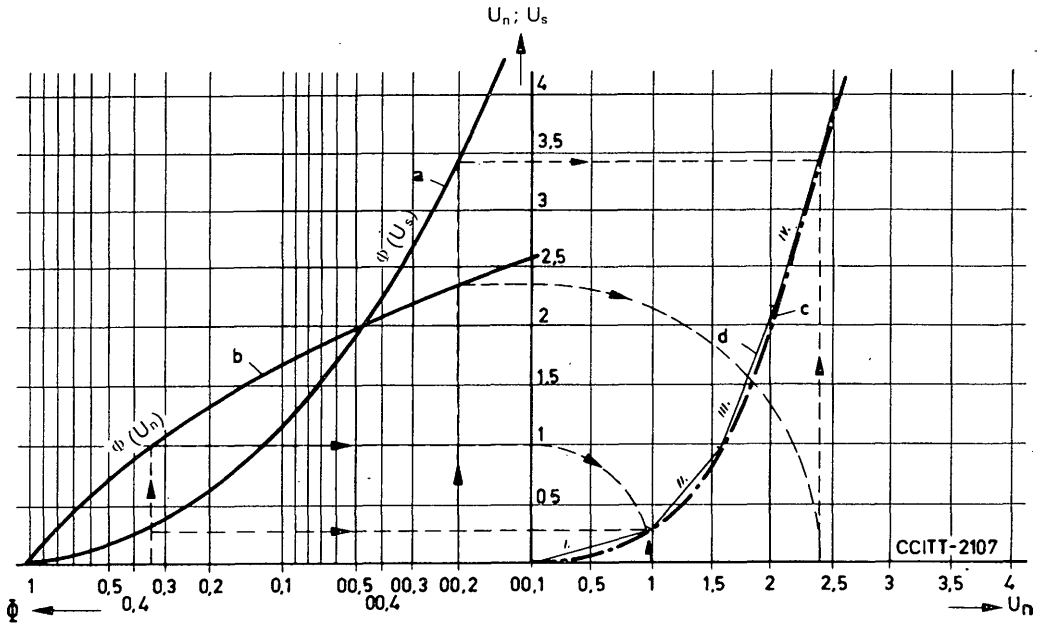


FIGURE 1

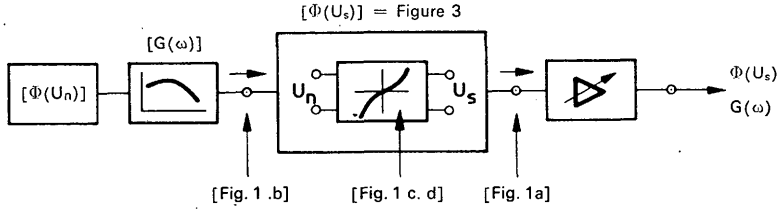


FIGURE 2

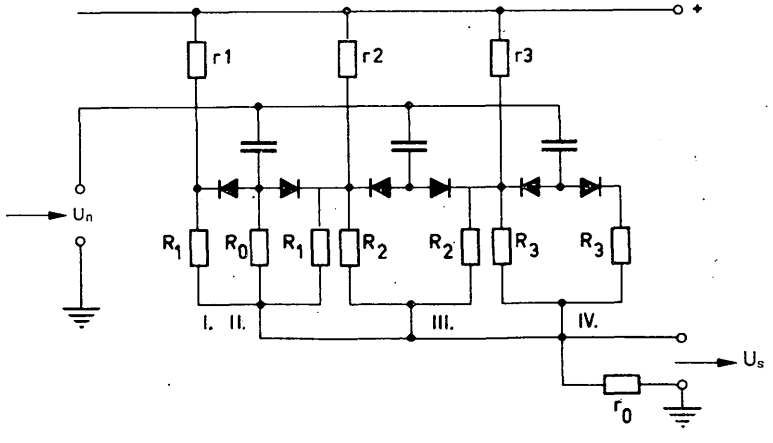


FIGURE 3

2. *Conditions*

Les propriétés statistiques du signal vocal, considéré en tant que processus stationnaire et stochastique, étaient habituellement caractérisées par les deux fonctions ci-après:

1. $\Phi(U_s)$: fonction de probabilité des valeurs instantanées d'amplitude par rapport à la valeur moyenne quadratique (voir la courbe a de la figure 1) qui a une distribution non gaussienne comme l'ont prouvé Holbrook et Dixon;
2. $G(\omega)$: fonction de densité de puissance (spectre) qui est donnée par l'Avis G.227.

Les sources artificielles de signaux utilisées précédemment étaient toutes conformes à la condition 2 seulement, c'est-à-dire qu'elles comprenaient des générateurs de bruit blanc avec probabilité normale de distribution des amplitudes instantanées, $\Phi(U_n)$, (voir la courbe b de la figure 1).

Les différences entre ces deux courbes sont particulièrement grandes dans les cas de crêtes de tension élevées, qui sont de quatre à cinq fois plus fréquentes dans la conversation que dans le bruit blanc normal et qui ont alors une influence plus décisive sur les phénomènes d'intermodulation. Il est donc nécessaire d'adopter un générateur simulant le signe vocal à partir des deux points de vue statistiques 1 et 2 cités ci-dessus. C'est sur ces conditions (figure 3) que nous avons conçu et essayé un générateur de signaux vocaux simulés (figure 2).

3. *Le générateur de signaux vocaux simulés*

On voit sur la figure 2 une source normale de bruit blanc symbolisée par $\Phi(U_n)$ dont le signal de sortie, après avoir passé par un réseau filtrant *RC*, donne lieu au signal qui satisfait à la condition 2 du paragraphe 1 et à la courbe b de la figure 1. L'étage suivant est un réseau non linéaire $[\Phi(U_s)]$ qui transforme la distribution normale en une autre correspondant à la condition 1 du paragraphe 1, et représentée par la courbe a de la figure 1. L'amplificateur de sortie donne alors le signal désiré simulant la parole, conforme aux fonctions $\Phi(U_s)$ et $G(\omega)$.

La caractéristique de transformation dynamique dudit réseau non linéaire a été établie graphiquement (voir la partie droite de la figure 1). Le résultat de cette opération est une courbe c et une fonction $U_s = f(U_n)$.

La réalisation technique de cette caractéristique a été obtenue à l'aide d'une bonne approximation pratique de la courbe c par une courbe d composée de segments linéaires I, II, III et IV. Ces quatre régions linéaires du réseau non linéaire ont été réalisées au moyen de combinaisons convenablement conçues de résistances et de diodes polarisées, comme le montre la figure 3.

Il y a lieu de relever également que la densité de puissance du signal d'entrée pourrait être légèrement modifiée par cette transformation dynamique, mais on a tenu compte de cet effet (sous forme d'une précompensation) dans la conception du réseau $[G(\omega)]$.

Le signal final produit à la sortie du générateur décrit ci-dessus s'est révélé — d'après les analyses complètes qui ont été faites — très semblable au signal vocal réel d'une voie téléphonique.

Question 6/C — Appareils utilisés pour l'étude des caractéristiques du bruit en fonction de la durée d'intégration

(suite de la Question 6/C étudiée en 1964-1968)
(question documentaire)

Les administrations sont priées de fournir des renseignements, en vue de leur publication dans des suppléments au tome III, sur les caractéristiques des appareils qu'elles utilisent ou dont elles proposent l'utilisation pour l'étude des caractéristiques du bruit relatives aux circuits et aux systèmes, en fonction de durées d'intégration d'une minute (avec pondération psophométrique) et de 5 millisecondes (puissance non pondérée), et pour la mesure

de la puissance moyenne horaire pour vérifier si les objectifs généraux de bruit (Avis G.222) sont atteints.

Remarque. — Les renseignements déjà recueillis dans l'étude de cette question en 1964-1968 figurent dans les annexes 1 et 2.

ANNEXE 1
(à la Question 6/C)

Equipement construit au Royaume-Uni pour mesurer le bruit sur une voie téléphonique

1. *Introduction*

En 10 ans, le Royaume-Uni a effectué trois séries de mesures de la puissance du bruit sur les voies téléphoniques de systèmes en faisceaux hertziens multivoies en visibilité directe. Ces mesures ont été effectuées pendant environ 12 mois dans chaque cas sur des liaisons ayant une capacité de 240, 600 et 960 voies téléphoniques. Les résultats des mesures sur la liaison à 600 voies téléphoniques sont décrits en [1].

Durant chaque série de mesures, les renseignements suivants ont été notés:

1. puissance moyenne du bruit au cours d'intervalles successifs d'une minute;
2. nombre de fois, pour chaque intervalle successif de 10 minutes, où la puissance du bruit, mesurée avec une durée d'intégration de 5 millisecondes, a dépassé 10^5 pW et 10^6 pW;
3. durée globale, pour chaque intervalle de 10 minutes, pendant laquelle les valeurs de la puissance du bruit indiquées ci-dessus ont été dépassées.

La puissance moyenne du bruit, mesurée avec une durée d'intégration d'une seconde, a également été enregistrée sur la liaison à 600 voies téléphoniques.

2. *Equipement de mesure*

L'équipement de mesure utilisé a été construit il y a quelques années et est maintenant dépassé. De plus, il n'était pas possible de mesurer directement la puissance moyenne du bruit pendant une heure. A la lumière de l'expérience acquise, on a maintenant conçu et construit un nouvel équipement qui utilise des techniques et des éléments qui n'étaient pas disponibles préalablement. Le nouvel équipement mesurera et enregistrera les renseignements suivants sur une voie téléphonique:

1. la puissance moyenne du bruit au cours d'intervalles successifs d'une minute;
2. la puissance moyenne du bruit au cours d'intervalles successifs d'une heure.

L'un des objectifs de cet équipement est de réduire au minimum le temps consacré à l'analyse des renseignements enregistrés.

2.1 *Description de l'équipement de mesure*

2.1.1 *Généralités*

L'équipement est portatif; il est contenu dans deux coffres. Il fonctionne sur le secteur, est transistorisé et conçu pour un fonctionnement ininterrompu.

La figure 1 en donne le schéma de principe.

L'équipement est alimenté par une source de signaux, représentation analogique en courant continu de la puissance instantanée du bruit obtenue au moyen d'un instrument de mesure de la valeur efficace vraie. Lorsque des mesures sont effectuées dans la bande de base de systèmes téléphoniques multivoies, l'équipement est précédé d'un récepteur de bruit blanc.

2.1.2 « *Voie 1 minute* »

Le signal en provenance du voltmètre indiquant la valeur efficace vraie est transmis par l'intermédiaire d'un amplificateur de courant continu à un intégrateur du type amplificateur opérationnel,

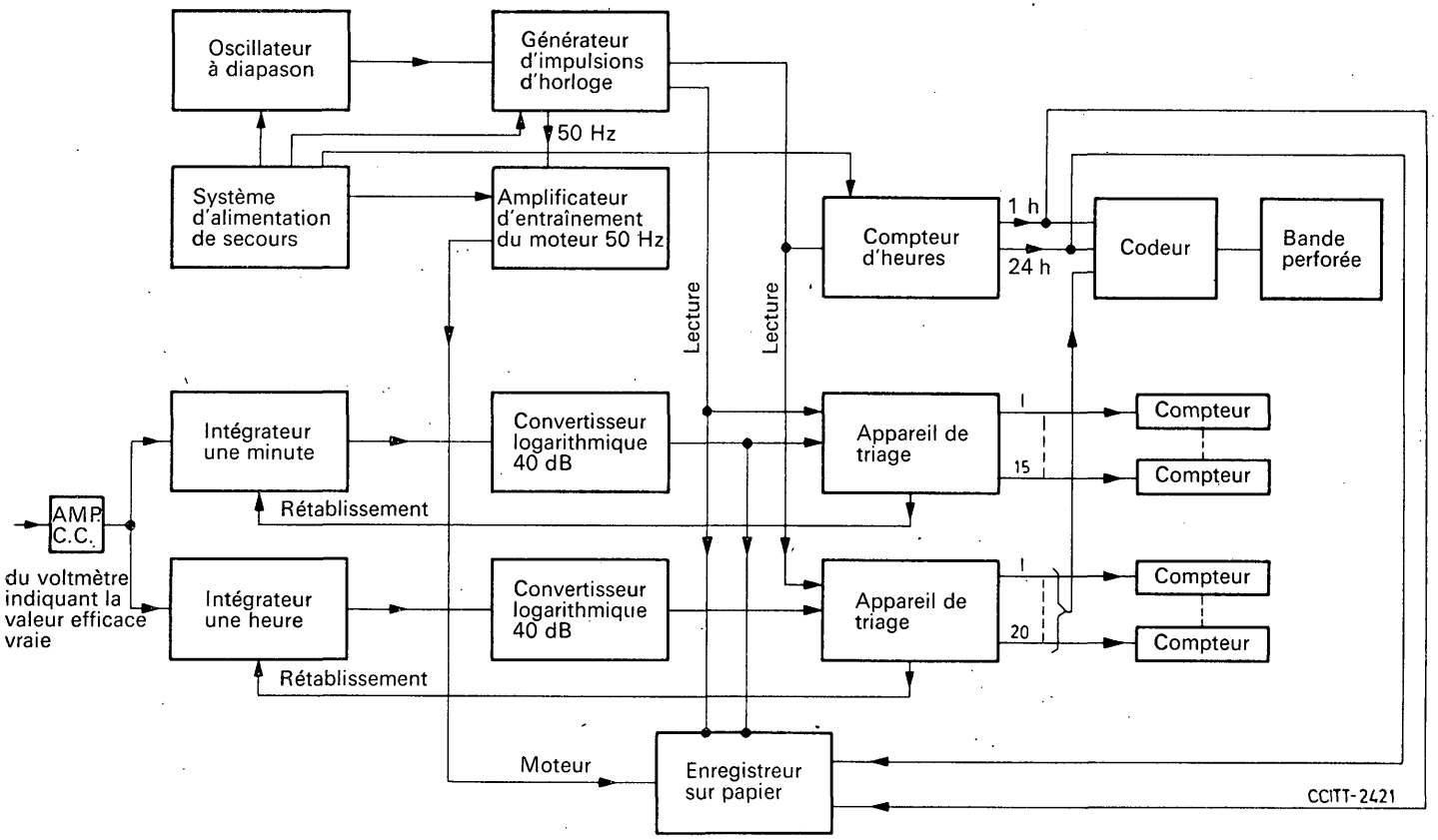


FIGURE 1. — **Equipement de mesure de puissance du bruit au cours d'intervalles d'une minute et d'une heure**

puis à un convertisseur logarithmique à courant continu précis et de haute stabilité. Les signaux de sortie du convertisseur logarithmique sont transmis à un appareil de triage qui choisit l'une des 15 voies de sortie selon le niveau du signal à l'entrée. A la fin du temps d'intégration d'une minute, une impulsion est formée qui provoque l'avancement d'une unité du compteur électromagnétique associé à la voie choisie. Le niveau de bruit est ainsi quantifié à 15 niveaux dans 15 échelons de 2 décibels, couvrant ainsi une gamme dynamique de 30 dB. Après que le compteur a fonctionné, une impulsion de rétablissement est formée qui remet les intégrateurs à zéro. La puissance moyenne du bruit au cours d'une minute est également enregistrée sur un appareil pour lequel on utilise du papier sensible à la pression.

Pour assurer une base de temps précise, le moteur de ce dernier enregistreur est actionné par un amplificateur à 50 Hz commandé par l'horloge.

2.1.3 « *Voie 1 heure* »

La *voie 1 heure* est fondamentalement la même que la *voie 1 minute*, sauf que les renseignements sont enregistrés par 20 échelons de 1 décibel, donnant ainsi une gamme dynamique de 20 dB.

Pour permettre une analyse plus détaillée, outre les compteurs à mémoire, on dispose d'appareils permettant aux renseignements donnés par des compteurs d'être reportés par perforation sur des bandes de papier qui peuvent être traitées par un ordinateur.

2.1.4 *Horloge et commande*

L'horloge est commandée par un oscillateur à diapason qui produit des impulsions à des intervalles d'une minute, d'une heure, de 12 heures et de 24 heures. Ces impulsions sont utilisées pour les diverses fonctions de base de temps et pour fournir des repères pour les bandes perforées et l'enregistreur. Afin que l'horloge puisse se rapporter au temps réel, l'heure de la journée peut être affichée sous forme binaire sur un jeu de lampes. L'horloge à également été conçue pour pouvoir être avancée d'une heure à la fois.

3. *Mesures à 5 millisecondes*

Un nouvel équipement pour les mesures à 5 millisecondes a également été conçu et est en voie de construction séparément. Il fonctionnera sur le même signal que celui de l'équipement décrit plus haut.

BIBLIOGRAPHIE

[1] TURNER, D.: Results of noise measurements on an operational s.h.f. radio link; *Proc. IEE*, Volume 111, n° 9, septembre 1964.

[2] LIVRE ROUGE – tome I, p. 109: Délibérations d'une réunion du Groupe de travail « Bruits » de la C.E. I du C.C.I.T.T. (Genève, 25-27 février 1957).

[3] TURNER, D.: Equipment for the measurement of some characteristics of the noise in a telephony and television channel; *The Post Office Electrical Engineers' Journal*, volume 55, partie 4, pp. 231 à 236.

[4] C.M.T.T.: Document CMTT/31, Monte-Carlo, 1958, reproduit sous forme de l'Avis 267 du C.C.I.R. (Los Angeles, 1959).

ANNEXE 2

(à la Question 6/C)

Appareils utilisés par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne pour l'étude des caractéristiques du bruit en fonction de la durée d'intégration

1. *Introduction*

Dans la Question 6/C, les administrations sont priées d'indiquer les caractéristiques des appareils qu'elles utilisent pour mesurer la puissance du bruit dans les systèmes, en fonction des durées d'intégration (entre 1 heure et 5 ms), compte tenu de certains avis du C.C.I.T.T.

Un de ces dispositifs est l'appareil de mesure automatique K 1003 dont on trouvera la description dans le présent document. Cet appareil permet d'effectuer, en service, la surveillance de la puissance de bruit dans les systèmes téléphoniques multivoies, conformément aux dispositions de l'Avis G.222 du C.C.I.T.T. et des Avis 393-1 et 395-1 du C.C.I.R.

Le plus souvent, ce dispositif est relié aux bornes de sortie à fréquences vocales des voies (non occupées) d'une liaison en câble ou en faisceau hertzien. Dans le cas d'une liaison en faisceau hertzien, on peut aussi effectuer, à l'extérieur de la bande de base, une surveillance continue de la puissance de bruit à la sortie haute fréquence d'une voie de mesure, conformément à l'Avis 398-1 du C.C.I.R. C'est cette opération — surveillance des systèmes de faisceaux hertziens dans la voie supérieure hors bande — qui constitue la première utilisation du dispositif par l'Administration allemande.

L'appareil permet de mesurer les grandeurs suivantes, qui peuvent être imprimées à l'aide d'un téléimprimeur ou perforées sur bande:

a) Puissance psophométrique moyenne pendant une heure quelconque (valeur moyenne horaire) (clause a.1.1 de l'Avis G.222). Dépassement, par cette valeur moyenne horaire, d'une limite prédéterminée. Gamme de mesure limitée par 100 et 100 000 pW0p. Les cas où la moyenne horaire dépasse une deuxième limite prédéterminée peuvent faire l'objet d'une impression sur bande, à titre de renseignements supplémentaires.

b) Séquence continue de valeurs moyennes pour une minute de la puissance de bruit, dans la gamme comprise entre 100 et 100 000 pW0p. Dépassement, par la valeur moyenne pour une minute, d'une limite prédéterminée, par exemple 47 500 pW0p (clauses a.1.2 et a.1.3 de l'Avis G.222).

c) Nombre de fois qu'une valeur limite de la puissance de bruit non pondérée a été dépassée pendant 1 minute, la mesure étant faite avec une durée d'intégration de 5 ms; cette limite peut être par exemple 10^6 pW0 (valeur à 5 ms) (clause a.1.4 de l'Avis G.222).

d) Durée, pour chaque minute, pendant laquelle il y a eu dépassement d'une limite déterminée de la charge du système (volume), par exemple la charge conventionnelle pendant l'heure chargée. La gamme des valeurs limites peut être adaptée à tous les systèmes multivoies.

e) Date et heure du jour.

2. *Principe*

La figure 1 représente un schéma de principe de l'appareil de mesure du bruit en fonction de la durée d'intégration. Le signal de sortie de la voie mesurée est appliqué à l'entrée d'un réseau d'embranchement 1. Un des signaux de sortie de ce réseau attaque un préamplificateur 2 qui a un grand intervalle dynamique. Vient ensuite un étage quadratique 3 dont le signal de sortie est proportionnel à la puissance de bruit. Un convertisseur analogique — numérique 4, qui fonctionne également comme intégrateur, convertit ce signal en valeurs moyennes de la puissance de bruit pour chaque minute. Le calculateur électronique 5 traite et stocke en mémoire les valeurs obtenues à la sortie du convertisseur; les signaux qu'il fournit sont appliqués à un téléimprimeur sur page 6. De plus, le calculateur détermine après chaque minute la moyenne horaire d'après les valeurs moyennes pour une minute qui ont été obtenues au cours des 60 minutes écoulées.

Le deuxième signal de sortie du réseau d'embranchement 1 est appliqué à un autre préamplificateur 7. Un étage quadratique 8 — identique à l'étage 3 — donne lui aussi une tension de sortie proportionnelle à la puissance de bruit. Il alimente un réseau intégrateur 9 qui réalise la sommation de la puissance de bruit totale pendant une durée d'intégration de 5 ms. Le comparateur 10 détermine si une limite fixée à l'avance a été dépassée au cours de la durée de 5 ms. Le temps de retour de cet intégrateur est de 50 µs, donc négligeable par rapport à la durée d'intégration. Le compteur à quatre chiffres 11 indique le nombre de cas où cette limite a été dépassée; ce compteur est interrogé chaque minute par le calculateur 5. Ce dernier stocke ces renseignements en mémoire, en vue de leur transmission au téléimprimeur 6.

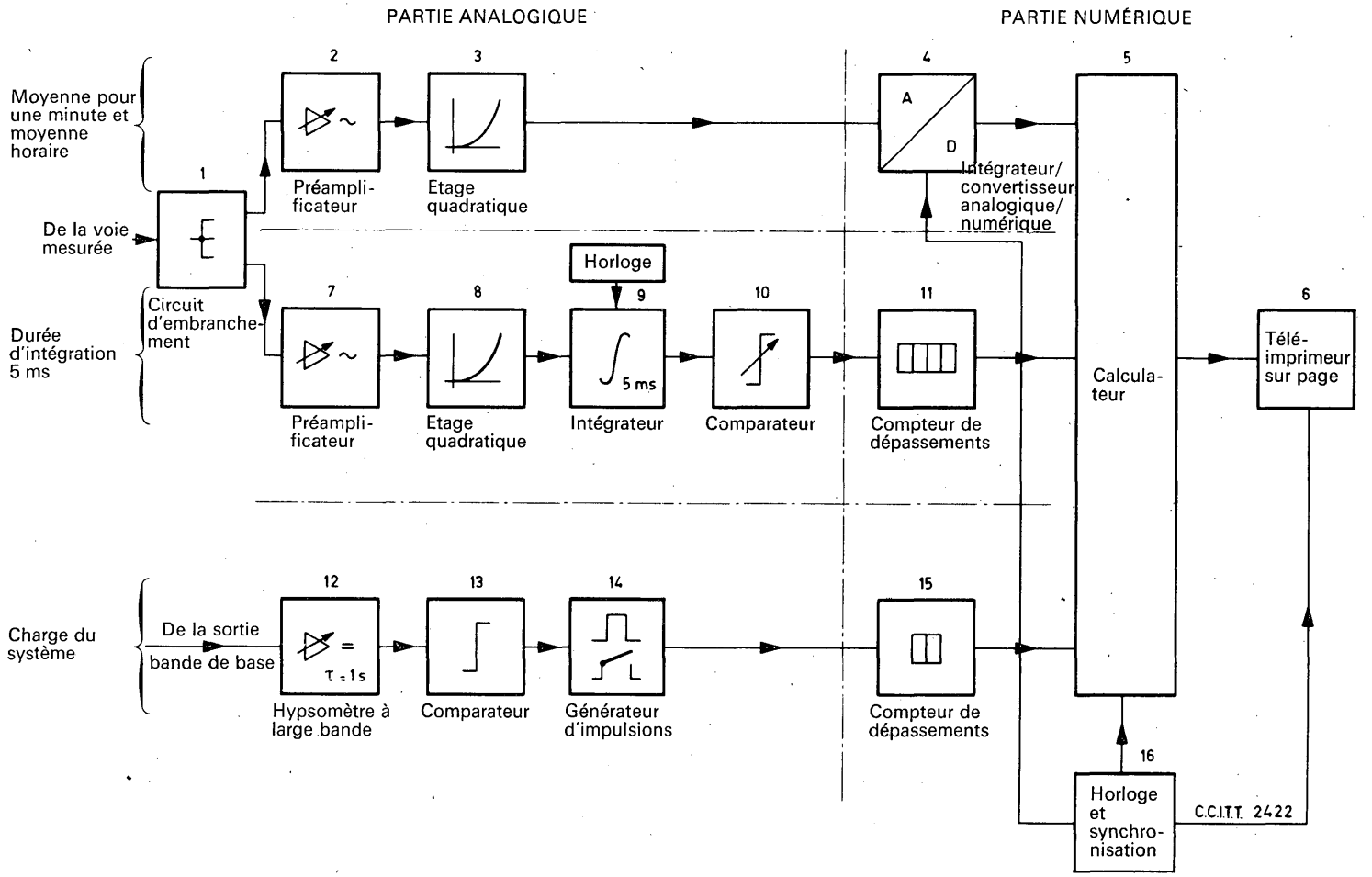


FIGURE 1. — **Schéma de principe de l'appareil de mesure du bruit en fonction de la durée d'intégration**

Le signal de bande de base du système est appliqué à un amplificateur à large bande 12. Par l'intermédiaire d'un réseau *RC* ayant une constante de temps d'une seconde, la tension de sortie continue de cet amplificateur attaque un comparateur 13 dans laquelle elle est comparée à une tension de référence. Pendant toute la durée où la limite a été dépassée, le générateur d'impulsions 14 est mis en circuit et transmet chaque seconde une impulsion au compteur à deux chiffres 15. Chaque minute, le calculateur consulte le nombre de ces impulsions et le stocke en mémoire en vue de sa transmission à la sortie.

L'horloge 16 transmet des signaux de minute au convertisseur analogique-numérique 4 et à l'ordinateur 5. De plus, cette horloge fournit des signaux au téléimprimeur 6 pour l'impression de la date et de l'heure.

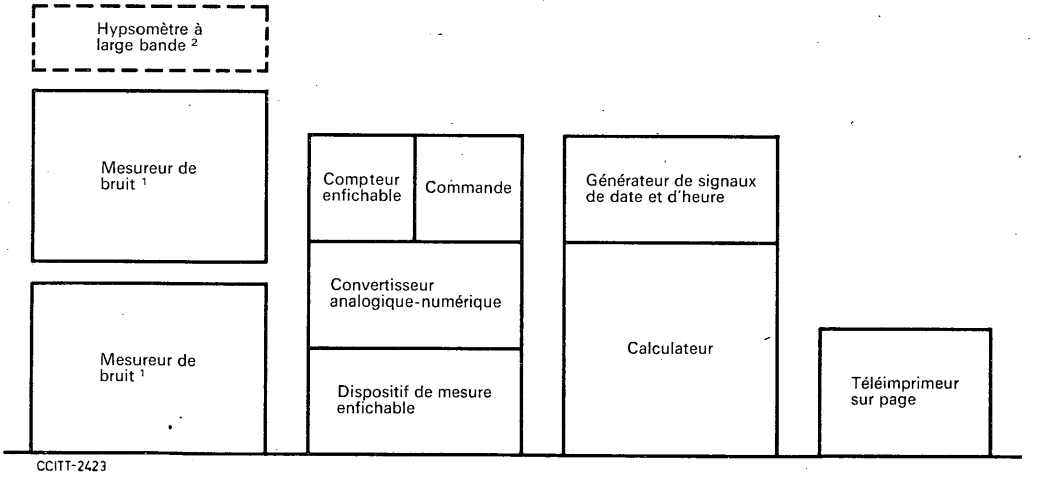
3. *Constitution et mode de fonctionnement du système*

La figure 2 est un schéma du dispositif de mesure. Celui-ci comprend essentiellement deux mesureurs de bruit (pour les mesures dans la voie hors bande) ou deux psophomètres (pour les mesures dans les voies non occupées à l'intérieur de la bande, en position de fréquences vocales); on a encore deux armoires contenant un système de traitement de données et un téléimprimeur sur page pour l'entrée et la sortie des données.

Le mesureur de bruit peut être utilisé simultanément comme préamplificateur sélectif (2 et 7 dans la figure 1) et comme hypsomètre à large bande avec signal de sortie en courant continu (12 dans la figure 1).

Le psophomètre peut servir soit pour la préamplification et la pondération psophométrique (2 dans la figure 1), soit pour la préamplification linéaire avec faible constante de temps (7 dans la figure 1). Pour les mesures dans les voies téléphoniques non occupées, il faut utiliser l'hypsomètre à large bande incorporée au mesureur de bruit (12 dans la figure 1), ou un autre amplificateur à large bande approprié avec signal de sortie en courant continu, si l'on désire contrôler simultanément la charge du système.

Le système de traitement des données comprend une section analogique et une section numérique; il se compose des éléments suivants: poste d'opérateur (clavier) pour la sélection du programme, dispositif de mesure enfichable (3, 8, 9, 10, 13, 14 dans la figure 1) avec étages quadratiques, etc., un convertisseur analogique-numérique (4 dans la figure 1), un compteur enfichable (11, 15 dans la figure 1), un calculateur pour les opérations d'intégration et de traitements des valeurs limites, et un générateur de signaux de date et d'heure (16 dans la figure 1).



[1] ou psophomètre
[2] nécessaire seulement avec les psophomètres

FIGURE 2. — **Schéma du dispositif de mesure du bruit en fonction de la durée d'intégration**

Les étages quadratiques 3 et 8 contenus dans la partie analogique comprennent un redresseur linéaire suivi d'un réseau à diode avec caractéristique quadratique. Cette caractéristique a été réalisée sur quatre décades de puissance de bruit (de 50 pW à 500 000 pW). On a ainsi une grande marge de surcharge, même pour les valeurs de crête les plus élevées de la puissance de bruit. Le convertisseur analogique-numérique se présente sous la forme d'un voltmètre numérique à intégration (convertisseur tension-fréquence) qui est consulté à des intervalles d'une minute par le générateur de signaux de temps. Le nombre d'impulsions que ce voltmètre transmet au calculateur pendant une minute est proportionnel à l'intégrale de la puissance de bruit pendant ladite minute. Le calculateur transforme le résultat de mesure en picowatts, stocke cette valeur en mémoire puis la transmet au téléimprimeur. Pour établir la moyenne horaire, le calculateur additionne 60 valeurs moyennes successives pour une minute et en calcule la moyenne. Ainsi, la moyenne horaire est déterminée à chaque minute, sur la base des 60 dernières valeurs moyennes pour une minute. De plus, le calculateur détermine si certaines limites (pouvant être choisies arbitrairement) de la moyenne pour une minute et de la moyenne horaire ont été dépassées pendant la minute qui vient de s'écouler. Tout dépassement de la limite est utilisé — en liaison avec les programmes de mesure n^{os} 1, 3 et 4 décrits au paragraphe 4 — comme critère pour déclencher le fonctionnement du téléimprimeur, tandis qu'un autre programme (n^{o} 2) effectue une impression chaque minute.

Comme indiqué au paragraphe 2, on peut mesurer, outre la puissance de bruit, la charge dans la bande de base, et également imprimer la durée des périodes pendant lesquelles certaines limites spécialement choisies ont été dépassées. Cela facilite l'évaluation du bruit.

4. *Programmes de mesure, entrée et sortie des données, résultats des mesures*

L'utilisateur du système peut choisir entre quatre programmes de mesure. La figure 3 représente les têtes de colonne des tableaux obtenus avec les programmes n^{os} 1 à 4 ainsi que l'insertion des valeurs limites. Les textes correspondants sont enregistrés dans la mémoire du calculateur en vue de l'impression automatique. Pour introduire les valeurs limites de la moyenne pour une minute et de la moyenne horaire, il suffit d'actionner le clavier du téléimprimeur; cela n'est d'ailleurs nécessaire que si l'on effectue une nouvelle série de mesures et si ces valeurs sont différentes de celles considérées dans la série de mesures précédente. Pour régler la valeur limite dans la « voie 5 ms », on choisit la gamme de mesure correspondante du préamplificateur (7 dans la figure 1).

Indication des valeurs limites (pW)

1 (limite basse, moyenne horaire):	3475
2 (limite haute, moyenne horaire):	4170
3 (moyenne pour une minute):	47500

Le programme 2 sert à l'enregistrement continu des grandeurs suivantes: valeurs moyennes pour une minute, dépassement de la valeur limite des moyennes pour une minute, et charge du système. Avec les programmes 1, 3 et 4, le téléimprimeur ne donne les valeurs de mesure que s'il y a eu dépassement de la valeur limite pour une minute ou de la valeur limite horaire. Cela permet de réduire considérablement le volume des données.

Il est possible de contrôler si la moyenne horaire a dépassé l'une quelconque de deux limites différentes (limites 1 et 2); s'il y a eu dépassement de la deuxième limite également, l'impression se fait en rouge. Chaque feuille imprimée porte l'indication de la date et de l'heure.

En un point quelconque du tableau, il est possible d'insérer un texte supplémentaire, à l'aide du clavier du téléimprimeur ou d'une bande perforée. Il est également prévu un perforateur qui peut fonctionner en parallèle avec le téléimprimeur. La bande perforée ainsi obtenue peut être traitée ultérieurement, par exemple, dans un système de données, pour les besoins des statistiques.

Programme 1

Date	Heure	Moyenne sur une minute (pW)	Moyenne horaire (pW)	Nombre de dépassements de			
				Minute 3 47500	Heure 1 03475	Heure 2 04170	Volume

Programme 2

Date	Heure	Moyenne sur une minute (pW)	Nombre de dépassements de	
			Minute 3 47500	Volume

Programme 3

Date	Heure	Nombre de dépassements	
		Valeurs à 5 ms	Volume

Programme 4

Liaison de la ville A à la ville B, 5 bonds, diversité, longueur 1390 km

Date	Heure	Moyenne sur une minute (pW)	Moyenne horaire (pW)	Nombre de dépassements					
				Minute 3 47500	Heure 1 03475	Heure 2 04170	Vol.	Valeur à 5 ms	
022	1425	03780	03780	0	1	0	00	0000	1
022	1426	01056	03734	0	1	0	00	0000	2
022	1427	00366	03677	0	1	0	00	0000	3
022	1428	00156	03617	0	1	0	00	0000	4
022	1429	00030	03554	0	1	0	00	0000	5
022	1430	00042	03492	0	1	0	00	0000	6
(Aucun dépassement des valeurs limites n'ayant eu lieu pendant 4 minutes aucune valeur de mesure n'est imprimée)									
022	1435	07572	03507	0	1	0	00	0000	11
022	1436	02508	03486	0	1	0	00	0000	12
022	1437	10662	03600	0	1	0	00	0000	13
022	1438	14250	03775	0	1	0	00	0000	14
022	1439	17833	04009	0	1	0	00	0000	15
022	1440	18024	04246	0	1	1	00	0000	16
022	1441	00318	04189	0	1	1	00	0000	17
022	1442	00330	04131	0	1	0	00	0000	18
022	1443	50130	04904	1	1	1	00	0000	19
022	1444	00966	04857	0	1	1	00	0000	20
022	1445	00720	04806	0	1	1	00	0000	21

Nombre de dépassements : Minute 3 0001 — Heure 2 0005

FIGURE 3. — **Têtes de colonne des tableaux et exemple de résultats de mesure imprimés**

Date	Heure	Moyenne sur une minute (pW)	Moyenne horaire (pW)	Nombre de dépassements				
				Minute 3	Heure 1	Heure 2	Volume	Valeur à 5 ms
005	1010	01128	00628	1	0	0	00	0000
005	1023	01230	00679	1	0	0	00	0000
005	1027	09306	00866	1	0	0	00	0000
005	1102	01764	00913	1	0	0	00	0000
005	1407	01230	00661	1	0	0	00	0000
005	1504	01614	00664	1	0	0	00	0000
005	1506	01140	00671	1	0	0	00	0000
005	1757	02040	00595	1	0	0	00	0000
006	0946	01296	00859	1	0	0	00	0000
006	0947	01338	00867	1	0	0	00	0000
006	0948	01440	00877	1	0	0	00	0000
006	0949	01446	00886	1	0	0	00	0000
006	0950	01368	00894	1	0	0	00	0000
006	0951	01266	00901	1	0	0	00	0000
006	0952	01182	00905	1	0	0	00	0000
006	1059	01134	00892	1	0	0	00	0000
006	1140	01110	00812	1	0	0	00	0000
006	1141	01758	00825	1	0	0	00	0000
006	1142	01230	00832	1	0	0	00	0000
006	1143	01674	00846	1	0	0	00	0000
006	1456	01848	00663	1	0	0	00	0000
006	1516	04974	00784	1	0	0	00	0000
006	1518	01872	00806	1	0	0	00	0000
006	1520	01320	00822	1	0	0	00	0000
006	1542	01314	00836	1	0	0	00	0000
006	1935	02616	00706	1	0	0	00	0000
006	1936	10356	00718	1	0	0	00	0000
006	1945	01116	00764	1	0	0	00	0000
006	1952	01104	00800	1	0	0	00	0000
006	1953	01878	00821	1	0	0	00	0000
006	1957	01452	00846	1	0	0	00	0000
006	2001	01104	00867	1	0	0	00	0000
006	2002	01200	00876	1	0	0	00	0000
007	1403	01140	00721	1	0	0	00	0000
007	1406	01332	00745	1	0	0	00	0000
007	1407	01200	00754	1	0	0	00	0000
007	1600	01326	00716	1	0	0	00	0000
007	1604	01548	00744	1	0	0	00	0000
007	1605	01230	00752	1	0	0	00	0000
007	1607	01368	00769	1	0	0	00	0000
007	1608	01128	00778	1	0	0	00	0000
007	1609	01176	00785	1	0	0	00	0000
007	1610	01152	00793	1	0	0	00	0000
007	1611	01110	00801	1	0	0	00	0000
007	1613	01122	00814	1	0	0	00	0000
007	1757	01308	00745	1	0	0	00	0000
007	1758	01692	00761	1	0	0	00	0000
007	1759	01836	00779	1	0	0	00	0000
007	1800	02028	00800	1	0	0	00	0000
007	1801	02088	00822	1	0	0	00	0000
007	1802	02082	00844	1	0	0	00	0000
007	1803	01566	00859	1	0	0	00	0000
007	1804	02082	00882	1	0	0	00	0000
007	1805	02442	00912	1	0	0	00	0000
007	1806	02274	00938	1	0	0	00	0000
007	1807	02028	00961	1	0	0	00	0000
007	1808	01704	00978	1	0	0	00	0000
007	1809	01344	00990	1	0	0	00	0000
007	1810	01134	00997	1	0	0	00	0000
007	1811	01464	01010	1	1	0	00	0000
007	1812	01116	01017	1	1	0	00	0000

Nombre de dépassements: Minute 3 0234 – Heure 2 0081

FIGURE 4. — **Extrait d'un tableau de valeurs de mesure obtenues sur un faisceau hertzien fonctionnant avec multiplexage par répartition en fréquence, dans les conditions réelles d'exploitation (longueur 367 km)**

La figure 3 représente un tableau de mesure fictif qui serait obtenu avec le programme 4, avec indication des valeurs limites et de quelques valeurs de mesure. La figure 4 représente une partie d'un tableau de mesure obtenu avec le programme 4; ces résultats ont été recueillis entre le 2 et le 7 février 1968 sur une section de faisceau hertzien (367 km) à 4 GHz.

Au début de chaque page de tableau, et à la fin de la mesure, il y a impression de tous les cas antérieurs où les valeurs limites ont été dépassées. Les 60 premières minutes sont automatiquement numérotées à droite du tableau; en effet, la moyenne horaire des valeurs moyennes pour une minute ne peut être significative qu'après l'écoulement de la première heure.

5. *Comparaison avec une autre méthode de mesure*

Pour contrôler les résultats obtenus avec ce dispositif de mesure, on a monté un autre dispositif de mesure, décrit ci-après, composé de réseaux *RC* convenablement calculés pour l'intégration; avec ce dispositif, on a enregistré les valeurs moyennes horaires et les valeurs moyennes pour une minute.

Un psophomètre donne une tension de sortie qui est proportionnelle à la tension de bruit dans la voie mesurée; cette tension de sortie est élevée au carré dans un redresseur. La tension ainsi obtenue est proportionnelle à la valeur instantanée de la puissance de bruit. Elle est appliquée à un réseau *RC* ayant une constante de temps convenable, par exemple correspondant à une durée d'intégration de 1 heure ou de 1 minute. La tension aux bornes du condensateur, qui est proportionnelle à la moyenne horaire ou à la moyenne pour une minute, respectivement, de la puissance de bruit, est mesurée par un voltmètre ayant une impédance d'entrée très élevée ($>10^{12}\,\Omega$); ce voltmètre fonctionne selon le principe de la compensation et la tension dont il s'agit est transformée en une tension continue. Cette dernière tension est enregistrée par un appareil à style.

On a constaté une très bonne concordance entre les résultats obtenus simultanément, sur la même artère, avec les deux méthodes.

Question 7/C — Appareils de mesure des bruits impulsifs pour la transmission de données à large bande

(en coopération avec la Commission IV et la Commission spéciale A du C.C.I.T.T.)
(question nouvelle)

Quelles sont les caractéristiques à recommander pour un appareil destiné à mesurer les bruits impulsifs sur un circuit à large bande pour la transmission de données:

a) dans le cas de circuits occupant la bande de fréquences d'un groupe primaire ou secondaire?

b) dans le cas d'autres circuits à large bande?

Remarque. — L'annexe ci-après décrit un appareil employé par l'A. T. & T. Co. Les administrations sont invitées à fournir des contributions analogues à l'étude de cette question.

ANNEXE
(à la Question 7/C)

Appareils de mesure des bruits impulsifs pour la transmission de données
(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Introduction

L'Avis H.13 (tome III du *Livre Blanc*) donne les caractéristiques d'un compteur d'impulsions simple pouvant être utilisé en service. Cet appareil donne une réponse dans la gamme de fréquences de 275 à 3250 Hz et il est conçu pour des applications dans la bande des fréquences vocales. Le

compteur d'impulsions 6A, dont les caractéristiques sont analogues à celles qui figurent dans cet Avis, est utilisé depuis plusieurs années par l'A. T. & T. Co., pour la maintenance de son réseau téléphonique. Le supplément nº 37 du tome VIII du *Livre Blanc* (contribution COM Sp.C—nº 54 de 1964-1968) donne un résumé de l'expérience acquise par l'A. T. & T. Co. en matière d'interprétation des résultats de mesures de bruits impulsifs et expose sommairement les principes et les méthodes que cette entreprise applique pour faire ces mesures aux fréquences vocales, sur les lignes et dans les centraux.

Au cours des dernières années, on a éprouvé la nécessité de mettre au point un appareil portatif que l'on puisse utiliser pour déterminer les caractéristiques des bruits impulsifs sur les circuits pour transmission de données à largeur de bande supérieure à 4 kHz. A cet effet, on a construit un appareil à large bande reposant sur des principes analogues à ceux du compteur 6A précité. Cet appareil est le mesureur de bruit à large bande 6G; tout comme le 6A, il compte le nombre d'impulsions de bruit dépassant un seuil préétabli pendant un temps déterminé. Il mesure en outre la puissance des bruits de fond. On utilise des filtres enfichables pour permettre des mesures sur les divers systèmes pour transmission de données à large bande. On trouvera ci-dessous un résumé des caractéristiques de cet appareil, accompagné d'une brève description de son circuit.

Caractéristiques du mesureur de bruit à large bande 6G

Objet — L'appareil est conçu pour enregistrer un comptage chaque fois que la tension à l'entrée dépasse un seuil réglable. Cette opération est indépendante de la polarité de l'impulsion d'entrée.

Il contient en outre un instrument de mesure de la puissance des bruits de fond.

On peut mesurer le bruit dans le circuit métallique aussi bien que le bruit dans le circuit longitudinal.

Largeur de bande — La largeur de bande maximale de l'appareil s'étend de 4 kHz à 560 kHz. On peut choisir d'autres gammes de fréquences à l'intérieur de cette bande en faisant usage de filtres enfichables. Il existe actuellement un filtre enfichable pour la gamme 10-50 kHz, et d'autres filtres sont envisagés.

Impédance d'entrée — a) 75 ohms, dissymétrique ;

b) 135 ohms, symétrique.

La symétrie est plus grande que 70 dB à 25 kHz et plus grande que 42 dB à 560 kHz.

c) 10 000 ohms longitudinale et 1000 ohms entre pointe et nuque de fiche, à entrées de 135 ohms, pour les mesures de bruit dans le circuit longitudinal.

Seuil — Le seuil est réglable par bonds de 1 dB de -60 à $+20$ dB par rapport à la crête d'une onde sinusoïdale ayant une puissance de 0 dBm dans l'impédance d'entrée choisie (bruit dans le circuit métallique).

La sensibilité du mesureur de bruit (en valeur efficace) est de -90 à $+10$ dBm (bruit dans le circuit métallique).

Pour le bruit impulsif dans le circuit longitudinal et pour le bruit continu, la sensibilité est réduite de 30 dB.

Précision — La précision des mesures des bruits impulsifs et continus au voisinage de la fréfréquence d'étalonnage (25 kHz) est de ± 5 dB. Cette précision est valable pour des températures ambiantes de 0 à 50 °C et des tensions de batterie comprises entre 6,5 et 10 volts.

Taux de comptage — Le compteur mécanique dont l'appareil est pourvu permet un taux maximum de comptage de six enregistrements par seconde. Pour les applications exigeant un taux de comptage plus élevé, la sortie du circuit de déclenchement normal peut être reliée à un compteur électronique extérieur. On peut ainsi aller jusqu'à un taux de comptage de 5000 impulsions par seconde.

Minuterie — La minuterie incorporée peut être réglée sur toute valeur comprise entre 5 et 60 minutes.

Description du circuit du mesureur de bruit à large bande 6G

L'appareil 6G est pourvu de jacks qui procurent une entrée coaxiale 75 ohms dissymétrique et deux entrées 135 ohms symétriques. Par l'intermédiaire d'un commutateur, ces jacks sont reliés à un affaiblisseur qui fixe le niveau du seuil au-dessus duquel les impulsions seront comptées. On trouve ensuite un amplificateur séparateur qui fournit une impédance élevée de manière que l'extrémité du circuit côté affaiblisseur soit insensible aux variations du circuit actif. La sortie de l'étage séparateur fournit la valeur exacte de l'impédance appropriée pour l'insertion d'un réseau filtrant.

Le signal est alors amplifié d'environ 60 dB. La sortie de ce bloc principal d'amplification est aiguillée d'une part sur un circuit de comptage d'impulsions, d'autre part sur un circuit de mesure du bruit de fond.

Dans le circuit de comptage des impulsions, on effectue d'abord un redressement à deux alternances afin que l'appareil fonctionne indépendamment de la polarité des impulsions. Le signal est ensuite appliqué au circuit de déclenchement normal qui possède un niveau de seuil fixe. Si ce niveau est dépassé, le circuit en question engendre une impulsion étroite, d'amplitude et de durée fixes, dit « impulsion normale », laquelle actionne un circuit de déclenchement dont la sortie fait fonctionner un relais enregistreur qui compte les impulsions de bruit.

La nécessité du circuit de déclenchement normal résulte des caractéristiques du circuit de commande du déclencheur de l'enregistreur. Le taux de comptage de ce dernier circuit dépend en effet du niveau du signal de déclenchement. L'interposition du circuit de déclenchement normal maintient l'uniformité du taux maximum de comptage d'une impulsion à l'autre indépendamment des circuits actifs utilisés ou des variations mécaniques survenant dans l'enregistreur. La sortie du circuit de déclenchement normal est utilisable également aux fins d'un comptage rapide par un compteur électrique.

Le circuit de mesure du bruit de fond permet de mesurer la valeur efficace de ce bruit à l'intérieur de la bande déterminée par le réseau filtrant.

Un oscillateur d'étalonnage permet de régler à une valeur standard le gain de l'amplificateur principal de manière que le niveau de seuil du circuit de déclenchement soit connu. Cet oscillateur sert également à étalonner le circuit de l'appareil de mesure du bruit de fond.

Un commutateur asservi à une minuterie est inséré dans l'alimentation de l'appareil. Lorsque ce commutateur est ouvert, les sections actives du circuit sont mises hors service, ce qui a pour effet d'arrêter le comptage, l'indication de l'enregistreur restant bloquée sur le compte final.

Question 8/C — Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme

(suite de la Question 36/XV étudiée en 1961-1964)

a) Est-il possible en pratique de recommander une méthode d'évaluation du bruit de circuit, dans les systèmes qui ne sont pas considérés dans l'Avis G.228 du C.C.I.T.T. (tome III du *Livre Blanc*) ni dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R., en simulant la charge au moyen d'un signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, de manière à parvenir à la précision requise par ces Avis.

b) Dans l'affirmative, quelles doivent être les caractéristiques de l'équipement correspondant et quelle méthode de mesure doit-on recommander?

Remarque 1. — Dans l'étude de cette question, il y a lieu d'examiner les applications particulières qui font l'objet des annexes 1 et 2.

ANNEXE 1
(à la Question 8/C)

Mesures de bruit sur les systèmes à satellites

La Commission mixte spéciale C, lors de sa réunion de février-mars 1968, a procédé à une étude préliminaire du problème de la mesure par bruit blanc pour les systèmes de télécommunication par satellites. Les propositions ci-après, qui ont été présentées à la réunion, ont été transmises aux Commissions d'études compétentes, pour examen approfondi. La Commission spéciale C n'a pas été en mesure de formuler des recommandations lors de sa réunion, pour les raisons suivantes:

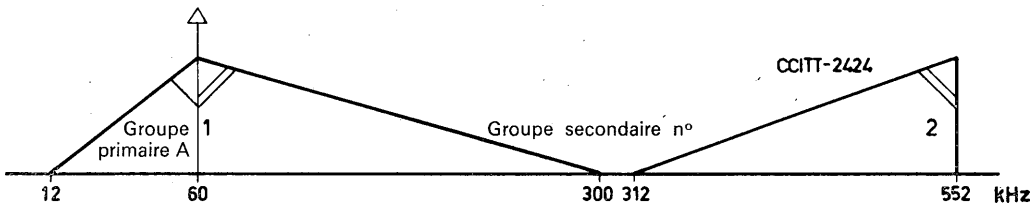
1. les configurations des bandes de base n'ont pas encore été approuvées par la Commission XV du C.C.I.T.T., ni par la Commission IX du C.C.I.R.;

2. les arrangements à prévoir pour l'interconnexion n'ont pas encore été approuvés non plus.

Le tableau ci-après contient les propositions relatives à la capacité des bandes de base, aux fréquences limites et aux voies de mesure:

Nombre de voies téléphoniques	Fréquences limites de la bande occupée (kHz)	Fréquences des voies de mesure (kHz)
24	12-108	16, 98
60	12-252	16, 240
132	12-552	16, 240, 534

Il existe déjà des recommandations pour la répartition dans les bandes de base à 24 et 60 voies téléphoniques, pour les faisceaux hertziens (voir l'Avis G.423 du C.C.I.T.T. et l'Avis 380-1 du C.C.I.R.). Pour les systèmes à 132 voies, la répartition proposée est la suivante:



Les caractéristiques proposées pour les filtres s'inspirent des recommandations déjà faites dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R.; ces caractéristiques sont spécifiées dans les tableaux A et B ci-dessous, qui sont présentés sous la même forme que les tableaux II et III, respectivement, de cet Avis du C.C.I.R.

TABLEAU A

Capacité du système (voies)	Limites de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences de coupure équivalentes des filtres limiteurs de bande (kHz)		Fréquences des voies de mesures disponibles (kHz)
		Passe-haut	Passe-bas	
24	12—108	12±0,5	108±1	16 98
60	12—252	12±0,5	252±2	16 240
132	12—552	12±0,5	552±4	16 240 534

TABLEAU B

Fréquence centrale f_c (kHz)	Largeur de bande (kHz) par rapport à f_c sur laquelle la discrimination devrait être au moins égale à:			Largeur de bande (kHz) par rapport à f_c en dehors de laquelle la discrimination ne devrait pas dépasser:	
	70 dB	55 dB	30 dB	3 dB	0,5 dB
16	±1,5	±2,1	±2,7	±5	—
98	±1,5	±1,8	±2,1	±4	—
240	±1,5	±1,8	±2,2	±5	—

ANNEXE 2
(à la Question 8/C)

Voies de mesure du bruit pour systèmes à 60 MHz

Au cours de la réunion de la Commission mixte spéciale C, en février-mars 1968, un groupe de travail a procédé à des échanges de vues pour savoir ce qu'il conviendrait de faire pour compléter l'Avis G.228 en ce qui concerne les systèmes à 60 MHz. Le groupe est parvenu aux premières conclusions suivantes:

1. Un jeu de cinq voies de mesure serait probablement suffisant pour la bande transmise en ligne 4-60 MHz. Pour les fréquences centrales, on pourrait choisir les valeurs suivantes: 5340 kHz, 11 700 kHz, 26 948 kHz, 37 748 kHz et 55 548 kHz.

Les deux fréquences les plus basses de cette liste sont déjà normalisées pour le système à 12 MHz. Les autres fréquences sont choisies de telle manière que l'on ait environ une voie par octave; elles sont situées au milieu des intervalles qui séparent les groupes quaternaires. Cela est sans importance pour les mesures de bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme, mais on a ainsi la possibilité de faire des mesures de surveillance lorsque le système est en service. Il conviendrait toutefois de vérifier si des résidus de courant porteur risqueraient éventuellement de masquer le bruit dans les intervalles entre les groupes quaternaires, rendant ainsi sans objet les mesures en service. On ne se servirait pas des intervalles qui existent à 22 MHz et 41 MHz car ils sont occupés par des ondes pilotes

de ligne et aussi pour la raison suivante: dans le cas où l'on dérive en ligne des blocs de groupes quaternaires, les filtres utilisés à cet effet bloqueraient les voies de mesure lors des opérations de surveillance en service. La voie de mesure à 35 748 kHz constituerait la voie la plus élevée dans un système à 40 MHz. Il serait peut-être préférable d'utiliser la fréquence 51 148 kHz au lieu de 55 548 kHz, si l'on devait constater que les objectifs de bruit sont plus difficiles à réaliser au voisinage de cette fréquence.

2. Les caractéristiques détaillées des filtres doivent être étudiées conformément aux principes exposés dans les Avis 399-1 du C.C.I.R. et G.228 (modifié, tome III du *Livre Blanc*) du C.C.I.T.T. Il se peut que l'on éprouve certaines difficultés à réaliser les nouveaux filtres éliminateurs de bande, à des fréquences aussi élevées.

Question 9/C — Limite pour le bruit dû au système national

(suite de la partie b de la Question 9/C étudiée en 1964-1968)

Etant donné la difficulté rencontrée pour évaluer l'effet sur la transmission du bruit causé par les divers circuits nationaux qui font partie d'une communication téléphonique internationale:

Est-il souhaitable de fixer une certaine limite pour le bruit relatif au système national dans une communication internationale? On pourrait, pour ce faire, procéder dans le même esprit que dans le cas des équivalents de référence qui peuvent être partagés entre les parties consécutives du réseau national, au gré de l'administration intéressée. Dans l'affirmative, quelles propositions peut-on faire au sujet de la limite à fixer?

Remarque 1. — Cette question présenterait également un intérêt pour les Commissions d'études XII, XV et XVI (Question 6/XVI).

Remarque 2. — L'annexe à l'Avis G.123 (modifié, tome III du *Livre Blanc*) donne des indications sur une méthode qui peut être appliquée pour étudier cette question.

Question 10/C — Circuits fictifs de référence pour systèmes de très grande longueur

(question nouvelle)

Le C.C.I.T.T. reconnaît que, dans une grande partie du monde, on a besoin de systèmes capables de fournir des artères de longueur supérieure à 2500 km et dont *toutes* les voies auraient une qualité au point du vue du bruit (compte non tenu des équipements de modulation à répartition en fréquence) de 1,5 pW/km (ou mieux). La structure de ces artères — par exemple la distance entre les points de modulation (ou de dérivation) — est nettement différente de celle des circuits fictifs de référence de 2500 km qui sont recommandés actuellement pour les systèmes en câble et les faisceaux hertziens. Afin de répondre aux besoins en matière de systèmes ayant cette longueur et cette qualité, il y a lieu d'étudier les points suivants:

a) doit-on définir de nouveaux circuits fictifs de référence?

et à titre de variante:

b) quelles modifications devrait-on apporter aux circuits fictifs de référence de 2500 km, considérés actuellement?

Remarque 1. — A titre d'exemple, on trouvera dans l'annexe une brève description du circuit fictif de référence de 6400 km utilisé actuellement par l'American Telephone and Telegraph Company et par la Telephone Association of Canada. On pourrait envisager d'autres circuits fictifs de référence, par exemple des circuits dont la longueur serait un multiple de 2500 km.

Remarque 2. — Cette question doit être étudiée en premier lieu par la Commission mixte spéciale C, qui pourra demander l'opinion des Commissions d'études compétentes du C.C.I.T.T. et du C.C.I.R.

ANNEXE

(à la Question 10/C)

Circuit fictif de référence pour système à large bande de grande longueur sur faisceau hertzien ou en câble, pour la téléphonie

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company et de la Telephone Association of Canada)

On trouvera ci-dessous une brève description des caractéristiques essentielles du circuit fictif de référence utilisé aux Etats-Unis et au Canada comme guide pour les projets de construction des systèmes de grande longueur, sur faisceau hertzien et en câble.

1. Le circuit fictif de référence est fondé sur une longueur globale de 6400 km divisée en 16 sections de 400 km.

2. Il est possible d'extraire des voies téléphoniques aux fréquences vocales, aux extrémités de chaque section.

3. L'objectif normal pour la puissance psophométrique du bruit dans les voies téléphoniques est d'environ 1,6 pW/km (au point de niveau relatif zéro des voies du système), compte tenu des équipements de multiplexage.

4. Le circuit fictif de référence est utilisé comme guide pour la construction de systèmes pouvant fournir des voies téléphoniques utilisables pour ces circuits nationaux et internationaux, ainsi que pour former des circuits de prolongement pour des lignes intercontinentales.

On soumet la proposition suivante: les caractéristiques du circuit fictif de référence décrites ci-dessus pourraient servir de base pour établir un nouveau circuit fictif de référence du C.C.I.T.T. en vue de constituer les voies de haute qualité nécessaires aux circuits intercontinentaux, ainsi que pour fournir des circuits de meilleure qualité utilisables sur le plan national ou régional.

Question 11/C — Charge conventionnelle des systèmes à courants porteurs

(question nouvelle)

Le paragraphe 1 de l'Avis G.223 (modifié, tome III du *Livre Blanc*) spécifie une valeur conventionnelle (−15 dBm0) pour le niveau de puissance des signaux transmis (dans un seul sens) sur une voie téléphonique. La remarque 2 au paragraphe contient des commentaires sur le choix de cette valeur.

Il convient de réexaminer séparément chacun des paramètres qui interviennent dans la fixation de cette valeur, et en particulier les suivants:

— éléments statistiques sur la puissance des signaux vocaux pendant l'heure chargée, et coefficient d'activité d'un circuit téléphonique pendant l'heure chargée;

— nombre de voies utilisées pour des services non téléphoniques (radioprogrammes, télégraphie, fac-similé, transmission de données, etc.) et puissance des signaux transmis sur ces voies.

On attire l'attention des administrations sur le fait que la charge due à des services non téléphoniques semble devenir exagérément grande, par rapport à la charge due à la téléphonie et qu'on pourrait juger souhaitable d'étudier une réduction des niveaux des signaux correspondant à ces services non téléphoniques.

Remarque. — Un supplément du tome III du *Livre Blanc* contient quelques renseignements réunis en 1968 concernant la puissance des courants vocaux. Les résultats de nouvelles mesures devront être présentés sous la même forme (voir les tableaux de l'annexe 1), avec toutes les explications nécessaires à une interprétation correcte de ces résultats (origine du résultat: mesure ou calcul; méthode de mesure ou méthode de calcul, etc.).

Les annexes 1, 2 et 3 contiennent des indications utiles pour l'étude de cette question.

ANNEXE 1
(à la Question 11/C)

Charge conventionnelle des systèmes à courants porteurs

1. On mesure couramment les niveaux de puissance produits par des signaux vocaux transmis sur des circuits téléphoniques pour recueillir des informations concernant un certain nombre d'applications. Les renseignements requis varient selon les applications et les mesures se font de diverses façons selon les cas. Il serait intéressant que des renseignements supplémentaires s'ajoutent aux résultats fournis par une méthode, en sorte qu'il soit possible de les relier sur une ou plusieurs bases de comparaison communes. La base recommandée ici est la puissance moyenne par voie dans un système multivoie, la moyenne étant prise sur la période chargée [1].

2. On trouvera ci-dessous une brève description de trois méthodes de mesure de la puissance des courants vocaux utilisées par diverses administrations.

a) *Mesure de la puissance vocale au cours d'une conversation*

Cette mesure exprime, en dBm, le niveau de la puissance moyenne émise par un correspondant pendant qu'il est « actif » au cours d'une conversation. L'état d'activité est généralement déterminé par l'appareil de mesure et il faut en tenir compte lorsqu'on détermine le coefficient d'activité unidirectionnel d'une conversation τ_C, donné par

$$\tau_C = \frac{D_A}{D_C} = \frac{\text{durée de parole « active » pendant une conversation}}{\text{durée de la conversation}}\ ^{2}$$

Les résultats d'une série de mesures de la puissance des courants vocaux faites sur une voie téléphonique unidirectionnelle successivement utilisée par diverses personnes, ou d'une série de mesures portant sur des voies unidirectionnelles différentes d'un même système multiplex, fournissent une distribution de puissances généralement gaussienne définie par la moyenne $\bar{y}$ dBm0 et l'écart type σ dB.

Une série de mesures similaires visant à déterminer les coefficients d'activité unidirectionnels de conversation donne aussi une distribution dont on prend généralement la valeur moyenne $\bar{\tau}_C$, où

$$\bar{\tau}_C = \frac{\Sigma D_A}{\Sigma D_C} \frac{\text{durée totale de parole « active » au cours de toutes les conversations mesurées}}{\text{durée totale de toutes les conversations mesurées}}$$

---

[1] Pour les projets de systèmes qui ne comptent qu'un faible nombre de voies, il faudra tenir compte également des fluctuations autour de cette valeur moyenne (voir l'article cité en référence).

[2] La durée de la conversation D_C est le temps qui s'écoule entre le début et la fin de la conversation entre les deux *abonnés* — par exemple, elle ne comprend pas les périodes de conversation entre opératrices d'installations à postes supplémentaires.

b) *Mesure de la puissance moyenne pendant une durée déterminée*

Cette mesure exprime la puissance moyenne de tous les signaux qui se produisent au cours d'un intervalle de temps défini sur une voie téléphonique donnée. Cet intervalle de temps peut être choisi de manière à ne comprendre qu'un temps de « parole active », que le temps d'une conversation entre abonnés, ou que le temps d'occupation de la voie, des coefficients d'activité différents s'appliquant pour chacun de ces temps en fonction de la définition utilisée. Un coefficient d'activité approprié, τ_R, peut être obtenu pour chaque intervalle de mesure à l'aide de la relation:

$$\tau_R = \frac{\text{durée de « signal actif » pendant la période de mesure}}{\text{durée de la période de mesure}}$$

Les résultats des mesures peuvent être exprimés par les niveaux (en dBm) des valeurs de puissance (en μW) observées et par l'écart type (en dB) de ces niveaux. Il faut également connaître la valeur moyenne (τ_R) du coefficient d'activité correspondant.

c) *Mesure de la puissance moyenne d'un système multiplex, prise sur une durée totale déterminée*

Cette mesure exprime, en dBm, le niveau de la puissance moyenne de tous les signaux d'un système multiplex particulier, prise sur un intervalle de temps déterminé par l'appareil de mesure. Si l'intervalle de temps correspondant à chaque lecture n'est pas très long et si le nombre de voies du système est petit, les indications obtenues seront fortement dispersées et il faudra apporter des corrections appropriées pour obtenir, en μW, la puissance moyenne à long terme. (On peut généralement le faire en appliquant une correction basée sur l'hypothèse selon laquelle la puissance a une distribution logarithmo-normale.)

3. La méthode de mesure décrite sous 2.c est généralement appliquée pendant un certain nombre de périodes chargées et donne directement, après division par N, la grandeur cherchée — puissance moyenne (μW) par voie téléphonique — pour le système à N voies mesuré. Si N est grand, cette grandeur est la même que celle pour laquelle une valeur de 32 μW en un point de niveau zéro est indiquée dans l'Avis G.223 à condition que seules des voies téléphoniques normales soient utilisées dans le système. Si le système comporte des voies télégraphiques ou de données, des voies avec TASI, des amplificateurs bidirectionnels, des réseaux de préaccentuation ou limitant l'amplitude de crête, il faut appliquer des facteurs de correction à la puissance moyenne totale pour obtenir la grandeur cherchée. Si l'on n'applique pas ces facteurs de correction, il convient de spécifier les caractéristiques particulières du système mesuré. Le tableau 1 donne un exemple de la présentation

TABLEAU 1

Puissance totale mesurée directement dans un groupe (primaire, secondaire, etc.) P	Nombre de voies téléphoniques en service A	Nombre de voies non téléphoniques en service B	Puissance calculée pour les voies non téléphoniques P_B	Puissance totale moyenne par voie $\frac{P}{A+B}$	Puissance moyenne par voie téléphonique $\frac{P-P_B}{A}$
2600 μW0 (Note 1)	70 (Note 2)	10 (Note 2)	912 μW0 (Note 3)	32,5 μW0	24,1 μW0

Note 1. — Valeur moyenne de la puissance répartie sur la période chargée.

Note 2. — Voies téléphoniques avec porteuses espacées de 3 kHz.

Note 3. — Voies supports de télégraphie, avec espacement des porteuses de 3 kHz; chacune de ces voies produit une charge ayant un niveau nominal de −10,4 dBm0.

de ces résultats (les nombres indiqués ne sont donnés qu'à titre d'exemple et ne corrrespondent pas à des résultats mesurés).

4. La mesure décrite sous 2.a donne des résultats qui, après traitement, peuvent donner une évaluation de la puissance moyenne (μW) des courants vocaux par voie téléphonique dans un système contenant un grand nombre de voies. Le traitement à appliquer dépend d'un certain nombre d'autres renseignements, ainsi que de certaines hypothèses que l'on peut exprimer au moyen de formules mathématiques et statistiques (voir l'article cité en référence). On peut obtenir une valeur approchée de la puissance moyenne des courants vocaux par voie téléphonique, valable pour des systèmes comptant un grand nombre de voies, en ajoutant à la valeur moyenne de la distribution du niveau de puissance des courants vocaux la grandeur 0,115 (écart type)^2 et en retranchant une quantité forfaitaire pour la valeur globale des coefficients d'activité. Le coefficient d'activité global $\bar{\tau}$, dans ce cas, est $\frac{D_A}{D}$, rapport entre la durée totale de la parole active, telle qu'elle est définie par l'appareil de mesure, et la durée totale de la période chargée. Le cœfficient d'activité de la conversation $\bar{\tau}_C$ étant connu, $\bar{\tau}$ est donné par la formule:

$$\bar{\tau} = \bar{\tau}_C \times \bar{\tau}_A$$

dans laquelle $\bar{\tau}_A$ est le coefficient d'utilisation du circuit, donné dans ce cas par:

$$\bar{\tau}_A = \frac{\Sigma D_C}{D} = \frac{\text{durée totale des conversations pendant la période chargée}}{\text{durée de la période chargée}}$$

$\bar{\tau}_A$ est donc la proportion du temps pendant laquelle le circuit est disponible pour les conversations entre abonnés (approximativement la durée de taxation du circuit, exprimée en proportion du temps total, durée qui est inférieure au temps pendant lequel le circuit est marqué comme « occupé »).

La distribution du niveau de puissance des courants vocaux [1] est définie par la moyenne $\bar{y}$ dBm0 et par l'écart type σ dB. Le niveau de la puissance moyenne à long terme des courants vocaux par voie téléphonique [2] est donné par l'expression:

$$\bar{y} + 0{,}115\ \sigma^2 + 10 \log_{10} (\bar{\tau}_C \times \bar{\tau}_A) \text{ dBm0}$$

Pour calculer la puissance moyenne par voie téléphonique (due à tous les signaux), il faut ajouter les puissances moyennes équivalentes dues aux courants vocaux des opératrices et à la signalisation. Le tableau 2 montre un exemple de présentation de ces résultats.

5. Le traitement des résultats obtenus au moyen des mesures décrites sous 2.b oblige à appliquer une méthode analogue à celle qui a été décrite au paragraphe 4 pour obtenir une évaluation de la puissance moyenne par voie téléphonique. La valeur moyenne du coefficient d'activité global $\bar{\tau}$, dépend de l'appareil de mesure utilisé, de l'intervalle de temps choisi pour les mesures et de la proportion que représentent ces intervalles par rapport à la période chargée. Si l'appareil de mesure utilisé et l'intervalle de temps choisi sont tels que l'on mesure la puissance due à tous les signaux, le

---

[1] La distribution des niveaux de puissance des courants vocaux est généralement déduite des résultats de mesure des volumes vocaux. On calcule la moyenne de ces résultats (rapportés à un point de niveau relatif zéro) pour l'un des interlocuteurs, pendant la durée de la conversation, et la valeur (V, dB) pour la conversation est notée dans l'unité relative à l'emploi du volumètre. Si $\bar{V}$ est la moyenne de la distribution des valeurs de V, on a:

$$\bar{y} = \bar{V} - a$$

a étant un coefficient de correction approprié au type de volumètre utilisé, par exemple, $a = 1{,}4$ dB dans le cas d'un v.u. mètre, $a = 6$ dB pour les voltmètres vocaux des types 3 et 4A de l'Administration britannique et $a = -2{,}2$ dB dans le cas du voltmètre vocal du type 5B de l'Administration britannique.

[2] Cette expression donne le niveau de la puissance moyenne à long terme des courants vocaux pour un nombre quelconque de voies mais, si ce nombre est, par exemple, inférieur à 250, une certaine tolérance est généralement nécessaire, lorsqu'on évalue la capacité de charge nécessaire d'un système, pour tenir compte des fluctuations dépassant ce niveau (voir l'article cité en référence).

TABLEAU 2

Distribution des niveaux de puissance des courants vocaux		Coefficient d'activité des conversations	Coefficient d'utilisation du circuit	Moyenne à long terme par voie au cours de la période chargée	Puissance totale par voie téléphonique
Valeur médiane	Ecart type	$\bar{\tau}_C$	$\bar{\tau}_A$		
−16,0 dBm0 (Note 4)	5,8 dB (Note 4)	0,43 (Note 4)	0,62 (Note 4)	−17,9 dBm0	28,2 μW0 (Note 5)

Note 4. — La distribution du niveau de puissance des courants vocaux et $\bar{\tau}_C$ sont obtenus à l'aide du voltmètre vocal 5B de l'Administration britannique pour lequel $a = -2{,}2$ dB; $\bar{\tau}_A$ est obtenu à partir de statistiques d'observation du circuit. La puissance moyenne à long terme par voie est donnée par la formule:

$$-16 + 0{,}115\,(5{,}8)^2 + 10\log_{10}(0{,}43 \times 0{,}62) = -17{,}9 \text{ dBm0}$$

ce qui correspond à 16,2 μW0.

Note 5. — On a ajouté 2 μW0 (hypothèse fondée sur des mesures en cours mais encore incomplètes) pour tenir compte de la puissance des courants vocaux des opératrices et à nouveau 10 μW0 (Avis G.223) pour la puissance de signalisation, afin d'obtenir la puissance moyenne totale par voie téléphonique.

résultat du traitement effectué donne directement la puissance moyenne par voie téléphonique. Dans les autres cas, il faut procéder à des additions analogues à celles qui sont indiquées au paragraphe 4 pour obtenir la valeur cherchée.

Le tableau 3 donne un exemple de présentation de ces résultats. Les nombres indiqués sont seulement mentionnés à titre d'exemple et ne correspondent à aucun résultat de mesure.

TABLEAU 3

Distribution des valeurs relevées		Coefficient d'activité au cours de la période de mesure	Coefficient d'utilisation pour la période de mesure, choisie au cours de la période chargée	Moyenne à long terme par voie au cours de la période chargée	Puissance moyenne par voie téléphonique
Valeur médiane	Ecart type	$\bar{\tau}_R$	$\bar{\tau}_A$		
−15,0 dBm0 (Note 6)	6,0 dB (Note 6)	0,50 (Note 7)	0,60 (Note 8)	−16,2 dBm0 (Note 9)	24,0 μW0 (Note 9)

Note 6. — Mesures sur une artère nationale de 60 voies téléphoniques à 4 kHz. Les relevés portent sur la puissance moyenne totale au cours de la période pendant laquelle le circuit est marqué comme occupé et comprennent tous les signaux dont le niveau de puissance dépasse −40 dBm0 sur une période d'intégration de 30 ms. Il y a un temps de maintien de 300 ms.

Note 7. — Coefficient d'activité $\bar{\tau}_R$ mesuré à l'aide du même instrument que celui qui est utilisé pour la mesure du niveau de puissance (voir alinéa 2.b).

Note 8. — Le coefficient d'utilisation $\bar{\tau}_A$ est obtenu à partir d'enregistrement des circuits marqués comme occupés au cours de la période chargée.

Note 9. — La puissance moyenne par voie téléphonique est obtenue à partir de l'expression:

$$-15 + 0{,}115\,(6{,}0)^2 + 10\log_{10}(0{,}50 \times 0{,}60) = -16{,}2 \text{ dBm0}$$

ce qui correspond à 24,0 μW0.

TABLEAU 4

Distribution de la puissance pendant les périodes «actives» des mesures		Coefficient d'activité au cours de la mesure	Coefficient d'utilisation du circuit pendant l'heure chargée	Niveau de puissance moyenne par voie pendant l'heure chargée	Puissance moyenne totale mesurée directement dans un groupe (primaire, secondaire, etc.) P	Nombre de voies téléphoniques en service A	Nombre de voies non téléphoniques en service B	Puissance moyenne totale calculée pour les voies non téléphoniques P_B	Puissance moyenne par voie (téléphoniques et autres) $\frac{P}{A+B}$	Puissance moyenne par voie téléphonique $\frac{P-P_B}{A}$
médiane	écart type									
1	—	—	—	—	2600 µW0 (Note 1)	70	10	913 µW0 (Note 3)	32,5 µW0	24,1 µW0
—										
2										
−16,0 dBm0	5,8 dB	0,43	0,62	−17,9 dBm0	—	—	—	—	—	28,2 µW0 (Note 5)
← - - - - - - - - - - (Note 4) - - - - - - - - - →										
3										
−15,0 dBm0 (Note 6)	6,0 dB	0,50 (Note 7)	0,60 (Note 8)	−16,2 dBm0 (Note 9)	—	—	—	—	—	24,0 µW0 (Note 9)

Notes 1 à 9, voir les tableaux 1 à 3.

6. On estime que, malgré la diversité des traitements des résultats mesurés et des renseignements supplémentaires nécessaires, il serait possible d'utiliser un formulaire normalisé pour la présentation des résultats pour toutes les méthodes de mesure. Le tableau 4 montre un spécimen de ce formulaire. Les valeurs indiquées sont les mêmes que celles qui figurent déjà à titre d'exemple dans les tableaux 1 à 3.

RÉFÉRENCE

RICHARDS, D. L.: Statistical properties of speech signals; *Proc. IEE*, 1964, *111*, pp. 941-949.

ANNEXE 2
(à la Question 11/C)

Extraits de commentaires de la Commission d'études XV lors de sa réponse à la Question 36/XV (1964-1968)

Il existe des recommandations sur les niveaux admissibles pour la transmission de télégraphie harmonique, de données, de phototélégraphie. D'autre part, des renseignements ont été demandés à la C.M.T.T. sur la charge réelle produite par les transmissions radiophoniques.

Le Commission mixte spéciale C doit tenir compte de ces recommandations dans la détermination de la charge conventionnelle, à moins qu'elle ne propose de modifier les niveaux recommandés.

Il faut également prévoir des transmissions de données à large bande, pour lesquelles le niveau admissible devra être fixé.

Il est enfin nécessaire de prévoir le nombre de circuits qui sont affectés à des utilisations autres que la téléphonie dans les systèmes de transmission de l'avenir, au lieu d'imposer à ces utilisations des restrictions qui ne correspondent pas à la pratique, comme dans la remarque 1 du paragraphe 1 de l'ancien Avis G.223 (*Livre Bleu*, tome III, p. 80). Il est donc demandé aux administrations d'indiquer quelle est la proportion des circuits affectés aux divers services qu'elles prévoient dans les futurs systèmes de télécommunication, ces prévisions devant s'étendre sur une période assez longue pour couvrir le temps nécessaire à la mise au point de ces systèmes plus leur durée de vie utile, par exemple 20 ou 25 ans au total.

Au cours de cette étude, la Commission mixte spéciale C pourra considérer la possibilité de définir une charge conventionnelle indépendante de l'utilisation du système, conformément à la proposition suivante.

Il apparaît que le pourcentage de l'exploitation non téléphonique des systèmes de transmission (télégraphie harmonique, données, transmissions radiophoniques, fac-similés, videotéléphone, etc.) a tendance à augmenter, au point que l'influence de cette exploitation sur la charge supportée par les systèmes ne peut plus être considérée comme négligeable.

Plutôt que d'imposer des restrictions au pourcentage des circuits non téléphoniques et à leur répartition dans la bande des fréquences transmises, ou plutôt que de modifier les avis actuels de manière à tenir compte uniquement de la situation présente, il semblerait plus judicieux d'essayer de trouver une solution ayant un caractère plus durable. Le moyen idéal pour y parvenir consisterait à conférer à tous les usagers le même statut — qui ne serait pas obligatoirement le même que celui qui est accepté actuellement pour le téléphone; les usagers auraient les mêmes droits et les mêmes prérogatives en ce qui concerne la charge produite par leurs signaux, mais également l'obligation de veiller à ce que la valeur admise ne soit pas dépassée. Si l'on pouvait parvenir à ce résultat, il serait inutile d'imposer des restrictions à l'utilisation des systèmes de transmission, en ce qui concerne la proportion de circuits non téléphoniques: cette solution permettrait de tenir compte, entre autres choses, des besoins des pays dont les services téléphoniques et les services autres que le téléphone sont exploités par des organismes distincts, lesquels pourraient néanmoins utiliser, les uns et les autres, des systèmes qui satisfont aux recommandations du C.C.I.T.T.

ANNEXE 3
(à la Question 11/C)

Contribution de la Chile Telephone Co. à la Question 36/XV (1964-1968)

Nombre maximum de circuits supports de télégraphie harmonique

1. La valeur conventionnelle de —15 dBm0 recommandée par le C.C.I.T.T. pour la charge d'une voie téléphonique unique au cours de l'heure chargée suppose qu'un petit nombre seulement des voies d'un système à large bande, environ 1,5%, sont utilisées pour la télégraphie harmonique. Nous avons examiné le cas où un pourcentage beaucoup plus élevé de voies reçoivent une telle utilisation, afin d'évaluer les effets que cela aurait probablement sur le fonctionnement global des systèmes à large bande, notamment en ce qui concerne les marges de fonctionnement et le bruit.

2. *Charge du système*

On a supposé que 25% des voies étaient utilisées pour des applications autres que la téléphonie, à savoir 17% pour la télégraphie avec une charge de —8 dBm0 et 8% pour la transmission de données, avec une charge de —5 dBm0. Si l'on admet la charge de —15 dBm0 pour les autres voies, la puissance moyenne par voie est égale à —11,2 dBm0. On peut maintenant estimer l'effet de cet accroissement de charge sur des systèmes à paires coaxiales à 2700, 960 et 300 voies, dont la qualité est connue.

On admettra, à cet égard, que les voies utilisées pour des applications autres que la téléphonie sont réparties uniformément parmi toutes les voies du système.

3. *Capacité de surcharge*

Pour les systèmes considérés, des valeurs typiques des marges entre les points de surcharge des amplificateurs de ligne et la puissance moyenne quadratique équivalente en régime sinusoïdal pour les nombres de voies des systèmes, chacune à —15 dBm0, et compte tenu de la préaccentuation, étaient de 6 à 8 dB. Avec la charge admise, ces marges seraient réduites de 4 dB et deviendraient beaucoup trop faibles pour pouvoir absorber les effets des erreurs d'égalisation et d'alignement.

4. *Qualité en ce qui concerne le bruit*

Pour chacun des systèmes considérés, le bruit en ligne, calculé pour une charge de —15 dBm0 par voie, était bien en deçà de la limite de 3 pW/km fixée par le C.C.I.T.T. Pour la plupart des voies et sur tous les systèmes, la valeur trouvée était inférieure à 1 pW/km et ce n'est que dans certaines parties des bandes de fréquences que ce niveau était dépassé.

Cependant, les valeurs calculées ne tiennent pas compte, notamment, des effets des erreurs sur le niveau en ligne. Si la charge moyenne par voie est majorée de 4 dB, le bruit d'intermodulation est majoré de 8 dB pour le second ordre et de 12 dB pour le troisième ordre. La puissance de bruit dans les voies situées dans les bandes affectées le plus défavorablement augmenterait, dans ces conditions, jusqu'à 5 ou 6 pW/km, et même, pour un certain système, jusqu'à 7 pW/km.

Dans chaque cas, on aurait obtenu, pour ces mêmes conditions de charge, une meilleure qualité en ce qui concerne le bruit, si l'on avait réduit les niveaux de sortie en ligne des répéteurs de manière à rétablir les rapports initiaux du bruit thermique par rapport au bruit d'intermodulation.

5. *Effet de la préaccentuation*

Ce qui précède suppose une répartition uniforme des voies télégraphiques et des voies pour transmission de données dans toute la bande. Si un grand nombre de ces voies avaient été concentrées aux fréquences les plus élevées, les résultats obtenus auraient été plus mauvais, du fait de la préaccentuation. Inversement, les résultats auraient pu être plus favorables si les voies dont il s'agit avaient été concentrées du côté des fréquences inférieures.

6. *Conclusions*

Pour les systèmes à large bande fonctionnant avec les valeurs conventionnelles de charge du C.C.I.T.T., une affectation de voies à la télégraphie et aux transmissions de données dans les proportions imaginées aurait, même compte tenu de marges de fonctionnement raisonnablement libérales, eu de sérieux effets en ce qui concerne les marges contre la surcharge et la qualité générale au point de vue du bruit. Ces effets pourraient être atténués dans une certaine mesure moyennant un réajustement des niveaux des systèmes.

Question 12/C — Définitions et études générales relatives à la fiabilité

(Le libellé de cette question sera publié ultérieurement.)

Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission spéciale C (mixte C.C.I.T.T./C.C.I.R.) pendant la période 1968-1972

N° de la question	Objet résumé	Observations
1/C	Ecart signal-bruit et fonctionnement de la télégraphie sur les faisceaux hertziens transhorizon	
2/C	Limites du bruit pour la télégraphie et la transmission de données sur un circuit téléphonique de longueur supérieure à 2500 km	
3/C	Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur	
4/C	Puissance moyenne horaire du bruit, pour les faisceaux hertziens	
5/C	Charge artificielle pour les systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs	
6/C	Appareils utilisés pour l'étude des caractéristiques du bruit en fonction de la durée d'intégration	
7/C	Appareils de mesure des bruits impulsifs pour la transmission de données à large bande	
8/C	Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme	
9/C	Limite pour le bruit dû au système national	A étudier en liaison avec la Question 6/XVI
10/C	Circuits fictifs de référence pour systèmes de très grande longueur	
11/C	Charge conventionnelle des systèmes à courants porteurs	
12/C	Définitions et études générales relatives à la fiabilité	

QUESTIONS RELATIVES A LA MODULATION PAR IMPULSIONS ET CODAGE (M.I.C.) CONFIÉES A LA COMMISSION SPÉCIALE D EN 1968-1972

REMARQUE GÉNÉRALE

La IVe Assemblée plénière du C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) ayant créé la Commission spéciale D, toutes les questions relatives à la modulation par impulsions et codage (M.I.C.) ont été confiées pour le moment à cette Commission (à l'exception de la Question 21/XII, dont l'étude a été confiée à la Commission XII dans le cadre spécifique de ses travaux).

En particulier, la Commission spéciale D étudiera la première les problèmes qui font l'objet:

— de la Question 31/IX — Division dans le temps d'un système M.I.C. pour la télégraphie et la transmission de données (dans le cadre de la Question 1/D);

— du point AB de la Question 1/A — Utilisation de la transmission numérique (ou M.I.C.) dans le cadre de la Question 11/D);

— du paragraphe 3 du point AJ de la Question 1/A, relatif aux Futurs réseaux intégrés pour transmissions de données (dans le cadre de la Question 11/D).

Il appartient à chaque administration d'assurer sur le plan national la coordination entre les spécialistes des divers domaines intéressés de façon à fournir des contributions aux questions étudiées par la Commission spéciale D qui reflètent l'opinion de cette administration dans son ensemble.

Par la suite, le Rapporteur principal de la Commission spéciale D s'entendra avec les autres Rapporteurs principaux pour établir une liaison avec les autres Commissions d'études intéressées, au fur et à mesure que les travaux progresseront.

Question 1/D — Planification des systèmes numériques

(question nouvelle)

Quelle devrait être la philosophie de base pour la conception et l'introduction des systèmes de transmission numérique? Par exemple, quelles dispositions spéciales faut-il prévoir pour faciliter l'introduction de réseaux numériques intégrés?

Remarque. — Il doit être tenu compte des facteurs suivants:

a) Nécessité du passage de la situation actuelle où coexistent des systèmes de transmission analogiques et numériques et des commutateurs de type spatial (avec ou sans processeurs centralisés), à un éventuel réseau futur intégré et entièrement numérique.

Ce passage se fera progressivement au fur et à mesure que les centraux à commutation numérique temporelle se répandront dans le réseau commuté. Ces centraux pourront, pour commencer, être introduits en divers points du réseau.

Il est essentiel que les caractéristiques des systèmes de transmission M.I.C. recommandés actuellement permettent de réaliser plus tard sans difficultés excessives un réseau numérique international intégré.

Dans la situation actuelle, et au cours d'une période de transition qui durera certainement longtemps, on devra assurer une qualité de transmission satisfaisante à des communications comprenant des circuits analogiques et des circuits établis sur des systèmes numériques, avec commutation spatiale ou temporelle (voir la Question 12/D).

b) Définition, en liaison avec a, d'un circuit fictif de référence comme base pour la conception de chaque catégorie de système de transmission numérique envisagé et d'une communication fictive de référence comme base pour la répartition des réductions de qualité de transmission, tolérances, erreurs, etc., pour chacun des services (téléphonie, données, etc.) pour lesquels le réseau numérique sera utilisé.

c) Nécessité d'assurer une grande variété de services comprenant le téléphone, le télégraphe, les données, la télévision, le fac-similé, les transmissions radiophoniques, soit de poste à poste, soit d'un point vers plusieurs points, soit avec commutation selon les conditions décrites en a.

d) Conséquences de l'existence de systèmes à 24 ou 32 secteurs de temps, ayant des caractéristiques fondamentales différentes.

e) Possibilité d'inclure dans la conception des formats de signaux numériques de ces systèmes de transmission numérique des renseignements utiles sur l'état du réseau et des renseignements de commande, afin de faciliter l'exploitation de la maintenance du réseau.

f) Comparaison économique de ces systèmes et des systèmes analogiques.

g) L'étude de cette question générale devrait faciliter la coordination de l'étude des Question 2/D à 12/D. Voir également l'annexe 3 à la Question 7/D.

ANNEXE 1
(à la Question 1/D)

Note de l'Administration belge

Etant donné:

1. que les diverses questions, quelle que soit la discipline à laquelle elles appartiennent (transmission, commutation, signalisation), devront être traitées en tenant compte des besoins des divers types de message (téléphone, télex, transmission de données, etc.);

2. que les recommandations qui seront émises au sein de chacun des groupes de travail risquent d'avoir des répercussions sur la suite des travaux dans les autres groupes,

l'Administration belge estime qu'une étroite coordination doit être assurée entre les travaux des différents groupes spécialisés.

Cette coordination doit permettre, grâce à une étude approfondie de toutes les implications actuelles et futures, d'arriver, dans les plus brefs délais, à la normalisation des paramètres du système M.I.C. et à des recommandations pour chaque question en évitant toutefois qu'une normalisation trop hâtive ne cause, à plus lointaine échéance, un préjudice aux futurs systèmes intégrés.

L'Administration belge estime que tout doit être mis en œuvre, dans le cadre de l'étude de cette question, pour assurer l'intégration progressive de tous les services envisagés dans les meilleures conditions techniques et économiques.

ANNEXE 2
(à la Question 1/D)

Considérations sur l'organisation générale du réseau numérique; liaisons numériques internationales
(Contribution de l'Administration française)

1. Généralités

Née des besoins en systèmes bon marché pour des transmissions point-à-point, la modulation par impulsions et codage est maintenant envisagée pour créer des réseaux importants dont l'aboutissement est le réseau intégré dans lequel commutation et transmission se font en modulation d'impulsions et codage (M.I.C.)

Le multiplex de base (multiplex primaire) ayant été défini, l'organisation du réseau de transmission M.I.C. doit être prévue de façon que tout multiplex primaire puisse être acheminé sans restriction dans tout le réseau.

L'organisation doit être conçue de façon à conduire à un système à la fois souple, fiable et économique. Dans un premier temps, les liaisons M.I.C. seront surtout utilisées pour constituer des circuits téléphoniques en utilisant le codage voie par voie, mais l'organisation doit préserver la faculté d'utilisation du réseau numérique pour l'acheminement de toutes informations (multiplex en fréquence codés, télévision industrielle, données, télévision à bande étroite, voies radiophoniques, etc.).

Les problèmes posés sont en premier lieu:

— la « synchronisation » du réseau numérique (au sens large) c'est-à-dire la création d'un procédé permettant la coexistence dans un même multiplex temporel de plusieurs multiplex de base d'origine géographique différente;

— la définition des multiplex d'ordre supérieur.

2. Synchronisation du réseau de transmission numérique

2.a *Réseau asynchrone*

Le principe d'un système complètement asynchrone a été décrit dans le *Bell System Technical Journal* (novembre 1965) et *I.E.E.E. Transactions on Communication Technology* (octobre 1966). Ce système présente l'avantage d'une décentralisation poussée, c'est-à-dire que les organes qui assurent le passage d'un multiplex d'un moyen de transmission à un autre sont propres au multiplex transféré ou aux deux moyens de transmission concernés. Dans ces conditions, la défaillance d'un organe compromet, dans le pire des cas, la transmission d'un nombre limité de multiplex. Un autre avantage du système est sa faculté d'admettre tout train numérique, quelle que soit l'information qu'il véhicule, à la seule condition que son débit soit, à quelques 10^{-5} près, le débit nominal d'un multiplex T_1, T_2, T_3 ou T_4.

Au passif de ce système, on peut citer sa relative complexité, et en particulier le fait que dans les équipements de transfert figure un suppresseur de gigue d'insertion destiné à assurer la régularité des remplissages opérés lors d'un transfert.

Un autre inconvénient du système réside dans l'impossibilité de constituer dans le réseau des sous-réseaux synchronisés: du fait de l'écart de fréquence systématique entre multiplex d'ordre différent, un sous-réseau synchronisé serait dans l'impossibilité d'accepter un multiplex provenant du reste du réseau. Le réseau tout entier doit donc être équipé du système de remplissage. Or précisément, les réseaux régionaux très ramifiés et courts sont ceux pour lesquels le synchronisme ne pose pas de problème de fiabilité et pour lesquels la suppression du système de remplissage serait économiquement intéressante; de plus, il est probable que le développement du réseau numérique se fera d'abord à partir de tels réseaux.

2.b *Réseau synchronisé*

Deux types de méthodes ont été proposés pour synchroniser de façon fiable un réseau important et maillé.

2.b.1 *Réseau synchronisé par « synchronisation mutuelle des horloges »* — Les méthodes du type « à synchronisation mutuelle des horloges » (étant entendu que sont classées sous ce titre toutes les méthodes dans lesquelles les informations assurant le synchronisme sont transmises par des modulations de la phase du rythme de transmission, voir *B.S.T.J.*, (décembre 1966 en particulier), nécessitent un matériel relativement restreint; ces systèmes présentent toutefois plusieurs inconvénients.

1. La fréquence de fonctionnement est déterminée davantage par les déphasages (modulo $2\,k\pi$) introduits par la transmission ou les diviseurs du système que par la fréquence de fonctionnement libre des oscillateurs asservis en phase. Même si des précautions sont prises pour minimiser cet effet

(ce qui est indispensable pour assurer la synchronisation quelle que soit la variation du temps de propagation sur les lignes) la plage de fréquence s'en trouve réduite, mais reste grande devant la stabilité d'un bon oscillateur compensé en température. L'utilisation de quelques horloges extrêmement stables à plages étroites ramène pratiquement le système dans la catégorie des réseaux à horloge maîtresse.

2. Si la résistance du synchronisme vis-à-vis des défauts les plus courants (non fonctionnement d'un organe, coupure d'un moyen de transmission) peut être considérée comme acquise (encore que sa démonstration dans le cas général soit problématique), la résistance à des défauts plus originaux (rupture de l'asservissement de phase d'une horloge, par exemple) est plus délicate à assurer.

3. Enfin et surtout le mécanisme réel qui assure le synchronisme est complexe. Si un réseau de quelque importance était constitué à l'aide de ce procédé, une situation anormale pourrait poser au personnel d'exploitation un problème de diagnostic très ardu.

2.b.2 *Réseau synchronisé par horloge maîtresse désignée* — L'idée d'un tel système est ancienne (US. PAT. 2. 986. 723). Rappelons que dans un tel système les stations sont numérotées, ce qui constitue une hiérarchie. A chaque moyen de transmission est associée une voie de transmission numérique. La base de temps d'une station est synchronisée par le rythme de l'un des moyens de transmission. Le choix du rythme qui synchronise la base de temps est opéré après examen des messages reçus sur les voies numériques associées aux multiplex entrants. Les messages qui circulent sur les voies numériques comportent le chiffre caractéristique de la station qui les a émis. Une station émet son message caractéristique sur toutes les voies numériques sortantes si elle n'est synchronisée par aucun rythme entrant, ou réémet le message associé au rythme choisi si elle est synchronisée. Le rythme choisi est celui auquel correspond le message dont le nombre caractéristique est le plus faible, et, si le nombre le plus faible est associé à plusieurs rythmes, c'est le premier d'un ordre convenu qui est choisi.

Les avantages d'un système de ce type, par rapport au système du genre « synchronisation mutuelle » sont multiples:

— Le mécanisme de la synchronisation est aisé à contrôler, puisque le réseau ne comporte aucune boucle de réaction, et que l'essentiel des opérations est de nature logique.

— La fiabilité du synchronisme est totale vis-à-vis des coupures des moyens de transmission ou du non-fonctionnement total d'une station. Le système peut être également rendu très résistant aux extensions d'asynchronisme provenant de défauts complexes: pour qu'un tel défaut entraîne l'asynchronisme d'une autre station que celle où il se produit, il est en effet nécessaire qu'il associe un message correct à une fréquence incorrecte.

— Le fait que la fréquence normale de fonctionnement soit extrêmement précise permet, en cas de défaut persistant, l'utilisation temporaire d'une « position de secours » qui consiste à faire fonctionner la station dont le synchronisme est défaillant sur sa propre fréquence, en comptant sur la stabilité (à court terme) de sa base de temps pour obtenir un fonctionnement acceptable.

Le reproche formulé à l'encontre des solutions de ce type est la complexité. On peut remarquer que la partie non logique du système (oscillateurs asservis en phase, interrupteurs de sélection de commande) est du même niveau de complexité que la partie correspondante dans le système à synchronisation mutuelle. Pour la partie logique (qui assure la réception des messages, la détection d'erreurs et le choix d'un rythme), on peut évaluer le matériel nécessaire à quelques 50 capots logiques intégrés par multiplex dans chaque station, ce qui est très acceptable.

Enfin ces équipements ne seront présents que dans les stations de la partie maillée du réseau, les étoiles ou arbres issus du réseau maillé étant synchronisés par le réseau maillé considéré comme horloge maîtresse.

Au point de vue dynamique, la rupture d'un moyen de transmission ou la défection d'un équipement qui acheminait la référence se traduit par quelques dizaines de millisecondes de fonctionnement asynchrone, ce qui, compte tenu de la stabilité des bases de temps, n'introduit pas de déphasage important.

2.b.3 *Conséquences des fluctuations de temps de propagation* — Le « synchronisme » ne résout pas le problème des fluctuations de temps de propagation des moyens de transmission. En fait, les différents multiplex du réseau sont « homochrones ». Il sera donc nécessaire d'utiliser, pour les échanges de multiplex entre moyens de transmission, des mémoires tampons. Il n'est pas nécessaire de donner à ces mémoires tampons une capacité importante: leur rôle n'est pas d'absorber la totalité de la fluctuation de temps de propagation, mais simplement d'espacer les pertes d'information. Tout « saut » de la mémoire tampon provoque en effet une perte de verrouillage de trame des multiplex échangés. Si la capacité de la mémoire tampon est trop faible pour absorber la totalité de la fluctuation, il se produira un certain nombre de pertes de verrouillage de trame; ce nombre sera faible, car les fluctuations de temps de propagation sont ou très faibles (faisceaux hertziens), ou très lentes (câbles). De plus, ces pertes de verrouillage de trame se font par un décalage connu, imposé par les caractéristiques de la mémoire tampon. La reprise de verrouillage des trames de tous ordres doit donc être prévue pour que les pertes introduites par les sauts des mémoires tampons donnent lieu à une reprise plus rapide que la reprise normale. Ce résultat est obtenu simplement en commençant l'exploration des positions pour la recherche de la configuration du bit ou des bits de synchronisation quelques positions avant la position reconnue fausse.

Dans le cas du fonctionnement asynchrone de secours, cette perte de verrouillage de trame se produira périodiquement. En supposant une capacité de mémoire tampon de 1 bit par multiplex primaire et une stabilité de 10^{-8} de l'horloge en position de secours (un recalage périodique de la fréquence de cette horloge tant que le synchronisme fonctionne correctement permet de retenir la stabilité à court terme de l'horloge), la perte de verrouillage de trame se produira environ une fois par minute.

2.c *Conclusion : Influence de l'intégration future du réseau*

L'intégration du réseau posera inévitablement un problème de synchronisation. Si le réseau est homochrone dès le départ, l'intégration du réseau conduira simplement à utiliser dans les autocommutateurs temporels les mêmes équipements que ceux utilisés pour la transmission.

L'introduction d'autocommutateurs temporels dans un réseau numérique asynchrone ne nécessitera que très peu de matériel pour rendre homochrones les autocommutateurs temporels ainsi que les équipements d'extrémités qui sont en liaison avec eux. En effet, le réseau asynchrone étant « transparent » pour les fréquences de rythme des multiplex qu'il achemine, les bases de temps des équipements d'extrémités en liaison avec un autocommutateur temporel seront pilotées simplement par le rythme reçu en provenance de l'autocommutateur temporel. Quant aux autocommutateurs temporels, leur fonctionnement asynchrone (au moyen d'horloges très stables) est suffisamment satisfaisant pour que le dispositif qui assure leur synchronisme soit simplifié au détriment de la fiabilité du synchronisme, à la seule condition que toute défaillance du dispositif de synchronisation entraîne (sans discontinuité) la commande de la base de temps de l'autocommutateur par un oscillateur très stable.

L'intégration future du réseau n'apporte donc pas d'argument déterminant en faveur du réseau asynchrone ou du réseau synchronisé.

Les méthodes de synchronisation par « synchronisation mutuelle des horloges » présentent, surtout au point de vue surveillance en exploitation des inconvénients (signalés au paragraphe 2.b.1) qui rendent préférable la solution par « horloge maîtresse désignée », même si le matériel nécessaire pour réaliser cette dernière solution est un peu plus important.

Dans un réseau synchronisé par « horloge maîtresse désignée », les équipements qui assurent le synchronisme sont d'une complexité comparable à ceux qui, dans un réseau asynchrone, indiquent les « remplissages » effectués. Les équipements propres à chaque multiplex échangé sont plus simples dans la solution synchronisée (mémoires tampons) que dans la solution asynchrone. Enfin les équipements qui assurent le choix du rythme de commande dans la solution synchrone ne doivent pas être associés à tous les moyens de transmission dans toutes les stations; seuls doivent être munis de voies numériques indiquant l'origine de leur rythme (paragraphe 2.b.2) les moyens de transmission qui constituent la structure maillée du réseau, les autres (qui constituent des arbres à partir d'un point du réseau maillé) étant simplement commandés par le rythme du réseau maillé.

Dans la solution asynchrone au contraire, tout moyen de transmission susceptible de contenir un multiplex en provenance du réseau maillé doit fonctionner à une fréquence de rythme légèrement supérieure, ce qui exclut toute possibilité de simplification par rapport au cas général, même pour les multiplex qui n'empruntent aucune partie maillée du réseau. De plus, tous les niveaux intermédiaires de multiplexage, doivent être munis de dispositifs de « remplissage ». La solution synchronisée est donc plus économique.

Pour ces raisons, l'Administration française préconise la synchronisation du réseau numérique par « horloge maîtresse désignée ».

3. Définition des multiplex d'ordre supérieur

3.a *Verrouillage de trame des multiplex d'ordre supérieur*

3.a.1 Un multiplex d'ordre supérieur est constitué par un certain nombre de multiplex d'ordre inférieur entrelacés bit à bit ou intervalle de temps par intervalle de temps. Il est donc nécessaire de munir ce multiplex d'ordre supérieur d'une synchronisation de trame permettant de reconnaître les uns des autres les multiplex d'ordre inférieur qui le constituent.

Les méthodes suivantes peuvent être envisagées:

1. Les multiplex d'ordre inférieur sont entrelacés bit à bit après que leurs trames aient été recalées en phase au moyen de mémoires. Les mêmes bits permettent donc à la fois de reconnaître le verrouillage de trame des multiplex d'ordre inférieur et le verrouillage de trame du multiplex d'ordre supérieur.

2. Les multiplex d'ordre inférieur sont entrelacés intervalle de temps par intervalle de temps, après que leurs trames aient été recalées en phase.

3. Les multiplex d'ordre inférieur sont entrelacés bit à bit, un ou plusieurs d'entre eux étant marqués d'un mot caractéristique qui permet de distinguer les uns des autres les constituants du multiplex d'ordre supérieur.

4. Les n multiplex d'ordre inférieur sont entrelacés bit à bit. Un bit supplémentaire est inséré pour kn bits afin de permettre la reconnaissance des n multiplex entrelacés. La fréquence d'un tel multiplex d'ordre supérieur est dans un rapport $n\left(1 + \frac{1}{kn}\right)$ avec la fréquence des multiplex d'ordre inférieur qui le constituent.

3.a.2 *Conclusion* — Dans un réseau national, la constitution de multiplex d'ordre supérieur se fera le plus souvent à partir de multiplex d'ordre inférieur d'origines diverses, et la simplicité des équipements qui constituent le multiplex d'ordre supérieur est impérative. Ceci exclut les solutions 1, 2 et 3. Un multiplex d'ordre supérieur identique à celui de la solution 2 est obtenu économiquement, dans le cas de liaisons point à point, lorsqu'un codeur rapide est utilisé. Ce type de multiplex d'ordre supérieur sera donc strictement réservé à ce cas.

La solution 4 apparaît comme la seule qui permette de constituer économiquement des multiplex d'ordre supérieur.

3.b *Conception strictement hiérarchique des multiplex d'ordre supérieur*

Selon cette conception, il existe des multiplex secondaires, tertiaires, quaternaires... constitués respectivement de n multiplex primaires, p multiplex secondaires, etc., chaque multiplex étant pourvu d'un verrouillage de trame permettant de séparer les multiplex d'ordre inférieur qui le constituent.

Cette conception a des avantages:

— si les équipements qui assurent le passage d'un multiplex d'un moyen de transmission à un autre sont complexes, il y a intérêt à grouper en un même élément tous les multiplex qui ont un trajet commun dans le réseau;

— il est possible d'acheminer les multiplex secondaires, tertiaires... comme des unités autonomes sans se préoccuper de la nature de l'information qu'ils contiennent;

— dans les stations importantes, il est préférable, pour des raisons de simplicité, d'échanger les voies téléphoniques par unité adaptée au trafic.

Les inconvénients de la conception strictement hiérarchique sont:

— la nécessité d'extraire des verrouillages de trame en cascade pour revenir au niveau le plus bas;

— la nécessité de munir, dans la solution asynchrone (paragraphe 2.a) les multiplex de chaque niveau d'un dispositif de « remplissage »;

— le verrouillage de trame des multiplex secondaires, tertiaires, etc. n'étant réalisable de façon simple que par insertion de bit (paragraphes 3.a.1 et 3.a.2), il en résulte que, bien qu'ils soient réalisés à partir de multiplex primaires, les multiplex secondaires, tertiaires, etc. sont à des fréquences qui ne sont pas des multiples entiers de la fréquence du multiplex primaire.

Dans le cas d'un réseau synchronisé, il en résultera une légère complication des équipements qui assurent le synchronisme.

3.c *Conception semi-hiérarchique des multiplex d'ordre supérieur*

Dans un réseau synchronisé, il est possible de réaliser les multiplex d'ordre supérieur de façon moins strictement hiérarchique sans perdre les avantages cités au paragraphe 3.b.

Selon cette conception, tous les multiplex d'ordre supérieur sont constitués par un nombre n de multiplex primaires entrelacés bit à bit, une insertion étant opérée pour permettre de distinguer les n multiplex primaires les uns des autres.

Les valeurs possibles de n sont normalisées:

$$n = 2^p \times 3^q$$

avec p entier quelconque, et $q = 0$ ou $q = 1$.

Cette organisation présente les avantages suivants:

— l'organe grâce auquel un multiplex primaire passe d'un multiplex d'ordre supérieur à un autre étant une simple mémoire tampon de faible capacité, il n'y a pas d'inconvénient économique à réaliser les échanges au niveau du multiplex primaire;

— les multiplexeurs et démultiplexeurs qui forment ou décomposent les multiplex d'ordre supérieur peuvent être munis d'accès aux niveaux correspondant à 2^r fois la fréquence du multiplex primaire. L'interconnexion à ces niveaux (moyennant l'usage d'une mémoire tampon) permet donc d'échanger, entre un multiplex d'ordre supérieur A et un multiplex d'ordre supérieur B, des trains numériques dont la fréquence est 2^r fois celle du multiplex primaire.

Pour que ce type d'interconnexion soit acceptable même si le train échangé est constitué par des multiplex primaires entrelacés, il faut veiller à respecter dans la trame du multiplex B l'ordre que les bits transférés occupaient dans la trame du multiplex A. Ce résultat est obtenu en utilisant une mémoire tampon de 2^{r+1} bits, l'inscription et la lecture dans la mémoire tampon étant contrôlées par les verrouillages de trame des multiplex A et B. En cas de fluctuation de temps de propagation ou de fonctionnement asynchrone de secours, la lecture opère des « sauts » de 2^r bits.

En fait, cette opération consiste à réaliser dans la mémoire tampon l'interconnexion au niveau des multiplex primaires. Cela se traduit pratiquement par très peu de matériel supplémentaire.

Une telle organisation permet donc d'échanger, moyennant l'usage de mémoires tampons convenables, des trains numériques à 2^r fois la fréquence du multiplex primaire, quelle que soit la nature de l'information effectivement contenue dans ces trains numériques.

Le verrouillage de trame des multiplex d'ordre supérieur est assuré par insertion de bit. En imposant un taux d'insertion uniforme quelle que soit la capacité du multiplex supérieur, on obtient des fréquences simplement reliées entre elles; par exemple, l'insertion de 1 bit de synchronisation pour 48 bits d'information permet de constituer des multiplex de $2^p\ 3^q$ multiplex primaires (avec $q = 0$ ou $q = 1$) dont les fréquences sont, avec la fréquence du multiplex primaire, dans le rapport $2^p\ 3^q \left(1 + \frac{1}{48}\right)$.

L'organisation semi-hiérarchique des multiplex d'ordre supérieur conserve donc les avantages de l'organisation hiérarchique, sans présenter les inconvénients énumérés au paragraphe 3.b.

Un compromis entre la conception hiérarchique et semi-hiérarchique consiste à adopter deux niveaux strictement hiérarchisés (multiplex primaire et multiplex secondaire) et à constituer les multiplex d'ordre supérieur en entrelaçant des multiplex secondaires en quantité suffisante. Un tel compromis conserve pratiquement les avantages cités au paragraphe 3.c.

3.d Etant donnés les avantages cités au paragraphe 3.c, l'Administration française préconise:

— la constitution de multiplex secondaires à partir de trois multiplex primaires entrelacés bit à bit, avec un verrouillage de trame par insertion de 1 bit pour 24 bits d'information.

La fréquence d'un tel multiplex secondaire est:

$$6144\left(1+\frac{1}{24}\right)=6400 \text{ kbits/s}$$

Le nombre de trois multiplex primaires est proposé principalement pour trouver une fréquence de répétition commune aux multiplex secondaires formés à partir de multiplex à 24 intervalles de temps ou à 32 intervalles de temps. De plus, cette fréquence de répétition correspond à l'ordre de grandeur nécessaire pour transmettre un groupe secondaire codé;

— la constitution des multiplex d'ordre supérieur par entrelacement bit à bit de n multiplex secondaires,

avec $n = 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48, \ldots$

le verrouillage de trame étant réalisé par insertion de 1 bit pour 48 bits d'information.

Parmi les bits insérés, un sur deux seulement servira au verrouillage de trame, les autres étant réservés à la constitution des voies numériques nécessaires à la synchronisation du réseau (paragraphe 2.b.2).

Seuls les multiplex d'ordre supérieur à deux seront munis de telles voies numériques.

4. Liaisons internationales en M.I.C.

4.a *Généralités*

Les échanges internationaux en M.I.C. se développeront de plusieurs façons:

— entre pays voisins, par des liaisons qui pourront être nombreuses, et de capacité modérée;

— entre continents éloignés, par l'usage de satellites de télécommunications.

Une attention particulière doit être accordée aux liaisons du premier type. En effet, ces liaisons pourront être courtes, et toute simplification des dispositifs d'interconnexion procurera une économie relative non négligeable.

L'interconnexion soulève deux problèmes importants:

— les trains numériques échangés doivent avoir la même fréquence de rythme, au moins en valeur nominale.

— la « synchronisation » – au sens général – des réseaux nationaux concernés doit permettre l'échange des multiplex.

4.b *Fréquence de rythme des multiplex d'ordre supérieur*

4.b.1 *Interconnexions entre pays dont le multiplex primaire est à 2048 kbits/s* — Il est souhaitable que cette concordance soit étendue aux multiplex d'ordre supérieur, et que ces pays adoptent une méthode identique pour constituer les multiplex d'ordre supérieur à partir des multiplex primaires.

4.b.2 *Interconnexions entre pays dont les multiplex de base ont des taux de répétition de 2048 et 1536 kbits/s* — Une fréquence commune ne peut être trouvée qu'au niveau du multiplex secondaire, à condition:

— que les multiplex secondaires soient constitués à partir de trois multiplex primaires à 2048 kbit/s et de quatre multiplex primaires à 1536 kbits/s dans les pays correspondants;

— que le verrouillage de trame du multiplex secondaire soit obtenu par un procédé identique dans les deux pays (par une insertion dans un rapport commun, voir paragraphe 3.a). Le verrouillage de trame du multiplex secondaire proposé au paragraphe 3.d permet également le verrouillage de trame d'un multiplex secondaire fourni par entrelacement de quatre multiplex primaires à 1536 kbits/s.

Si une telle compatibilité est obtenue, les échanges peuvent se faire au niveau du multiplex secondaire soit par accords bilatéraux, dans l'un ou l'autre système national, soit au moyen d'un multiplex secondaire spécial à 96 intervalles de temps (soit 6144 kbits/s) muni d'une insertion dans le rapport $\frac{1}{24}$ pour être amené à la fréquence normale des multiplex secondaires normaux. Un tel multiplex secondaire offre plus de commodité pour une reconversion ultérieure dans l'un ou l'autre système national, mais nécessite une adaptation des systèmes nationaux à l'émission, sauf dans le cas où un codeur rapide traite les 96 voies directement.

Pour plus de commodité lors d'une éventuelle reconversion dans les systèmes nationaux, la signalisation sur le multiplex secondaire doit être inscrite dans un certain nombre d'intervalles de temps réservés à cet usage.

4.b.3 *Interconnexions entre pays dont les multiplex primaires ont des taux de répétition de 2048 et 1544 kbits/s* — La fréquence de répétition du multiplex secondaire (T_2) correspondant à quatre multiplex de base à 1544 kbits/s est de 6312 kbits/s. Pour amener à cette fréquence le multiplex secondaire à 96 intervalles de temps et 6144 kbits/s, il faut pratiquer une insertion de bits dans le rapport $\frac{7}{256}$.

4.b.4 *Multiplex secondaire international* — Il ressort des paragraphes 4.b.3 et 4.b.4 qu'un multiplex secondaire de 96 intervalles de temps (fréquence de répétition de 6144 kbits/s), dont un certain nombre d'intervalles de temps sont consacrés à la synchronisation de trame et à la signalisation, peut servir de base à un système international. Chaque pays peut amener la fréquence de répétition de ce multiplex, par une insertion de bits dans un rapport approprié, à la fréquence de son multiplex secondaire national, ou à une fréquence de répétition admissible pour constituer un multiplex secondaire national.

Dans certains cas, une conversion de code peut être nécessaire pour tenir compte des différentes lois de compression.

4.c « *Synchronisation* » *des liaisons internationales*

L'acheminement dans un réseau national de multiplex secondaires en provenance d'autres pays soulève la question du « synchronisme ».

— Si la liaison internationale n'emprunte que des réseaux asynchrones, ou des réseaux synchronisés entre eux, il n'y a pas de problème.

— Le passage d'un réseau synchronisé à un réseau asynchrone ne soulève pas non plus de problème.

— Le passage d'un réseau asynchrone à un réseau synchronisé nécessite que l'équipement terminal situé dans le réseau asynchrone et le réseau synchronisé fonctionnent à des fréquences suffisamment précises pour qu'une mémoire tampon capable de contenir une trame et située à l'entrée du réseau synchronisé ne donne pas lieu à des pertes d'information excessives.

— Le passage d'un réseau synchronisé à un autre réseau synchronisé (les deux réseaux n'étant pas synchronisés entre eux) nécessite également une bonne précision des fréquences des deux réseaux afin de limiter les pertes d'information dans une mémoire tampon.

La précision exigée pour ces fréquences dépendra surtout de la résistance des informations autres que le téléphone codé voie par voie (données, télévision à bande étroite) aux pertes d'infor-

mation dans les mémoires tampon (pour une information dont la trame ne comporte pas un nombre de bits sous multiple entier de 768, tout « saut » de la mémoire tampon entraînera une perte de verrouillage de trame).

4.d *Conclusion*

L'Administration française propose l'usage, pour les liaisons internationales, d'un multiplex secondaire à 96 intervalles de temps, un ou plusieurs intervalles de temps étant consacrés au verrouillage de trame et à la signalisation.

Une valeur maximale de l'écart de fréquence admissible entre l'inscription et la lecture d'une mémoire tampon de 768 bits doit être définie en fonction de la sensibilité aux pertes d'information des diverses informations susceptibles d'être acheminées dans ce multiplex secondaire.

ANNEXE 3
(à la Question 1/D)

Questions de conception affectant la maintenance des systèmes de transmission numérique
(Contribution de l'American Telephone & Telegraph Company)

1. *Introduction*

Dans les systèmes de transmission numérique réels, la capacité effective d'information dont dispose l'utilisateur est quelque peu inférieure à la capacité théorique d'information de la liaison de transmission. La fraction indisponible sert à des restrictions de codage, pour les opérations suivantes: obtention de la symétrie en courant continu, réduction de la largeur de bande, fourniture d'une quantité minimale d'énergie pour la base de temps (ce qui est particulièrement important quand l'utilisateur est autorisé à injecter des signaux numériques sans limitation), détection d'erreurs isolées et, enfin, opérations telles que verrouillage de trame dans les équipements terminaux et de multiplexage, remplissage par des impulsions et émission de signaux de commande de remplissage. En poussant un peu plus les études, on pourrait étendre ces applications à l'isolement des dérangements et à des alertes données aux équipements terminaux, de manière à fournir pour la maintenance des renseignements plus complets sur l'état du réseau numérique, tant aux centres de maintenance qu'aux stations extrêmes.

Dans la présente étude, on ne se propose pas de présenter un plan de maintenance ou même des principes de maintenance, mais seulement d'analyser les points, touchant la maintenance, dont il faut tenir compte lors de la conception des systèmes. Il y a cependant lieu de souligner la nécessité d'établir des principes et un plan complets de maintenance des réseaux numériques si l'on veut tirer tous les avantages possibles des techniques de transmission numérique.

Pour analyser plus en détail les questions de conception qui affectent la maintenance, on peut décomposer un réseau de transmission numérique en liaisons de transmission numérique, en équipements de multiplexage numérique et en équipements terminaux numériques.

2. *Liaisons de transmission numérique*

La méthode la plus couramment utilisée pour déceler les erreurs dans les liaisons de transmission numérique consiste à surveiller le train d'impulsions numériques reçu pour voir si les restrictions de codage imposées à l'émetteur ont été transgressées. Il existe de nombreux schémas simples de codage de transmission, qui consistent essentiellement à prévoir une correspondance univoque entre les erreurs numériques à occurrence aléatoire et les transgressions des restrictions de codage, pour des taux d'erreurs compris dans l'intervalle considéré. En disposant des contrôleurs de transgression à des intervalles réguliers le long de la liaison de transmission, au lieu de se borner à les disposer à l'équipement terminal récepteur, on peut non seulement déceler les taux d'erreurs numériques excessifs mais aussi repérer avec un certain degré de précision la section en dérangement de

la liaison de transmission numérique. Les contrôleurs de transgression peuvent être conçus de façon à actionner des dispositifs de maintenance dès que le taux d'erreurs a dépassé pendant une durée déterminée un seuil fixé.

La méthode ci-dessus présente l'inconvénient majeur qu'une section en dérangement sur une liaison de transmission numérique déclenche des alarmes de maintenance à chacun des contrôleurs de transgression successifs. On pourrait l'éviter en imaginant un contrôleur de transgression qui supprimerait chaque transgression après l'avoir décelée (à supposer que le schéma de codage de transmission permette une suppression effective), ce qui empêcherait que les contrôleurs suivants décèlent la même transgression. De la sorte, les alarmes de maintenance ne se propageront plus, et la section en dérangement sera ainsi isolée et identifiée. (Il y a lieu de noter que la suppression d'une transgression n'entraîne pas nécessairement la suppression de l'erreur et qu'elle peut au contraire causer une ou plusieurs erreurs additionnelles dans d'autres éléments numériques. Néanmoins, la multiplication du taux d'erreurs par deux ou trois n'est pas un grave inconvénient en comparaison des avantages offerts par la détection et l'isolement automatiques des dérangements.)

Il peut se faire que la suppression des transgressions ne soit pas efficace pour les taux d'erreurs très élevés, et elle ne l'est certainement pas lorsque le signal transmis est complètement perdu. Dans l'un ou l'autre de ces cas, le contrôleur-suppresseur de transgression doit pouvoir, par construction, remplacer le signal défaillant par un nouveau signal transmis, dont les caractéristiques s'opposent au déclenchement des alarmes de maintenance aux contrôleurs suivants, ce qui isole dûment le dérangement.

En résumé, il ressort des alinéas précédents qu'il est souhaitable d'utiliser un code de transmission numérique qui permette de déceler les transgressions de code causées par des erreurs numériques et de supprimer efficacement ces transgressions, et qu'il est souhaitable aussi de réaliser un contrôleur-suppresseur capable de déceler et d'isoler automatiquement les dérangements.

3. *Equipements de multiplexage numérique*

Les multiplex numériques introduisent dans la conception des équipements deux nouveaux aspects qui affectent la maintenance d'un réseau de transmission numérique. Le premier de ces aspects est que les transgressions du code de transmission sont supprimées lorsque le signal traverse un multiplex: d'une part, parce que ce signal est normalement converti, à partir du code de transmission, en un signal d'une forme mieux appropriée au processus de multiplexage ou de démultiplexage, et, d'autre part, parce que les secteurs pour élément numérique, qui sont consécutifs d'un côté d'un multiplex, ne le sont généralement pas de l'autre. En conséquence, pour isoler complètement les dérangements, il est nécessaire de disposer d'un contrôleur de transgression de code à chaque entrée de multiplexage ou de démultiplexage. Il n'est pas nécessaire que ces contrôleurs suppriment les transgressions, puisque l'équipement de multiplexage le fera, et ils peuvent se borner à déceler les transgressions avant que celles-ci soient supprimées au cours du processus de multiplexage ou de démultiplexage.

Le second aspect nouveau est qu'il est souvent impossible de déceler, par la surveillance des transgressions du code de transmission, le mauvais fonctionnement d'un équipement de multiplexage ou de démultiplexage. Ceux-ci sont toujours utilisés par couple mais, du point de vue de la maintenance d'un réseau, l'inaptitude d'un équipement de démultiplexage à traiter convenablement un signal d'entrée a un sens ambigu, puisque cette inaptitude pourrait être l'indice aussi bien du mauvais fonctionnement de l'équipement de démultiplexage ou de l'équipement de multiplexage précédent, que du dérangement d'une certaine section de la liaison de transmission numérique comprise entre eux deux. Pour être complète, la maintenance exige qu'un dérangement soit isolé de façon non ambiguë, cette condition exigeant à son tour que les équipements de multiplexage et de démultiplexage soient contrôlés séparément, éventuellement par une comparaison des entrées et des sorties. (Comme les signaux d'entrée et les signaux de sortie d'un équipement de multiplexage ne sont pas de la même forme, et ne sont donc pas comparables directement, un contrôleur de maintenance peut devoir comporter une sorte de fonction de démultiplexage.)

Pour déceler et isoler automatiquement les dérangements dans les équipements de multiplexage et de démultiplexage, il faut concevoir des circuits de maintenance qui, montés à la sortie ou aux sorties d'un équipement de multiplexage ou de démultiplexage en dérangement, puissent introduire un signal inhibiteur d'alarme de maintenance, du genre de celui qui est mentionné au paragraphe 2, pour empêcher la propagation de l'alarme aux contrôleurs de transgression de code situés en aval.

4. *Equipements terminaux numériques*

Par équipements terminaux numériques, on entend ici les équipements d'entrée et de sortie d'un réseau de transmission numérique, c'est-à-dire des convertisseurs numériques/analogiques, des convertisseurs numériques/numériques et des jonctions transmission/commutation.

Lorsqu'une liaison de transmission numérique ou un équipement de multiplexage tombe en dérangement, des mesures doivent être prises à chaque équipement terminal numérique utilisé par le service ainsi affecté. Ces mesures diffèrent suivant le type d'équipement terminal et le type de service dont il s'agit, mais elles consisteront généralement à empêcher les équipements de commutation d'essayer d'acheminer le trafic sur les voies de transmission qui sont affectées. Pour qu'une mesure puisse être prise, il faut que le terminal soit averti du fait qu'un dérangement s'est produit, malgré l'opération, mentionnée plus haut, d'inhibition de l'alarme de maintenance. On peut le faire en donnant au signal numérique une certaine caractéristique inhabituelle (qui impose des restrictions supplémentaires aux signaux provenant de l'usager qui sont acceptables) ou en retranchant une certaine caractéristique qu'il contient normalement. C'est ainsi que le signal issu du contrôleur-suppresseur de transgression (ou d'une autre source dans le cas d'un dérangement d'un équipement multiplex) doit être tel que les alarmes de *maintenance* soient inhibées dans tous les contrôleurs de transgression subséquents mais que les alarmes de *service* soient enregistrées dans tous les terminaux numériques affectés.

Une caractéristique normalement présente, qu'on pourrait facilement supprimer pour transmettre des alarmes de service, est le signal de verrouillage de trame. Les caractéristiques requises pour le signal issu du contrôleur-suppresseur de transgression, ou du circuit de maintenance en multiplex, sont donc qu'il satisfasse à toutes les restrictions de codage de transmission et qu'il ne contienne pas de signaux de verrouillage de trame d'équipement terminal ou de multiplexage. Un signal possédant ces caractéristiques transmettra bien les alarmes de service tout en supprimant efficacement les alarmes de maintenance.

La suppression des signaux de verrouillage de trame, pour la transmission des alarmes de service, pose deux problèmes mineurs. Le premier est que tous les formats de transmission acceptables doivent contenir des signaux de verrouillage de trame. C'est le cas normalement pour les signaux transmis en multiplexage par répartition dans le temps, mais cela nécessite l'insertion d'un « signal de verrouillage de trame pour la maintenance » spécial dans les formats qui ne contiennent pas de signal de verrouillage de trame de multiplexage (par exemple, quand toute la capacité de la liaison de transmission est occupée par un signal unique, de videotéléphone ou de télévision). En outre, pour que le service ait toute la souplesse voulue, le signal de verrouillage de trame doit être indépendant des caractéristiques du signal de service ou du signal provenant de l'usager.

Le second problème porte sur les jonctions commutation/transmission. Dans certaines conditions, la présence de circuits inoccupés peut entraîner l'absence de signal d'entrée vers une liaison numérique. Les alarmes de maintenance et de service doivent alors être inhibées *l'une et l'autre*, aussi faut-il prévoir des signaux d'entrée, vers toutes les liaisons numériques inoccupées, qui satisfont à toutes les restrictions de codage de transmission (notamment une énergie suffisante pour le rythme) et *aussi* qui contiennent les signaux de verrouillage de trame voulus.

Lorsque des alarmes de service sont enregistrées aux équipements terminaux récepteurs, il est nécessaire aussi que les équipements terminaux à l'origine des voies de service affectées reçoivent notification du dérangement, de façon qu'ils puissent prendre les mesures appropriées. Les équipements terminaux de réception doivent donc transmettre un signal d'alerte aux équipements terminaux de réception émetteurs, sur une liaison de données. Si celle-ci utilise la totalité ou une partie de la liaison de transmission en dérangement, dans le sens de transmission opposé, le signal d'alerte

dans le sens extrémité-origine doit se distinguer facilement du signal d'alerte dans le sens dérangement extrémité. Pour obtenir cette distinction, on peut faire en sorte que le signal extrémité-origine modifie seulement, mais ne supprime pas, le schéma de verrouillage de trame.

Pour faire comprendre brièvement un autre aspect de la maintenance des équipements terminaux numériques, qui mérite d'être mentionné, il suffit de dire que les indications données au paragraphe 3 sur la maintenance des équipements de multiplexage s'appliquent aussi aux équipements terminaux numériques. En particulier, on doit s'efforcer de contrôler séparément le fonctionnement des équipements terminaux d'émission et de réception, au lieu de les considérer à cet égard comme un couple d'équipements.

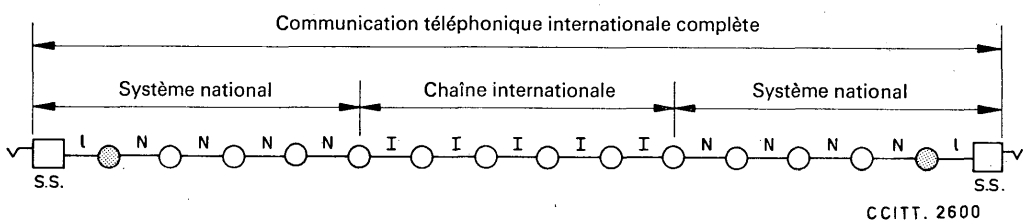
ANNEXE 4
(à la Question 1/D)

Communications nationales et internationales représentatives maximales utilisant des liaisons M.I.C. avec commutation analogique

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

1. *Introduction*

La présente contribution contient un certain nombre de considérations relatives à la constitution d'une communication fictive de référence mondiale, composée de liaisons M.I.C. Nous définissons la liaison comme une ligne de transmission numérique bidirectionnelle terminée à chaque extrémité par des convertisseurs numériques/analogiques servant à faire passer un signal de la forme numérique à la forme analogique (fréquences vocales) pour les besoins de la commutation. On trouvera à la figure 1 le schéma de la communication fictive de référence [1] actuelle du C.C.I.T.T. Celle-ci est constituée par cinq (ou exceptionnellement six) circuits internationaux connectés à chaque extrémité à quatre circuits nationaux. Ce schéma de référence avait été proposé initialement pour des liaisons analogiques. Il s'agit maintenant de savoir s'il peut continuer à être utilisé pour des liaisons de type numérique ou pour des combinaisons de liaisons analogiques et numériques; c'est la question que nous allons examiner plus en détail ci-après.



S.S. = Poste d'abonné
l = Ligne d'abonné
N = Circuit national
I = Circuit international
◎ = Central local
○ = Point de commutation

FIGURE 1. — **Communication internationale représentative maximale**

2. *Evolution des réseaux M.I.C.*

2.1 *Tendances probables*

De nombreux pays ont commencé à installer des systèmes M.I.C. dans leurs réseaux locaux. Actuellement, les Etats-Unis possèdent un grand nombre de systèmes M.I.C. (lignes numériques T1

[1] Tome III du *Livre bleu*, page 3.

reliant des bancs D1) dans les réseaux des grandes villes. A l'origine, les systèmes M.I.C. n'étaient utilisés aux Etats-Unis que pour des communications locales ou comme circuits terminaux de communications interurbaines. Cependant, l'utilisation des systèmes M.I.C. sur des circuits de transmission s'est progressivement révélée intéressante tant du point de vue économique que du point de vue de l'exploitation; c'est pourquoi, après avoir apporté quelques modifications d'assez faible importance dans les bancs D1 en vue d'améliorer la qualité, on a commencé à utiliser les systèmes M.I.C. sur les circuits du bas de la hiérarchie du réseau interurbain aux Etats-Unis. Cette tendance va s'accentuer au cours de ces prochaines années, avec l'introduction des bancs de voie D2 (qualité pour le service interurbain) et des lignes numériques à vitesse intermédiaire T2 (6,3 megabits/seconde sur paires symétriques). Avec la mise en service à partir de 1970, des lignes numériques coaxiales à grande vitesse T4, les liaisons de transmission M.I.C. vont apparaître à tous les niveaux de la hiérarchie du réseau de transmission aux Etats-Unis et au Canada.

L'évolution des réseaux M.I.C. dans d'autres pays se fera probablement de façon semblable et l'on verra tout d'abord apparaître les liaisons M.I.C. dans les réseaux locaux tandis que les liaisons M.I.C. interurbaines à grande distance seront aménagées par la suite, au gré de la demande d'interconnexion des « ilôts » de réseaux M.I.C. locaux. Des liaisons M.I.C. internationales utilisant des lignes et installations de Terre feront probablement leur apparition au même moment que les liaisons M.I.C. nationales à grande distance. La transmission M.I.C. par satellite stimulera l'essor des liaisons M.I.C. nationales et internationales et facilitera également l'établissement de liaisons M.I.C. intercontinentales.

2.2 *Commutation des liaisons M.I.C.*

Actuellement, la commutation de toutes les liaisons M.I.C. est assurée par des commutateurs analogiques. A chaque point de commutation, le signal numérique composite doit être démultiplexé pour être réduit à la vitesse normalisée de ligne la plus basse, et ramené par décodage au nombre correspondant de signaux analogiques à fréquences vocales d'un banc de voies M.I.C. Ces signaux analogiques à fréquences vocales sont acheminés par un commutateur analogique et, si le circuit suivant de la communication est également numérique, ils sont appliqués à un autre banc de voies M.I.C., en vue du recodage. Chacune de ces opérations de décodage/recodage introduit un bruit de quantification supplémentaire qui s'ajoute en puissance au bruit de quantification du codage originel. Ce bruit de quantification additionnel pourrait être éliminé aux points de commutation entre les liaisons numériques par l'introduction de commutateurs numériques, ce qui permettrait d'éviter la conversion numérique-analogique-numérique. La forme la plus souhaitable de commutation numérique serait celle qui permettrait un échange des signaux codés des diverses voies téléphoniques parmi les liaisons numériques qui convergent vers un nœud de commutation, sans qu'il en résulte une altération de quantification supplémentaire.

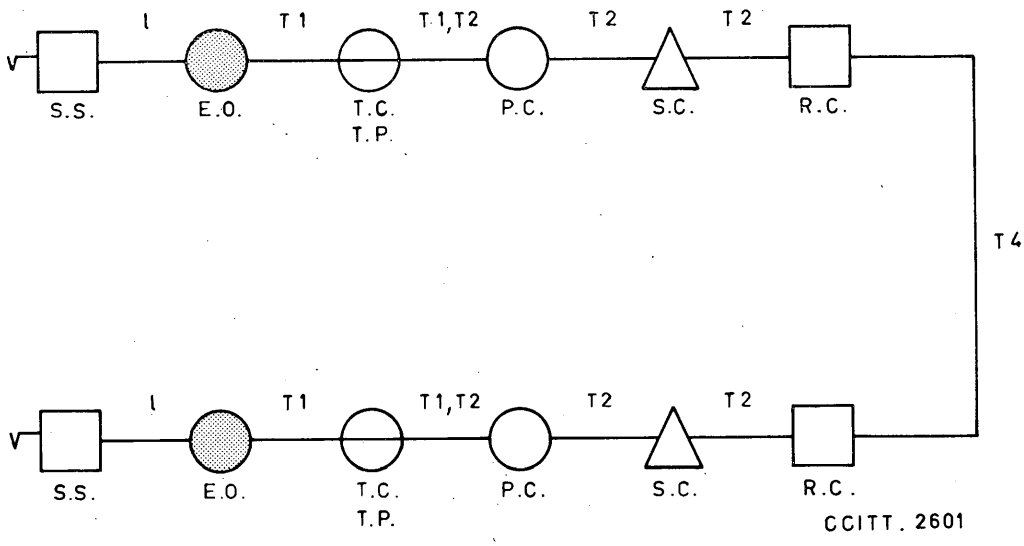
2.3 *Interconnexion de liaisons M.I.C. sans commutation*

Aux points où la commutation n'est pas nécessaire, l'interconnexion entre les liaisons M.I.C. devrait être réalisée numériquement, chaque fois que cela est possible. Evidemment, pendant la période de constitution des réseaux de transmission M.I.C., on trouvera fréquemment des cas où l'interconnexion numérique n'est pas possible sur une artère où les systèmes de transmission M.I.C. n'ont pas encore été installés. Chacune de ces interconnexions analogiques vient ajouter un couple supplémentaire codeur/décodeur et, par conséquent, exerce le même effet que la commutation analogique en ce qui concerne l'altération de quantification supplémentaire.

3. *Communications fictives de référence nationale et internationale*

3.1 *Communication fictive de référence nationale recommandée*

La figure 2 représente une communication interurbaine composée du nombre maximum de circuits en tandem autorisé sur le réseau interurbain des Etats-Unis. Entre deux abonnés, on a un total de 11 circuits, à savoir deux lignes d'abonné, deux circuits locaux reliés au réseau inter-



S.S.	=	Poste d'abonné Traduction de la terminologie américaine	*l* =	Ligne d'abonné (supposée analogique) *Terminologie du C.C.I.T.T.*
E.O.	=	Central terminal		Central local
T.C.	=	Centre de commutation interurbain	}	Centre primaire
T.P.	=	Point de commutation interurbain	}	
P.C.	=	Centre de commutation primaire		Centre secondaire
S.C.	=	Centre de commutation de section		Centre tertiaire
R.C.	=	Centre de commutation régional		Centre quaternaire

FIGURE 2. — **Communication interurbaine nationale maximale composée exclusivement de liaisons M.I.C. (Etats-Unis)**

urbain et sept circuits interurbains. Dans la pratique actuelle, il existe de nombreuses artères à utilisation élevée reliant des centres de commutation dont les ordres, dans la hiérarchie, diffèrent de plus d'une unité. Ces artères à utilisation élevée permettent d'établir la plupart des communications sur un petit nombre de circuits et c'est seulement lorsque toutes les artères à utilisation élevée qui permettraient de racourcir la communication (au point de vue du nombre de circuits en tandem) sont indisponibles qu'une communication maximale, comme celle qui est représentée sur la figure 2, est réellement utilisée. Les études des communications réelles ont montré qu'environ 67% de toutes les communications interurbaines sont établies sur un seul circuit interurbain (au total: cinq circuits) et qu'environ 4% de toutes les communications interurbaines exigent au moins quatre circuits interurbains (au moins huit circuits au total). Le nombre des communications interurbaines utilisant réellement le maximum de 11 circuits ne représente que 1% de l'ensemble des communications.

Actuellement, aux Etats-Unis, des liaisons M.I.C. peuvent être utilisées pour interconnecter des centraux locaux avec des centraux interurbains, des centraux interurbains avec des centres primaires [1] et des centraux interurbains ainsi que des centres primaires [1] avec d'autres centres de même rang. Les liaisons M.I.C. sont également utilisées pour relier des installations d'abonné avec postes supplémentaires à des centraux locaux. Ainsi le nombre maximum de liaisons M.I.C. pouvant être connectées en tandem est de cinq entre des abonnés ordinaires ou de sept entre des abonnés possédant une installation avec postes supplémentaires. (Cela suppose qu'il n'y a pas d'interconnexion analogique de liaisons M.I.C., sauf aux points de commutation.) Dès l'instant où des systèmes

[1] *Note du Secrétariat.* — Centres secondaires selon la terminologie du C.C.I.T.T. (voir la figure 2).

M.I.C. à grande distance seront introduits dans le réseau interurbain, nous en arriverons, entre 1975 et 1980, à un stade où il deviendra possible d'avoir 11 liaisons M.I.C. dans une communication. (Si, en cours de développement du réseau numérique national, il apparaît des lacunes temporaires exigeant des interconnexions analogiques en d'autres endroits que les points de commutation, le nombre maximum de 11 pourrait être dépassé dans des circonstances exceptionnelles.) Aux Etats-Unis, nous n'envisageons pas une hiérarchie de commutation distincte pour les liaisons M.I.C. Ces dernières compléteront mais ne remplaceront pas les liaisons analogiques. En conséquence, dans un avenir prévisible, les liaisons M.I.C. seront commutables soit avec des liaisons analogiques soit avec d'autres liaisons M.I.C. et la probabilité d'un nombre donné de liaisons M.I.C. en tandem sera inférieure à la probabilité d'un même nombre de liaisons de type non spécifié.

Au point de vue de la qualité de transmission, ce qui est important n'est pas le nombre de liaisons M.I.C. dans une communication, mais celui des couples codeur/décodeur. Ces nombres seront normalement les mêmes, à moins qu'on utilise la commutation numérique par répartition dans le temps pour interconnecter les liaisons M.I.C. Ainsi, nous devons examiner l'effet potentiel de la commutation numérique par répartition dans le temps sur le réseau numérique qui sera réalisé. L'idée qui a été utilisée et qui est encore appliquée aux Etats-Unis consiste à développer des systèmes de transmission M.I.C. qui sont compétitifs par rapport aux systèmes analogiques, au point de vue économique et au point de vue de l'exploitation, lorsque ces deux types de liaisons doivent fonctionner avec les commutateurs analogiques existants. En conséquence, les liaisons de transmission M.I.C. peuvent exister dans un milieu dépourvu de commutateurs numériques mais l'inverse n'est pas vrai; c'est-à-dire que des commutateurs numériques spécifiquement destinés à assurer l'échange de voies codées entre liaisons de transmissions M.I.C. ne sont introduits que s'il existe un important réseau de transmission M.I.C. Même si des commutateurs numériques sont mis en service, au rythme actuel de développement du réseau de commutation interurbain des Etats-Unis (à l'heure actuelle, le taux d'augmentation des nouveaux commutateurs automatiques interurbains est égal à 1 % du *nombre* total des commutateurs automatiques interurbains, dans le réseau interurbain), il faudra quelques années avant que l'existence de commutateurs numériques à répartition dans le temps puisse exercer une influence sensible sur la répartition des couples codeur/décodeur M.I.C. en tandem dans les communications interurbaines.

En conséquence, compte tenu des arguments énoncés ci-dessus au sujet des probabilités des différents nombres de liaisons M.I.C. en tandem et les effets éventuels de la commutation numérique, l'A. T. & T. Co. recommande d'adopter une communication fictive de référence nationale contenant huit couples codeur/décodeur M.I.C. en tandem aux fins de l'étude de cette question.

3.2 *Communication fictive de référence internationale recommandée*

Revenant à la figure 1, on considérera tout d'abord la portion nationale d'une communication internationale. Aux Etats-Unis, lorsque l'abonné se trouve dans une région desservie par un centre régional autre que celui qui coïncide avec le centre international pour une communication internationale particulière, on a au maximum cinq circuits nationaux en tandem. Si l'on admet comme précédemment la possibilité d'utiliser des liaisons M.I.C. à tous les niveaux de la hiérarchie interurbaine, vers 1975, on pourrait avoir un maximum de cinq liaisons M.I.C. en tandem dans la portion nationale de la communication, si l'appel provient d'un abonné local, ou de six liaisons M.I.C., s'il s'agit d'une installation d'abonné avec postes supplémentaires.

Cependant, compte tenu de l'extension probable du service automatique pour les communications internationales à tout le territoire des Etats-Unis, il est vraisemblable que l'on établira des faisceaux de circuits spéciaux qui éviteront la hiérarchie de commutation normale et, de ce fait, on peut s'attendre à ne rencontrer que très rarement plus de quatre liaisons M.I.C. en tandem.

L'influence de l'utilisation de circuits par satellite sur le nombre des liaisons internationales d'une communication doit être prise en considération. S'il est vrai que la transmission par satellite contribuera indubitablement à réduire le nombre *moyen* de liaisons dans la partie internationale d'une communication, les restrictions sur l'emploi de liaisons par plusieurs satellites en tandem (dues aux temps de propagation excessifs) combinées à la nécessité d'avoir à commuter des voies

téléphoniques dans certaines stations terriennes (pour augmenter le rendement d'utilisation des voies) pourraient empêcher que l'on obtienne une diminution du nombre maximal des liaisons internationales. L'introduction de liaisons M.I.C. de Terre entre les pays, ainsi qu'entre les centres de commutation internationaux et les stations terriennes, et la transmission M.I.C. sur des circuits par satellite, ouvriront des perspectives de transmission M.I.C. sur toutes les liaisons d'une communication internationale.

En conséquence, pour en revenir à la communication représentée sur la figure 1, nous pouvons nous attendre à avoir finalement un maximum de 13 liaisons M.I.C. dans une communication internationale entre deux abonnés ordinaires ou de 14 et même 15 liaisons M.I.C. entre des installations d'abonné avec postes supplémentaires. Compte tenu des arguments exposés au paragraphe 3.1, au sujet des probabilités des divers nombres de liaisons M.I.C. en tandem (considérant notamment les combinaisons comportant des liaisons analogiques) et des effets probables de la commutation numérique par répartition dans le temps, l'A. T. & T. Co. recommande une communication fictive de référence internationale comprenant 10 couples codeur/décodeur M.I.C. en tandem, aux fins de l'étude de cette question.

4. *Résumé*

Prenant en considération les communications fictives de référence précédemment recommandées, la manière dont les réseaux de transmission M.I.C. vont évoluer, tant sur le plan national que sur le plan international, la nécessité d'une grande facilité d'interconnexion entre les réseaux de transmission analogique et numérique, enfin, l'influence probable de la commutation numérique et de la transmission M.I.C. sur des circuits par satellite, l'A. T. & T. Co. recommande l'adoption des communications fictives de référence suivantes:

une communication fictive de référence nationale comprenant 8 couples codeur/décodeur M.I.C.;

une communication fictive de référence internationale comprenant 10 couples codeur/décodeur M.I.C.

Question 2/D — Equipements terminaux du multiplex M.I.C. de base

(question nouvelle)

Quelles caractéristiques doit-on recommander pour les équipements terminaux du multiplex M.I.C. de base (équipements terminaux de bloc primaire) en tenant dûment compte du fait qu'il est souhaitable de recommander un seul jeu de caractéristiques?

Remarque 1. — Les paramètres suivants sont à spécifier, y compris les tolérances pertinentes, le cas échéant:

1. Fréquence d'échantillonnage;
2. Nombre d'amplitudes quantifiées;
3. Capacité de charge;
4. Loi de compression;
5. Nombre d'éléments binaires par secteur de temps et type de code représentant chaque échantillon quantifié;
6. Nombre de secteurs de temps par trame;
7. Nombre de trames par multitrame;
8. Nombre d'entrées analogiques;
9. Distribution et signification des éléments binaires de signalisation dans la trame et, le cas échéant, dans la multitrame (voir la Question 3/D);
10. Structure de la trame, y compris l'information sur la synchronisation (voir la Question 5/D);
11. Spécification de la jonction à l'entrée et à la sortie analogiques (impédance, niveaux, etc.) et aux accès de signalisation (voir la Question 7/D);

12. Spécification de la jonction pour le signal numérique à la sortie de l'équipement terminal (voir la Question 7/D);

13. Caractéristiques globales de transmission (affaiblissement-fréquence et temps de propagation de groupe-fréquence) de chaque voie M.I.C.;

14. Tolérances et variations par rapport à l'équivalent ou au gain nominal de chaque voie M.I.C. Ces valeurs dépendent uniquement des équipements terminaux. Elles peuvent dépendre non seulement de changements dus à la température, à la tension d'alimentation, au vieillissement, etc., mais peuvent également être fonction du niveau du signal, du fait que la quantification s'effectue par échelons finis et que le codeur et le décodeur ne suivent pas parfaitement.

15. Bruit apparaissant sur la voie analogique. Dans les équipements terminaux, le bruit peut se présenter sous les formes suivantes:

15.1 Distorsion de quantification. La distorsion de quantification théorique est définie par le nombre d'amplitudes quantifiées, la loi de compression, le taux d'échantillonnage et la capacité de charge (points 1 à 4). Dans un système concret, la distorsion de quantification peut être modifiée par toutes causes qui empêchent les échelons de quantification au codeur et au décodeur d'être rigoureusement complémentaires.

15.2 Bruit de voie au repos, dû au bruit thermique, à la gigue du codeur et du décodeur ou à l'amplification de bruit de faible niveau (en particulier à la fréquence d'alimentation et aux harmoniques de cette fréquence) présent avec le signal analogique d'entrée.

15.3 Diaphonie entre voies dans les équipements terminaux, soit dans la partie numérique, soit dans la partie analogique.

15.4 Fréquences parasites apparaissant à l'entrée et à la sortie analogiques, dues au processus d'échantillonnage et à l'affaiblissement fini des filtres passe-bas à l'entrée et à la sortie analogiques.

16. Distorsion de non-linéarité

16.1 La variation de l'affaiblissement avec le niveau du signal, surtout lorsque celui-ci est faible, peut avoir un effet marqué sur la qualité de transmission de la parole quand un certain nombre de circuits M.I.C. sont connectés en cascade aux fréquences vocales.

16.2 De plus, la non-linéarité inhérente au processus de quantification donne lieu à des produits d'intermodulation.

16.3 Pour ces motifs, il est souhaitable de fixer des limites à la variation de l'équivalent en fonction du niveau du signal ainsi qu'aux niveaux relatifs des produits d'intermodulation, car l'on peut être amené à transmettre des signaux multifréquence.

17. Caractéristiques d'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, à l'entrée et à la sortie analogiques.

18. Caractéristiques de qualité de la voie ou des voies de signalisation dans le cas où elles sont séparées de l'entrée analogique des courants vocaux.

19. Précision de l'étalon de fréquence qui commande le taux de répétition des impulsions.

20. Durée minimale des périodes de transmission
   a) interrompue et
   b) mutilée

avant que le système ne cherche à rétablir le verrrouillage de trame. Durée maximale nécessaire pour rétablir l'alignement de trame. (Il peut être souhaitable d'exprimer cette dernière en fonction de la durée de la période de transmission interrompue ou mutilée qui oblige le système à s'efforcer de reprendre le verrouillage de trame.)

Remarque 2. — Il est nécessaire d'examiner les diverses valeurs données dans l'Avis G.711 en tant que valeurs nominales des caractéristiques citées aux points 1 à 6 de la remarque 1. Les études ultérieures auront pour objet de choisir une seule valeur nominale pour chaque caractéristique.

Remarque 3. — L'utilisation de ces signaux pour la transmission de signaux non téléphoniques (données, fac-similé, signalisation multifréquence, etc.) doit être prise en considération. Il convient d'accorder une attention particulière aux points 13, 15 et 16 de la remarque 1 ainsi qu'à l'annexe 6 ci-après.

Remarque 4. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 1/D. Outre les annexes ci-après, on tiendra compte de l'annexe 3 à la Question 3/D. Pour l'étude des points 10 à 20, il faut tenir compte de l'annexe 1 à la Question 5/D.

Remarque 5. — Trois systèmes existent déjà, ou sont en cours d'étude. Ils correspondent aux blocs primaires suivants:

— le bloc primaire A, qui comprend 24 secteurs, assemblés dans une trame de 193 éléments numériques et procure 24 voies téléphoniques;

— le bloc primaire B, qui comprend 24 secteurs, assemblés dans une trame de 192 éléments numériques et procure 24 voies téléphoniques;

— le bloc primaire C, qui comprend 32 secteurs, assemblés dans une trame de 256 éléments numériques et procure 30 voies téléphoniques.

Remarque 6. — Certains aspects du choix des caractéristiques citées aux points 1 à 6 de la remarque 1, y compris la compatibilité des multiplex avec différentes lois de codage, sont traités au titre de la Question 21/XII.

BIBLIOGRAPHIE

[1] RICHARDS, D. L.: Transmission performance of telephone networks containing p.c.m. links (Accepté pour publication dans *Proc. I.E.E.*).

[2] FULTZ, K. E., et PENICK, D. B.: The T1 carrier system; *Bell System Technical Journal*, Volume 44, pp. 1405-1451, septembre 1965.

ANNEXE 1
(à la Question 2/D)

Observations sur le verrouillage de trame concentré
(Contribution de la G. T. & E. – Società Generale di Telefonia ed Elettronica)

On trouvera plus loin les résultats de calcul du temps nécessaire à la reconstitution de la trame, en cas d'adoption d'un caractère de verrouillage de trame concentré de 8 ou de 7 bits. Ces calculs avaient pour but de vérifier si l'emploi d'un caractère de 7 bits est acceptable et ne compromet pas gravement la qualité du système pour ce qui est de la reprise du verrouillage de trame, par rapport à l'emploi d'un caractère de 8 bits. Le bit qui devient alors disponible peut être utilisé pour le service.

La réduction de 8 à 7 bits du schéma de synchronisation rend plus difficile le rétablissement du verrouillage de trame dans l'absolu, car le temps nécessaire à cette opération est plus long; dans la pratique cependant, cet effet paraît acceptable, comme l'indiquent les tableaux 1 et 2.

Le tableau 1 indique la probabilité de rétablissement du verrouillage de trame à la fin des 1re, 2e, etc., trames après le début de la recherche du verrouillage de trame pour des schémas de synchronisation de 7 et de 8 bits, en fonction de la simulation du schéma et sur la base des hypothèses suivantes:

a) les instants auxquels débute la recherche sont répartis avec une probabilité constante dans la première trame;

b) l'assignation des bits est aléatoire dans chaque trame (sauf pour le schéma de synchronisation), avec une égale probabilité de 0 et de 1;

c) le taux d'erreurs est nul.

Le point c est acceptable, les résultats étant plutôt approximatifs, tout au moins jusqu'à un taux d'erreurs de $0{,}5 \times 10^{-2}$.

Le point b est relativement pessimiste; en effet, un choix approprié du schéma de synchronisation permet d'éviter des simulations dans la plupart des opérations de recherche qui affectent même partiellement les secteurs de temps de la voie à l'état de repos. Si l'on admet que chaque voie a une probabilité de 0,5 de se trouver à l'état de repos, on peut estimer qu'une simulation ne se présente que dans 40% des opérations de recherche dans la trame.

Le tableau 2 a été calculé sur la base de cette deuxième hypothèse, pour des caractères de 8 bits et de 7 bits.

En résumé, dans 99% des cas, on prévoit que le rétablissement du verrouillage de trame se fait en moins de 0,5 ms, et il semble que la différence entre les caractères de 8 bits et de 7 bits n'est pas grave si l'on considère encore qu'une durée supplémentaire (pouvant dépasser 1 ms) peut également être nécessaire dans les deux cas pour le rétablissement de la synchronisation de multitrame.

TABLEAU 1

Probabilité de rétablissement du verrouillage de trame en cas de début aléatoire de la recherche et de simulation possible en un point quelconque de la trame

Probabilité de rétablissement du synchronisme avant la fin de la	Caractère de synchronisation de 8 bits	Caractère de synchronisation de 7 bits
1re trame	0,633	0,433
2e trame	0,896	0,728
3e trame	0,976	0,889
4e trame	0,995	0,961
5e trame	0,999	0,988
6e trame	0,9999	0,996

TABLEAU 2

Probabilité de rétablissement du verrouillage de trame en cas de début aléatoire de la recherche et de probabilité de simulation de 40% dans la trame

Probabilité de rétablissement du synchronisme avant la fin de la	Caractère de synchronisation de 8 bits	Caractère de synchronisation de 7 bits
1re trame	0,824	0,689
2e trame	0,978	0,927
3e trame	0,997	0,986
4e trame	0,999	0,997
5e trame	0,9999	0,999

ANNEXE 2
(à la Question 2/D)

Systèmes de multiplexage asynchrones avec synchronisation concentrée

(Contribution de N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie)

1. *Introduction*

Dans la méthode bien connue de remplissage par impulsions (*B.S.T.J.*, volume 44, 1965, pp. 1843-1885), les entrées asynchrones sont appliquées à un multiplex de niveau plus élevé. Ce dernier ajoute les impulsions de remplissage et les supprime au point de démultiplexage. Une autre solution consiste à modifier tout d'abord les signaux d'entrée pour produire un nouveau rythme commun, et à utiliser ensuite un multiplex synchrone. Dans ce cas, les modifications utilisées pour produire l'ajustement de rythme sont signalées à l'extrémité éloignée du multiplex de niveau inférieur, plutôt qu'à l'extrémité éloignée du multiplex de niveau supérieur. On trouvera ci-dessous la description d'une méthode permettant de réaliser cet ajustement de rythme.

Après avoir ajusté les systèmes de niveau inférieur sur un rythme commun, il est possible de les multiplexer ensemble de façon très simple. Dans le cas des systèmes à 32/30 voies décrits, une méthode de multiplexage simple d'un certain nombre de systèmes consiste à entrelacer les mots de n systèmes et à utiliser le secteur de temps du signal de verrouillage de trame de l'un des systèmes (modifié de manière appropriée pour le distinguer de celui des autres systèmes) comme signal de verrouillage de trame du multiplex supérieur.

On peut alors obtenir les avantages suivants:

— rétablissement rapide du synchronisme de multitrame;

— aucun bit de données supplémentaire n'est nécessaire dans un schéma multiplex;
— les différences de rythme peuvent être positives ou négatives;
— une gigue plus forte peut être tolérée à l'entrée.

2. *Description de la méthode de synchronisation*

Il paraît utile de prendre un exemple pour décrire la méthode de synchronisation proposée.

Soit un système à 32/30 voies avec synchronisation concentrée dans un secteur de temps distinct et avec signalisation de sous-multiplexage basée sur quatre fils E/M par voie de conversation dans un autre secteur de temps distinct. Dans ce cas, une multitrame de 15 trames serait suffisante. Néanmoins, on préfère utiliser une multitrame de 16 trames pour obtenir un degré de liberté supplémentaire. Le secteur de signalisation de la dernière trame n'achemine aucune information de signalisation et peut donc être utilisé à d'autres fins.

La voie de synchronisation du système transmet un schéma approprié de 8 bits dans chaque trame paire, aux fins de synchronisation. Les secteurs de temps pertinents des trames impaires de la multitrame contiennent un numéro d'ordre qui qualifie chaque couple de trames. Dans l'exemple choisi, on compte huit couples de trames en sorte qu'il faut réserver 3 bits à cette fin (numéros de couples allant de 1 à 8 compris).

Les 5 autres bits de la voie de synchronisation de toutes les trames impaires sont disponibles pour l'acheminement d'une information spéciale et pour tenir compte des différences de rapidités entre générateurs de rythme. La voie de synchronisation achemine ainsi ses propres informations de données et il n'est pas nécessaire d'utiliser des bits de données supplémentaires comme c'est le cas avec les techniques à remplissage d'impulsions appliquées dans d'autres systèmes multiplex.

Chaque numéro de couple se rapporte directement à une série de sous-voies de signalisation, par exemple:

— le numéro de couple 1 se rapporte aux sous-voies de signalisation 1, 2, 3, 4
— le numéro de couple 7 se rapporte aux sous-voies de signalisation 25, 26, 27, 28
— le numéro de couple 8 se rapporte aux sous-voies de signalisation 29, 30, —, —
(voir la figure 1a).

Dès que le rétablissement du synchronisme est effectué (reconnaissance du schéma *S* dans les trames paires), la trame impaire suivante donne immédiatement une information sur les sous-voies de signalisation figurant dans le secteur de temps de signalisation (compte tenu du numérotage par paires), parachevant ainsi la mise en phase de la multitrame.

La méthode utilisée pour compenser les erreurs de rythme consiste à allonger ou à raccourcir d'un secteur de temps la dernière trame d'une multitrame. Un raccourcissement est possible parce que le secteur de temps de signalisation n'est pas utilisé dans cette trame. De ce fait, la voie 1 peut commencer, selon les besoins, avec un secteur de temps d'avance ou de retard et compenser ainsi la rapidité moindre ou plus grande du générateur de rythme arrivant. (Voir les figures 1b et 1c.)

Les 5 bits inutilisés de la voie de synchronisation (marqués D sur la figure 1) servent à signaler à l'avance la nécessité d'une telle modification. Dans l'exemple choisi, on dispose de huit mots de 5 bits de ce genre pour transmettre cette information mais, dans la pratique, 2 ou 3 présentent une redondance suffisante pour assurer la protection contre les erreurs.

L'un des grands avantages découlant de la possibilité de compenser des différences de rapidité positives ou négatives est que les débits binaires nominaux des divers niveaux du multiplex seront des multiples très simples les uns des autres, ce qui simplifie la construction des générateurs d'impulsions de rythme dans les stations importantes.

De plus, la méthode de synchronisation décrite pour réaliser un schéma de multiplexage simple par entrelacement de mots permet de tolérer à l'arrivée une gigue plus forte que les techniques à remplissage d'impulsions pour les schémas de multiplexage à entrelacement de bits.

3. *Remarques*

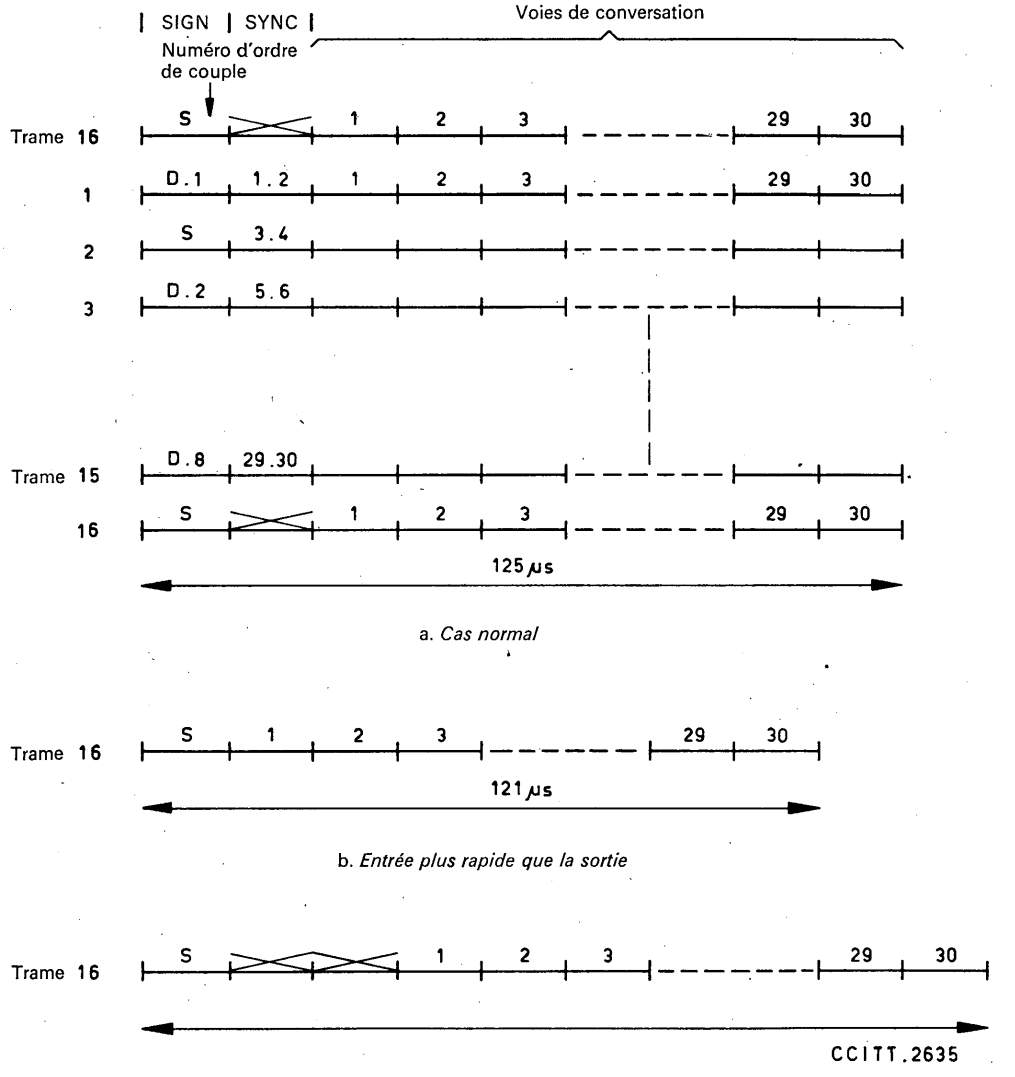
a) La méthode décrite ci-dessus n'est pas nécessairement limitée à l'exemple choisi. Une signalisation sous-multiplexée basée sur deux fils E/M par voie de conversation, par exemple, nécessite une multitrame de huit trames et le numérotage des couples de trames est alors de 1 à 4 inclus.

Le numéro de couple de trames 4 se rapporte alors aux sous-voies de signalisation 25, 26, 27 et 28 de la trame 7 et 29, 30, —, — de la trame 8.

Le décalage dont on peut alors disposer dans la trame 8 est ainsi limité à un demi-secteur de temps, mais le principe n'en est pas affecté.

b) Le même principe peut également être appliqué à des systèmes à 32/31 voies ou à 24/23 voies, sous réserve que la voie disponible soit utilisée pour les signaux de synchronisation concentrés.

c) Bien que, dans la description de ce système, le décalage possible soit égal à un secteur de temps complet, on peut utiliser exactement le même principe avec un décalage d'un seul bit ou d'un nombre quelconque de bits, si besoin est.



S = schéma de synchronisation

D = bits de données

FIGURE 1. — **Exemple de formats de trame**

ANNEXE 3
(à la Question 2/D)

Tableaux des caractéristiques des systèmes M.I.C.

TABLEAU 1

Caractéristiques fondamentales de systèmes M.I.C. [1]

Administration ou organisation	Royaume-Uni	France	République fédérale d'Allemagne	Belgique	(Japon) (N.T.T.)	Pologne
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Capacité de charge[2] dBm	+2	+2	+2	+2	+3	+3
Nombre d'amplitudes quantifiées	128	128	128	256	128	128
Caractéristique de codage	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log $\mu = 100$	[3]
Degré d'approximation	13 seg. rapport des pentes 2	seg. rapport des pentes puissances entières de 2	13 seg. rapport des pentes 2	13 seg. rapport des pentes 2	cont.	[3]
Avantage dû à la compression-extension, dB	24,1	24,1	24,1	24,1	26,8	[3]

Administration ou organisation	Italie	Suède	Finlande (OY NOKIA AB)	Espagne (C.T.N.E.)
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000
Capacité de charge[2] dBm	+2	+2	+2	+2
Nombre d'amplitudes quantifiées	256	256	128	256
Caractéristique de codage	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$
Degré d'approximation	13 seg. rapport des pentes 2	13 seg. rapport des pentes 2	13 seg. rapport des pentes 2	13 seg. rapport des pentes 2
Avantage dû à la compression-extension, dB	24,1	24,1	24,1	24,1

Pour les notes, voir la page suivante.

TABLEAU 1 (fin)

Caractéristiques fondamentales des systèmes M.I.C. [1]

Administration ou organisation	Pays-Bas		Suisse	Etats-Unis		
	Philips	P.T.T.		A.T.T. D 1	A.T.T. D 2	Lenkurt 91 A
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Capacité de charge[2] dBm	+3	+2	+2	+3	+3	+3
Nombre d'amplitudes quantifiées	128	256	243	127	255 [4]	127
Caractéristiques de codage	log $A = 87{,}6$	log $A = 87{,}6$	log	log $\mu = 100$	log $\mu = 100$	log $\mu = 100$
Degré d'approximation	13 seg. rapport des pentes 2	13 seg. rapport des pentes 2	7 seg.	cont.	31 seg. [5]	cont.
Avantage dû à la compression-extension dB	24,1	24,1	19	approx. 26,7	[5] approx. 26,7	approx. 26,7

[1] Il est difficile de décrire la situation actuelle de chaque système, la situation évoluant constamment; certains systèmes sont effectivement en service, d'autres sont étudiés au laboratoire ou soumis à des essais en service, d'autres enfin ne sont encore qu'à l'étude (voir le tableau 3).

[2] La capacité de charge spécifiée dans ce tableau est la valeur théorique. Elle est définie par la grandeur T_{max} (voir la définition).

[3] Pas encore décidé.

[4] En fait, on utilise 8 éléments numériques moins 1/6 utilisé en répartition dans le temps.

[5] Les trois derniers éléments numériques sont linéarisés.

Remarque. — Les définitions des caractéristiques de codage désignées par A, μ, sont les suivantes:

Caractéristique A

$$0 \leq v \leq V/A \quad y = \frac{Ax}{1 + \log A}$$

$$V/A \leq v \leq V \quad y = \frac{1 + \log (Ax)}{1 + \log A}$$

Caractéristique μ

$$y = \frac{\log (1 + \mu x)}{\log (1 + \mu)}$$

Dans ces formules: $x = v/V$ où v est la valeur instantanée de la tension d'entrée,
$y = i/B$ V est la tension d'entrée maximale pour laquelle il n'y a pas de limitation de crête,
i est le rang de l'échelon de quantification à partir du milieu de la gamme,
B est le nombre d'échelons de quantification de part et d'autre du point milieu de la gamme.

TABLEAU 2

Caractéristiques de construction de systèmes M.I.C. [1]

Administration ou organisation	Royaume-Uni	France	République fédérale d'Allemagne	Belgique	(Japon) (N.T.T.)	Pologne
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Secteurs de temps par trame	24	32	32	32	24	24 [2] (25)
Voies par trame	24	31	30 ou 31	30	24	24
Eléments numériques par secteur. Code à la jonction numérique	8 Sym B	7 Sym B	8 Sym B	8 Sym B	8 B	8 B
Débit binaire brut kbit/s	1536	1792	2048	2048	1544	1536 [2] (1600)
Méthode de verrouillage de trame	D	G	G en secteur 32	G en secteur 32	hors trame	D [2] (G)
Méthode de signalisation	1re en secteur	hors secteur M.R.T.	1re en secteur	G (8 bits du secteur nº 16)	1re en secteur	1re en secteur
Trames par multitrame	4	8	4		1	

Administration ou organisation	Italie	Suède	Finlande (OY NOKIA AB)	Espagne (CTNE)
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000
Secteurs de temps par trame	32	32	24 [3]	32
Voies par trame	30	30	24 [3]	30
Eléments numériques par secteur. Code à la jonction numérique	8 Sym B	8 Sym B	8 Sym B	8 Sym B
Débit binaire brut kbit/s	2048	2048	1544 [3]	2048
Méthode de verrouillage de trame	G	G	hors [3] trame	G
Méthode de signalisation	groupée	G	8e en secteur	hors secteur
Trames par multitrame	8	16	1	

TABLEAU 2 (fin)

Caractéristiques de construction de systèmes M.I.C. [1]

Administration ou organisation	Pays-Bas		Suisse	Etats-Unis		
	Philips	Admin.		A.T.T. D 1	A.T.T. D 2	Lenkurt 91 A
Taux d'échantillonnage	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Secteurs de temps par trame	24	96 (128)	32	24	24	24
Voies par trame	24	90 (120)	30	24	24	24
Eléments numériques par secteur.	8	8	10	8	8	8
Code à la jonction numérique	Sym B	Sym B	T	B	Sym B sans inversion d'un élément numérique sur deux	B
Débit binaire brut kbit/s	1536	6144 (8192)	2560	1544	1544	1544
Méthode de verrouillage de trame	déroga-tion bipolaire	G	G	hors trame	hors trame	hors trame
Méthode de signalisation	8e en secteur	hors secteur	hors secteur	8e en secteur	8e en secteur	8e en secteur
Trames par multitrame	8	4	16	1	6/12	1

Légende:

Méthode de synchronisation de trame: D = répartie; G = concentrée.
Codes: B = bivalent direct; Sym B = bivalent symétrique; T = bivalent codé ternaire.

Remarque:

Signalisation: en secteur = 1 impulsion dans le même secteur de temps que la parole;
hors secteur: = impulsions groupées dans un secteur de temps.

[1] Il est difficile de décrire la situation actuelle de chaque système, la situation évoluant constamment; certains systèmes sont effectivement en service, d'autres sont soumis à des essais de laboratoire ou à des essais en service, d'autres enfin ne sont encore qu'à l'étude.

[2] Des changements ont été introduits en vue de faciliter la normalisation; les valeurs initiales figurent entre parenthèses.

[3] On étudie actuellement le système à 32 secteurs de temps, avec l'influence que cela implique sur ce paramètre.

TABLEAU 3

Situation actuelle des systèmes M.I.C.

	Royaume-Uni	R. F. d'Allemagne	(Japon) (N.T.T.)	Italie[1]	Suède (LME)	Finlande (OY NOKIA AB)	Espagne (CTNE)	Pays-Bas		Suisse	Etats-Unis d'Amérique		
								Philips	PTT		ATT D1	ATT D2	Lenkurt 91 A
SITUATION ACTUELLE	1. SPEC. 2. SYS. DEV. (1968) 16 000-1968	1. SPEC. STUDY 2. EXPL.	SYS. DEV. (1965) 17 000-1967 25 000-1968	1. SPEC 2. SYS. DEV. (1964) 2400-1967 2400-1968	EXPL.	SYS. DEV. (1969)	SPEC. STUDY	SYS. DEV. (1969)	EXPL.	SYS. DEV. (1969) 200-1969	SYS. DEV. (1962) 130 000-1968	SYS. DEV. (1969)	SYS. DEV. (Janv. 1968) 7000-1968

Définitions des abréviations employées

SPEC. — spécification établie par l'administration

SPEC. STUDY — spécification en cours d'étude par l'administration

SYS. DEV. — système mis au point ou en cours d'étude

(date) — date de mise en service commercial du premier système de fabrication industrielle (taux de production en nombre de voies bilatérales par an — année considérée)

EXPL. — système à l'étude ou en cours de mise au point exploratoire

[1] Les nombres indiqués ci-dessus ne concernent pas les exportations.

ANNEXE 4
(à la Question 2/D)

Extraits du rapport du sous-groupe de travail « Caractéristiques fondamentales des équipements terminaux M.I.C. »
(Réunion de Genève, mars 1968)

Caractéristique de codage

La caractéristique de codage peut être choisie de manière à incorporer le nombre d'amplitudes quantifiées, la loi de compression et la capacité de charge.

Un certain nombre d'organisations ont exprimé leur préférence pour un codage basé sur 7 ou 8 éléments binaires pour chaque échantillon, ces préférences étant basées sur la prise en considération d'un certain nombre de facteurs, notamment les possibilités de développement des réseaux M.I.C. intégrés, la place des liaisons M.I.C. dans les communications et la nécessité de la compatibilité entre caractéristiques de codage (voir les appendices 1, 2 et 3). L'étude de ce point se poursuit. La capacité réelle d'information de la voie peut être quelque peu inférieure à la capacité théorique parce que, occasionnellement, un élément binaire peut être affecté par avance à la signalisation, parce que certaines valeurs de code ne sont pas utilisées afin de réduire les risques d'apparition de chaîne de zéros dans le signal numérique à multiplexage par répartition dans le temps ou pour d'autres raisons.

La loi de compression A avec 13 segments et + 2 dBm0 est préférée par les administrations européennes et est appliquée dans un certain nombre de pays. La loi μ avec une capacité de charge de + 3 dBm0 est préférée et appliquée par le Japon et dans le réseau Nord américain. La loi μ avec 31 segments est préférée par l'A. T. & T. pour les communications internationales et son application est en cours de mise au point définitive par l'A. T. & T.

La Commission XII, dans le cadre de la Question 21/XII, procède à l'évaluation de la qualité pour diverses caractéristiques de codage pour la transmission de la parole. Afin de préciser la portée des études demandées à la Commission XII, le Sous-Groupe et la Commission XV ont indiqué un nombre restreint de caractéristiques de codage et des propositions précises de communications fictives de référence.

Il faut procéder à une nouvelle évaluation de l'effet exercé par les caractéristiques fondamentales de codage et par les caractéristiques principales de fonctionnement des équipements terminaux M.I.C. sur la transmission de signaux de données et de signaux télégraphiques dans la bande des fréquences vocales. L'annexe 5 étudie certains des facteurs qu'il conviendrait de prendre en considération. Il faut également étudier les caractéristiques qui se rapportent à l'introduction directe de signaux de données dans le train de signaux numériques formé dans l'équipement terminal de codage-multiplexage du groupe primaire M.I.C.

Il a été convenu que, en principe, les caractéristiques de codage doivent être optimalisées pour la transmission de la parole. Cependant, les organisations intéressées devraient être informées des effets éventuels exercés par ces caractéristiques et par d'autres caractéristiques de fonctionnement importantes sur la transmission de signaux de données et de signaux télégraphiques.

APPENDICE 1 (à l'Annexe 4)

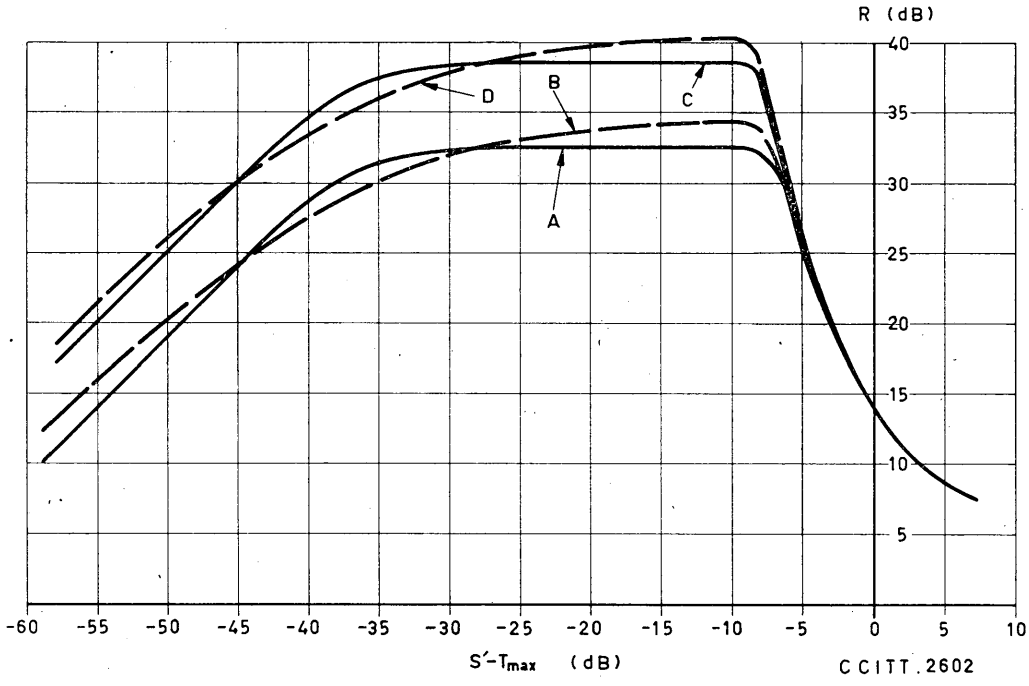
Compatibilité entre codeurs et décodeurs M.I.C.
(Contribution de l'Administration du Royaume-Uni)

1. *Introduction*

Pour un type donné de système M.I.C., il y a une adaptation rigoureuse entre les caractéristiques du codeur et celles du décodeur. Le rapport signal/distorsion, R dB, produit par un tel

système adapté est, si l'on néglige les erreurs de transmission, déterminé par la caractéristique de compression utilisée et par la précision du codeur et du décodeur [1]. Il importe que les amplitudes quantifiées, w_i, à la sortie du décodeur soient proportionnelles aux amplitudes au milieu des sous-gammes correspondantes du codeur, soit $w_i = (v_i + v_{i-1})/2$. Dans un système réel, les amplitudes quantifiées peuvent présenter de légers écarts par rapport à leurs valeurs nominales, en raison d'erreurs introduites par le décodeur. Toutefois, des mesures effectuées avec un système réel montrent que l'on peut obtenir un fonctionnement s'approchant assez bien du fonctionnement théorique prévu.

On constate actuellement un développement de l'emploi des procédés de transmission des signaux par les méthodes numériques et, avec l'introduction de la commutation numérique dans les centraux électroniques, il faudra veiller à ce qu'un codeur puisse fonctionner en association avec un décodeur quelconque, et cela de façon satisfaisante. En général, un codeur utilisant une caractéristique de compression donnée sera incompatible avec un décodeur ayant une caractéristique différente, la conséquence étant que l'on aura une augmentation importante de la distorsion de non-linéarité. Cependant, si l'on procède à un recodage des groupes d'éléments numériques fournis par le codeur, il sera possible d'obtenir pour le système un fonctionnement bien meilleur que sans recodage. Nous étudierons deux combinaisons de façon assez détaillée – la *combinaison 1*: codeur à 7 éléments numériques avec $A = 87{,}6$ et caractéristique à 13 segments, associé à un décodeur à



A: A = 87,6, 13 segments, 7 éléments numériques
B: μ = 100, caractéristique continue, 7 éléments numériques
C: A = 87,6, 13 segments, 8 éléments numériques
D: μ = 100, 31 segments, 8 éléments numériques

FIGURE 1a. — **Valeurs de R pour des systèmes adaptés**

[1] La valeur de R dépend également de la nature du signal d'entrée; nous supposerons que ce signal obéit à une fonction de densité de probabilité gaussienne.

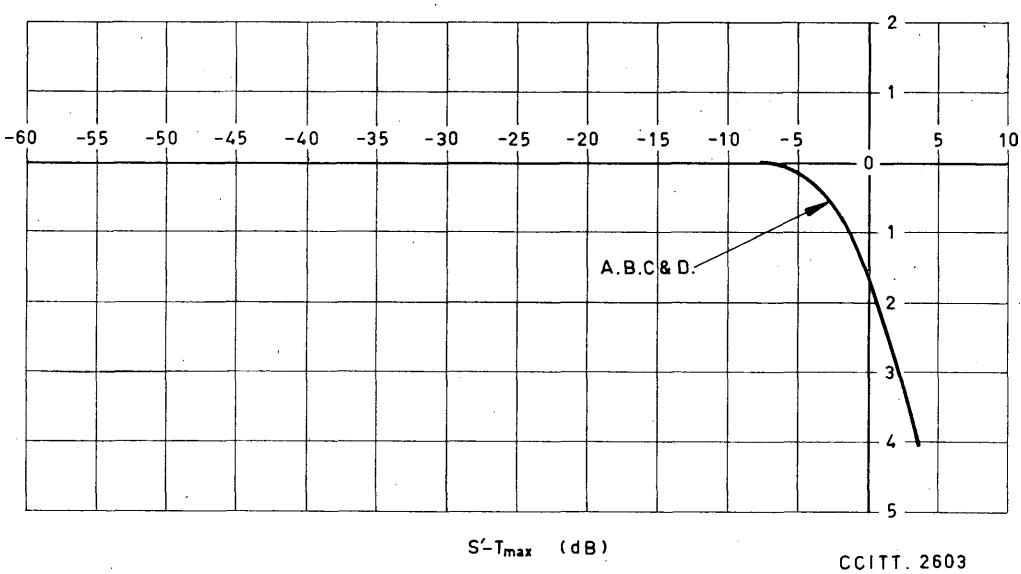
7 éléments numériques avec $\mu = 100$ et *combinaison 2*: codeur à 7 éléments numériques avec $\mu = 100$, associé à un décodeur à 7 éléments numériques avec $A = 87{,}6$ et caractéristique à 13 segments. On trouvera également dans le présent appendice un certain nombre de résultats correspondant à d'autres combinaisons de systèmes.

2. *Considérations générales*

Nous supposons que le taux d'échantillonnage est de 8000 par seconde et que le signal numérique appliqué au décodeur est identique à celui qui est fourni par le codeur. Nous supposons d'autre part que le spectre des produits de distorsion de quantification est uniforme dans toute la bande de 0 à 4 kHz, mais que le signal transmis n'occupe que la bande de fréquence 300-3400 Hz; en conséquence, les courbes R et Q ont été modifiées pour s'appliquer à un système ayant une largeur de bande de 3,1 kHz. Nous admettons d'autre part que la valeur de T_{max}, est la même pour les deux systèmes [1]. On a utilisé pour les calculs un signal d'essai à répartition gaussienne.

3. *Systèmes adaptés*

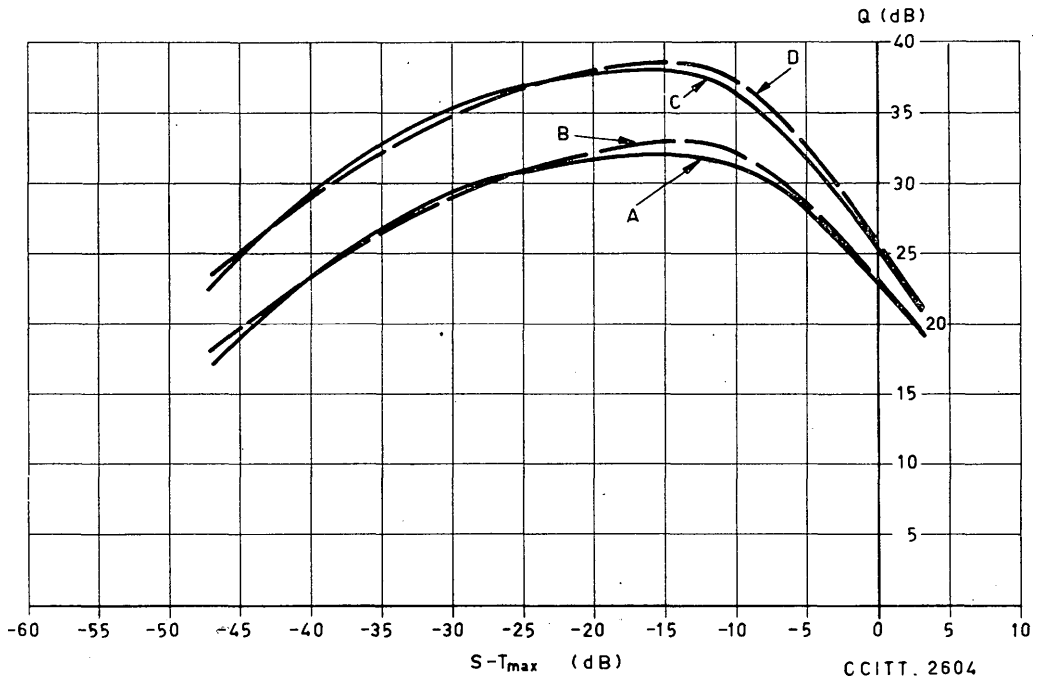
La valeur de la distorsion de quantification est donnée par les courbes R de la figure 1a; la caractéristique d'affaiblissement en fonction du niveau à l'entrée (courbes L) est représentée dans la figure 1b. L'effet subjectif estimé de ces caractéristiques est représenté par les courbes Q de la figure 1c. On trouvera ailleurs une étude sur la relation qui existe entre le coefficient Q et la qualité subjective.



A: A = 87,6, 13 segments, 7 éléments numériques
B: μ = 100, caractéristique continue, 7 éléments numériques
C: A = 87,6, 13 segments, 8 éléments numériques
D: μ = 100, 31 segments, 8 éléments numériques

FIGURE 1b. — **Valeurs de L pour des systèmes adaptés**

[1] Si la valeur de T_{max} est différente pour le codeur et le décodeur, le bruit effectif dans une voie au repos est déterminé par le décodeur; voir le paragraphe 5.



A: A = 87,6, 13 segments, 7 éléments numériques
B: μ = 100, caractéristique continue, 7 éléments numériques
C: A = 87,6, 13 segments, 8 éléments numériques
D: μ = 100, 31 segments, 8 éléments numériques

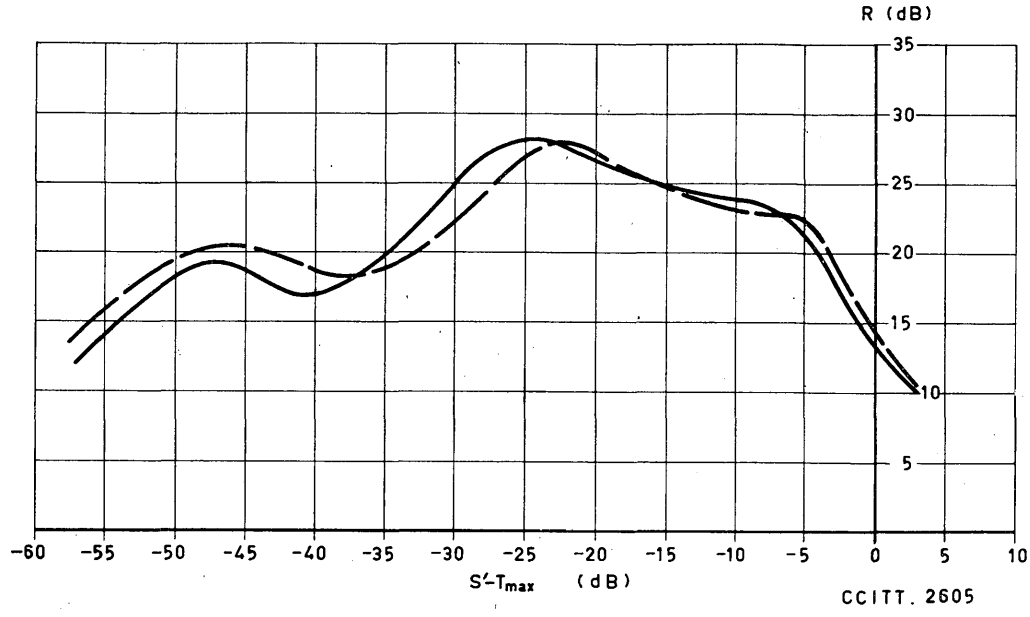
FIGURE 1c. — **Valeurs de Q pour des systèmes adaptés**

4. *Systèmes non adaptés*

Les figures 2 a, b, c contiennent respectivement les courbes R, L et Q pour les combinaisons 1 et 2. On voit que les combinaisons 1 et 2 ont des caractéristiques de fonctionnement presque identiques, mais qu'elles introduisent une très importante réduction de qualité par rapport à ce qu'on obtient avec des systèmes adaptés.

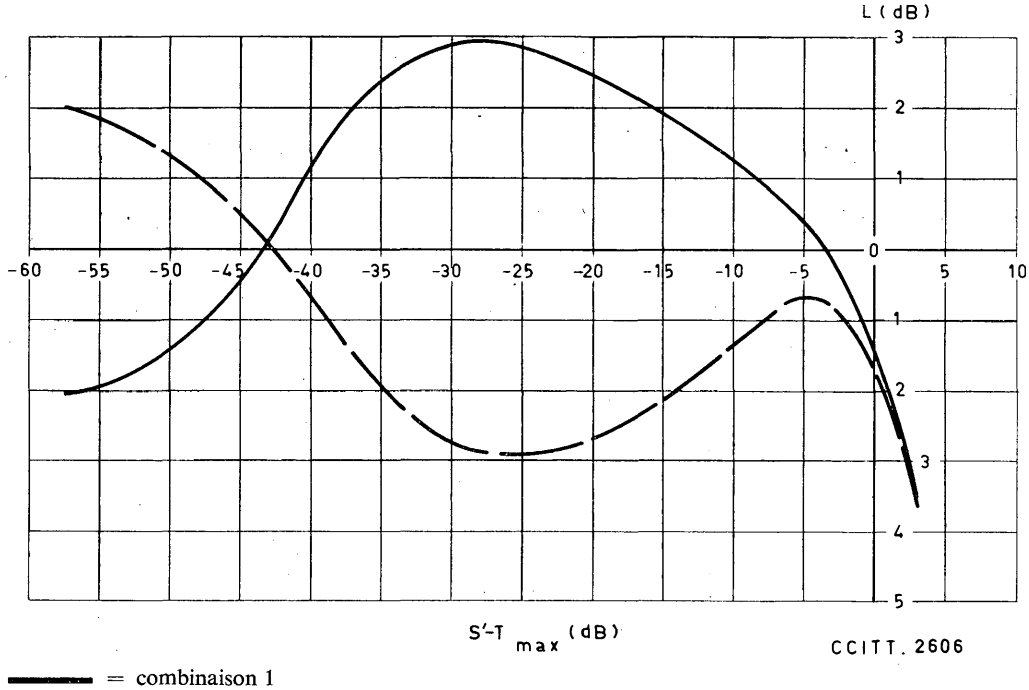
En comparant les figures 1c et 2c, on voit que Q a subi une diminution de l'ordre de 6 à 7 dB par rapport aux systèmes adaptés, dans la gamme moyenne des volumes vocaux à l'entrée. La gamme de volumes vocaux pour laquelle Q est supérieure à 22 dB se trouve ramenée de 40 dB à 20 dB. La qualité des combinaisons 1 et 2 est telle que celles-ci ne sauraient être admises, sauf dans des circonstances exceptionnelles. La figure 3 représente l'erreur sur les amplitudes quantifiées de la combinaison 1, en fonction des amplitudes quantifiées désirées, w_i. L'erreur est exprimée en valeur réduite par rapport à la hauteur de l'échelon h_i du codeur à 13 segments; on voit que la valeur de crête de l'erreur est 730 %, avec une moyenne de l'ordre de 250 %.

Il est possible de remédier dans une très large mesure au défaut d'adaptation, si les amplitudes quantifiées qui doivent être représentées par les signaux codés transmis peuvent être remplacées par des amplitudes quantifiées choisies parmi celles qui sont disponibles à la sortie du décodeur; à cet effet, on choisit celles de ces amplitudes qui sont les plus voisines des amplitudes quantifiées désirées. Cela implique que l'on doit éliminer complètement certaines des amplitudes disponibles et en utiliser d'autres plusieurs fois. Toutefois, pour un grand nombre de lois usuelles de compression-extension, le processus de sélection est relativement systématique. (Il faut qu'il y ait des ressemblances très marquées si l'on veut pouvoir traiter économiquement des gammes similaires de volumes vocaux.) Dans ces conditions, il est possible de réaliser le processus de sélection en ayant recours à un recodage des groupes d'éléments numériques, par application d'un ensemble relative-



= combinaison 1
= combinaison 2

FIGURE 2a. — **Valeurs de *R* pour les combinaisons 1 et 2**



= combinaison 1
= combinaison 2

FIGURE 2b. — **Valeurs de *L* pour les combinaisons 1 et 2**

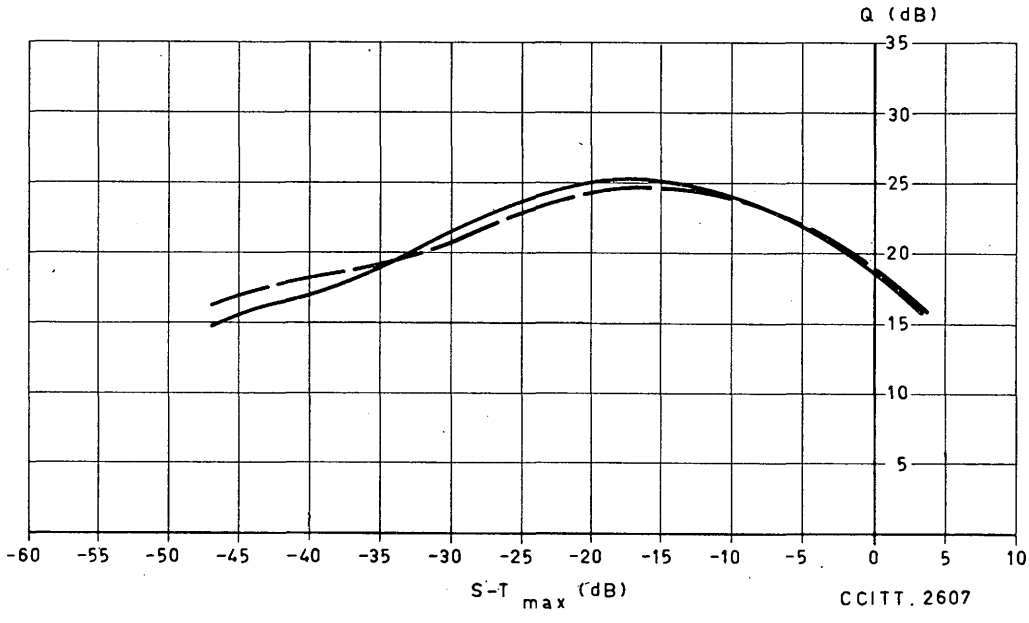


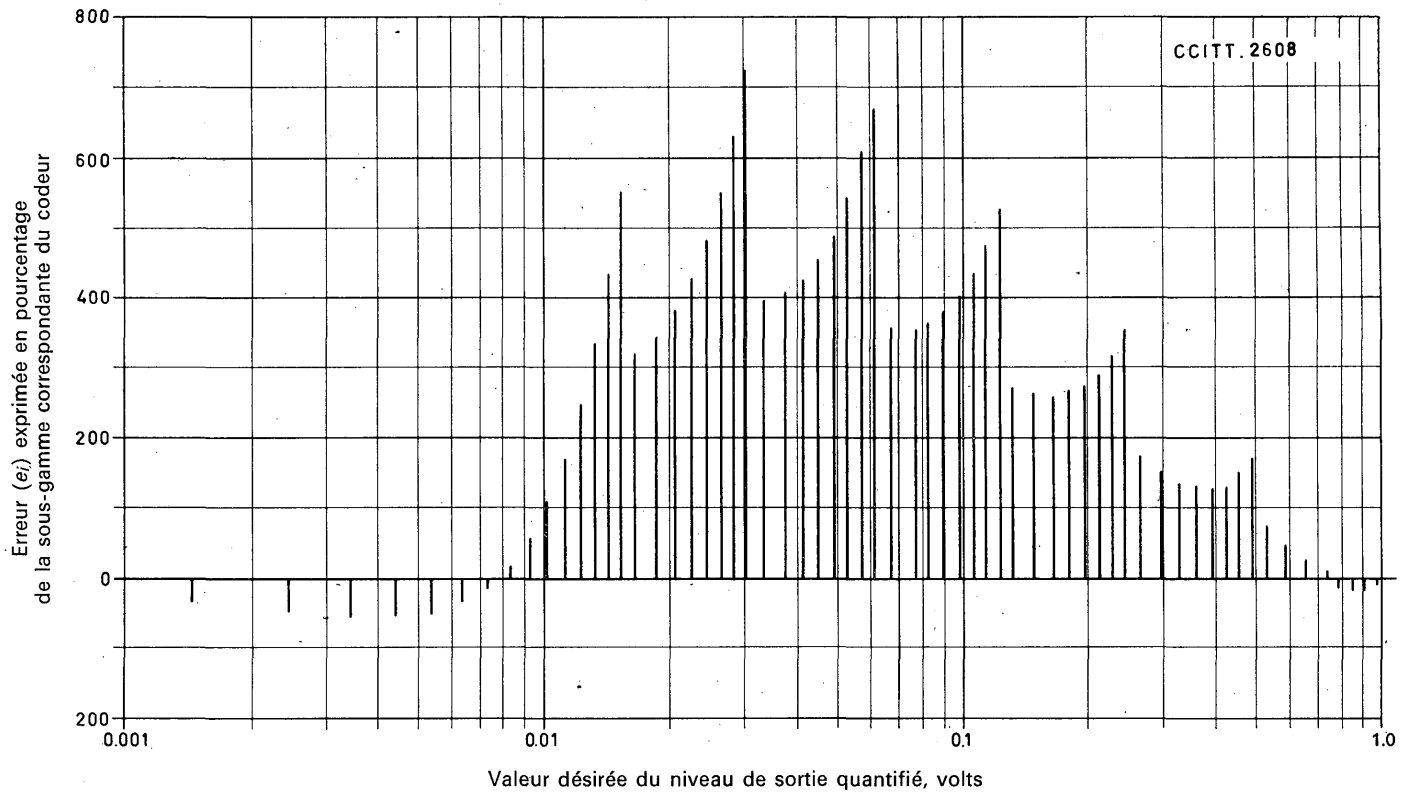
FIGURE 2c. — **Valeurs de Q pour les combinaisons 1 et 2**

ment simple de règles. Le tableau 1 indique, pour des amplitudes positives seulement, les règles à appliquer pour faire le recodage dans les deux cas de désadaptation des combinaisons 1 et 2; ces règles sont exprimées par le nombre qu'il faut ajouter au groupe d'éléments numériques fourni par le codeur, ou par le nombre qu'il faut retrancher de ce groupe [1]. On a des règles identiques pour les amplitudes négatives, puisque la seule différence réside dans l'élément numérique de signe.

On voit que, pour les cinq amplitudes les plus élevées, aucun changement n'est nécessaire et que, pour les 12 amplitudes les plus basses, il suffit d'introduire un petit nombre de modifications mineures, portant sur un seul élément numérique; en pratique, on pourrait même se dispenser de faire ces modifications. Pour toutes les autres amplitudes, il suffit d'ajouter ou de retrancher un nombre compris entre 1 et 4. Toutefois, les points où des modifications doivent être apportées aux nombres n'obéissent pas à une loi simple; dans certains cas, il faut reconnaître la totalité des six derniers éléments numériques du groupe avant de pouvoir commencer l'addition ou la soustraction.

Les groupes d'éléments numériques émis par le codeur sont transmis en ligne sous forme série. On peut adopter une structure simplifiée pour les circuits de recodage si le signal numérique subit

[1] Pour plus de simplicité, on a supposé que le code en ligne est un code bivalent symétrique.



Erreur (e_i) exprimée en pourcentage de la sous-gamme correspondante du codeur
Valeur désirée du niveau de sortie quantifié, volts

$$e_i = \frac{w'_i - w_i}{h_i} \times 100\ \%$$

FIGURE 3. — **Erreur (due à la désadaptation) sur les amplitudes quantifiées pour la combinaison 1**

TABLEAU 1

Règles de recodage pour les combinaisons 1 et 2

Amplitude quantifiée (plage positive seulement)	Groupes d'éléments numériques transmis les 6 derniers d'un groupe de 7 éléments numériques	Nombre à ajouter pour obtenir la meilleure adaptation		Amplitude quantifiée (plage positive seulement)	Groupes d'éléments numériques transmis (les 6 derniers d'un groupe de 7 éléments numériques)	Nombre à ajouter pour obtenir la meilleure adaptation	
		sens de μ vers A	sens de A vers μ			sens de μ vers A	sens de A vers μ
$i = 1$	000000	0	0	$i = 33$	100000	+4	−4
2	000001	0	0	34	100001	+4	−4
3	000010	0	0	35	100010	+4	−4
4	000011	0	+1	36	100011	+4	−4
5	000100	−1	+1	37	100100	+4	−4
6	000101	−1	+1	38	100101	+4	−4
7	000110	0	0	39	100110	+3	−4
8	000111	0	0	40	100111	+3	−4
9	001000	0	0	41	101000	+3	−4
10	001001	0	0	42	101001	+3	−4
11	001010	+1	0	43	101010	+3	−3
12	001011	+1	−1	44	101011	+3	−3
13	001100	+2	−1	45	101100	+3	−3
14	001101	+2	−1	46	101101	+3	−3
15	001110	+3	−2	47	101110	+3	−3
16	001111	+3	−2	48	101111	+2	−3
17	010000	+3	−3	49	110000	+2	−3
18	010001	+3	−3	50	110001	+2	−3
19	010010	+3	−3	51	110010	+2	−2
20	010011	+4	−3	52	110011	+1	−2
21	010100	+4	−3	53	110100	+1	−1
22	010101	+4	−3	54	110101	+1	−1
23	010110	+4	−4	55	110110	+1	−1
24	010111	+4	−4	56	110111	+1	−1
25	011000	+4	−4	57	111000	+1	−1
26	011001	+4	−4	58	111001	+1	−1
27	011010	+4	−4	59	111010	0	−1
28	011011	+4	−4	60	111011	0	0
29	011100	+4	−4	61	111100	0	0
30	011101	+4	−4	62	111101	0	0
31	011110	+4	−4	63	111110	0	0
32	011111	+4	−4	64	111111	0	0

une conversion série/parallèle avant le recodage. La figure 4 représente le schéma de principe du circuit logique nécessaire au recodage, dans le cas du passage de la forme parallèle à la forme parallèle; ce circuit s'applique à la combinaison 2, mais on aurait un circuit assez semblable pour la combinaison 1. Les figures 5 a, b et c représentent les courbes R, L et Q que l'on obtient après avoir appliqué ce recodage; on voit qu'une amélioration très appréciable a été introduite. La figure 6 montre comment le recodage modifie le pourcentage d'erreur sur w_i.

Pour obtenir l'amélioration illustrée par les figures 5 et 6, les étages des circuits logiques de recodage qui ont pour fonction de reconnaître la combinaison de code doivent parfois reconnaître des groupes qui contiennent 6 éléments numériques. On peut simplifier les circuits en acceptant de

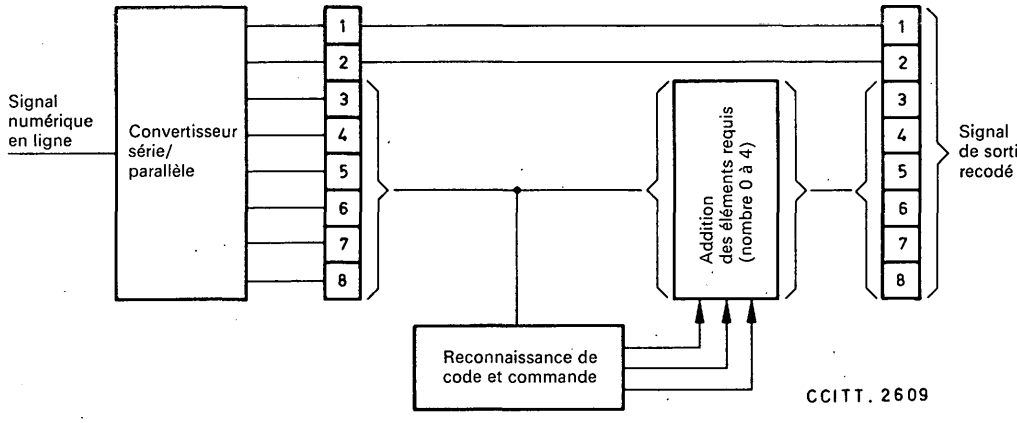


FIGURE 4. — **Circuit de recodage nécessaire pour la combinaison 2**

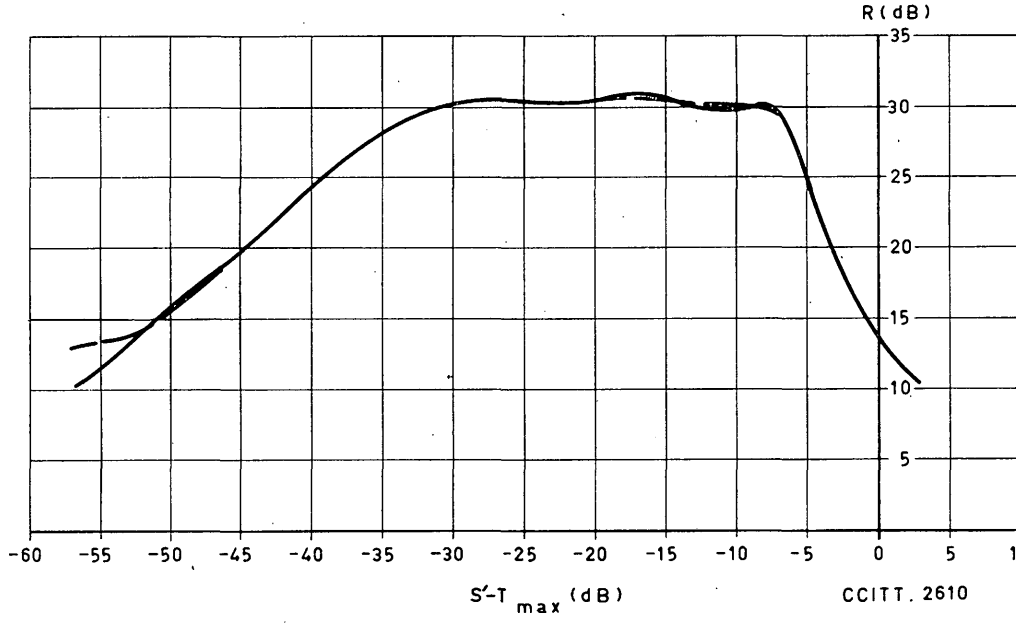
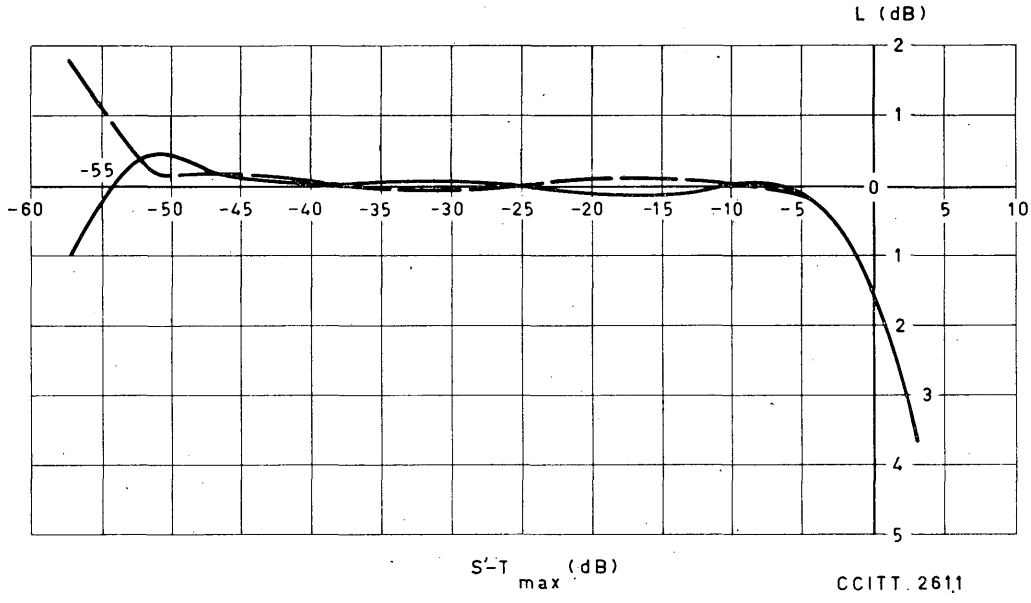
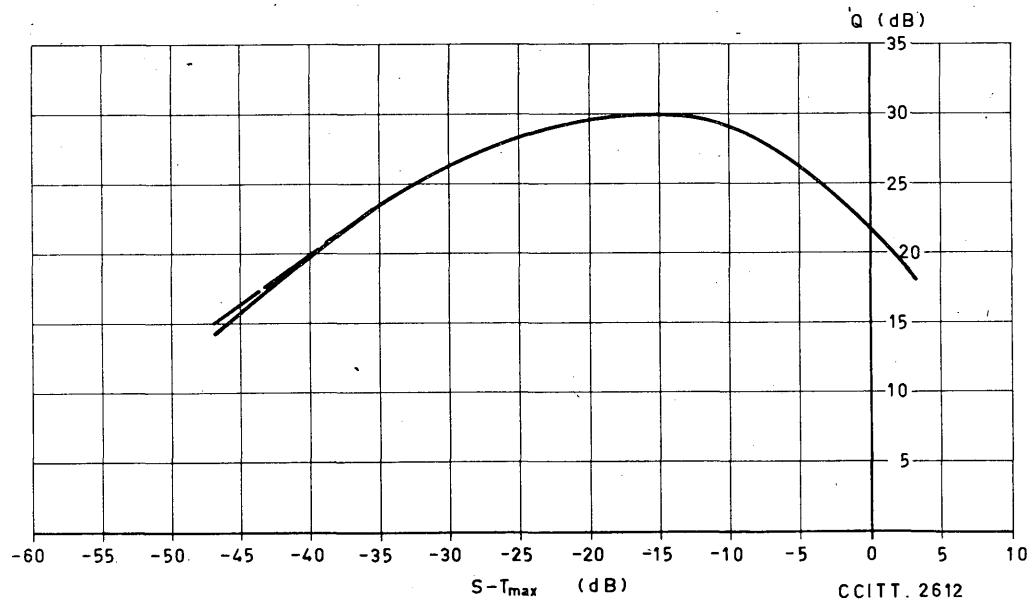


FIGURE 5a. — **Valeurs de *R* pour les combinaisons 1 et 2, avec recodage**



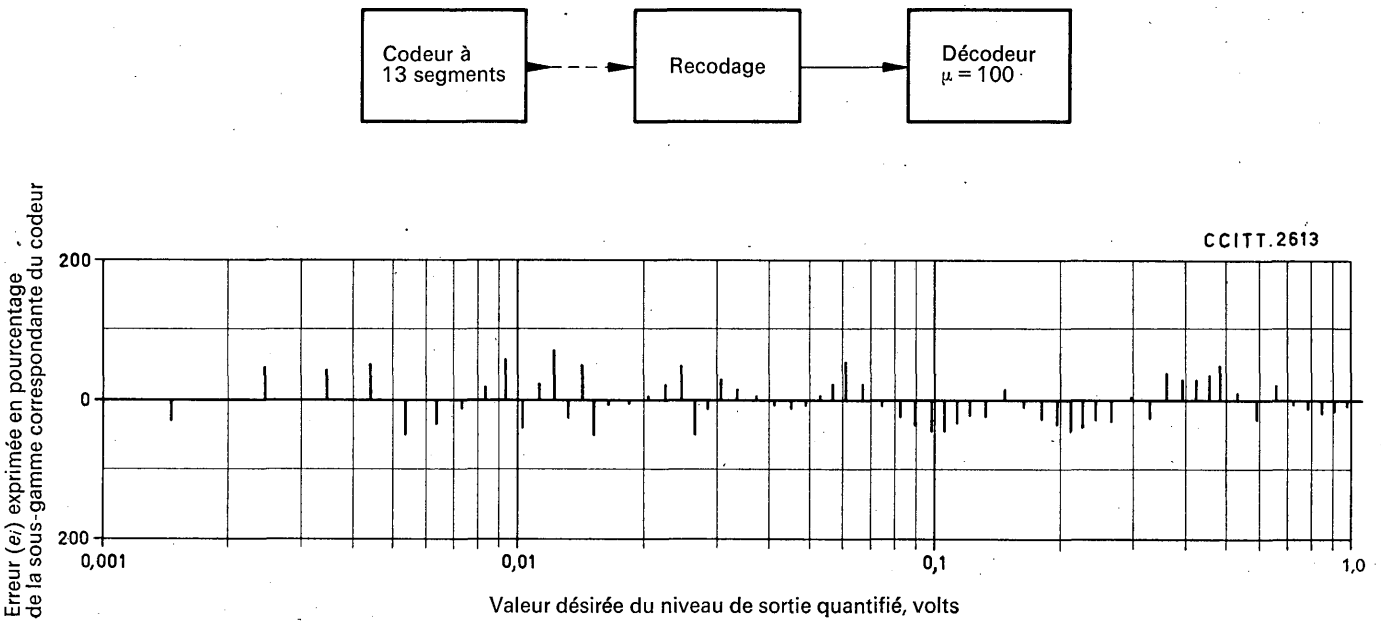
= combinaison 1
= combinaison 2

FIGURE 5b. — **Valeurs de L pour les combinaisons 1 et 2, avec recodage**



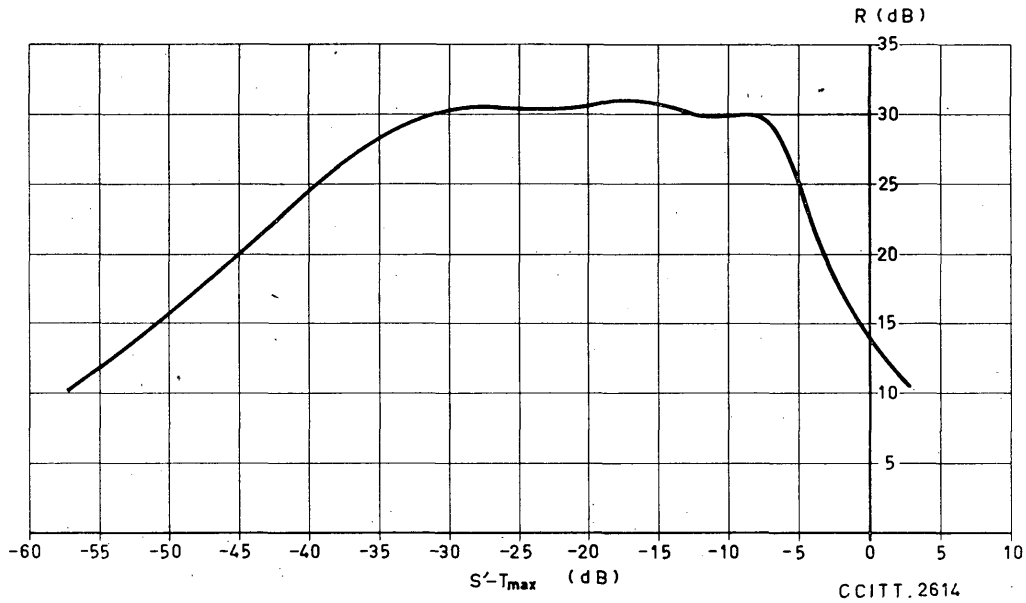
= combinaison 1
= combinaison 2

FIGURE 5c. — **Valeurs de Q pour les combinaisons 1 et 2, avec recodage**



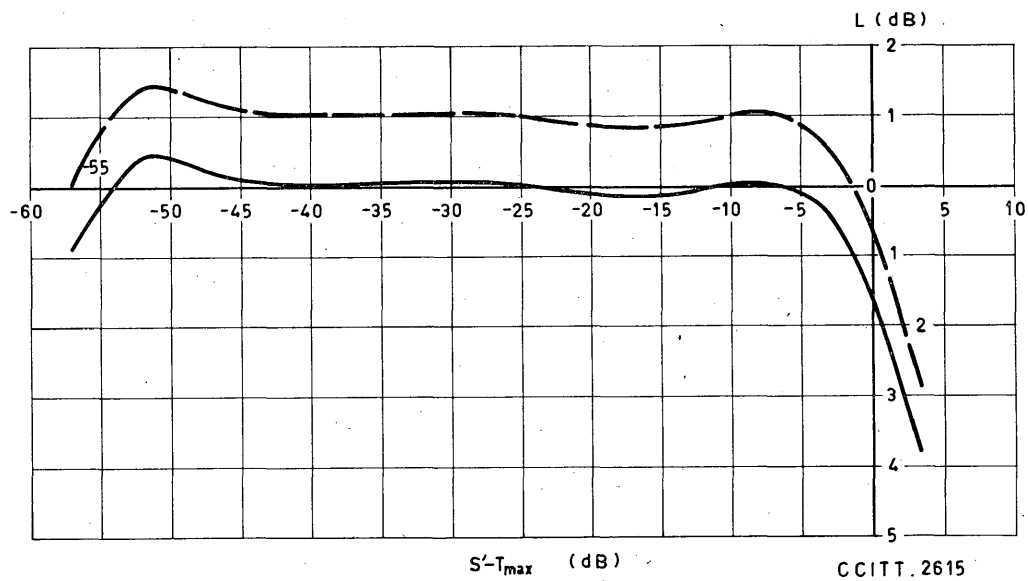
$$e_i = \frac{w'_i - w_i}{h_i} \times 100\ \%$$

FIGURE 6. — **Erreur de désadaptation sur les amplitudes quantifiées pour la combinaison 1, avec recodage**



Aucune influence sur les valeurs de R

FIGURE 7a. — **Influence, sur les valeurs de R, des différences entre les valeurs de T_{max} pour la combinaison 1, avec recodage**



——— = même valeur de T_{max}
– – – = valeurs différentes de T_{max}

FIGURE 7b. — **Influence, sur les valeurs de L, des différences entre les valeurs de T_{max} pour la combinaison 1, avec recodage**

reconnaître un plus petit nombre d'éléments numériques, mais on est alors obligé de sacrifier une partie de cette amélioration. On n'a pas encore étudié les effets qui découleraient d'une telle simplification.

5. *Influence des différences entre les valeurs de* T_{max}

Des valeurs différentes de T_{max} entre le codeur et le décodeur ont peu d'influence sur les courbes R dans la plus grande partie de la plage des signaux d'entrée, mais elles modifient les courbes L d'une quantité correspondant à la différence entre les deux valeurs de T_{max}. Les figures 7a et b représentent les courbes R et L pour la combinaison 1 (avec recodage), que l'on obtient respectivement lorsqu'on tient compte des différences entre les valeurs de T_{max} et lorsqu'on néglige ces différences (T_{max} est égal à + 2 dBm pour la loi à 13 segments avec $A = 87{,}6$, et à + 3 dBm pour la loi $\mu = 100$). Pour pouvoir établir une relation entre les courbes théoriques R et L et les courbes mesurées avec un système réel désadapté, on prend pour T_{max} la valeur de ce paramètre qui correspond au codeur.

6. *Autres combinaisons sans adaptation*

On trouvera ci-joint les courbes R, L et Q pour les combinaisons suivantes sans adaptation:

Figures 8a, b, c: codeur: $A = 87{,}6$, 13 segments, 7 éléments numériques
décodeur: $A = 87{,}6$, 13 segments, 8 éléments numériques

Figures 9a, b, c: codeur: $A = 87{,}6$, 13 segments, 7 éléments numériques
décodeur: $\mu = 100$ 31 segments, 8 éléments numériques

Figures 10a, b, c: codeur: $A = 87{,}6$, 13 segments, 7 éléments numériques
décodeur: $\mu = 100$ 31 segments, 8 éléments numériques
avec recodage

Figures 11a, b, c: codeur: $A = 87{,}6$, 13 segments, 8 éléments numériques
décodeur: $\mu = 100$ 31 segments, 8 éléments numériques
avec et sans recodage.

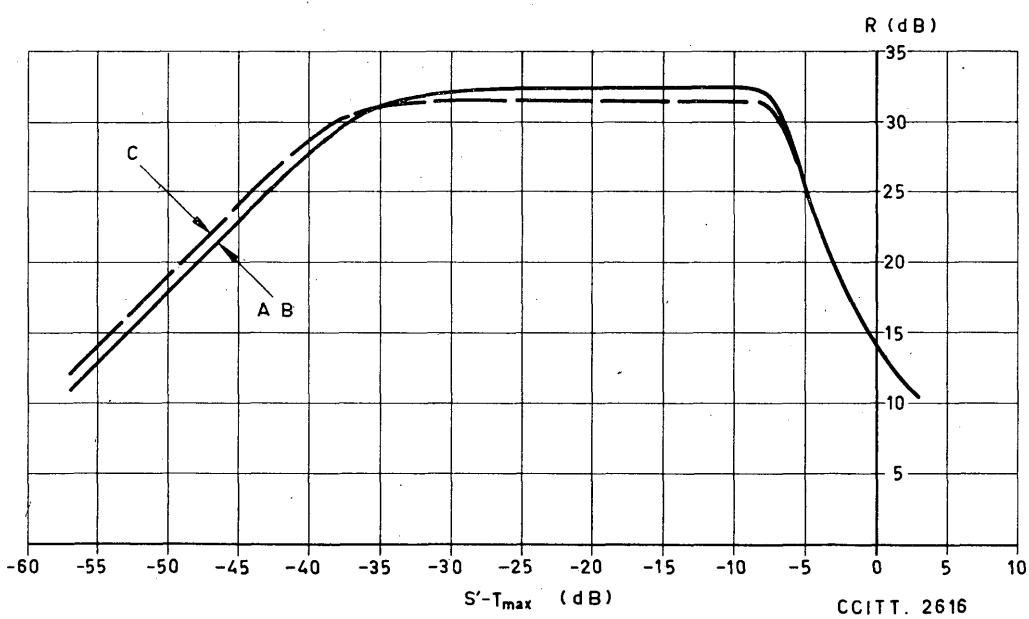


FIGURE 8a. — **Valeurs de R pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$**

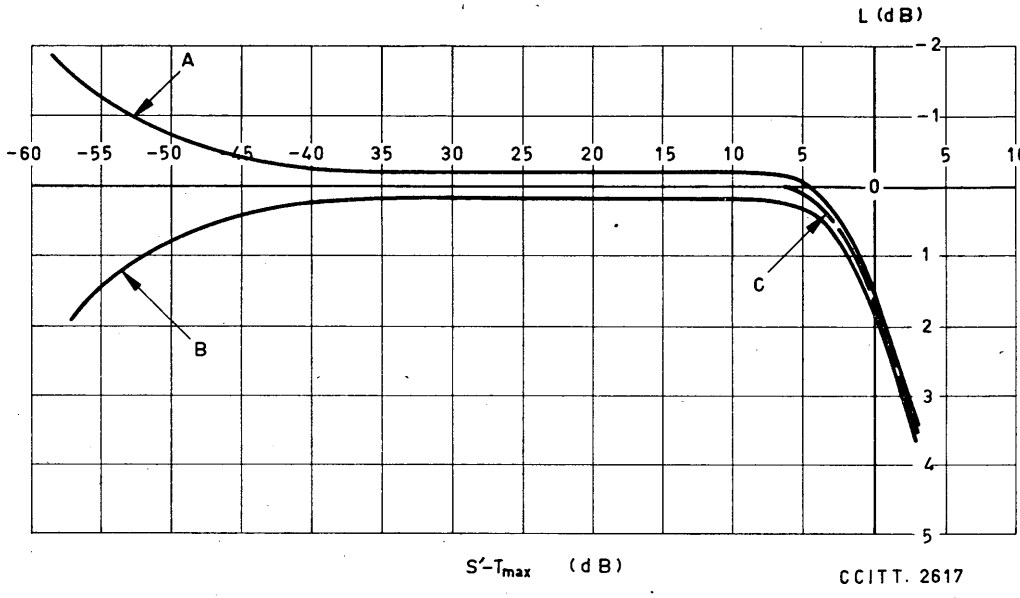
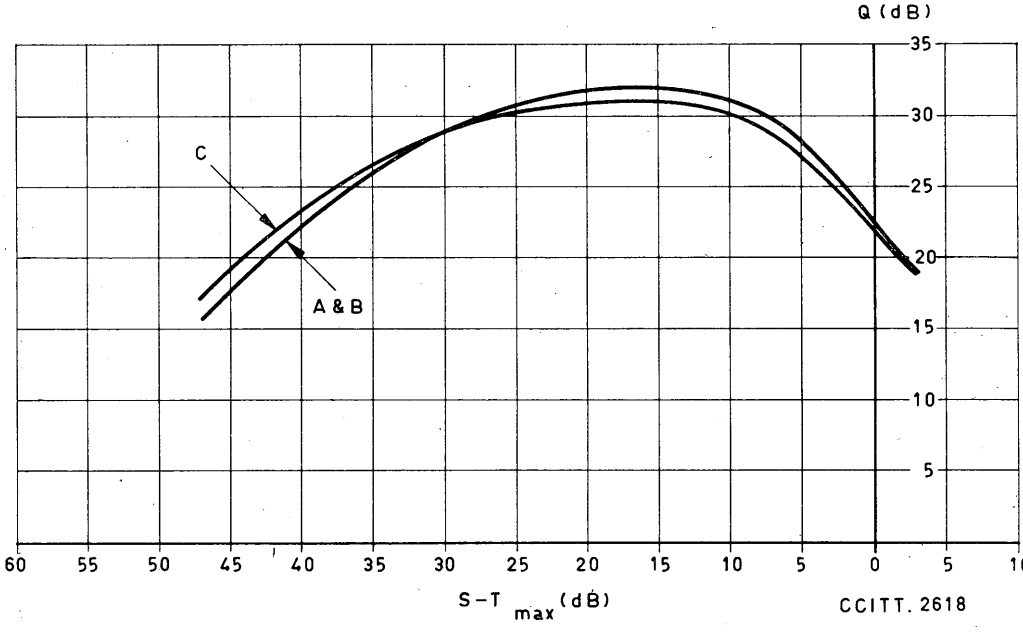
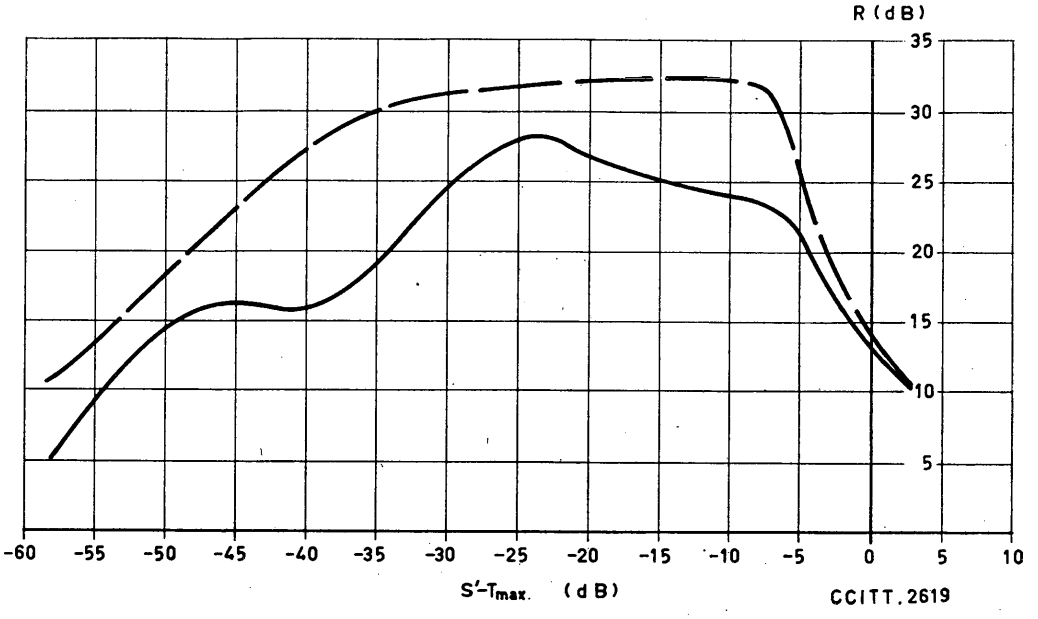


FIGURE 8b. — **Valeurs de L pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$**



A = Système A: Ajouter l'élément «1» pour former un signal codé à 8 éléments numériques au décodeur
B = Système B: Ajouter l'élément «0» pour former un signal codé à 8 éléments numériques au décodeur
C = Système C: Ajouter l'élément «1» aux signaux positifs et l'élément «0» aux signaux codés négatifs, pour former un signal codé à 8 éléments numériques au décodeur

FIGURE 8c. — **Valeurs de Q pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$**

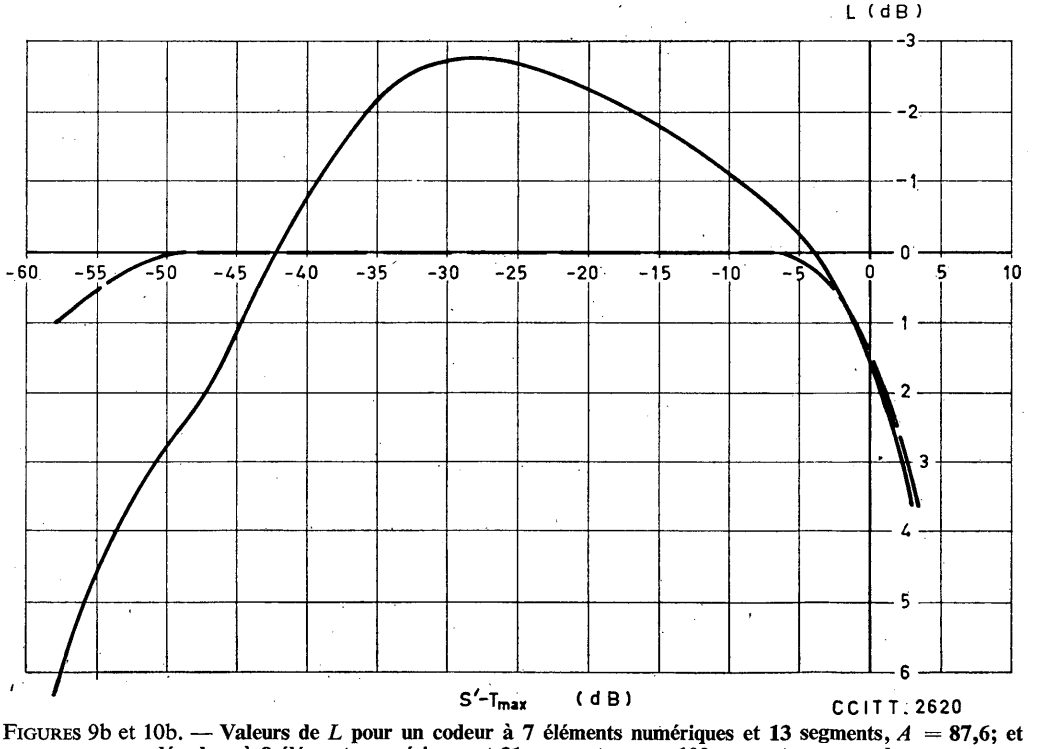


——— = sans recodage

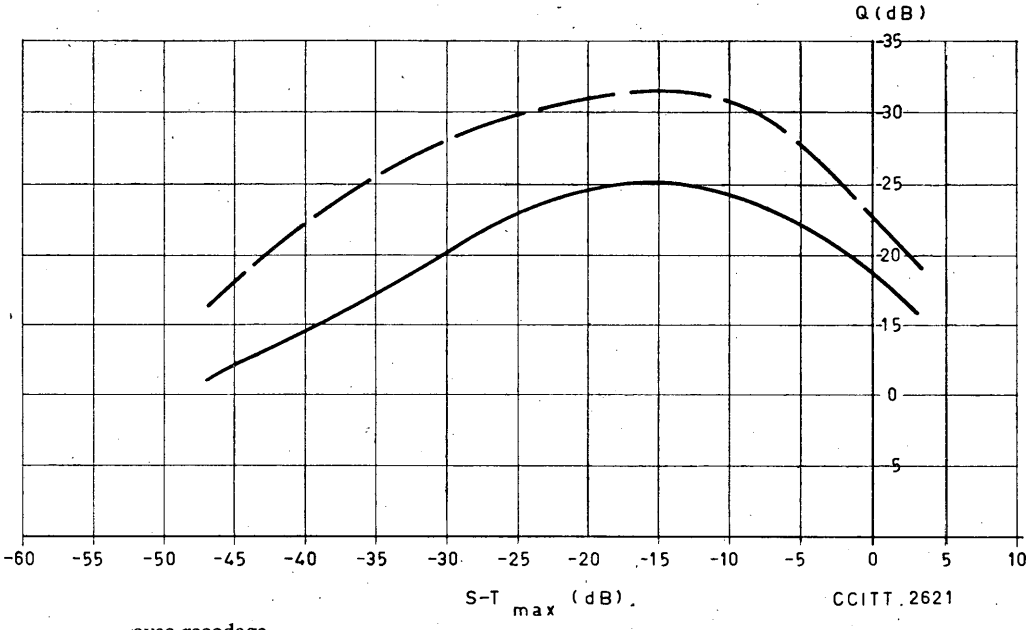
– – – – = avec recodage

Sans recodage: ajouter l'élément «0» pour former un signal codé à 8 éléments numériques dans le décodeur

FIGURES 9a et 10a. — **Valeurs de R pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**

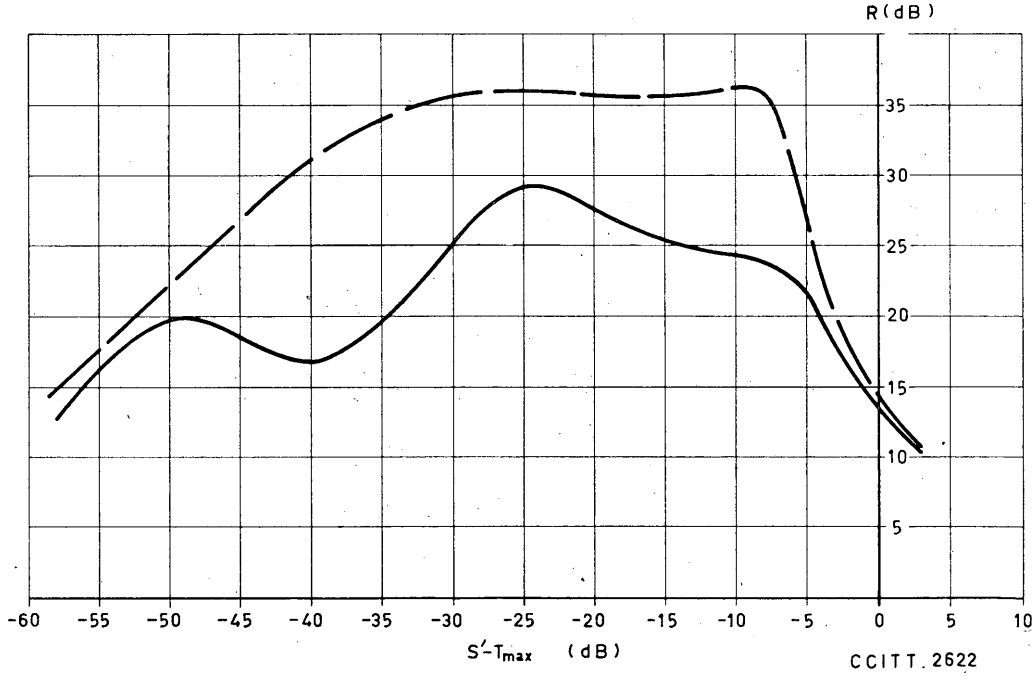


FIGURES 9b et 10b. — **Valeurs de L pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**



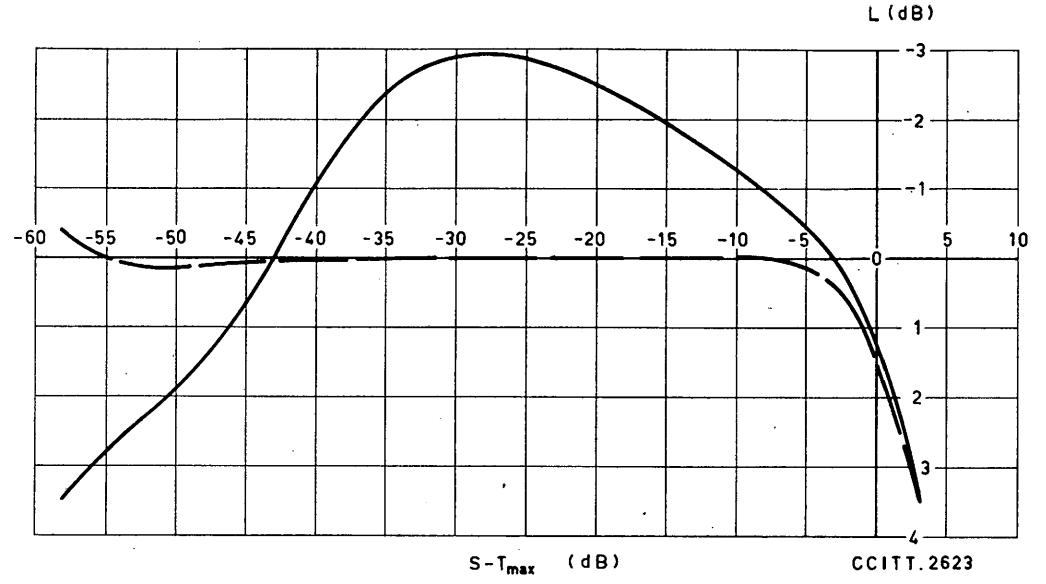
▬▬▬ = avec recodage
▬ ▬ ▬ = sans recodage: ajouter l'élément «0» pour former un signal codé à 8 éléments numériques dans le décodeur

FIGURES 9c et 10c. — **Valeurs de Q pour un codeur à 7 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**



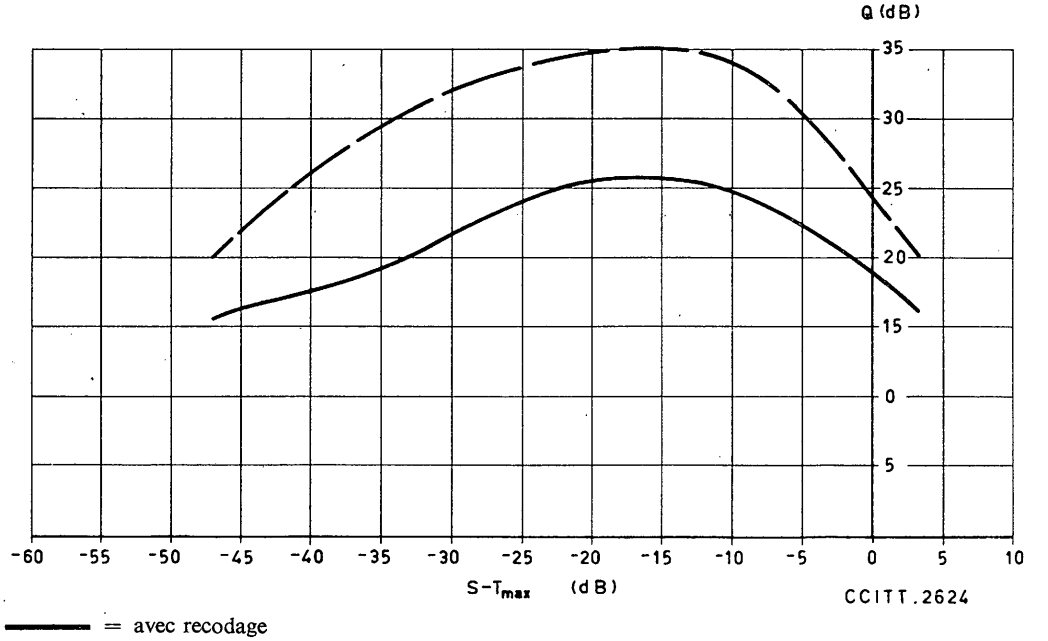
▬▬▬ = avec recodage
▬ ▬ ▬ = sans recodage

FIGURE 11a. — **Valeurs de R pour un codeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**



= avec recodage
= sans recodage

FIGURE 11b. — **Valeurs de L pour un codeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**



= avec recodage
= sans recodage

FIGURE 11c. — **Valeurs de Q pour un codeur à 8 éléments numériques et 13 segments, $A = 87{,}6$; et un décodeur à 8 éléments numériques et 31 segments, $\mu = 100$; avec et sans recodage**

7. *Conclusions*

Etant donné un codeur ayant une caractéristique de compression particulière, si l'on veut se rapprocher de la qualité que l'on peut obtenir en théorie, il faut utiliser seulement un décodeur adapté à la même caractéristique de compression. Si, pour une raison quelconque, on a besoin d'appliquer une conversion série/parallèle aux groupes numériques, on peut, en ayant recours à des règles de recodage relativement simples, obtenir un fonctionnement assez satisfaisant avec des caractéristiques de compression incompatibles, auquel cas le rapport signal/distorsion de quantification ne diminue que de quelques décibels.

APPENDICE 2 (à l'Annexe 4)

Rapport signal/distorsion dans le cas d'un codeur et d'un décodeur M.I.C. différents reliés par traduction de code

(Contribution de l'A.T. & T. Co.)

1. *Introduction*

La présente contribution est un addendum à l'annexe 5 au document COM XV – n° 150 (période 1964-1968) dans laquelle on étudiait le rapport signal/distorsion qui peut se produire lorsqu'un codeur et un décodeur ayant des caractéristiques de compression et d'extension différentes sont reliés par traduction de code. L'opération de traduction de code est décrite dans une autre contribution récemment présentée par l'A.T. & T.

Pour le rapport signal/distorsion, on envisage deux cas d'interconnexion numérique entre un banc de voies hypothétique à 8 éléments numériques de l'Administration britannique (G.P.O.) et le banc de voies à 8 éléments numériques proposé par l'A.T. & T. (D2). Le banc de voies G.P.O., avec capacité de charge de +2 dBm0, est interconnecté numériquement à un banc de voies D2, avec capacité de charge de +5 dBm0. Il est également interconnecté numériquement à un banc de voies D2 avec capacité de charge de +3 dBm0, nouvelle valeur actuellement valable pour le banc D2.

2. *Conclusion*

L'interconnexion numérique de bancs différents par traduction de code est réalisable moyennant seulement une faible dégradation du rapport signal/distorsion *(S/D)* par rapport à la valeur *S/D* du banc de voies pour lequel ce rapport est le plus faible.

3. *Rapports* S/D *pour les bancs de voies G.P.O. et D2*

La figure 1 est la courbe du rapport *S/D* pour un banc de voies D2. Ce rapport, porté en fonction de la valeur relative par rapport à la pleine charge ou à la capacité de charge, est la distorsion dans une bande de 4 kHz de largeur avec pondération uniforme. La figure 2 est la courbe du rapport *S/D* pour le banc de voies G.P.O. à 8 éléments numériques avec capacité de charge de +2 dBm0. On a établi les niveaux de décision pour ce banc en doublant le nombre de ceux relatifs au banc G.P.O. à 7 éléments numériques pour lesquels on se reportera à l'appendice 2 à notre récente contribution.

La figure 3 est la courbe du rapport *S/D* pour le banc D2 avec capacité de charge de +5 dBm0, émettant à destination du banc G.P.O. La figure 4 représente le rapport *S/D* dans l'autre sens de transmission. La figure 5 est la courbe du rapport *S/D* pour le banc D2 avec capacité de charge de +3 dBm0, émettant à destination du banc G.P.O. La figure 6 représente le rapport *S/D* dans l'autre sens de transmission.

4. *Observations*

On notera ce qui suit:

4.1 Comme dans les résultats de l'annexe 5 au document COM XV – n° 150, il n'y a pas grande différence, pour un même niveau d'entrée, entre les valeurs du rapport *S/D* pour les deux sens de transmission.

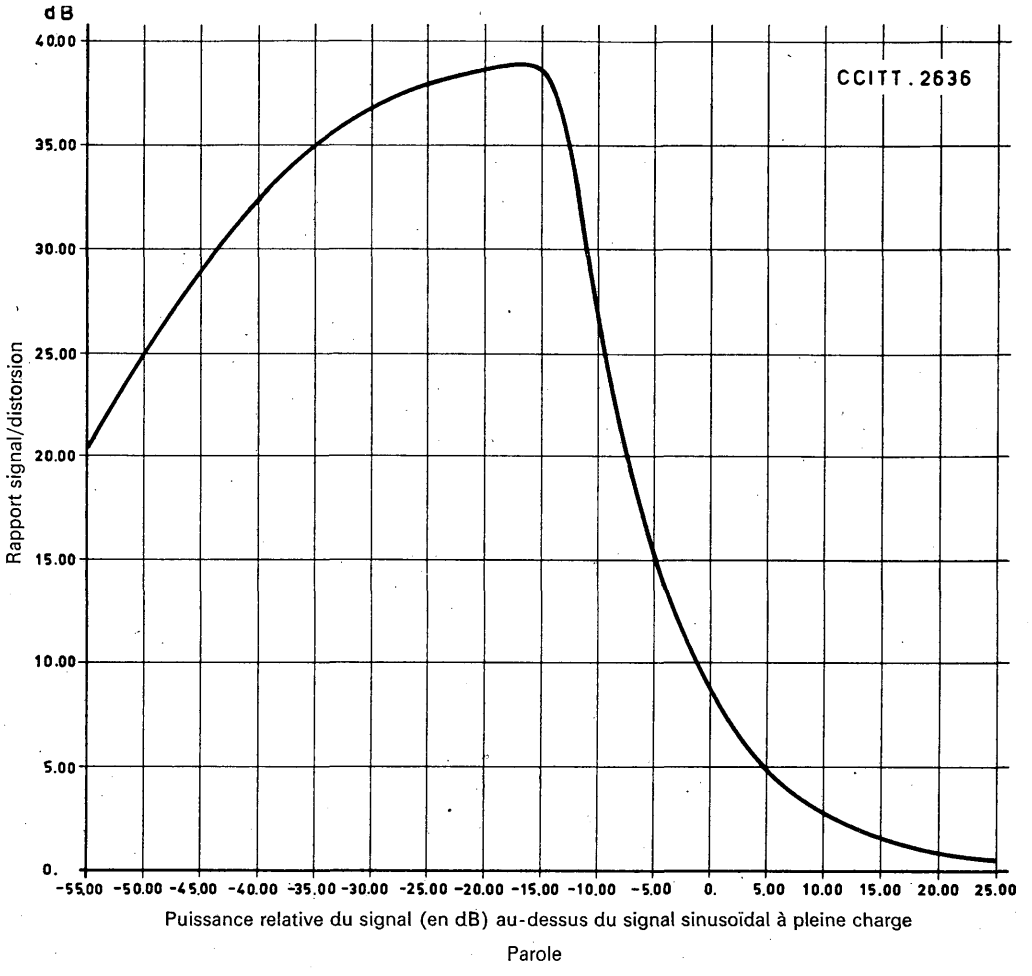


FIGURE 1. — **Banc D2 Capacité de charge + 5 dBm0 (Distorsion dans une bande de 4 kHz)**

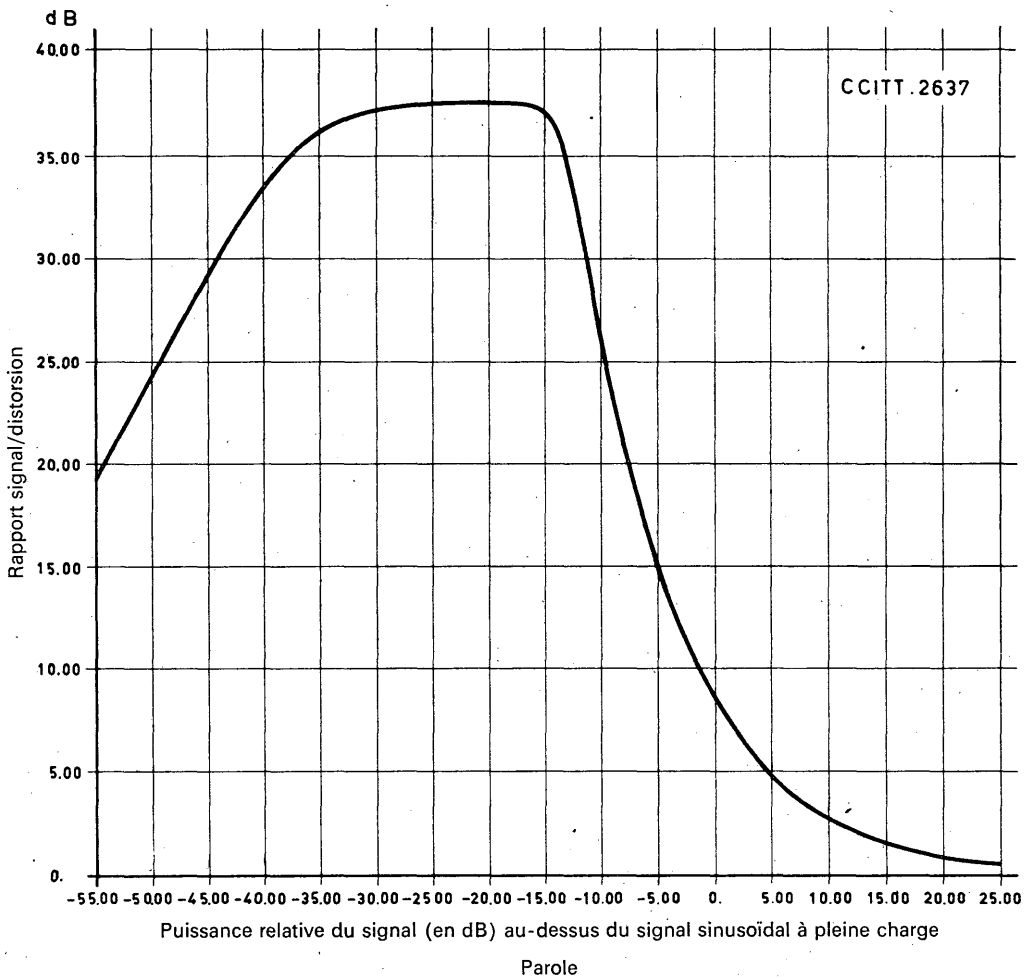


FIGURE 2. — **Banc G.P.O. Capacité de charge + 2 dBm0**

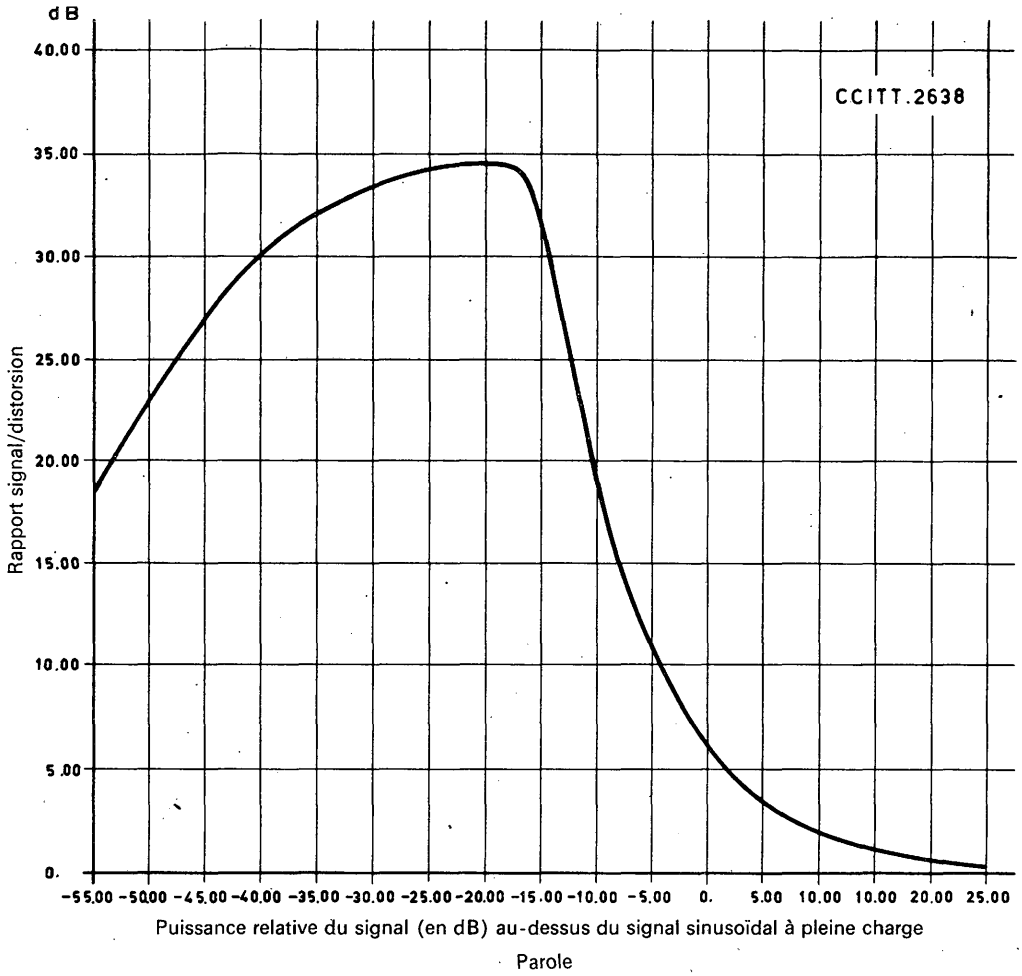


FIGURE 3. — **Banc D2 vers banc G.P.O. Capacité de charge + 5 dBm0**

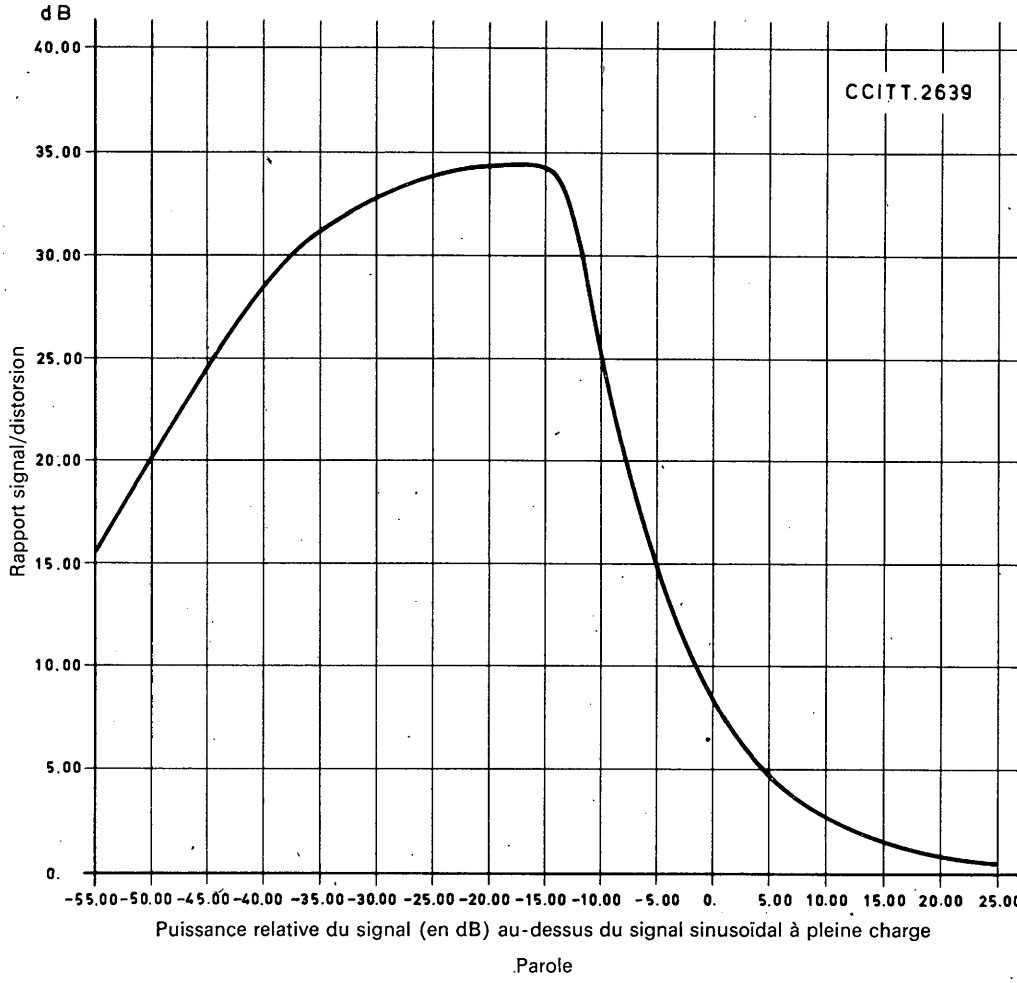


FIGURE 4. — **Banc G.P.O. vers banc D2 Capacité de charge + 2 dBm0**

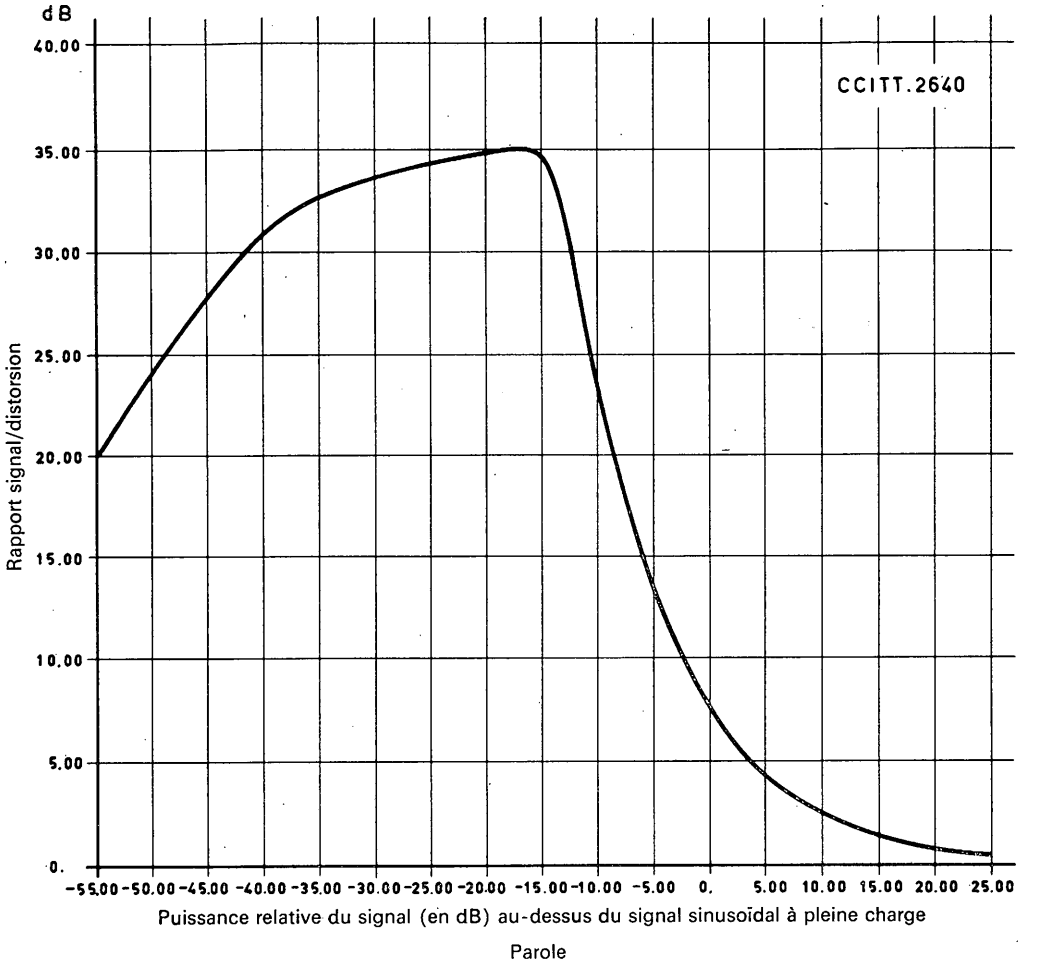


FIGURE 5. — **Banc D2 vers banc G.P.O. Capacité de charge + 3 dBm0**

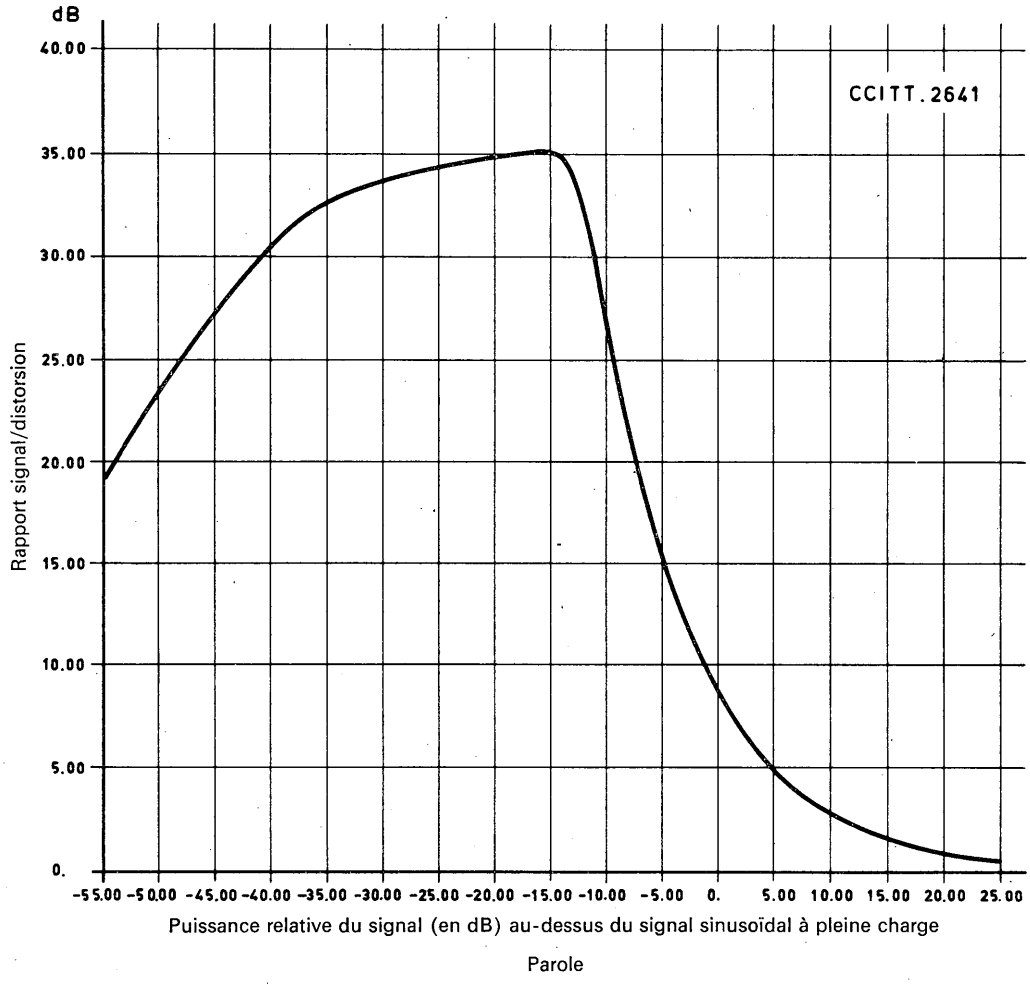


FIGURE 6. — **Banc G.P.O. vers banc D2 Capacité de charge + 3 dBm0**

4.2 D'après la figure 3 de notre récente contribution et d'après la figure 3 ci-jointe, l'interconnexion numérique de deux bancs de voies à 8 éléments numériques donne lieu à une amélioration du rapport S/D de 3 dB par rapport au cas où les deux bancs sont respectivement à 7 et à 8 éléments numériques (le banc G.P.O. à 7 éléments numériques obéissait à la loi de compression-extension du banc G.P.O. à 8 éléments numériques). Cette amélioration n'est obtenue que dans la gamme des niveaux d'entrée où la distorsion de surcharge n'est pas le facteur qui détermine le rapport S/D.

4.3 L'interconnexion numérique d'un banc D2 à capacité de charge de +3 dBm0 avec un banc G.P.O. donne lieu à une amélioration de 1 à 2 dB par rapport au cas de l'interconnexion d'un banc D2 à capacité de charge de +5 dBm0 avec un banc G.P.O. On voit, d'après les figures 3 à 6, que cela est vrai pour les niveaux du signal inférieurs à −30 dBm0.

APPENDICE 3 (à l'Annexe 4)

Compatibilité des codeurs et des décodeurs M.I.C. utilisant des lois de compression-extension différentes

(Contribution de l'Administration italienne)

L'Administration italienne a présenté à la réunion du Groupe de travail M.I.C., qui s'est tenue en mars 1968, un rapport de MM. M. Décina et L. Giacomelli au sujet d'une étude entreprise à la « Fondazione Ugo Bordoni » sur la « Compatibilité des codeurs et des décodeurs M.I.C. utilisant des lois de compression-extension différentes ». Ce rapport a été publié dans le numéro de mars-avril de *Note Recensioni e Notizie*, volume XVII, n° 2, 1968.

On trouvera ci-après les conclusions de ce rapport.

Conclusions

Le rapport signal/bruit et l'affaiblissement ont été calculés en cas de connexion directe, et de connexion par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique optimum, entre des codeurs et des décodeurs utilisant des lois de compression-extension différentes. Les résultats montrent que, dans le cas de connexion directe, on a une dégradation importante du rapport signal/bruit (5 à 15 dB) par comparaison avec des codecs adaptés, et des variations sensibles (jusqu'à 8 dB) de l'affaiblissement Γ de la composante utile du signal quantifié. Dans le cas de connexion par un convertisseur numérique, l'amélioration de la qualité est très nette. En fait, la dégradation du rapport signal/bruit ne dépasse pas 2 à 4 dB et les variations de Γ sont négligeables dans une gamme étendue de volumes vocaux.

De plus, on a étudié la compatibilité entre des codeurs et des décodeurs utilisant la loi de compression-extension, numérique ou analogique, avec $A = 87{,}6$ et 13 segments, et des nombres d'éléments numériques différents (7 ou 8), en distinguant les deux cas de codecs avec et sans « coupure centrale ».

On a démontré, premièrement, que dans le cas des codecs avec coupure centrale et compression numérique, la loi de compression-extension ne peut pas être exactement identique à la loi avec $A = 87{,}6$ et 13 segments, spécifiée dans un document du C.C.I.T.T. De plus, les calculs montrent que la connexion de codeurs à 7 éléments numériques et de décodeurs à 8 éléments numériques, avec coupure centrale et compression-extension analogique ou numérique, n'entraîne pas de dégradation sensible de la qualité, par rapport au cas d'un codec à 7 éléments numériques. En cas de connexion de codeurs à 8 éléments numériques et de décodeurs à 7 éléments numériques avec coupure centrale, on a en revanche une dégradation de qualité par rapport au codec à 7 éléments numériques. Il convient de remarquer que pour un code binaire symétrique, on a non seulement une augmentation d'environ 3,5 dB de la grandeur $T_{\min}$, mais encore une dégradation sensible du rapport signal/bruit pour les faibles volumes vocaux.

Dans le cas de codecs sans coupure centrale, on trouve que la connexion de codeurs à 8 éléments numériques et de décodeurs à 7 éléments numériques, avec compression-extension numérique ou analogique, ne produit aucune dégradation de la qualité par rapport à un codec à 7 éléments numériques. En revanche, la connexion de codeurs à 7 éléments numériques et décodeurs à 8 éléments numériques produit dans tous les cas une légère dégradation de qualité par rapport au codec à 7 éléments numériques; en fait, on peut prévoir que la dégradation maximale du rapport signal/bruit sera inférieure à 1 dB.

ANNEXE 5

(à la Question 2/D)

Evaluation de la qualité de transmission de signaux de données et de signaux télégraphiques dans des équipements terminaux de bloc primaire M.I.C.

La présente annexe, qui contient des contributions de la France, de la République fédérale d'Allemagne, des Pays-Bas, de l'A. T. & T., du Royaume-Uni et de la N. T. T., étudie diverses caractéristiques des systèmes M.I.C. dont on sait qu'elles exercent de notables effets sur les transmissions de données et sur les transmissions télégraphiques. Il s'agit des caractéristiques de distor-

sion de non-linéarité, de distorsion de temps de propagation de groupe, d'erreurs numériques et d'erreurs de poursuite (écart de l'équivalent en fonction de la charge de la voie).

Distorsion de non-linéarité et distorsion de temps de propagation de groupe

Le Groupe de travail suggère que l'étude de l'influence exercée par les systèmes M.I.C. sur les transmissions de données soit orientée de manière à vérifier les effets de:

— la distorsion des filtres de voie et spécialement la distorsion de temps de propagation de groupe;

— la distorsion de non-linéarité, y compris la distorsion de quantification.

En conséquence, les expériences de transmission de données sur systèmes M.I.C. devraient comprendre:

— une expérience sur un certain nombre de voies M.I.C. en cascade, avec un équipement classique;

— une expérience sur un nombre équivalent de couples de filtres d'émission et de réception avec adjonction de bruit blanc pour obtenir la même perturbation du signal de données que dans l'expérience précédente (soit en terme de taux d'erreurs, soit sous forme de réduction de l'ouverture du diagramme en œil);

— la même expérience sur une communication directe.

Il convient d'observer que les systèmes de données dans lesquels une voie de retour est exploitée simultanément avec la voie aller peuvent donner lieu à des problèmes particulièrement difficiles lorsque le fonctionnement se fait dans des conditions extrêmes. Ces conditions peuvent, par exemple, se présenter lorsque la différence de niveau entre les voies est importante et que l'affaiblissement d'équilibrage du termineur est faible.

Les trois expériences proposées ci-dessus devraient fournir des directives sur les causes et sur l'importance des perturbations subies par les signaux de données lorsqu'ils sont transmis sur un circuit M.I.C. Elles doivent également permettre aux administrations de déterminer si des types normalisés de systèmes M.I.C. peuvent, tels quels ou avec un équipement auxiliaire approprié, assurer un service de données de qualité acceptable.

Il convient d'observer que la distorsion de temps de propagation de groupe est généralement moins grave dans les systèmes M.I.C. que dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence. Les figures 1 et 2 représentent des distorsions de temps de propagation de groupe mesurées sur des systèmes M.I.C. par la N.T.T. et par le Royaume-Uni respectivement.

Effet des erreurs numériques sur des transmissions de données dans la bande des fréquences téléphoniques

Dans un système M.I.C., les erreurs numériques peuvent provoquer des erreurs dans les données transmises sur le système. On observe un effet multiplicateur sur les erreurs résultantes dans les voies de données à largeur de bande téléphonique sur systèmes M.I.C. Cet effet peut s'expliquer de la manière suivante:

Si des données sont transmises à une rapidité en bauds b sur une voie téléphonique d'un système M.I.C. avec un taux d'échantillonnage de 8000 Hz, il y aura $\frac{8000}{b} = S$ échantillons par baud. Si chaque échantillon est ensuite codé en 7 éléments binaires, par exemple, il y aura $7\ S = r$ éléments binaires par élément de signal de données dans le signal transmis en ligne. Si l'on admet qu'une erreur dans l'un quelconque des r éléments binaires qui représentent un élément de signal de données provoque une erreur dans cet élément de signal de données et si, de plus, nous admettons que le taux d'erreurs et la distribution des erreurs sur la ligne sont tels que la probabilité d'apparition de deux erreurs numériques ou davantage dans le même élément de signal de données est extrêmement faible, un taux d'erreurs en ligne égal à une erreur pour x éléments binaires provoquera un taux d'erreurs sur les données d'une erreur pour x éléments de signal de données ou de

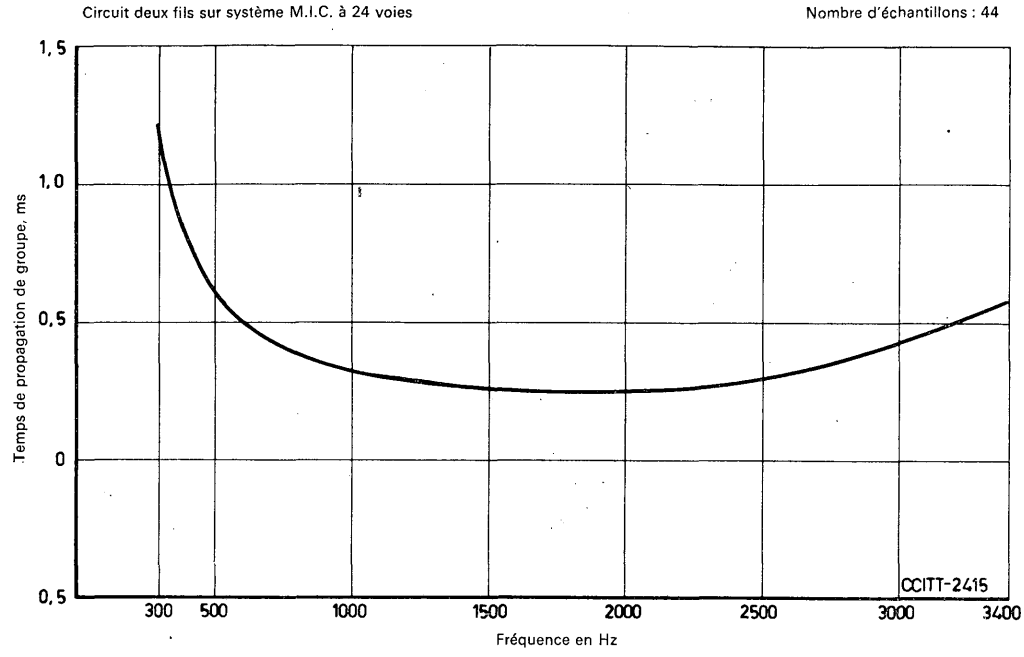
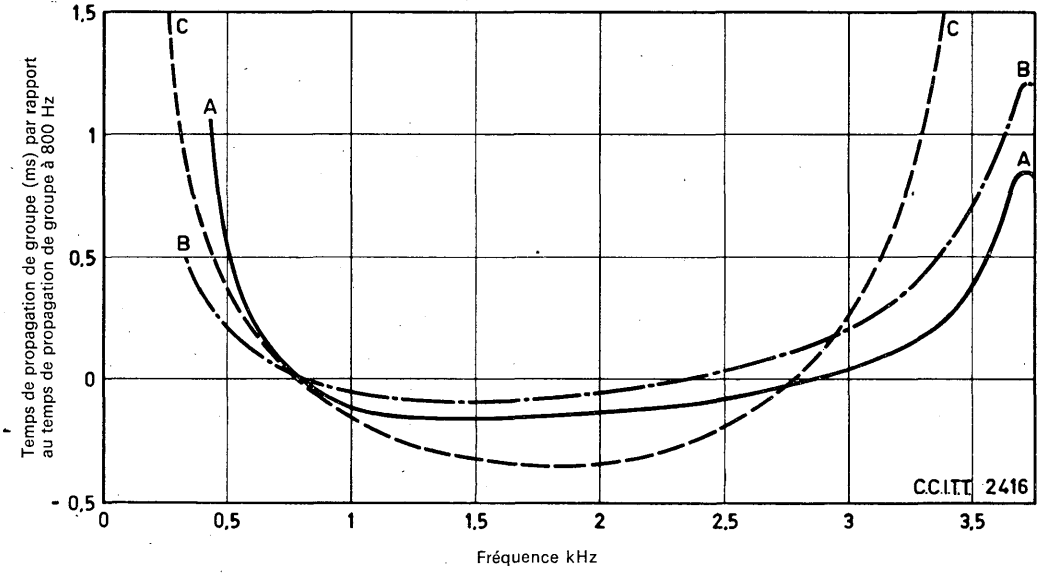


FIGURE 1 — **Caractéristique de temps de propagation de groupe mesurée par la N.T.T.**



A = M.I.C. deux fils — deux fils 0 dBm } Niveau du signal
B = M.I.C. quatre fils — quatre fils −5 dBm } de mesure
C = M.R.F. quatre fils — voie typique

FIGURE 2 — **Caractéristique de temps de propagation de groupe d'une voie M.I.C. (mesurée au Royaume-Uni)**

r erreurs pour x éléments de signal de données. De ce fait (dans ces hypothèses), le facteur de multiplication est r, le nombre d'éléments binaires représentant chaque élément de signal de données.

En pratique, les éléments binaires situés au voisinage du centre de l'intervalle de l'élément de signal de données ont beaucoup plus de chances de provoquer des erreurs dans l'élément de signal de données que les éléments binaires situés à proximité des extrémités. Les données préliminaires fournies par l'A. T. & T. sur des transmissions à 2400 bauds sur ligne T1 avec bancs de voies D1 (23 éléments binaires environ par élément de signal numérique) indiquent que le facteur de multiplication varie entre environ 5 et 15 selon le niveau du signal et l'activité sur les autres voies. Si l'on se base sur une valeur moyenne de 10, il s'ensuit que, pour obtenir un taux d'erreurs inférieur à 10^{-5} sur les éléments de signal de données sans correction d'erreurs et sur une voie de données à largeur de bande téléphonique fonctionnant à 2400 bauds, le taux d'erreurs en ligne ne doit pas dépasser 1 erreur pour 10^6 éléments binaires.

A titre d'indication de l'ordre de grandeur prévisible du taux d'erreurs en ligne, l'A. T. & T. a soumis la distribution cumulative du taux d'erreurs en ligne mesurée sur un échantillon de 1133 lignes T1 et indiquée à la figure 3.

Effet des erreurs de poursuite sur les transmissions de données dans la bande des fréquences téléphoniques

Pour transmettre des données à grande vitesse sur des voies téléphoniques on a effectivement appliqué une technique consistant à réduire la rapidité de modulation en convertissant le signal de données bivalent en un signal à niveaux multiples et à transmettre ce dernier sur la voie en appliquant des méthodes à bande latérale résiduelle.

L'A. T. & T. a constaté que cette méthode de transmission devient très sensible à de faibles erreurs de poursuite (écart de l'équivalent en fonction de la charge de la voie), particulièrement aux niveaux d'entrée nettement inférieurs à la charge maximale, à mesure que le débit binaire et, partant le nombre de niveaux, augmente. Pour un débit d'environ 5000 éléments binaires par seconde, des erreurs de poursuite inférieures ou égales à quelques dixièmes de décibel prennent une réelle importance, ce qui est particulièrement grave si les erreurs de poursuite ont un caractère systématique et s'ajoutent directement sur des liaisons en cascade.

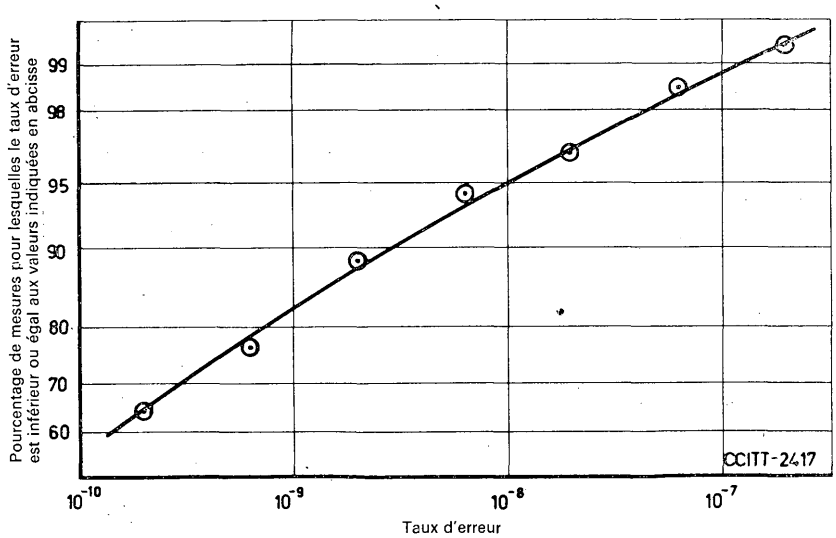


FIGURE 3 — **Distribution du taux d'erreurs sur des systèmes M.I.C. du type T1 (A.T. & T.)**

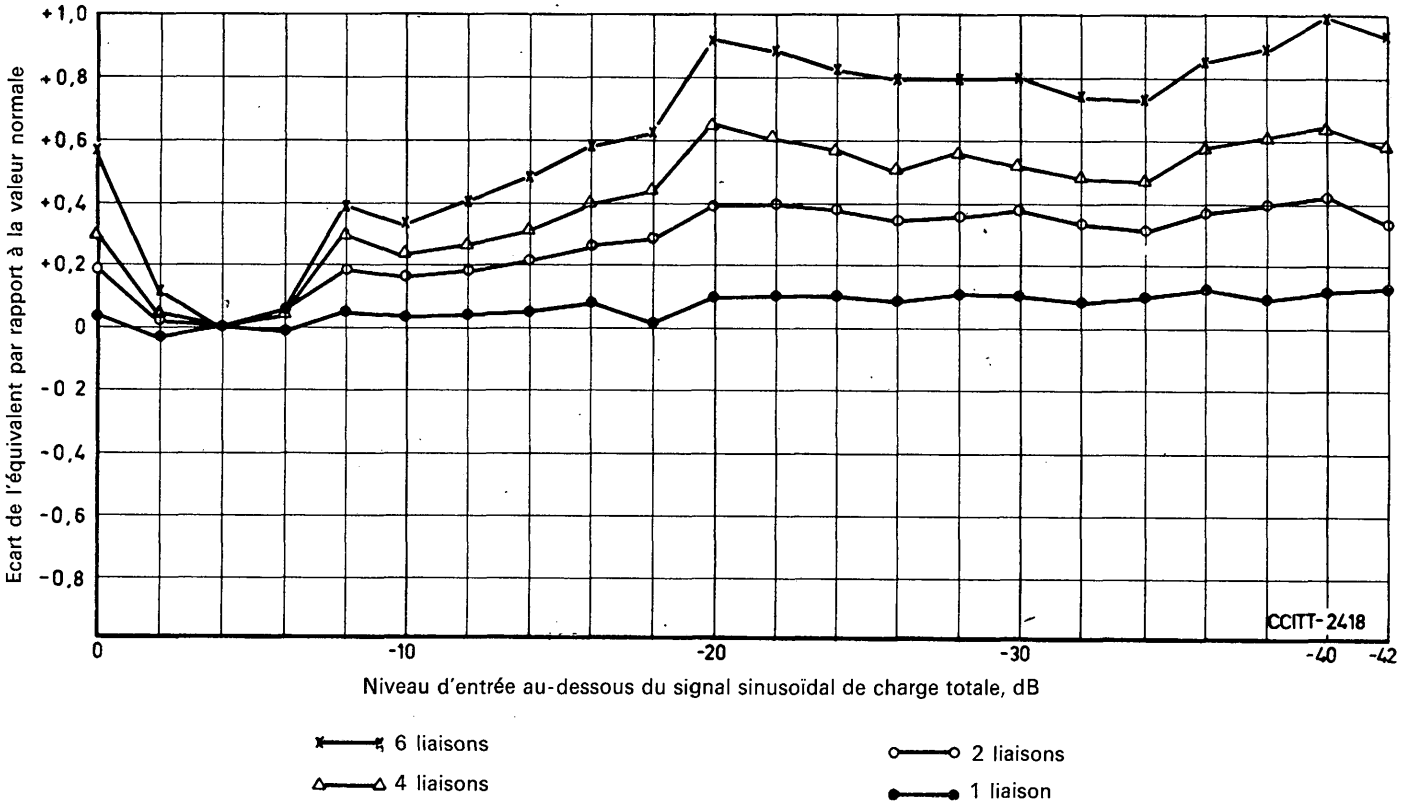


FIGURE 4. — **Caractéristiques affaiblissement/charge (N.T.T.)**

La figure 4, qui montre une qualité de poursuite typique établie sur la base d'un petit échantillon de liaisons M.I.C., a été soumise par la N.T.T. pour indiquer l'ampleur prévisible des erreurs de poursuite.

Contribution de la République fédérale d'Allemagne et des Pays-Bas sur la télégraphie harmonique sur système M.I.C.

Lorsqu'on utilise des systèmes de télégraphie harmonique multivoie sur des systèmes M.I.C. avec codage à 7 bits, il semble que la distorsion de quantification soit la cause essentielle de la distorsion télégraphique. Pour des signaux télégraphiques 1-1 et avec le texte du C.C.I.T.T., des mesures faites en République fédérale d'Allemagne et aux Pays-Bas indiquent que la distorsion augmente de 1 à 2% par rapport à la distorsion observée sur les systèmes de télégraphie harmonique établis sur systèmes à modulation par répartition en fréquence (M.R.F.).

Cependant, avec des signaux télégraphiques 2-2, on a mesuré aux Pays-Bas une distorsion plus grave pour les systèmes de télégraphie harmonique établis sur systèmes M.I.C. Une distorsion irrégulière de l'ordre de 8% a été observée sur un système M.I.C. Cet effet est probablement dû au fait que, dans ce cas, une plus forte proportion de produits de distorsion tombe dans la bande passante du filtre télégraphique.

ANNEXE 6

(à la Question 2/D)

Propositions concernant les caractéristiques de qualité entre extrémités à fréquences vocales d'un circuit local établi sur un système M.I.C.

1. *Introduction*

Les Administrations du Royaume-Uni et de l'Italie avaient formulé des propositions au sujet des caractéristiques de qualité entre extrémités à fréquences vocales d'un circuit local, établi sur un système M.I.C. et pouvant faire partie d'une communication internationale.

La présente annexe contient des propositions modifiées d'après les discussions qui ont eu lieu entre les délégués de ces administrations et ceux de certaines autres administrations au cours de la réunion tenue par le Groupe de travail sur les systèmes M.I.C. en février 1966.

2. *Communication de référence*

Les caractéristiques proposées ont été fixées dans le cas des communications fictives de référence représentées sur la figure 1. On admet:

a) que dans la chaîne de circuits commutés en quatre fils, représentée sur la figure 1 a, tous les circuits sont établis sur des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence;

b) que la qualité d'un circuit local ne tient pas compte des groupes de relais de signalisation de ligne.

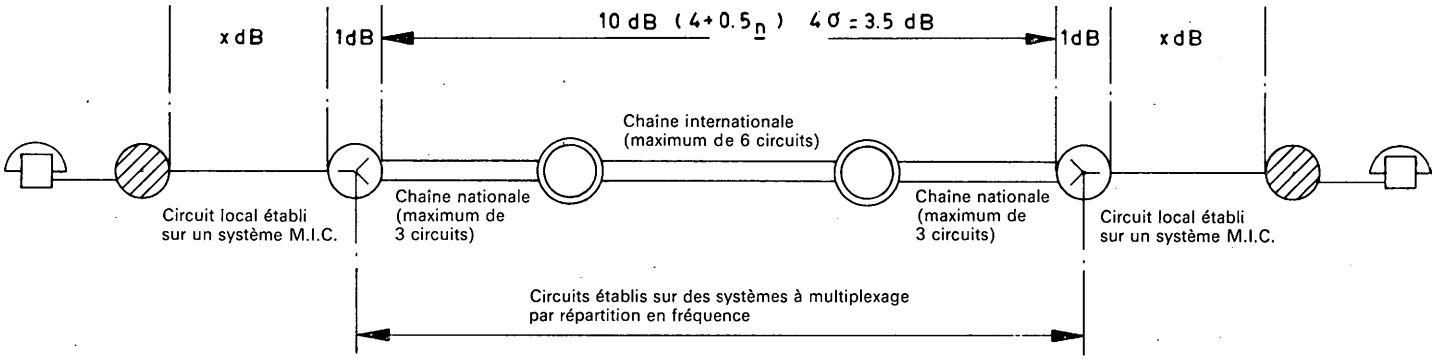
3. *Point de niveau relatif zéro*

Dans la présente annexe, le point de commutation en deux fils est pris comme point de niveau relatif zéro.

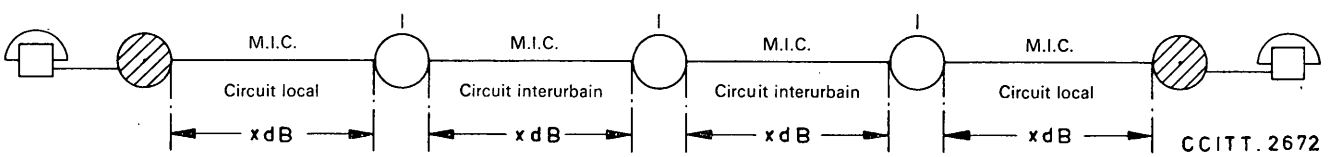
4. *Caractéristiques de qualité*

a) *Distorsion affaiblissement d'insertion/fréquence* (deux fils/deux fils)

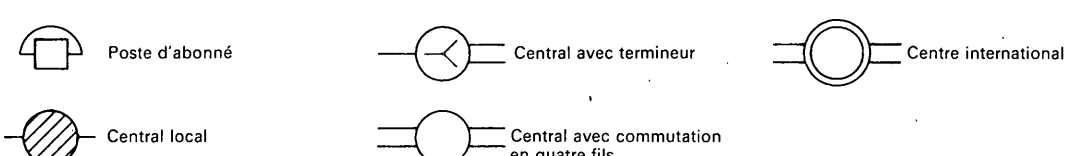
La définition de cette caractéristique exigerait que l'on fît des hypothèses concernant la planification du réseau et la qualité de transmission, points qui n'intéressent pas directement le Groupe



a) Communication de référence permettant de déterminer la qualité d'un circuit local approprié pour des communications internationales



b) Les mêmes circuits locaux faisant partie d'une communication nationale de référence comportant quatre circuits M.I.C.



Remarque: La valeur de l'équivalent de référence global (xdB) des circuits locaux a été prise égale à 2 ou 3 dB

FIGURE 1. — **Communications fictives de référence établies à des fins d'étude**

de travail. En conséquence, cette caractéristique n'est pas définie ici, mais on peut relever les points suivants:

1. La spécification de la réponse aux basses fréquences devrait tenir compte de la nécessité de supprimer, dans une certaine mesure, les perturbations à la fréquence d'alimentation. Le degré de suppression requis dépendra du niveau des perturbations à prévoir. Il est peut-être justifié d'admettre qu'une suppression limitée est normalement assurée et que, dans des conditions où les perturbations dues à la fréquence d'alimentation sont supérieures à la moyenne, on risque d'avoir une réponse aux basses fréquences un peu plus défavorable par suite de la nécessité d'appliquer un degré de suppression relativement élevé.

2. On pourrait exiger que la caractéristique de qualité entre points à quatre fils de la voie sur laquelle le circuit local est établi soit analogue à celle qui est indiquée dans l'Avis G.232, graphique n° 2B. Il semble inutile de se référer à la qualité moyenne d'un certain nombre de voies, comme le fait l'Avis G.232 pour les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence.

b) *Capacité de charge*

Valeur choisie dans la gamme de 0 à + 3 dBm et définie comme le niveau maximal, en un point de niveau relatif zéro, du signal sinusoïdal d'entrée tel qu'une augmentation de 2 dB au-dessus de ce niveau entraîne une augmentation de 1 dB du niveau de sortie à la fréquence fondamentale. Cette limite doit être respectée pour toutes les fréquences de la bande 300-3400 Hz.

c) *Limite inférieure de la dynamique nécessaire* ($<$ —61 dBm0)

Cette limite est définie comme le niveau minimum du signal de mesure sinusoïdal appliqué qui est transmis continuellement par la voie. Les méthodes de mesure et la limite proposée sont encore à l'étude.

d) *Bruit sur une voie au repos*

Le bruit maximum dans la bande 300-3400 Hz ne doit pas dépasser —63 dBm0p (on admet une pondération psophométrique de 2,5 dB).

e) *Distorsion de quantification*

Il convient de définir le rapport minimal entre la puissance mesurée du signal et la puissance de distorsion de quantification résultant de l'application de signaux de mesure sinusoïdaux dans la bande de fréquences 300-3400 Hz et dans la gamme de niveaux s'abaissant jusqu'à —45 dBm0. Il est reconnu que les valeurs données dans les appendices 1 et 2 ont l'ordre de grandeur approprié. Il convient toutefois de poursuivre l'étude afin de déterminer d'une part les valeurs préférées, d'autre part les relations qui existent entre les valeurs obtenues à l'aide des méthodes de mesure différentes décrites dans ces deux appendices.

f) *Distorsion d'intermodulation*

Ce point doit rester à l'étude. Une valeur minimum de 20 dB, paraît appropriée dans les conditions actuelles.

g) *Discrimination du filtre d'entrée de voie au-dessus de 4 kHz*

Il convient de spécifier la valeur de discrimination du filtre d'entrée dans la bande de 4,6 à 20 kHz. Il y a lieu de poursuivre l'étude sur ce point, mais une valeur minimum de 20 dB paraît appropriée pour le moment. Cela revient à reconnaître qu'une diaphonie intelligible pourrait se produire lorsqu'une voie à multiplexage par répartition en fréquence est reliée à la voie M.I.C.

h) *Discrimination du filtre de sortie de voie*

Il convient de spécifier la valeur de discrimination du filtre de sortie au-dessus de 4 kHz. Il y a lieu de poursuivre l'étude sur ce point, mais une valeur de 20 dB dans la gamme de fréquences 4-8 kHz et une valeur de 30 dB au-dessus de 8 kHz paraissent appropriées pour le moment. Cela revient à reconnaître qu'une diaphonie intelligible pourrait se produire lorsque la voie M.I.C. est reliée à une voie à multiplexage par répartition en fréquence.

j) *Diaphonie entre circuits*

Avec un signal de mesure ayant un niveau compris entre 0 et 20 dBm0, et dans la bande de fréquences 300-3400 Hz, le niveau de la diaphonie ne devrait pas dépasser —60 dBm0. Il conviendrait d'examiner la possibilité de réduire la diaphonie au-dessous de cette valeur, mais il faut reconnaître qu'avec certaines combinaisons de valeurs de la capacité de charge et de l'amélioration due à la compression-extension, cette réduction est peut-être impossible.

k) *Variation de l'équivalent global en fonction du niveau transmis*

La figure 2 indique les écarts admissibles par rapport à l'équivalent global nominal, en fonction du niveau du signal de mesure.

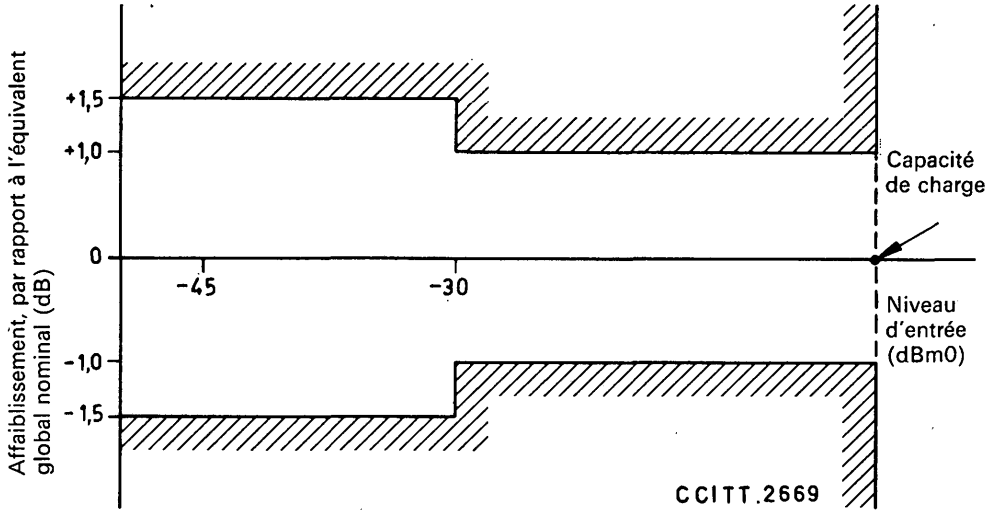


FIGURE 2. — **Variation de l'équivalent global en fonction du niveau d'entrée**

APPENDICE 1 (à l'Annexe 6)

Valeur du rapport signal/bruit

(Extrait de la contribution de l'Administration italienne)

(signal/bruit) 26 dB + 3 dBm0 $\geqq S >$ — 7 dBm0
(signal/bruit) 28 dB — 7 dbm0 $\geqq S >$ —27 dBm0
(signal/bruit) 26 dB — 27 dbm0 $\geqq S >$ —32 dBm0

Des écarts par rapport à ces limites sont admissibles, à condition qu'ils s'étendent chaque fois au-dessous du gabarit pour un intervalle de variation du niveau du signal de mesure ne dépassant pas 1 dB.

Définition: le rapport signal/bruit est le rapport exprimé en dB entre la valeur efficace du signal sinusoïdal de mesure et la valeur psophométrique du bruit, ces deux valeurs étant mesurées sur les conducteurs de sortie de l'équipement.

La vérification doit être effectuée selon la méthode décrite ci-après:

Le signal sinusoïdal est appliqué à l'entrée, à un niveau commençant à + 3 dBm0 et descendant jusqu'à —32 dBm0; le niveau du signal et le niveau du bruit sont mesurés à la réception.

Cette vérification doit être répétée avec trois fréquences comprises respectivement dans les bandes 400-500 Hz, 1000-1100 Hz, 2500-2600 Hz.

Les mesures de bruit doivent être effectuées au moyen d'un psophomètre, après suppression du signal de mesure par un filtre éliminateur de bande ayant un affaiblissement d'au moins 50 dB dans la bande éliminée et à 100 Hz au-delà des fréquences limites de cette bande, un affaiblissement nominal ne dépassant pas 3 dB avec une fluctuation admissible ne dépassant pas 1 dB.

Il convient, avant d'effectuer ces mesures, de déterminer au moyen d'un générateur de bruit blanc l'affaiblissement équivalent présenté par ces filtres dans la bande 300-3400 Hz. Il y a lieu, en calculant le rapport signal/bruit, de prendre en considération l'affaiblissement équivalent du filtre.

APPENDICE 2 (à l'Annexe 6)

Distorsion de quantification

(Extrait de la contribution de l'Administration du Royaume-Uni)

Le rapport entre la puissance du signal mesuré et celle de la distorsion de quantification à la sortie à deux fils d'un circuit de jonction interurbaine ne devrait pas être inférieur à 25 dB pour un signal de mesure dont le niveau est compris entre −4 et −37 dBm0.

1. Le signal de mesure devrait avoir une distribution gaussienne des amplitudes et un spectre uniforme limité en fréquence à la bande comprise entre 450 et 550 Hz.

2. La puissance du signal mesuré devrait comprendre la puissance de sortie au point de commutation en deux fils du circuit de jonction interurbaine, dans la bande s'étendant des basses fréquences jusqu'à 3400 Hz.

3. La puissance de distorsion de quantification devrait comprendre la partie du signal mesuré comprise dans la bande 850-3400 Hz.

Les indications ci-dessus sont valables en présence de la tension longitudinale maximale à laquelle il faut s'attendre par suite de perturbations causées par des installations électriques.

Question 3/D — Signalisation sur les systèmes M.I.C.

(question nouvelle)

a) Quelles caractéristiques générales doit-on recommander pour la voie de signalisation sur un circuit international établi sur un système M.I.C. où la signalisation est affectée à une voie? L'emploi d'un élément binaire par voie, ou d'un secteur de temps de 8 éléments binaires spécialisés, devra être examiné.

b) Quelles caractéristiques générales doit-on recommander pour une voie commune de signalisation (type signalisation pour données), cette voie étant établie sur un système de transmission numérique, sans être toutefois associée à une voie ou à un groupe de voies particulier?

c) Quelles applications peut-on prévoir des méthodes de signalisation envisagées en a et b dans le cadre des systèmes de commutation existants, des centraux temporels futurs, et éventuellement d'un réseau numérique intégré futur?

Remarque. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 2/D. Il convient également de prendre note de la section consacrée à la signalisation dans l'annexe 2 à la Question 4/D.

ANNEXE 1
(à la Question 3/D)

Note de l'Administration belge

L'Administration belge suggère que le libellé de cette question implique l'étude du point suivant:

> Quelles dispositions doivent être prises dans les systèmes M.I.C. pour permettre le transfert des signaux relatifs aux systèmes de signalisation existants ou en cours de recommandation?

Il y a lieu de noter que l'utilisation d'éléments binaires dans un ou plusieurs secteurs de temps ne correspond pas nécessairement aux systèmes de signalisation sur chaque voie ou sur voie séparée.

En outre, on a soulevé le point suivant au sujet d'études de la Commission spéciale A.

> Quelles dispositions doivent être prises dans les systèmes M.I.C. pour permettre l'établisement d'une signalisation propre à ces systèmes, compte tenu des caractéristiques des processeurs et des exigences requises par certains types d'information (par exemple, transmission de données à grande vitesse)?

ANNEXE 2
(à la Question 3/D)

Systèmes de signalisation pour réseaux intégrés
(Contribution de l'Administration française)

La présente contribution décrit les principes du système de signalisation utilisé dans le réseau intégré numérique étudié par l'Administration française et présenté dans l'annexe 2 à la Question 1/D.

1. *Principes de base du système*

C'est un système de signalisation séparée du même type que le système n° 6 que la Commission XI du C.C.I.T.T. a étudié en 1964-1968 pour le réseau international.

La signalisation entre deux centraux est centralisée et transmise sur un canal unique spécialisé à la signalisation, que nous désignerons dans ce qui suit sous le nom de « canal sémaphore », sous forme de messages individuels.

Toutefois, une signalisation du type voie par voie est également utilisée sur certaines liaisons terminales du réseau, comme par exemple sur les liaisons entre centres urbains et concentrateurs de lignes d'abonné éloignés.

La signalisation est du type « associée » c'est-à-dire que le canal sémaphore de signalisation emprunte le même trajet que les voies de conversation auxquelles il se rapporte. Tout point de transit des voies de conversation est également point de transfert de la signalisation.

Cependant, la possibilité d'une signalisation de type « quasi associée » est également réservée, c'est-à-dire que le canal sémaphore de signalisation entre deux centraux peut aussi acheminer des messages relatifs à une autre liaison. Cette disposition a pour but de pouvoir utiliser pleinement le système de signalisation par canal sémaphore dans la phase transitoire de développement du réseau intégré pendant laquelle des liaisons à basse fréquence subsisteront.

2. *Constitution de la voie de signalisation*

La voie de signalisation des liaisons M.I.C. à 32 intervalles de temps est constituée par les huitièmes éléments binaires de chaque intervalle de temps.

Dans chaque trame de 125 microsecondes on dispose ainsi de 32 éléments binaires pour la signalisation.

Une supertrame de huit trames successives est définie, de sorte que chaque supertrame de 1 milliseconde permet de transmettre 256 éléments binaires, ce qui procure une voie de signalisation à 256 kilobits par seconde.

3. *Différents types de signalisation*

3.1 *Signalisation par canal sémaphore*

La signalisation est transmise sous forme de différents messages ayant chacun une structure bien définie et une position bien déterminée dans les 256 éléments binaires de la supertrame et qui peuvent être de deux types:

— *messages de commutation*, qui comportent une étiquette caractérisant la voie temporelle ou le circuit concerné et une partie information;

— *messages de gestion*, qui assurent la coordination des deux extrémités du canal et le déroulement correct des phases de signalisation.

3.2 *Signalisation voie par voie*

La signalisation relative à une voie temporelle est transmise à l'aide des huitièmes éléments binaires propres à la voie, occupant des positions bien déterminées dans la supertrame.

4. *Protection contre les erreurs*

La transmission des impulsions en ligne introduit des erreurs qui affectent différemment les deux types de signalisation et contre lesquelles on se protège de la façon suivante:

4.1 *Signalisation par canal sémaphore*

Chaque message comporte des éléments binaires réservés à la transmission d'un code détecteur d'erreurs. En cas d'erreur détectée on procède généralement à une demande de répétition du message. Toutefois, pour certains messages de service par exemple, on évite la répétition grâce à une redondance suffisante permettant de corriger la plupart des erreurs.

4.2 *Signalisation voie par voie*

La protection contre les erreurs est obtenue par la répétition systématique de l'élément binaire, avant prise en considération, en prenant l'état majoritaire comme état réel.

5. *Signalisation échangée entre centres de commutation*

La signalisation comprend des messages de commutation et des messages de gestion transmis sur le canal sémaphore de la façon suivante:

— les messages de commutation de 64 éléments binaires au plus, sont transmis durant les deux premières trames de la supertrame;

— les messages de gestion de 192 éléments binaires au plus, sont transmis durant les six dernières trames de la supertrame.

5.1 *Messages de commutation*

Ils permettent de transmettre, d'une part, toutes les informations destinées à remplacer toutes les signalisations téléphoniques existantes (transmission du numéro de l'abonné demandé, du décrochage, etc.) et, d'autre part, des informations nouvelles (indication de l'encombrement d'un central, par exemple) ou de nature différente (message de signalisation quasi associée).

5.1.1 *Structure des messages* — Les messages comprennent 64 éléments binaires numérotés de 1 à 64, qui sont utilisés comme suit:

... 32 e.b. composant un signal unitaire comprenant une indication de type (3 e.b.), une étiquette de voie temporelle ou de circuit concerné avec l'indication de structure associée ou quasi associée (9 e.b.), une indication de fonction (4 e.b.) et une information (16 e.b.).

(Parmi les signaux unitaires de type (3 e.b.) on distingue:

— des signaux d'engagement ou de dégagement (établissement ou rupture d'une chaîne de signalisation).

— des signaux nécessaires à la commutation (informations sur l'état d'avancement des communications).

— des signaux de service (accusé de réception).

— des signaux étrangers à la voie de conversation (signalisation quasi associée).)

... un index, qui peut être nécessaire si l'importance du trafic oblige à envisager plusieurs messages successifs avant d'avoir la confirmation de bonne réception: pour des signaux comprenant une adresse de voie temporelle celle-ci peut servir d'index.

... des éléments binaires de redondance destinés à protéger les éléments binaires du signal unitaire et éventuellement de l'index.

... un message de service en retour (éventuellement indexé) indiquant que le message en sens inverse a été bien reçu, ou s'il a été mal reçu une demande de répétition. On donne à ce message une redondance suffisante pour qu'il soit reconnaissable même s'il est entaché d'une erreur.

5.1.2 *Procédure* — Si le message est bien reçu, un accusé de réception est envoyé en retour lorsque le dispositif de réception des messages est devenu disponible, c'est-à-dire lorsqu'un nouveau message peut être envoyé.

En cas d'erreur détectée à l'arrivée, une demande de répétition est envoyée en retour pendant la supertrame qui commence immédiatement après la réception du message erronné. Cette demande provoque la répétition du message au départ. Un signal unitaire n'est pas répété plus de deux fois.

5.2 *Messages de gestion*

Les messages de gestion sont échangés entre les centres de traitement des informations et les centres de commutation ou entre les centres de traitement des informations.

5.2.1 *Structure des messages* — Les messages comprennent 192 éléments binaires répartis de la façon suivante:

— 173 éléments binaires d'information;

— 11 éléments binaires réservés à la gestion de la liaison (messages de service);

— 8 éléments binaires de redondance selon un code détecteur d'erreur.

5.2.2 *Types de messages* — Les messages de gestion peuvent être classés en quatre catégories:

1° *des messages d'exploitation*

Ils comprennent tous les messages relatifs à l'exploitation téléphonique du réseau en fonctionnement normal:

— enregistrement centralisé de la taxation des communications;
— mise en service des abonnés et des circuits;
— observation d'abonnés et de trafic;
— services spéciaux accordés aux abonnés (indication de taxe, réveil, transfert, numérotation abrégée);
— essais des équipements et recherche des faux appels.

2° *des messages de relève*

Lorsque certains organes des centres de commutation (traducteur, taxeur) sont défaillants, le centre de traitement des informations peut se substituer à eux et assurer la permanence du service.

3° *des messages d'alarme et de maintenance*

Dès qu'un organe d'un centre de commutation constate une faute soit dans son fonctionnement soit dans les échanges d'information avec les autres organes, il alerte le centre de traitement des

informations. Ce dernier peut intervenir en isolant les organes supposés en cause et en leur faisant exécuter des programmes de détection et de localisation des fautes.

Il peut aussi faire exécuter des programmes de maintenance préventive.

4° *des messages de service*

Messages d'accusés de réception, demande de répétition de mise hors service ou en service, etc.

5.2.3 *Procédure* — Les messages sont répétés jusqu'à ce qu'un accusé de réception soit reçu en retour. Si l'accusé de réception n'est pas reçu dans un temps déterminé, l'organe émetteur décide que la liaison est défectueuse, avertit l'organe récepteur et s'isole.

Un nouveau message ne peut être transmis qu'après réception d'un accusé de réception.

Les centres de traitement des informations vérifient la validité des messages reçus. Si un message, transmis sans erreur, est mauvais, le centre de traitement des informations commande la mise hors service de l'organe d'origine.

6. *Signalisation échangée entre les centres de commutation et les centres satellites*

Les centres satellites sont constitués par des concentrateurs éloignés. Les deux types de signalisation, voie par voie, et par canal sémaphore sont utilisés conjointement:

— la signalisation voie par voie est utilisée pour transmettre certains paramètres d'état (boucle de la ligne d'abonné) ou de commande (sonnerie);

— la signalisation par canal sémaphore est utilisée pour transmettre les messages élaborés dans les organes internes du centre de commutation ainsi que les accusés de réception ou les demandes de répétition.

Les commandes transmises dans le sens central vers satellite n'étant pas les mêmes, que les tests d'état transmis dans le sens satellite vers central, l'organisation de la supertrame est particulière à chacun des sens de transmission.

6.1 *Signalisation dans le sens central vers satellite*

Les messages correspondant à la signalisation par canal sémaphore et qui comprennent au plus 64 éléments binaires sont transmis durant les deux premières trames de la supertrame.

Les signaux de commande, du type voie par voie, sont de quatre sortes et sont transmis dans les trames 3 à 6:

— 3e trame: signaux de commande de sonnerie;
— 4e trame: signaux de commande d'inversion de batterie;
— 5e trame: signaux de retour d'inversion de batterie;
— 6e trame: signaux de commande de dispositif télétaxe.

6.2 *Signalisation dans le sens satellite vers central*

Les messages sont transmis de la même façon que dans l'autre sens durant les deux premières trames de la supertrame.

Les signaux d'état de boucle des lignes d'abonné sont transmis sous la forme voie par voie durant la troisième trame.

6.3 *Procédure*

Pour la signalisation de type voie par voie, les différents paramètres transmis étant envoyés une trame sur huit, la vitesse de transmission est donc de 1 kilobit par seconde. La protection est réalisée par le fait que cette vitesse de transmission est très nettement supérieure à la fréquence de changement d'état des paramètres considérés.

La procédure d'échange de la signalisation de type par canal sémaphore est identique à celle des liaisons entre centres de commutation décrite au paragraphe précédent.

ANNEXE 3
(à la Question 3/D)

Signalisation sur un multiplex M.I.C. à 32 intervalles de temps
(Contribution de l'Administration belge)

1. *Introduction*

Pour procurer les facilités de signalisation, l'Administration belge préconise de faire usage des 8 bits groupés d'un intervalle de temps. Un système de signalisation voie par voie procurant 15 conditions de signalisation est décrit. Ce système est relatif à un multiplex M.I.C. de 32 intervalles de temps dont l'intervalle de temps n° 0 est réservé à la synchronisation groupée et l'intervalle de temps n° 16 à la signalisation groupée.

Ultérieurement, les 8 bits de l'intervalle de temps n° 16 procureraient un canal sémaphore de 64 000 bits/s.

Quoique la plus grande partie de la présente annexe soit consacrée à la signalisation voie par voie, l'Administration belge est d'avis que, même dans un avenir rapproché, le système de signalisation par canal sémaphore constituera la méthode d'exploitation la plus rationnelle.

2. *Signalisation voie par voie*

2.1 *Application de la signalisation voie par voie*

Hormis le système de signalisation n° 6, que le C.C.I.T.T. étudie actuellement, tous les systèmes de signalisation recommandés sont du type « voie par voie ».

Pendant la période qui précède l'intégration de la transmission et de la commutation M.I.C., il sera utile de disposer de systèmes de signalisation « voie par voie » sur des systèmes de transmission M.I.C.

2.2 *Comparaison entre une signalisation « voie par voie » utilisant 8 bits groupés d'un intervalle de temps et une signalisation « voie par voie » faisant usage d'un bit par intervalle de temps*

Une signalisation qui fait usage d'un bit par intervalle de temps sur un système M.I.C. à 32 intervalles de temps procurant 31 voies de conversation, présente une capacité de signalisation de $31 \times 8000 = 248\,000$ bits/s.

Cette capacité est nettement excessive.

Un système M.I.C. utilisant pour la signalisation les 8 bits groupés d'un intervalle de temps et procurant ainsi 30 voies de conversation présente une capacité de signalisation de $8 \times 8000 = 64\,000$ bits/s qui est largement suffisante.

En adoptant la deuxième méthode, le 8^{e} bit de chaque intervalle de temps de conversation est disponible pour le codage de la parole; la qualité de la transmission peut ainsi être améliorée.

L'Administration belge considère que cette augmentation de la qualité est essentielle pour permettre la mise en tandem d'un grand nombre de codeurs-décodeurs (période transitoire de la commutation analogique). La qualité accrue permettra en outre de mieux faire face aux besoins futurs de la transmission de signaux analogiques autres que les signaux de parole.

Les transmissions radiophoniques par exemple, nécessiteront outre une augmentation de la fréquence d'échantillonnage (voir point 2.4 ci-dessous), un plus grand nombre de bits pour caractériser l'amplitude d'un échantillon.

Ce nombre de bits accru pourrait être obtenu en faisant usage de deux intervalles de temps adjacents. Le 8^{e} bit de signalisation constituerait alors un obstacle au libre usage des 2×8 bits et nécessiterait des complications dans les circuits (le 8^{e} bit attribué à la signalisation peut être comparé aux ondes pilotes de groupe primaire et secondaire des systèmes F.D.M. qui constituent un obstacle pour les transmissions de données à large bande).

Dans un commutateur M.I.C. entouré de commutateurs qui utiliseraient une signalisation « voie par voie » (stade intermédiaire de l'intégration) l'extraction des bits de signalisation d'un

intervalle de temps paraît plus simple que l'extraction des bits de signalisation dispersés; le passage ultérieur à une signalisation sur canal sémaphore sera plus simple, celui-ci utilisant les mêmes bits.

L'Administration belge a pris connaissance des avantages que certaines administrations estiment pouvoir trouver dans une signalisation « voie par voie » par bits dispersés. Ils lui semble cependant que ces avantages sont, dans une large mesure, liés aux particularités des réseaux nationaux. A la jonction du réseau national et du réseau international, une conversion de signaux sera nécessaire et celle-ci permettra, sans frais supplémentaires élevés, de passer d'une signalisation par bits dispersés à une signalisation par bits groupés dans un intervalle de temps.

Compte tenu des considérations qui précèdent, l'Administration belge, préconise, *pour les liaisons internationales*, la signalisation qui fait usage des 8 bits groupés d'un intervalle de temps.

2.3 *Choix de l'intervalle de temps réservé à la signalisation*

Pour obtenir une fréquence d'échantillonnage double, il faudrait associer à un intervalle de temps n, l'intervalle de temps $n + 16$.

A l'intervalle n° 0, déjà occupé par le signal de synchronisation de trame (synchronisation groupée), correspond l'intervalle n° 16.

Le choix de l'intervalle de temps n° 16 pour la signalisation permet donc la constitution de 15 voies à fréquence d'échantillonnage double contre 14 en choisissant tout autre intervalle.

2.4 *Système de signalisation « voie par voie » à 4 bits de signalisation par voie de conversation procurant 15 conditions de signalisation*

2.4.1 *Description du système* — Pour 30 voies de conversation, $4 \times 30 = 120$ bits de signalisation sont requis. Comme 8 bits par trame sont disponibles, une multitrame de 16 trames procurera $16 \times 8 = 128$ bits. Dans chaque multitrame, 8 bits resteront donc disponibles.

L'attribution des bits de signalisation aux 30 voies de conversation est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Les trames comprennent 32 intervalles de temps numéroté de 0 à 31; l'intervalle de temps n° 0 contient le signal de verrouillage de trame. La signalisation fait usage des 8 bits groupés de l'intervalle de temps n° 16.

Il y a 30 voies de conversation; conformément à la numérotation des intervalles de temps, elles sont numérotées de 1 à 31, la voie 16 étant absente.

Les 4 bits de signalisation alloués à une voie de conversation sont désignés par a, b, c et d.

N° de la trame	Bits des intervalles n° 16							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	X	X	X	X
1	1a	1b	1c	1d	17a	17b	17c	17d
2	2a	2b	2c	2d	18a	18b	18c	18d
3	3a	3b	3c	3d	19a	19b	19c	19d
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	13a	13b	13c	13d	29a	29b	29c	29d
14	14a	14b	14c	14d	30a	30b	30c	30d
15	15a	15b	15c	15d	31a	31b	31c	31d

Le caractère 0000 formé par les bits 1 à 4 de l'intervalle de temps n° 16 de la trame n° 0 procure le caractère de verrouillage de multitrame. Les bits 5 à 8, marqués X dans le tableau, sont disponibles.

Les 16 conditions de signalisation procurées par les bits a, b, c et d sont réduites à 15 par l'exclusion du caractère a=b=c=d=0, afin d'éviter toute confusion avec le caractère de verrouillage de multitrame.

Au cas où le nombre de conditions de signalisation requis n'est que de 4, on allouera à chaque voie de conversation les bits a et b seulement.

2.4.2 *Commentaires* — Le choix d'une multitrame de 16 trames (2 ms) est parfaitement compatible avec les distorsions recommandées par le C.C.I.T.T. pour les systèmes de signalisation voie par voie.

Par l'exclusion du caractère de signalisation 0000, le caractère de verrouillage de multitrame est rendu univoque.

Le fait que l'intervalle de temps n° 16 utilisé pour la signalisation contient lui-même son caractère de verrouillage, rendra plus aisée la séparation physique de l'équipement de signalisation de l'équipement multiplex proprement dit. En outre, ce procédé facilitera l'assemblage des intervalles de temps de signalisation en un multiplex de signalisation pour le contrôle à distance.

3. *Signalisation par canal sémaphore*

3.1 *Application de la signalisation par canal sémaphore*

Dans un réseau M.I.C. intégré, la signalisation se fera par canal sémaphore. Ce type de signalisation peut également être utilisé entre commutateurs (spatiaux ou temporels) à processeur centralisé.

Enfin, sur des liaisons M.I.C. de grande capacité (par exemple intercontinentales), la signalisation par canal sémaphore pourrait s'avérer intéressante; en particulier elle pourrait procurer un nombre élevé de conditions de signalisation.

Les considérations émises au paragraphe 2.2 sont également valables dans le cas de la signalisation par canal sémaphore.

Pour procurer le canal sémaphore, il est proposé de faire usage des 8 bits de l'intervalle de temps n° 16 ce qui procurerait une capacité de 64 000 bits/s.

Question 4/D — Systèmes de commutation de type numérique

(question nouvelle)

Quelles caractéristiques convient-il d'étudier pour faciliter l'introduction de systèmes de commutation de type temporel devant faire partie d'un réseau numérique intégré qui pourrait être utilisé dans des communications internationales?

Remarque. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 1/D.

ANNEXE 1
(à la Question 4/D)

Note de l'Administration belge

L'Administration belge suggère que l'étude de cette question est liée à celle de la Question 11/D et implique l'étude du point suivant:

Quelles dispositions doivent être prises dans les centraux commandés par processeurs pour permettre l'introduction de la commutation du type temporel et l'établissement de

réseaux numériques intégrés, compte tenu en particulier des exigences requises par certains types d'information (par exemple, transmission de données)?

ANNEXE 2
(à la Question 4/D)

Rapport du Sous-Groupe « Systèmes intégrés »

Les objectifs du Sous-Groupe de travail « Systèmes intégrés », qui s'est réuni les 11 et 12 mars 1968, étaient les suivants:

1. Recueillir des informations sur les systèmes en cours d'étude dans les diverses administrations et dans d'autres organisations.

2. Sur la base de ces renseignements, étudier les répercussions éventuelles sur les paramètres des systèmes M.I.C. du fait de leur utilisation dans les réseaux intégrés.

L'ordre du jour suivant, proposé par le Président a été adopté:

1. Caractéristiques fondamentales d'un systèmes intégré de commutation numérique temporelle.

1.1 Examen des systèmes intégrés en essais ou en cours d'étude par les différentes administrations et autres organisations:

— structure du système de commutation,
— synchronisation,
— centre de commutation,
— signalisation.

1.2 Caractéristiques d'un circuit international faisant partie d'un système intégré de commutation numérique:

— synchronisation,
— signalisation.

2. Exigences spécifiques des équipements terminaux et des lignes M.I.C. faisant partie d'un système intégré de commutation numérique.

2.1 Facilités spéciales nécessaires pour l'emploi des équipements terminaux M.I.C. dans un système intégré de commutation numérique:

— fonctions de commutation additionnelles,
— commande à distance.

2.2 Exigences spécifiques pour l'utilisation dans un système intégré de commutation numérique:

— des équipements terminaux M.I.C.
— des lignes M.I.C.

1. *Caractéristiques fondamentales d'un système intégré*

1.1 *Recueil d'informations sur les systèmes en cours d'étude*

M. Pouliquen de l'Administration française a rappelé les grandes lignes du système intégré en cours de réalisation, qui a fait l'objet de deux contributions soumises au Groupe de travail et qui sont reproduites dans l'annexe 2 à la Question 3/D et dans l'annexe 3 ci-après.

M. J.-P. Runyon des Bell Telephone Laboratories a décrit rapidement les caractéristiques du système en cours d'étude aux Bell Telephone Laboratories: Un article le décrivant plus complètement sera présenté par M. B. Brilliant à l'International Conference ou Communication des I.E.E.E., qui se tiendra à Philadelphie au mois de juin 1968.

M. K. Habara de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation a rappelé l'existence de la contribution COM XV—n° 144 (1964-1968) sur les études japonaises.

M. W. T. Duerdoth du General Post Office, après une description du système du Royaume-Uni, a rappelé que ce système a fait l'objet de communications présentées au Colloque international de commutation électronique 1966 de Paris et aux 4e et 5e Congrès de Télétrafic.

M. W. T. Jones, de l'International Telephone and Telegraph Corporation, a décrit l'un des systèmes de commutation étudiés au Laboratoire de l'I.T.T. Trois articles ont été publiés à ce sujet:

G. C. HARTLEY et J. H. DEJEAN: Potentialities of an integrated digital network; *Electrical Communication*, Volume 43, n° 3, 1967.

A. CHATELON: P.C.M. telephone exchange switches digital data like a computer; *Electronics*, 3 octobre 1966.

J. LE CORRE: Organisation d'un autocommutateur utilisant la modulation codée en impulsions; Colloque international de commutation électronique 1966 de Paris.

Enfin M. A. Bachmann de l'Administration suisse a parlé des études menées en Suisse et a rappelé la description du système faite au Colloque international de commutation électronique 1966 de Paris. Une autre communication sur ce système a été présentée à l'International Conference ou Communication 1967 de l'I.E.E.E. de Minneapolis.

L'appendice contient un tableau résumant les renseignements revisés par les délégués.

Il semble que de tous les systèmes présentés il se dégage la caractéristique commune de la commutation voie par voie.

Synchronisation — Le Sous-Groupe de travail estime qu'il est trop tôt pour décider si les réseaux nationaux et à fortiori internationaux pourront être synchronisés ou non. De plus, un certain nombre de délégués estime que, même dans l'hypothèse d'une synchronisation totale, le fonctionnement en asynchrone devrait cependant être prévu pour les cas de pertes accidentelles de synchronisme.

Certains délégués ont à ce propos posé le problème de la précision et de la stabilité des horloges employées dans les réseaux non synchronisés et ont suggéré que des exigences similaires s'appliqueraient dans un réseau synchronisé pour assurer le fonctionnement asynchrone en cas de pertes de synchronisme. Dans ce but, le Sous-Groupe de travail a souhaité que soit définie une communication fictive de référence traversant un certain nombre de centres de commutation numérique.

Des délégués ont souligné qu'il pourrait être utile de disposer, en plus de la synchronisation de trame, d'une possibilité de transmission d'informations destinée à la synchronisation des horloges et pouvant emprunter différents moyens de transmission.

Le Sous-Groupe de travail, dans son ensemble, a pu conclure que la structure des autocommutateurs numériques n'imposait pas de contrainte particulière sur la façon dont sont transmis les éléments numériques de synchronisation.

Signalisation — Le Sous-Groupe de travail estime qu'une signalisation du type transmission de données serait la solution préférée pour les liaisons M.I.C. internationales reliant deux centres de commutation temporelle, d'une part parce que l'intérêt de ce type de signalisation a déjà été reconnu par ailleurs puisqu'un système de ce type, le système n° 6, est actuellement défini au C.C.I.T.T., et d'autre part parce que les centres de commutation temporelles seront à peu près certainement commandés par des machines électroniques et seront en conséquence parfaitement adaptés à l'exploitation de ce type de signalisation.

Par ailleurs, il est très probable que le système de signalisation n° 6 sera également utilisé dans les futurs centres de commutation électroniques analogiques, en conséquence l'adoption d'un système de signalisation par transmission de données pour les systèmes de commutation numérique est de nature à faciliter l'interconnexion avec de tels centres de commutation.

On estime, par ailleurs, que les données de signalisation seront transmises sous forme numérique dans les systèmes de commutation temporelle, et, compte tenu du souci de réserver de larges possibilités pour l'avenir, certains délégués estiment que la voie de signalisation des systèmes de commutation temporelle devrait pouvoir présenter, bien que cela puisse sembler superflu à l'heure actuelle, une vitesse très supérieure à celle du système n° 6.

La signalisation étant transmise sous forme de transmission de données, un certain nombre d'administrations estiment que la voie de signalisation des systèmes M.I.C. ne devrait pas se présenter différemment des autres voies de transmission de données. Elle pourrait par exemple être constituée par un secteur de temps unique sans préjuger si ce secteur devrait être systématiquement réservé dans chaque trame de multiplex primaire ou seulement dans la trame des multiplex secondaires. On remarque que cette disposition de signalisation groupée pourrait faciliter la commutation sur une voie de trafic pour assurer la transmission de la signalisation en cas de défaut survenant sur la voie spécialisée.

D'autres administrations estiment que la vitesse de transmission offerte par un secteur est surabondante pour certaines liaisons de données du réseau de signalisation du système n° 6 et se prononcent en faveur d'un autre mode de transmission, par exemple à l'aide d'un seul élément binaire de la trame des multiplex primaires ou à l'aide de ce même élément binaire dans une trame sur quatre seulement.

On peut prévoir que, dans un réseau entièrement intégré, des organes permettront le sous-multiplexage de la capacité d'information d'un seul secteur aux fins générales de la transmission de données et de la télégraphie. Il serait alors possible d'affecter des voies de données à vitesse appropriée comme voies du réseau de signalisation du système n° 6.

Une autre possibilité a également été envisagée, à savoir constituer la voie de signalisation à l'aide d'un seul élément binaire par voie; ceci suppose que cet élément n'est pas utilisé pour la transmission d'information. Toutefois, étant donné l'incertitude actuelle sur la loi de codage (à 7 ou 8 éléments binaires) qui sera retenue pour les signaux de parole, le Sous-Groupe de travail estime qu'il est peu souhaitable de constituer la voie de signalisation des liaisons internationales M.I.C. à l'aide d'un élément binaire du secteur, cette solution pouvant entraîner des modifications au moment où les 8 éléments binaires seraient utilisés pour la transmission de la parole.

1.2 *Paramètres de construction des circuits M.I.C. internationaux*

En dehors des questions relatives à la synchronisation et à la signalisation, le Sous-Groupe de travail a examiné certains paramètres de construction des liaisons M.I.C. internationales.

L'utilisation de liaisons M.I.C. internationales dans les réseaux intégrés ne semble pas avoir de répercussions directes sur ces paramètres, mais cet examen a montré la grande importance qu'il y aurait à définir le niveau hiérarchisé du multiplex auquel s'effectueraient les interconnexions internationales.

De plus, on a reconnu que, pour autant que les systèmes intégrés soient intéressés, il apparaît une situation nouvelle en ce qui concerne le raccordement des lignes de transmission avec les centres de commutation, due au fait que les circuits se présentent avec un certain format caractérisé par la trame dont ils font partie. Il en résulte qu'il apparaît extrêmement important de définir précisément les jonctions entre la transmission et la commutation et on estime qu'une proposition précise devrait être établie par le Groupe de travail à ce sujet.

En ce qui concerne la structure de la trame, on a noté que la structure de multiplexage à caractères intercalés était la solution préférée pour le multiplex de base. Il a d'ailleurs été remarqué que dans tous les systèmes de commutation temporelle, mentionnés par les membres du Sous-Groupe de travail, la commutation était toujours du type secteur par secteur. La structure de la trame à caractères intercalés est donc bien adaptée à ce type de commutation puisqu'elle permet la transmission, à chaque opération de commutation, de tous les éléments binaires d'un même caractère.

On a noté par ailleurs que ce type de commutation conviendrait également bien à d'autres types d'informations que le signal téléphonique si les éléments binaires correspondant à ces informations pouvaient être contenus dans un nombre entier de secteurs.

2. *Exigences spécifiques des équipements terminaux et des lignes M.I.C. faisant partie d'un système intégré de commutation numérique*

Le Sous-Groupe de travail n'a pu examiner en détails le point 2 de l'ordre du jour et s'est limité à relever certaines conditions exigées des équipements terminaux M.I.C. dues à leur utilisation dans les réseaux intégrés.

APPENDICE (à l'Annexe 2)

Tableau des caractéristiques de systèmes intégrés à l'étude

Administration ou autre organisation	Etat des travaux	Champ d'application	Caractéristiques de commutation				
			Concentration	Commutation			
				Structure	Mode de Transfert	Mémoire de commande	Mémoire de parole
1	2	3	4	5	6	7	8
Royaume-Uni	Prototype achevé et en cours d'installation pour essais en conditions normales de fonctionnement	Centre tandem central	Aucune	Commutateur-mémoire-commutateur avec dispositifs d'alignement à la périphérie	En série 24 secteurs de temps	Ames de ferrite ou lignes à retard en verre	Lignes à retard en verre et mémoire à diode-capacité
N.T.T. (Japon)	Prototype achevé et utilisé en laboratoire comme petit autocommutateur connecté au réseau national depuis un an	Centraux urbains et tandem	Spatiale (contact métallique), commandée à distance sur un circuit M.I.C.	Commutateur-mémoire-commutateur avec dispositifs d'alignement à la périphérie	En série 24 secteurs de temps	Ames de ferrite	Diode-capacité
I.T.T. 1	Grand modèle expérimental	Tandem et interurbain	—	Spatiale avec commutateur temporel	En parallèle 96 secteurs de temps artères principales	SCIC Mémoires à « scratch pad »	

APPENDICE (à l'Annexe 2)

Tableau des caractéristiques de systèmes intégrés à l'étude

Commande	Caractéristiques de modulation	Synchronisation du réseau	Signalisation	Capacité des centres de commutation	Notes
9	10	11	12	13	14
Enregistreurs et organes de supervision avec marquage pour la sélection du trajet	Système normalisé à 24 voies de l'Administration du Royaume-Uni	Les centraux comportant une horloge centrale sur laquelle les terminaux éloignés sont verrouillés. Démarrage synchrone	Signaux des centres terminaux pas à pas acheminés par le premier élément binaire de chaque voie (une trame multiple sur deux seulement)	Appropriée pour 10 à 600 systèmes arrivant à 24 secteurs de temps	
Commande par programme enregistré avec logique câblée (calculatrice générale à mémoire de 65 kbits)	Système normalisé à 24 voies de la N.T.T.	a. Horloge maîtresse – horloge asservie (service central ⟶ service éloigné) b. b. 1 homochrone b. 2 asynchrone (service central ⟷ service central)*. *Quatre services pseudo-centraux sont installés	Signaux du concentrateur (abonné) acheminés par le premier élément binaire de chaque voie	≤ 1500 erlangs (dans les deux sens) (96 paires)	1. Un modèle à voie de conversation d'une capacité de 4500 E a été installé simultanément. 2. Cinq études ont été publiées à ce sujet dans la *Review of Electrical Communication Laboratory*, mars ou avril 1968, et dans *I.E.E.E. Trans. Com.*, février 1968. 3. Visité par les membres de la Commission d'études XI au cours de la réunion de Tokyo
Programme enregistré	Adaptables. Actuellement prévues pour le système multiplex du Royaume-Uni	On peut disposer de jonctions synchrones ou asynchrones	Compatible avec divers types	Jusqu'à 6000 E	

Suite à la page suivante

APPENDICE à l'Annexe 2 *(suite)*

Administration ou autre organisation	Etat des travaux	Champ d'application	Caractéristiques de commutation					Commande	Caractéristiques de modulation	Synchronisation du réseau	Signalisation	Capacité des centres de commutation	Notes
			Concentration	Commutation									
				Structure	Mode de Transfert	Mémoire de commande	Mémoire de parole						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I.T.T. 2	A l'étude	Central urbain	Oui	Commutation d'espace et de temps	En parallèle	Non fixées		Programme enregistré		Synchrones sur lignes à concentrateurs; asynchrones pour centraux de rang plus élevé	Voie commune	Pas encore déterminée	
France	En cours de réalisation	Zones terminales et transit urbain	Temporelle par groupes de 500 abonnés	Mémoire-commutation-mémoire, sans blocage	Parallèle	Statique ou à circulation	Statique	Organes spécialisés câblés ou à programmes enregistrés	Conférer tableaux I, II, annexe 8, COM XV-150, Sauf chiffres par secteur: 8, débit binaire: 2048	Réseau asynchrone synchronisable	Voie commune sur un secteur de temps + voie par voie pour concentrateurs	128 groupes de 32 secteurs de temps	*Commutation et Electronique n° 20*, janvier 1968
Bell Telephone Laboratories	En étude	Niveaux interurbains, primaires et plus élevés du réseau du Bell system	Rien	Mémoire-commutation-mémoire	En série 32 secteurs de temps par trame	A circulation	A circulation	Processeur électronique à programme enregistré en mémoire	Conférer tableaux I, II, annexe 8 COM XV-150 format D2	Réseau asynchrone au commencement du service. Synchronisable plus tard	Voie par voie au commencement. Canal commun sur le 193e élément binaire dans l'avenir	1024 systèmes T1	Sera décrit dans un document présenté par M. B. Brilliant à l'International Conference ou Communication des I.E.E.E., Philadelphie, 1968
Suisse	En étude petit modèle réalisé	Zones terminales et transit	Temporelle par groupes jusqu'à 500 abonnés téléphoniques ou abonnés de données	Mémoire et commutation (accès aléatoire) sans blocage	Parallèle	Statique	Statique	Câblés et processeur électronique à programme enregistré en mémoire	Conférer tableaux I, II, annexe 8 COM XV-150	Réseau asynchrone	Voie commune sur un secteur de temps	Combinaison d'unités de commutation de: 16 systèmes de 32 secteurs de temps	

QUESTIONS — COMMISSION SP. D

APPENDICE à l'Annexe 2 *(suite)*

Il a d'abord noté qu'il y aurait grand intérêt à définir une jonction entre les équipements de transmission en ligne et les équipements M.I.C. Cette jonction pourrait s'appliquer également au cas où les équipements M.I.C. font partie des équipements de transmission et au cas où ils font partie de centres de commutation temporelle.

En particulier, on a noté que les équipements M.I.C. des centres de commutation temporelle ne comporteraient probablement pas de dispositif approprié permettant, par exemple, d'éviter les longues suites de zéros.

A cette jonction, on pourrait définir un code binaire sans restriction. Toutefois, c'est alors l'équipement terminal de la ligne qui devrait satisfaire à la nécessité d'assurer une densité adéquate de l'information de rythme.

La nécessité de pouvoir connecter une opératrice en parallèle sur une communication et de pouvoir établir des communications de conférence a été notée. L'utilisation, dans les équipements terminaux M.I.C., d'une loi de décodage linéarisable numériquement est par conséquent souhaitable.

Le Sous-Groupe de travail a noté qu'il serait souhaitable que les équipements terminaux M.I.C. aient un accès permettant au besoin de synchroniser l'horloge locale de ces équipements terminaux à partir d'une source centrale, par exemple un équipement terminal situé dans un central temporel pourrait alors être synchronisé à partir de l'horloge du central.

ANNEXE 3
(à la Question 4/D)

Réseau intégré de télécommunication
(Contribution de l'Administration française)

Le système étudié par l'Administration française, dont les principes de base font l'objet de la présente contribution, est destiné à constituer un réseau intégré de télécommunication.

Les techniques numériques sont donc utilisées aussi bien pour la transmission que pour la commutation des informations.

Elles sont de plus à la base du traitement de l'information qui est un autre élément important du système.

Elles visent à rendre le réseau universel, c'est-à-dire adapté à tous les types d'informations.

1. *Organisation générale du réseau*

La structure du réseau, représentée schématiquement figure 1, repose sur une unité de base constituée par un ensemble de centres de commutation groupés autour d'un centre de traitement des informations qui exerce sur eux un contrôle permanent.

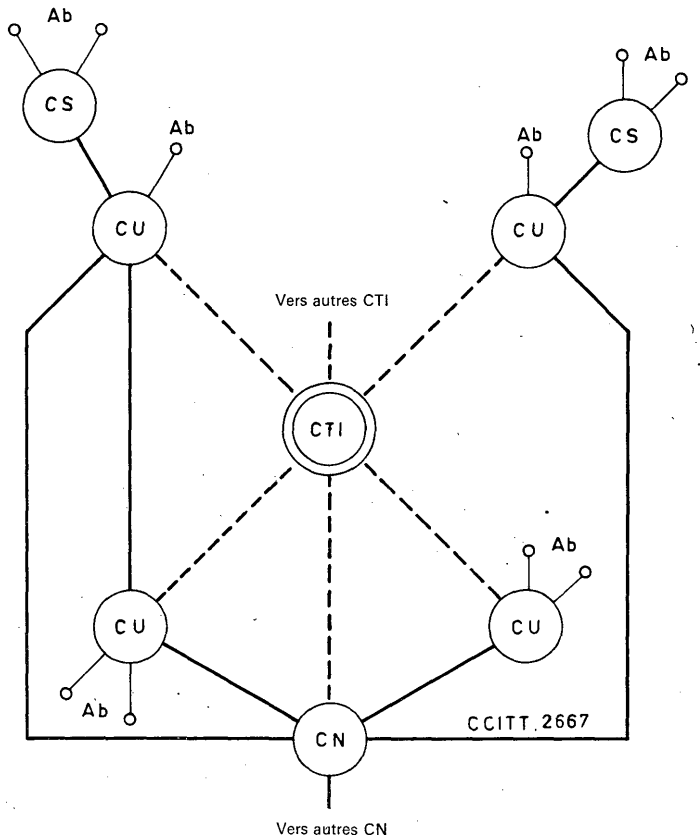
Les centres de commutation sont reliés par des liaisons numériques à grande vitesse qui transmettent les informations relatives à plusieurs communications grâce à une répartition dans le temps.

Certaines de ces liaisons servent également aux échanges d'informations entre les centres de commutation et le centre de traitement des informations.

Dans le cas des zones à forte densité téléphonique, où les centres de commutation ont des capacités importantes, un centre de traitement des informations particulier peut être affecté à un seul centre de commutation.

Les centres de commutation assurent seuls toutes les opérations courantes de la téléphonie automatique (établissement et rupture des communications, taxation) sans avoir recours au centre de traitement des informations qui est seulement chargé des opérations d'exploitation (gestion, surveillance, maintenance).

Leur structure de base, représentée schématiquement sur la figure 2, repose sur un découpage en éléments fonctionnels. Ils se composent essentiellement d'organes de commutation et d'organes de commande.



Légende :

Ab = poste d'abonné	CU = central urbain	CTI = centre de traitement des informations
CS = central satellite	CN = central nodal	
——— transmission B.F.	▬▬▬ transmission M.I.C.	- - - - transmission numérique

FIGURE 1. — **Structure générale d'un réseau en commutation temporelle intégrée**

Les organes de commutation comprennent:

1. des *unités de sélection* qui constituent les étages d'entrée et qui sont individuellement reliées au réseau de connexion par deux lignes multivoies.

On peut en distinguer quatre types principaux:

a) celles qui desservent des lignes d'abonné téléphonique (500 au minimum). Les principales fonctions assurées par ce type d'unité de sélection sont:
   - — la transformation analogique-numérique des signaux téléphoniques (modulation par impulsions et codage)
   - — la concentration du trafic des 500 lignes d'abonné, sur les deux lignes multivoies à 32 canaux,
   - — l'exploration et la surveillance des lignes d'abonné,
   - — l'alimentation des lignes appelantes et l'échange des signaux de signalisation avec les postes d'abonné.

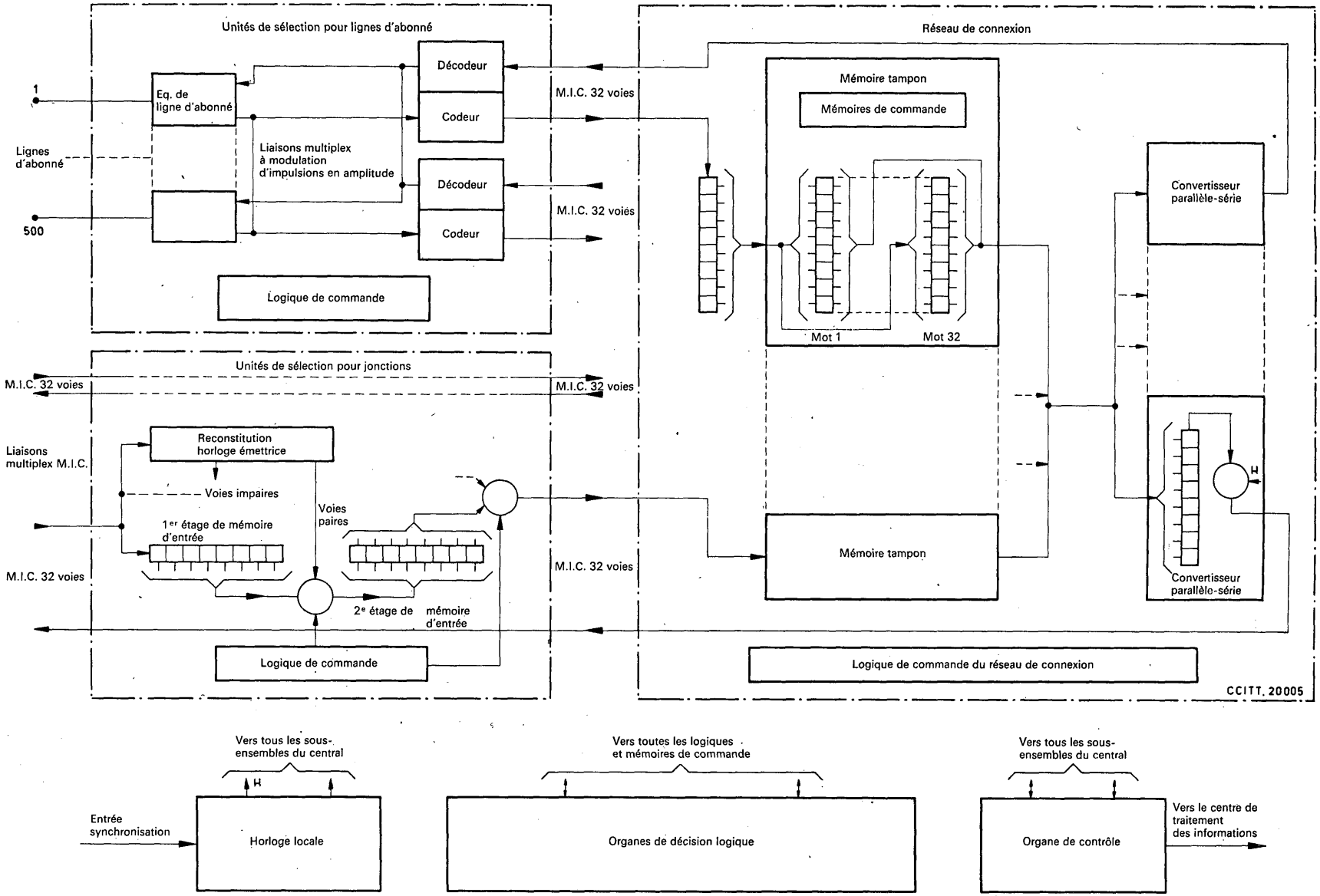


FIGURE 2 — **Centre de commutation**

b) celles qui desservent des lignes d'abonné numériques (transmission de données). Les principales fonctions assurées sont l'échantillonnage ou la synchronisation des signaux numériques, selon le cas, et leur multiplexage sur les deux lignes multivoies. Comme les précédentes elles assurent également l'exploration, la surveillance des lignes d'abonné et l'échange des signaux de signalisation avec les postes terminaux d'abonné.

c) celles sur lesquelles sont reliées, les liaisons avec les autres centres de commutation. Elles assurent essentiellement le changement d'horloge.

d) celles sur lesquelles sont reliées les liaisons à basse fréquence avec le réseau téléphonique classique.

Remarque. — Les unités de sélection pour lignes d'abonné peuvent être installées à distance du central, elles constituent alors les centres satellites.

2. un *réseau de connexion* sans blocage dont la fonction essentielle est de permettre l'interconnexion de toutes les voies temporelles des lignes entrantes et sortantes.

Les organes de commande comprennent:

1. les *organes de décision logique* qui contrôlent toutes les opérations de commutation du central grâce à un programme de fonctionnement plus ou moins enregistré en mémoire.

2. l'*organe de contrôle* en liaison avec le centre de traitement des informations.

3. l'*horloge et la base de temps* générale qui assurent la synchronisation des différents éléments constitutifs du central.

2. *Modulation*

2.1 *Signal téléphonique*

Le système utilise la modulation par impulsions et codage (M.I.C.).

Les caractéristiques fondamentales de modulation sont les suivantes:

1. fréquence d'échantillonnage: 8 KHz;
2. capacité de charge: +2 dBm0;
3. nombre d'échelons de quantification: $2^7=128$;
4. loi de compression: logarithmique, $A=87{,}6$, approchée par 13 segments de droite dont les pentes sont dans le rapport deux;
5. code binaire symétrique.

2.2 *Signaux de type analogique*

Pour les signaux de ce type, programmes de radiodiffusion par exemple, la fréquence d'échantillonnage est choisie parmi les multiples de 8 KHz.

En outre les éléments binaires résultant de la transformation analogique-numérique sont groupés de façon à être transmis dans un nombre entier d'intervalles de temps.

2.3 *Signaux à caractère numérique*

1) *Signaux à moyenne et à grande vitesse* — Ils peuvent être traités de deux façons:

— soit par échantillonnage à une fréquence multiple de 8 KHz que l'on choisit d'autant plus élevée que la vitesse des signaux numériques est elle-même plus grande et que la distorsion admissible est plus faible. Ce procédé ne nécessite aucune synchronisation entre ces signaux et l'horloge du réseau;

— soit en les asservissant à l'horloge du réseau et en les transmettant directement.

Dans les deux cas, les éléments binaires sont groupés de façon à être transmis dans un nombre entier d'intervalles de temps.

2) *Signaux à faible vitesse* — Ils peuvent être transmis par échantillonnage à une fréquence sous-multiple de 8 KHz. Sur certaines liaisons M.I.C. un ou plusieurs intervalles de temps peuvent être

spécialisés pour la transmission de ce type d'information, chaque intervalle de temps servant à transmettre plusieurs communications du même type grâce à une nouvelle répartition dans le temps.

3. *Transmission*

Les signaux résultant de la modulation sont groupés sur les lignes multivoies dans un multiplex primaire de base. La trame (de 125 microsecondes) de ce multiplex primaire comprend 32 intervalles de temps comprenant chacun 8 éléments binaires.

Le débit d'impulsions correspondant est de 2048 bits par seconde.

31 intervalles de temps sont utilisés pour le trafic et peuvent acheminer 31 voies téléphoniques.

Le 32e intervalle de temps est réservé pour les opérations de synchronisation.

Dans chaque intervalle de temps, 7 éléments binaires sont utilisés pour transmettre la modulation, le 8e est réservé pour la transmission de la signalisation.

Des multiplex d'ordre plus élevé, obtenus par multiplexage de plusieurs multiplex primaires, peuvent être transmis sur certaines lignes de transmission du réseau.

4. *Synchronisation*

Le réseau est du type asynchrone. Chaque centre de commutation possède sa propre horloge et une remise à l'heure locale est effectuée sur les informations entrantes.

Toutefois la possibilité d'une synchronisation de tout ou partie du réseau est réservée, les différentes horloges pouvant être asservies sur une fréquence pilote.

4.1 *Changement d'horloge dans les centres de commutation*

Il s'effectue dans les unités de sélection. Les éléments binaires de chaque intervalle de temps transmis sur une ligne entrante sont enregistrés en série au fur et à mesure de leur arrivée dans un premier étage de mémoire d'entrée sous le contrôle de l'horloge du central émetteur reconstituée localement à partir des éléments binaires de synchronisation.

Il y a deux éléments de mémoire d'entrée, affectés à chaque ligne entrante, l'un pour les intervalles de temps de rang pair, l'autre pour les intervalles de temps de rang impair. De cette façon les éléments binaires demeurent enregistrés dans ces éléments de mémoire pendant toute la durée de l'intervalle de temps qui suit leur arrivée.

Ils sont ensuite transférés en parallèle dans un second étage de mémoire d'entrée, à un instant ou à un autre de cet intervalle de temps, choisi de telle façon qu'il ne risque pas de coïncider avec l'instant de transfert dans la mémoire du réseau de connexion, lequel est déterminé par l'horloge locale du central.

Les éléments binaires peuvent ensuite être transférés et lus dans les mémoires tampon du réseau de connexion sans aucun risque de coïncidence entre les instants d'écriture et de lecture.

Naturellement ce procédé introduit des erreurs de transmission qui se traduisent par le fait que les éléments binaires transmis durant un intervalle de temps ne sont pas retransmis ou au contraire sont retransmis deux fois de suite selon le sens du décalage des horloges, et avec une périodicité directement proportionnelle à la valeur de ce décalage.

Pour la modulation téléphonique, ces erreurs sont sans inconvénient à condition que les différentes horloges du réseau soient comprises à l'intérieur de certaines limites (qu'elles ne diffèrent pas de plus de 10^{-5}, par exemple).

Pour les transmissions de données à moyenne et à grande vitesse, ces erreurs peuvent également être sans inconvénient si l'on prend la précaution de ne changer l'intervalle de temps de transfert, entre les deux étages d'éléments de mémoire d'entrée, que lors d'une trame particulière durant laquelle le signal de transmission de données ne transporte aucune information. Naturellement cette trame particulière doit se répéter avec une certaine périodicité (celle de la supertrame, dont il sera question plus loin, au paragraphe 6 par exemple).

4.2 *Multiplexages — démultiplexages dans le réseau de transmission*

Contrairement au cas des autocommutateurs où le changement d'horloge introduit des erreurs, il est possible de multiplexer les informations émises par des sources non synchrones sans pertes d'information.

Cette opération peut se réaliser en adoptant, pour les multiplex d'ordre élevé (multiplex composite groupant plusieurs multiplex primaires), une fréquence légèrement supérieure au multiple entier de la fréquence des multiplex primaires. Des éléments binaires sont insérés pour ajuster la phase, leur position étant indiquée au moyen d'un canal spécial. Un procédé de ce genre a été décrit dans la revue *Bell System Technical Journal* de novembre 1965.

D'autres solutions, qui consistent à réaliser une synchronisation du réseau, peuvent également être utilisées.

L'étude de ce problème fait l'objet d'une autre contribution particulière.

5. *Commutation*

La commutation se fait sans alignement des positions de temps. Le réseau de connexion des autocommutateurs est constitué par des mémoires tampon dans lesquelles les éléments binaires, transmis par les lignes entrantes, demeurent enregistrées pendant toute la durée d'une trame de 125 microsecondes. Ils peuvent donc être lus et transmis sur les lignes sortantes durant l'un quelconque des intervalles de temps de la trame.

6. *Signalisation*

La signalisation entre les centres est transmise sur un canal spécialisé, que l'on appelle canal sémaphore, sous forme de messages individuels. Toutefois, une signalisation du type voie par voie est également utilisée sur certaines liaisons terminales du réseau, par exemple sur les liaisons entre centraux urbains et centraux satellites.

La voie de signalisation des liaisons M.I.C. à 32 intervalles de temps est constituée par les 8^{e} éléments binaires de chaque intervalle de temps.

Dans chaque trame de 125 microsecondes, on dispose ainsi de 32 éléments binaires pour la signalisation.

Une supertrame de huit trames sucessives est définie, de sorte que chaque supertrame de 1 milliseconde permet de transmettre 256 éléments binaires, ce qui procure une voie de signalisation à 256 kilobits par seconde.

Des précisions sur le système de signalisation sont données dans l'annexe 2 à la Question 3/D.

ANNEXE 4
(à la Question 4/D)

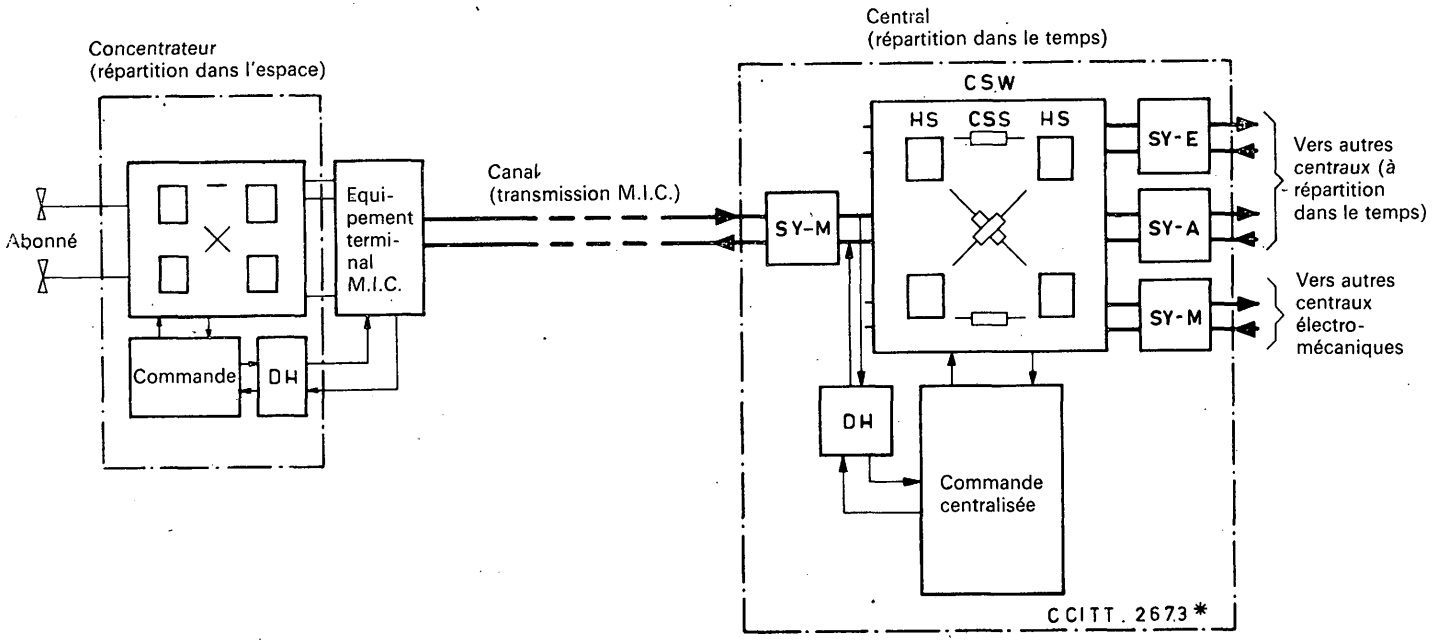
Quelques remarques sur la constitution d'un réseau M.I.C. intégré
(Contribution de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)

1. *Introduction*

Il convient de prendre en considération un grand nombre de facteurs des systèmes de transmission M.I.C. au point de vue des systèmes de commutation et de transmission intégrés. La N.T.T. a procédé à l'étude de ces facteurs à l'aide d'un système expérimental de commutation et de transmission intégrées. La présente annexe contient quelques remarques sur les caractéristiques fondamentales.

2. *Système expérimental*

La configuration fondamentale de ce système est représentée sur la figure 1. Ce système est conçu de manière à intégrer des centraux téléphoniques et des liaisons de transmission sur la base d'un système M.I.C. à 24 voies. La structure des signaux multiplex M.I.C. est représentée sur la figure 2. Une trame se compose de 193 éléments numériques, le 193^{e} élément numérique étant utilisé aux fins de la synchronisation de trame. La numérotation et l'information de décrochage et de raccrochage sont acheminées par le premier élément numérique (élément numérique de signalisation) de chaque secteur de temps.



DH = Traitement des données pour télécommande
SY = Equipement de synchronisation
- E pour rythme avec égalisation
- A pour rythme asynchrone
- M pour rythme avec asservissement

FIGURE 1. — **Configuration d'un système M.I.C. intégré expérimental**

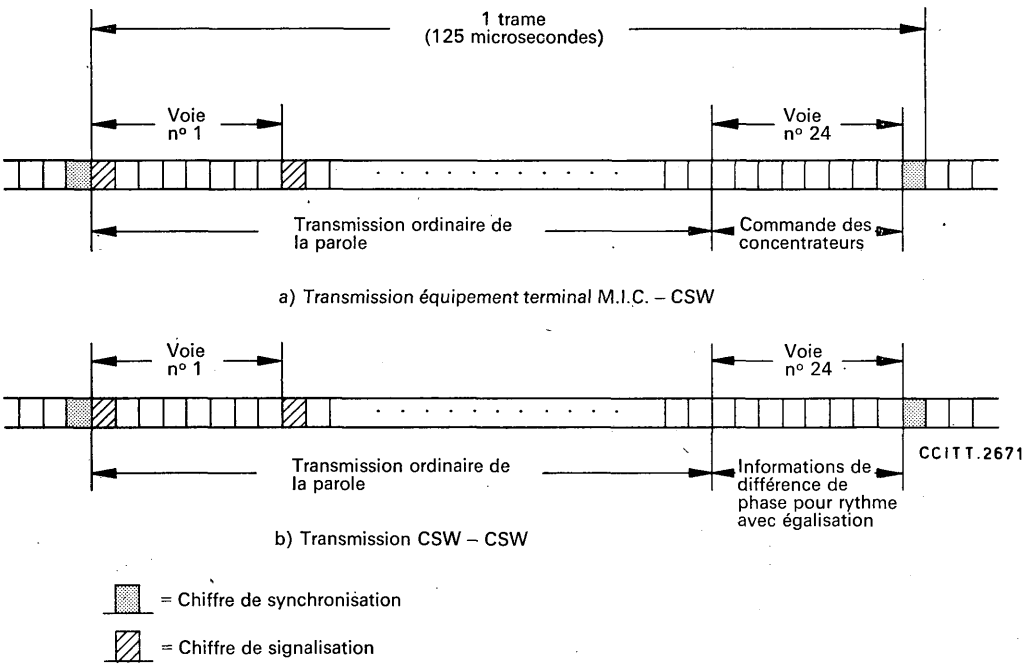


FIGURE 2. — **Structure du signal multiplex M.I.C.**

Le central se compose d'un ensemble de commutation centralisé à multiplexage dans le temps (CSW), d'équipements de synchronisation, d'organes de commande centrale et de traitement des données (DH). Il est relié à d'autres centraux et à des concentrateurs par les lignes de transmission M.I.C. existantes. Des centraux électromécaniques classiques peuvent être reliés à ce central par l'intermédiaire d'équipements terminaux M.I.C.

Dans l'ensemble centralisé CSW, les 8 éléments numériques reçus en provenance d'une voie d'un canal sont transférés sur une voie libre d'un canal désigné par l'intermédiaire de commutateurs de canal (HS) et de commutateurs à décalage de voie (CSS). Les éléments numériques de signalisation sont extraits dans l'ensemble CSW et transférés à la commande centrale.

Les concentrateurs disposés autour du central se composent de commutateurs à répartition dans l'espace munis de contacts métalliques et de leurs organes de commande. Ils sont reliés au central par l'intermédiaire de lignes de transmission M.I.C. Les concentrateurs sont commandés à distance à partir de la commande centrale de l'ensemble CSW au moyen des organes de traitement des données (DH). Les données de commande sont transmises sur la 24e voie d'une ligne de transmission M.I.C.

L'horloge des équipements terminaux M.I.C. des concentrateurs est synchronisée avec celle de l'ensemble CSW par une méthode d'asservissement du rythme. Dans l'équipement de synchronisation (SY-M) qui est à l'entrée de l'ensemble CSW, on trouve une ligne à retard semi-fixe et une mémoire intermédiaire à retard variable. Grâce à cela, le retard total aller et retour entre l'ensemble CSW et l'équipement terminal M.I.C. devient égal à un multiple entier de la période de la trame.

Pour la synchronisation entre plus de deux ensembles CSW, nous étudions l'application des deux méthodes suivantes dans notre dispositif:

1. Rythme asynchrone: chaque central travaille à sa propre fréquence d'horloge avec une tolérance donnée. Les signaux M.I.C. reçus par un central sont enregistrés dans les mémoires intermédiaires de l'équipement de synchronisation (SY-A) et en sont extraits à la fréquence d'horloge du central.

2. Rythme « avec égalisation »: Chaque central possède une horloge et une commande de fréquence (SY-E). La fréquence d'horloge est commandée de manière à devenir une fréquence commune qui est la moyenne de toutes les autres fréquences d'horloge. L'information sur les différences de phase est respectivement transmise aux autres centraux par l'intermédiaire de liaisons de données établies sur la 24e voie des systèmes de transmission M.I.C.

3. *Considérations sur les caractéristiques fondamentales des systèmes M.I.C.*

a) Les systèmes actuellement exploités ou étudiés utilisent une structure de multiplexage à caractères entrelacés. L'emploi de cette structure apparaît préférable du point de vue de la parole M.I.C. normale.

Si les éléments numériques sont disposés selon cette structure, on peut utiliser des mémoires de commutateur à durée de cycle relativement grande, par exemple égale à celle du secteur de temps (5,2 μs) pour faire fonctionner les portes du commutateur M.I.C.; sinon, il faudrait utiliser des mémoires à brève durée de cycle, au moins égale à la durée d'un élément numérique (0,65 μs, par exemple).

b) Lors de la conception des centres de commutation M.I.C., il n'importe pas tellement que la trame des éléments numériques ne comporte pas un nombre entier de secteurs de temps contenant chacun le même nombre d'éléments numériques, dans la mesure où il s'agit de la transmission de la parole. Dans le système expérimental que nous utilisons, chaque trame compte 24 secteurs de temps et un élément numérique de synchronisation (c'est-à-dire 193 éléments numériques).

Dans le cas de la transmission de signaux à spectre plus large, une trame d'éléments numériques comptant un nombre entier de secteurs de temps assurerait plus de souplesse pour une largeur de bande égale à un multiple de 4 MHz.

c) On estime souhaitable de disposer d'un élément numérique distinct — l'analogue numérique de la signalisation hors bande dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence — afin de transmettre économiquement l'information de numérotation et celle de décrochage/raccrochage. Même si l'on utilise à titre provisoire un système classique de signalisation multifréquence en tant que système de signalisation à l'intérieur de la bande, l'élément numérique distinct est utile pour transmettre l'information de décrochage/raccrochage.

d) L'information de signalisation peut être transmise de diverses manières. Nous avons adopté la signalisation à l'intérieur de la bande pour notre système expérimental. Une signalisation concentrée hors bande pourrait être qualifiée de signalisation sur voie commune ou de signalisation dans la multitrame.

e) Un élément numérique de signalisation par secteur de temps assure une capacité de 8000 bauds par voie. Cette capacité semble suffisante pour tous les besoins prévisibles en matière de signalisation.

f) Outre la signalisation sur chaque voie, il pourrait être nécessaire de prévoir les fonctions suivantes:

1. Signalisation sur voie commune: on peut aisément l'introduire en affectant un secteur de temps à la signalisation. Pour les raisons données à l'alinéa c), un élément numérique de signalisation par secteur de temps demeure utile pour l'instant.
2. Transmission de données aux fins de la synchronisation ou de la commande à distance: un secteur de temps est utilisé à ces fins dans le système expérimental.

g) Dans certains systèmes proposés, un secteur de temps de la trame n'est pas utilisé pour le trafic mais pour la synchronisation de trame sur la liaison de transmission. Par contre, dans d'autres systèmes, les éléments numériques de signalisation de certaines trames sont utilisés aux fins de la synchronisation de trame.

D'après l'expérience acquise sur le système décrit ici, nous n'avons pas trouvé que l'une ou l'autre de ces méthodes de synchronisation présente des avantages par rapport à ce système dans lequel le 193e élément numérique de la trame est affecté à la synchronisation de trame.

h) La notion de multitrame pourrait offrir un certain nombre de conditions de signalisation différentes sur une voie. Du point de vue de la commutation, nous n'en voyons cependant pas la nécessité.

i) En ce qui concerne le nombre de secteurs de temps par trame, nous n'avons constaté aucune difficulté particulière avec notre système expérimental qui utilise 24 secteurs de temps par trame.

Un nombre de secteurs de temps égal à une puissance de 2 peut convenir lorsque les équipements terminaux M.I.C. sont reliés à des commutateurs à répartition dans l'espace et ayant, en numération binaire, les dimensions d'une matrice, par exemple d'une matrice 8×8.

Quand le nombre de voies de conversation adopté est une puissance de 2, la capacité de certaines mémoires intermédiaires nécessaires pour faire fonctionner les commutateurs à décalage de voie doit être augmentée de manière à permettre l'identification de l'état « libre ou occupé » d'une voie de conversation. Ceci montre qu'il n'est pas toujours préférable que le nombre des voies de conversation soit une puissance de 2.

Question 5/D — Synchronisation des réseaux numériques

(question nouvelle)

a) Quels procédés devrait-on envisager pour la synchronisation des réseaux et, le cas échéant, dans quelle mesure convient-il de synchroniser les réseaux?

b) Quels sont les critères de qualité à retenir pour servir de base à l'étude de la synchronisation des réseaux numériques? Il faut tenir compte, par exemple, de la fiabilité, de la dérive des oscillateurs, des phénomènes qui se produisent lors de la perte ou de la reconstitution du synchronisme, etc. Tous ces facteurs doivent être appréciés pour leurs effets sur les services (téléphoniques ou non) qui peuvent être assurés par le réseau numérique.

Remarque 1. — Il est suggéré que les organismes qui étudient les problèmes posés par la synchronisation des réseaux s'efforcent d'éviter les solutions nationales éventuellement incompatibles lors de la connexion internationale de réseaux.

Remarque 2. — La présente question doit être étudiée en liaison avec les Questions 1/D et 9/D.

Remarque 3. — Voir la section consacrée à la synchronisation dans l'annexe 2 à la Question 4/D. Prendre note également de l'annexe 2 à la Question 1/D.

ANNEXE 1
(à la Question 5/D)

Effets des erreurs numériques et des pertes de verrouillage de trame sur les signaux transmis sur des systèmes M.I.C.

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

1. *Introduction*

L'une des caractéristiques les plus remarquables d'un système de transmission M.I.C. est la robustesse du signal numérique transmis en ligne.

Il en résulte que la plupart des études sur les dégradations que subissent les signaux dans un système M.I.C. et sur leurs effets sur la qualité de fonctionnement entre extrémités à fréquences vocales sont axées sur les dégradations liées aux processus de conversion analogique/numérique et vice versa effectués aux extrémités. Dans ce qui suit, nous examinerons deux sortes de dégradations liées à la ligne de transmission et au moyen de transmission, à savoir les erreurs numériques et les pertes de verrouillage de trame.

2. *Erreurs numériques*

Les erreurs dans l'identification des impulsions aux régénérateurs numériques se manifestent, dans le signal reconstitué, de diverses façons selon le schéma de codage particulier utilisé et selon que les erreurs sont de nature aléatoire ou apparaissent groupées en paquets. Quand il s'agit de signaux comme ceux de téléphonie ou de télévision, qui sont tout d'abord représentés par un train modulé en amplitude puis codés en un train d'éléments numériques, les erreurs numériques peuvent être représentées comme une série d'impulsions qui viennent s'ajouter directement à un signal qui, à part cela, ne serait pas dégradé. Si le processus de codage implique un nombre quelconque, mais raisonnable, d'échelons de quantification, seules seront discernables en tant que dégradation du signal les erreurs qui apparaissent sur les positions d'impulsions les plus significatives. En téléphonie, elles se manifestent sous forme de claquements audibles, en télévision monochrome sous forme de petites taches fugitives, en télévision en couleur, sous forme de taches colorées ou de variations d'intensité de l'image. Vu la complexité des images en couleur, les erreurs dont elle sont entachées sont plus difficilement observables que dans les images monochromes; on peut donc, pour une même appréciation subjective, y tolérer des taux d'erreurs plus élevés d'environ un ordre de grandeur,

Si, pour tirer parti de la redondance présente dans les signaux de télévision ou de vidéotéléphonie, on recourt à la modulation en delta ou à la modulation différentielle à bits multiples, les effets d'une erreur isolée ou d'un paquet d'erreurs peuvent se répercuter bien au-delà du point où ces erreurs se produisent et se manifestent sur l'image décodée sous forme de zébrures.

Comme dans la transmission analogique, les effets des erreurs numériques sur la transmission de données dépendent de la méthode employée pour convertir le train de données à l'entrée en signal transmis en ligne. Cependant, en règle générale, chaque bit du train de données à l'entrée est représenté par plus d'un symbole sur la ligne de transmission numérique. Il est vrai que les erreurs numériques uniques susceptibles de se produire dans le groupe de symboles qui représente un bit de données ne donneront pas toutes lieu à une erreur dans ce bit; cependant, un nombre suffisant d'entre elles aura pour conséquence qu'un taux d'erreurs numériques donné entraînera, dans une voie de données quelconque, un taux d'erreurs à la sortie plus élevé, pouvant atteindre un ordre de grandeur supérieur. Bien que, dans les transmissions de données à grande vitesse, on emploie le procédé de transmission par blocs, ce sont ces transmissions qui tendent à dominer dans la détermination des conditions à imposer pour ce qui est du taux d'erreurs des systèmes si l'on n'applique pas de correction des erreurs dans les équipements terminaux de données.

Si l'on tient dûment compte des effets des erreurs numériques sur les divers types de signaux susceptibles d'être transmis sur des systèmes M.I.C., un objectif qui semble approprié est un taux d'erreurs numériques maximal de 3×10^{-7} (c'est-à-dire environ une erreur sur 3 millions d'éléments numériques.) Nous indiquons une valeur unique, plutôt que des objectifs différents pour chaque type de signal, de manière à rendre la conception du système indépendante du service qu'il aura à assurer, ainsi que cela doit être le cas en vue du maximum de souplesse dans l'utilisation. En tout état de cause, les objectifs qu'il est raisonnable de fixer pour un bon nombre des services ne sont pas suffisamment différents les uns des autres pour qu'il soit justifié de les mentionner séparément.

L'objectif précité de 3×10^{-7} pour le taux d'erreurs est un objectif de bout en bout. Sur une communication composée de plusieurs liaisons numériques, cet objectif doit être réparti entre les liaisons. Quand le débit binaire, le code et le moyen de transmission sont les mêmes sur chacune d'elles, cette répartition peut être fondée sur la longueur (nombre de régénérateurs en tandem). Dans le cas contraire, on devra tenir compte de la difficulté relative de maîtriser, sur chaque liaison

constituante, les défauts de la transmission qui peuvent donner lieu à des erreurs numériques: interférences entre symboles dues à des imperfections de l'égalisation, bruit aléatoire ou thermique, diaphonie, bruit impulsif, réflexions, gigue de temps et écarts par rapport au fonctionnement idéal des régénérateurs. En tout état de cause, la méthode de répartition doit être telle que l'objectif global de 3×10^{-7} ne soit pas dépassé pendant plus de 5 % du temps.

Dans tout ce qui précède, il s'agit toujours des objectifs pour le cas d'erreurs numériques isolées se présentant de façon aléatoire. D'une manière générale, l'apparition au cours d'une période donnée d'un certain nombre de paquets d'erreurs est moins catastrophique que celle du même nombre d'erreurs aléatoires au cours de la même période. Pour faire une comparaison entre les taux d'erreurs dans le cas des erreurs aléatoires et des erreurs en paquets, il convient donc de se baser sur leurs effets subjectifs et objectifs sur les signaux transmis plutôt que sur les nombres absolus des erreurs par unité de temps.

3. *Pertes de verrouillage de trame*

Une perte de verrouillage de trame entraîne une perte complète du signal de sortie utile pendant tout le temps que dure la reprise du verrouillage. Une perte de verrouillage de trame peut être la conséquence d'erreurs numériques dans le signal de synchronisation qui déclenchent dans l'équipement terminal de réception des opérations de reprise de verrouillage alors qu'il n'y a pas eu en réalité de perte de synchronisme; elle peut encore être due à une opération de connexion semi-permanente ou de commutation (par exemple, passage d'une ligne en dérangement à une ligne de secours) qui entraîne la perte ou la répétition d'éléments numériques; elle peut enfin être due à une interruption du service. Dans ce dernier cas, la durée de reprise du verrouillage est généralement négligeable vis à vis de celle de l'interruption.

Dans les réseaux de transmission numérique hiérarchisés, surtout dans ceux qui utilisent des méthodes de remplissage par impulsions, une perte de verrouillage de trame à un des niveaux les plus rapides déchaîne habituellement des pertes de verrouillage à chacun des niveaux inférieurs de la hiérarchie. Il faut donc procéder à une répartition des objectifs pour les taux de perte de verrouillage de trame parmi les divers niveaux de la hiérarchie aussi bien que parmi les diverses liaisons numériques placées en tandem dans une communication complète.

Il existe une relation mutuelle entre le taux admissible d'apparition des pertes de verrouillage de trame et la durée du processus de reprise du verrouillage. Au niveau hiérarchique le plus bas (système M.I.C. à 24 voies), les objectifs relatifs aux taux de perte du verrouillage sont essentiellement déterminés par des considérations de signalisation, comme déconnexions erronées, prise erronée d'un équipement de commande centralisée, information d'adresse mutilée. Dans le réseau interurbain d'Amérique du Nord, les interruptions de plus de 140 millisecondes donnent généralement lieu à des déconnexions erronées. L'objectif à atteindre pour ce qui est de ces déconnexions peut se traduire par la condition qu'il s'écoule une durée moyenne d'au moins 25 jours entre des pertes de verrouillage de trame pour lesquelles le maximum de la durée moyenne de reprise du verrouillage dépasse 140 ms. (Nous définirons le maximum en question comme la durée moyenne qu'exige la reprise du verrouillage lorsque la perte de verrouillage s'est produite d'une manière telle que l'on a dû, au cours du processus de reprise du verrouillage, examiner le nombre maximal de secteurs de temps afin de rétablir le synchronisme.) L'effet pratique d'une condition aussi sévère est de forcer l'ingénieur de projet à imaginer un système dans lequel il ne puisse pas se produire une perte de signal aussi prolongée due à des pertes de verrouillage non associées à des interruptions du service (c'est-à-dire que la reprise du verrouillage doit avoir une durée inférieure à 140 ms à la suite d'une perte de verrouillage due à toute autre cause qu'une interruption du service).

Pour ce qui est des mutilations d'information d'adresse (impulsions de cadran) donnant lieu à un appel inefficace ou à un faux numéro, l'objectif à atteindre peut se traduire par la condition qu'il doit s'écouler une durée moyenne d'au moins 1 heure et demie environ entre des pertes de verrouillage de trame pour lesquelles le maximum de la durée moyenne de reprise du verrouillage dépasse environ 3 ms. Telle est la condition déterminante pour les pertes de verrouillage statistiques (dues à des erreurs numériques dans le signal de synchronisation) au niveau le plus bas de la hiérarchie.

Les conditions à exiger en matière de perte de verrouillage de trame et qui visent à lutter contre les défauts de la signalisation sont les mêmes pour tous les niveaux d'un réseau numérique hiérarchisé; il existe cependant, aux niveaux les plus élevés, certaines considérations supplémentaires, relatives à des signaux comme ceux de télévision et de vidéotéléphonie, et qui ne jouent aucun rôle au niveau le plus bas. C'est ainsi que l'on a évoqué un objectif d'après lequel il doit y avoir une durée moyenne d'au moins 50 s en télévision commerciale (et d'au moins 10 s en vidéotéléphonie) entre des pertes de verrouillage qui exigent, pour la reprise du verrouillage, une durée moyenne maximale supérieure à 20 microsecondes. Naturellement, si ces pertes de verrouillage très brèves déclenchent des pertes de verrouillage de plus longue durée aux niveaux inférieurs de la hiérarchie, les conditions citées plus haut en matière de signalisation continuent à s'appliquer.

ANNEXE 2

(à la Question 5/D)

Distorsion due à la gigue dans les systèmes numériques

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

1. *Introduction*

Dans un système de transmission numérique, l'information de rythme est normalement acheminée par le train d'impulsions modulé par le signal. Cette information est extraite par des filtres passe-bande et utilisée pour réajuster le rythme des impulsions dans chaque répéteur-régénérateur. Il s'ensuit qu'une information de rythme faussée provoque une variation ou une gigue de la phase du train d'impulsions.

La distorsion de l'onde de rythme et la gigue de phase qui en résulte sont dues à diverses causes, parmi lesquelles: le bruit aléatoire, le désaccord des filtres de rythme et les variations de la structure du train d'impulsions. La gigue due à un bruit aléatoire additif est généralement négligeable si on la compare à celle que provoquent d'autres sources. On peut généralement admettre que les effets du désaccord des filtres s'ajoutent de façon aléatoire parmi les répéteurs. Par contre, la gigue due aux variations de structure s'ajoute directement d'un répéteur à l'autre.

Dans un train d'impulsions, il est possible de diminuer la gigue de phase et de réduire ses effets à un minimum si sa valeur cumulative est insuffisante pour provoquer des erreurs numériques. Ce dégigotage s'effectue par reconstitution d'une onde de rythme relativement exempte de distorsion.

Dans les paragraphes qui suivent, on étudiera l'influence de la gigue de phase sur le signal reconstitué et on indiquera dans leurs grandes lignes les conditions relatives à la gigue admissible pour divers types de signaux. Etant donné que ces conditions varient dans une large mesure selon le type de signal, l'importance du dégigotage doit varier selon le type du signal transmis; une grande partie (dans certains cas la totalité) du dégigotage s'opère dans l'équipement terminal de réception, immédiatement avant le convertisseur numérique-analogique.

2. *Distorsion du signal due à la gigue de phase*

La valeur de la distorsion causée par la gigue de phase dépend des caractéristiques du signal dans la bande de base, du procédé de codage et de la gigue. Dans le cas de signaux analogiques échantillonnés et codés en vue d'une transmission numérique, les échantillons reconstitués sont déplacés dans le temps par rapport aux instants nominaux d'échantillonnage, ce déplacement étant provoqué par toute gigue qui demeure présente dans l'onde de rythme. On peut montrer que, dans de nombreux cas, la distorsion du signal présente une densité spectrale de puissance qui est égale au produit du carré de la fréquence par la convolution des spectres du signal et de la gigue[1]. On a utilisé

[1] Voir, par exemple, W. R. BENNETT: Statistics of regenerative digital transmission; *Bell System Technical Journal*, novembre 1958.

cette représentation pour analyser la distorsion due à la gigue pour certains signaux analogiques qui seront codés pour être transmis sur des circuits numériques. Pour d'autres signaux, où les effets subjectifs ne peuvent pas être prévus si l'on connaît seulement la puissance de la distorsion, on a effectué des essais subjectifs afin de déterminer la tolérance à l'égard de la gigue.

Dans les paragraphes qui suivent, on étudie de façon plus détaillée les effets de la gigue sur certains des signaux les plus couramment utilisés et/ou les plus sensibles, et on spécifie des objectifs provisoires.

2.1 *Transmission en « mastergroup » américain avec multiplexage par répartition en fréquence-voies téléphoniques*

Le signal dans la bande de base, qui doit être échantillonné et codé, comprend 600 voies téléphoniques multiplexées par répartition en fréquence, avec bande latérale unique et suppression de la porteuse. Dans l'expression de la distorsion due à la gigue, le terme en « fréquence au carré » provoque la distorsion la plus forte dans la voie correspondant aux fréquences les plus élevées. Une distorsion due à la gigue avec composantes significatives à des fréquences supérieures à l'espacement des voies, se présente sous la forme d'une perturbation qui a les caractéristiques d'un bruit et qui, dans le domaine du temps, équivaut à la dérivée du produit de la gigue et des courants vocaux sur d'autres voies. Pour fixer les conditions à respecter, une méthode possible est de considérer cette distorsion comme une certaine forme de diaphonie. A mesure que l'on fait décroître la fréquence de gigue au-dessous de la valeur correspondant à l'espacement entre voies, la perturbation devient un produit de distorsion interne de la voie considérée. On peut se fixer provisoirement les objectifs suivants pour la valeur efficace de la gigue: maximum de 0,2 nanoseconde environ pour une diaphonie qui n'est pas pire que le bruit de quantification uniforme avec 9 éléments numériques; maximum de 0,6 nanoseconde environ pour un rapport signal-distorsion au moins égal à 40 dB à l'intérieur d'une voie.

2.2 *Transmission de télévision en couleur selon le système NTSC*

Des essais subjectifs, dans lesquels des observateurs recherchaient des effets tout juste perceptibles dans des images de barres de couleur, ont permis de fixer la tolérance à la gigue pour des signaux de télévision en couleur NTSC codés. Ces essais ont porté sur une gigue sinusoïdale et sur une gigue gaussienne à bande étroite. Les résultats recueillis font apparaître une variation oscillatoire à structure fine en fonction de la fréquence. Cependant, une courbe continue passant par les points de sensibilité maximale indique qu'une valeur efficace de gigue inférieure ou égale à environ 0,2 nanoseconde est nécessaire si l'on veut éviter des effets appréciables dans une image de barre de couleur.

2.3 *Transmission de fac-similé à large bande*

La gigue provoque un déplacement ou une distorsion des transitions reçues dans les transmissions de fac-similé. En fac-similé à largeur de bande de groupe secondaire tolérant des écarts maximaux de 0,002 pouce (0,05 mm) dans l'image reçue, la gigue sinusoidale doit avoir une valeur efficace inférieure à 0,7 microseconde; la gigue aléatoire doit être inférieure à 0,5 microseconde.

2.4 *Transmission téléphonique dans un système entièrement numérique*

La distorsion d'un signal téléphonique, qui a été échantillonné et codé puis transmis sur un système numérique avec gigue et reconstitué, se calcule de la même manière que pour un signal à large bande multiplexé par répartition en fréquence. La différence essentielle est que la fréquence la plus élevée échantillonnée dans le système entièrement numérique est seulement de l'ordre de 4 kHz, contre plusieurs mégahertz pour un signal multiplexé par répartition en fréquence. De ce fait, la distorsion, qui est proportionnelle au carré de la fréquence, est beaucoup moins forte dans un système entièrement numérique, la gigue étant la même. Une autre différence est que, dans un système entièrement numérique, la gigue a surtout pour effet de produire une distorsion à l'intérieur de la voie plutôt que de la diaphonie. Si l'on veut maintenir un rapport signal/bruit au moins égal à 40 dB, il faut que la gigue ait une valeur efficace au plus égale à 0,9 microseconde.

2.5 *Transmission de télégraphie harmonique dans un système entièrement numérique*

Dans un système de télégraphie harmonique, la gigue aléatoire provoque un écart des porteuses manipulées par déplacement de fréquence, d'où une distorsion des transitions repos-travail dans le signal télégraphique démodulé. Si l'on veut limiter à 10% la distorsion due à la gigue, celle-ci doit avoir une valeur efficace inférieure à 8 microsecondes.

La gigue sinusoïdale, qui décale les composantes de fréquence du signal porteur sans les brouiller peut provoquer une distorsion entre les voies télégraphiques si la fréquence de gigue est proche d'un multiple de l'espacement des voies. Pour maintenir un rapport signal//diaphonie de 40 dB, la valeur efficace de la gigue sinusoïdale doit être inférieure à 1 microseconde.

2.6 *Autres services*

La gigue affecte d'autres signaux que les précédents. On pense que les conditions étudiées dans les paragraphes précédents sont les plus strictes qu'il soit possible d'établir.

Question 6/D — Hiérarchie des multiplex numériques

(question nouvelle)

a) Est-il nécessaire d'adopter pour le service international une hiérarchie de multiplex numériques rigoureusement normalisée?

Sinon, y a-t-il lieu de normaliser un nombre minimal d'étages de multiplexage, correspondant à des assemblages spécifiques de voies téléphoniques ou à d'autres formes de signal codé?

b) Quels devraient être les étages de multiplexage normalisés, et quelles jonctions y a-t-il lieu de définir?

Remarque. — Cette question doit être étudiée en liaison avec les Questions 1/D, 2/D et 10/D. Voir le paragraphe 3 de l'annexe 2 à la Question 1/D et l'annexe 3 à la Question 2/D.

BIBLIOGRAPHIE

H. GEISSLER: Planning of p.c.m. systems for P.T.T. communication network, publié par *V.D.E.*-Verlag GmbH, Berlin, 1968.

(Texte original allemand: Beitrag zur Planung von Pulscodemodulazions-Systemen (P.C.M.) in postalischen Nachritennetzen; *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, n° 11, volume 20, 1967 p. 667-682).

ANNEXE 1

(à la Question 6/D)

Systèmes à grande capacité et structure du multiplexage

(Contribution de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

1. Lors des travaux de planification de systèmes à grande capacité, il faut tenir compte de toutes les catégories de messages susceptibles d'être transmis par des moyens numériques, savoir:

— téléphonie en M.I.C.,

— transmission de données avec divers débits binaires,

— codage de fac-similé et d'autres présentations visuelles,

— circuits pour transmissions radiophoniques en M.I.C.,
— télévision en M.I.C. (normes radiodiffusion),
— télévision en M.I.C. de personne à personne, « téléphonovision » (picturephone),
— à titre intérimaire, assemblages multiplexés par répartition en fréquence et codés (groupes primaires, secondaires, etc.).

Il conviendrait qu'un accord sur la structure du multiplexage en M.I.C. permettant de faire place à toutes ces catégories de messages, précède la normalisation des systèmes à grande capacité.

2. Ces divers types de messages peuvent être traités à l'aide d'une série modulaire de systèmes de télécommunications et d'appareils comportant:

— des équipements terminaux avec codage, décodage et les autres fonctions nécessaires pour transposer une voie ou un groupe de voies dans l'un des débits binaires normalisés;
— des appareils de multiplexage et de connexion semi-permanente (patching) correspondant à une série de débits binaires normalisés pouvant acheminer n'importe quelle séquence numérique ayant la base de numération et la fréquence appropriées quels que soient l'origine géographique, le contenu du message, la structure de la trame ou le code utilisé;
— des systèmes de transmission convenant pour transmettre les débits binaires normalisés et qui, là encore, soient indépendants du type de séquence numérique.

3. Lors du choix des débits binaires normalisés, on devrait prendre pour base le bloc primaire téléphonique pour multiplexage par répartition dans le temps. Des débits plus élevés seront choisis de manière à faire place aux multiples appropriés de ces blocs ainsi qu'aux éléments numériques auxiliaires éventuellement nécessaires aux fins de la synchronisation, du remplissage, etc.

Du point de vue de la téléphonie, les facteurs successifs de multiplexage sont, dans une certaine mesure, arbitraires. De ce fait, il est possible de prévoir d'autres catégories de message sans préjudice pour la pratique téléphonique.

L'American Telephone and Telegraph Company a proposé une série de facteurs de multiplexage et de débits binaires. Sur la base d'un bloc de 24 voies, elle propose les facteurs successifs de multiplexage de 4, 7, 2 et 3. Ces facteurs résultent de l'inclusion du « mastergroup » de 600 voies codé et

TABLEAU

Structure de multiplexage possible pour un réseau numérique

Débit binaire Mbits/s (environ)	Nombre de voies téléphoniques M.I.C. – M.R.T.	Autres types de transmissions possibles
1,5	24	Quatre voies pour transmissions radiophoniques M.I.C. Divers types de transmissions de données multiplexées Ensemble de 12 voies M.R.F., codé
6,2	96	Téléphonovision (picturephone) M.I.C. Ensemble de 60 voies M.R.F., codé
25	384	Ensemble de 300 voies M.R.F., codé
100	1536	Télévision M.I.C. (625 lignes), Ensemble de 900 voies M.R.F., codé
400	6144	

Remarque. — Les débits binaires les plus élevés doivent permettre de faire place à un assemblage arbitraire de messages de moindre capacité, sous réserve que le débit binaire brut soit approprié.

du signal de télévision à 525 lignes codé. Ils ne tiennent pas compte de groupes tertiaires de 300 voies, de groupes quaternaires de 900 voies ou de la télévision à 625 lignes, qui sont beaucoup plus répandus en dehors du continent américain.

Pour faire place aux besoins de l'Europe et d'autres régions, une série de facteurs différents serait plus appropriée, par exemple des facteurs successifs de 4 donnant les débits binaires suivants (valeurs arrondies): 1,5; 6,2; 25; 100 et 400 Mbits/s. Les valeurs exactes dépendent des dispositions relatives à la synchronisation et au remplissage.

Le tableau suivant, qui n'est pas exhaustif, montre les types de message que ces débits permettent d'acheminer. Les paramètres correspondant à certaines catégories de message ne sont pas encore déterminés en détail mais il est fort probable qu'il serait possible de leur faire place avec les débits indiqués.

4. Les lignes suivantes permettent la transmission des débits binaires indiqués ci-dessus:

1,5 et 6,2 Mbits/s:	câble à paire ou à quartes
25 Mbits/s:	paires coaxiales de 4,4 mm faisceaux hertziens à petite distance
100 Mbits/s:	paires coaxiales de 4,4 et de 9,5 mm
400 Mbits/s:	paires coaxiales de 9,5 mm guides d'ondes faisceaux optiques ou fibres.

ANNEXE 2
(à la Question 6/D)

Réseau numérique à structure hiérarchique
(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

La présente annexe indique en résumé la situation présente en matière de planification et d'application des réseaux numériques à l'American Telephone and Telegraph Company.

La structure choisie par l'A. T. & T. pour son réseau numérique est de nature essentiellement hiérarchique, bien qu'une interconnexion non hiérarchisée soit permise.

La nature hiérarchique du réseau est indiquée sur la figure 1 qui montre qu'un certain nombre de trains d'impulsions entrants avec approximativement le même débit binaire sont multiplexés à chaque niveau hiérarchique pour constituer le niveau hiérarchique suivant. Il n'est pas nécessaire que les débits binaires des trains d'impulsions entrants soient rigoureusement les mêmes, puisque les systèmes de multiplexage appliquent un mode de synchronisation avec « remplissage » du type décrit dans le *Bell System Technical Journal* de novembre 1965. Il s'ensuit que le débit binaire à la sortie d'un multiplex est légèrement supérieur au débit binaire à l'entrée multiplié par le nombre d'entrées.

Le tableau 1 indique les interconnexions d'entrée et de sortie pour chaque niveau hiérarchique telles qu'elles sont actuellement prévues par l'A. T. & T. Le cas échéant, d'autres niveaux pourront être ajoutés suivant les besoins. Peut-être des multiplexages s'étendant sur plus de deux niveaux seront-ils étudiés, par exemple un multiplex combinant 42 signaux ayant chacun un débit binaire de 6,312 Mbits/s pour donner directement un signal à 282 Mbits/s. Cette possibilité s'inscrit toujours dans le cadre de la notion hiérarchique définie ci-dessus.

Un accès non hiérarchique — situation dans laquelle des signaux entrants à des débits binaires sensiblement différents sont multiplexés — est prévu pour les signaux de télévision qui seront codés au débit de 93 Mbits/s, ainsi que pour diverses voies à large bande pour transmissions de données et pour transmissions radiophoniques avec des débits binaires inférieurs à 1,544 Mbits/s.

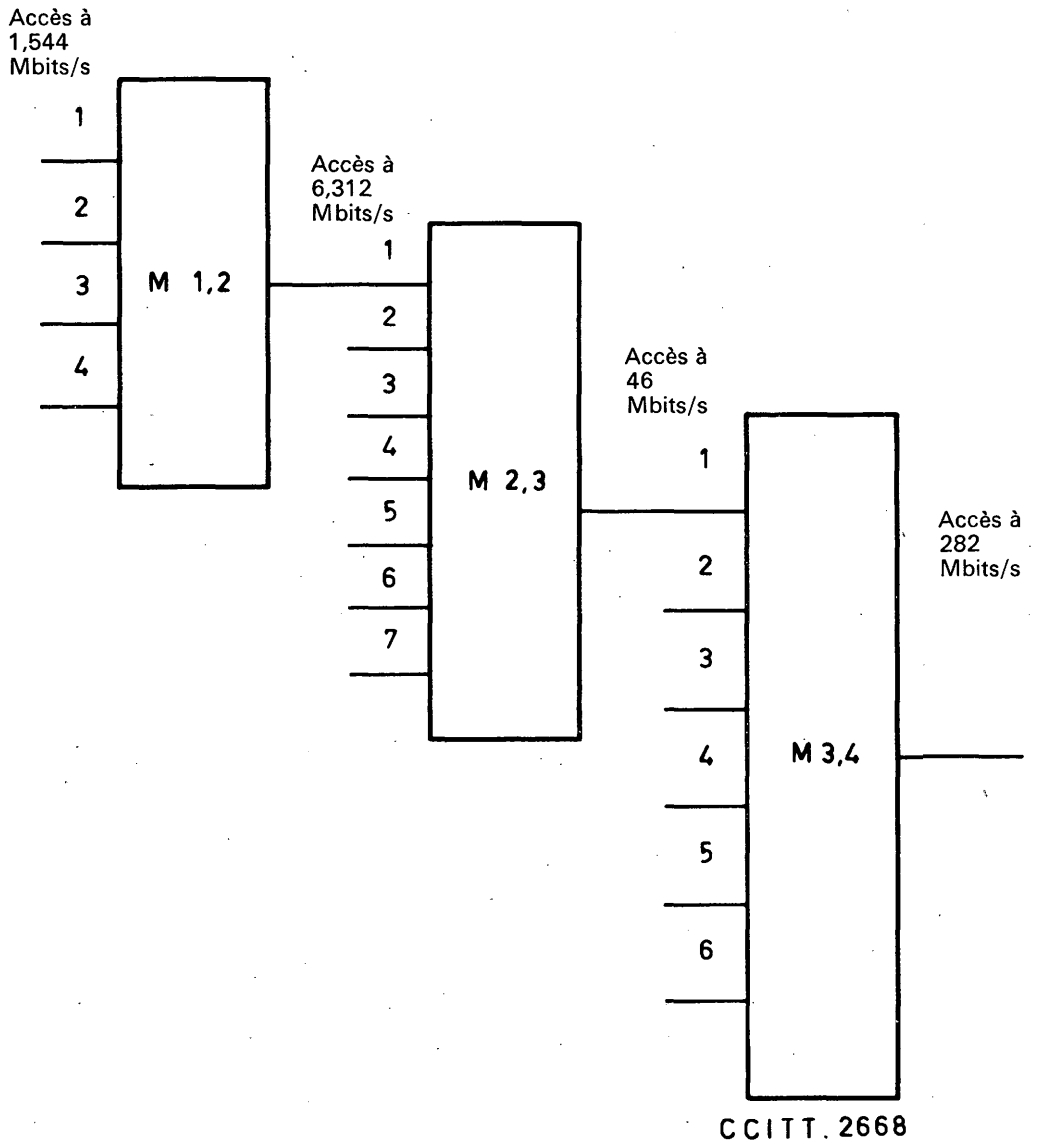

Accès à
1,544
Mbits/s
1
2
3
4
M 1,2
Accès à
6,312
Mbits/s
1
2
3
4
5
6
7
M 2,3
Accès à
46
Mbits/s
1
2
3
4
5
6
M 3,4
Accès à
282
Mbits/s
CCITT. 2668

FIGURE 1. — (A. T. & T.)

TABLEAU 1

Niveau hiérarchique	Entrées (bancs de voies, codecs)	Sorties (lignes)	Voies téléphoniques équivalentes	
			M.R.T.	M.R.F.
1,544 Mbits/s	D1 (en service) D2 (à l'étude)	T1, paires symétriques (existant)	24	
6,312 Mbits/s	Codec pour videotelephone (à l'étude)	T2, paires symétriques (à l'étude)	96	
46 Mbits/s	Codec pour « mastergroup » de 600 voies (à l'étude) [1]		672	600
282 Mbits/s		T4, paire coaxiale de 0,375 pouce (9,5 mm) (à l'étude)	4032	3600

[1] Un codec pour télévision en couleur NTSC peut occuper deux entrées à 46 Mbits/seconde.

ANNEXE 3

(à la Question 6/D)

Système multiplex M.I.C.

(Contribution de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)

C'est un système M.I.C. à 120 voies (24×5) que nous avons adopté au Japon en tant que deuxième échelon de la hiérarchie des systèmes M.I.C. En voici les raisons:

1. Pour ce qui est de la qualité de transmission des futurs signaux de videophone et de la simplicité des organes d'échantillonnage, il semble préférable et moins risqué d'utiliser un système à 120 voies comme deuxième échelon de la hiérarchie.

2. Considérant les dispositions actuelles des canaux radioélectriques des faisceaux hertziens (voir les Avis 382-1, 383-1 et 387-1 du C.C.I.R.), il peut être également avantageux, du point de vue de l'économie des fréquences, que le nombre des voies d'un système M.I.C. transmis par liaison radioélectrique soit un multiple de 120.

Dans le système M.I.C. à 120 voies, on utilise pour l'horloge un débit binaire de 7,8760 Mbits/s, compte tenu des impulsions de remplissage et de la stabilité en fréquence de l'horloge du système M.I.C. existant à 24 voies, lequel constitue le premier niveau de la hiérarchie des systèmes M.I.C. De plus, se plaçant au point de vue de la possibilité d'utilisation commune d'un générateur de fréquence stable dans les installations terminales existantes, on a choisi comme fréquence d'horloge une valeur qui soit un multiple de 4 kHz.

Lorsqu'il s'agira de prévoir des systèmes M.I.C. de capacité encore plus grande, on devra tenir compte de la transmission des divers signaux indiqués dans le tableau 1, ainsi que de l'interconnexion avec les systèmes M.R.F. (multiplex à répartition en fréquence) existants — à savoir interconnexion M.R.F.-M.I.C. et vice versa.

Pour les niveaux supérieurs de la hiérarchie des systèmes M.I.C. (plus de 120 voies), nous proposons la structure dont il est question sur la figure 1 et au tableau 1 (les facteurs de multiplication successifs sont: 5, 4, 3, 3 et 5). Le tableau 2 indique quels pourraient être les moyens de transmission qui correspondraient à chacun de ces niveaux.

TABLEAU 1

Niveaux de hiérarchie des systèmes M.I.C. et types de message

Débit binaire (en Mbits/s)	Nombre de voies téléphoniques M.I.C. - M.R.T.	Autres types de message
1,544	24	Musique Transmissions de données multiplex diverses M.R.F. codé (groupe primaire)
7,876	120	Videophone M.I.C. M.R.F. codé (groupe secondaire)
env. 32	480	M.R.F. codé (groupe tertiaire)
env. 100	1440	Télévision en couleur M.I.C. M.R.F. codé (groupe quaternaire)
env. 300	4320	M.R.F. codé (2700 voies)
env. 1500	21600	M.R.F. codé (10 800 voies)

TABLEAU 2

Moyens de transmission prévus pour chaque niveau

Débit binaire approximatif (Mbits/s)	Moyen de transmission
1,5	Câble à paires symétriques
7, 9, 16 et 32	Câble à paires symétriques. Faisceau hertzien
100	Câble à paires symétriques. Câble à paires coaxiales. Faisceau hertzien
300	Câble à paires coaxiales. Guide d'onde
1500	Câble à paires coaxiales. Guide d'onde. Faisceau optique sur fibres

Dans notre plan, le débit binaire pour un signal analogique tel qu'un bloc M.R.F., un signal de télévision, etc., satisfait à la relation:

$$F=2{,}2\times n\times f_B$$

dans laquelle n est le nombre d'éléments numériques de codage,

f_B la largeur de bande d'un signal analogique,

F le débit binaire.

Pour le plan représenté au tableau 1 et à la figure 1, ces paramètres ont été choisis comme suit:

— pour le bloc M.R.F. : f_B = largeur de bande de groupe primaire, secondaire, etc.; $n=10$

— pour le signal de télévision: $f_B = 4{,}5$ MHz; $n=9$ pour une transmission comportant six liaisons.

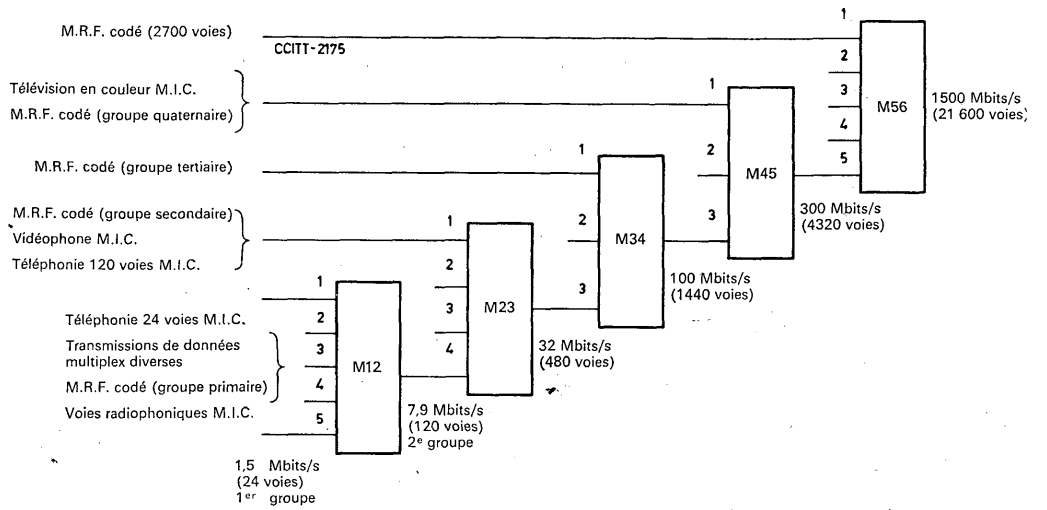


FIGURE 1. — **Structure de multiplexage proposée pour la hiérarchie des systèmes M.I.C.**

ANNEXE 4
(à la Question 6/D)

Multiplexeurs M.I.C. de type synchrone

(Contribution de G. T. & E. – Società generale di telefonia ed elettronica)

1. *Généralités*

On trouvera ci-après la description succincte d'un système multiplexeur, entièrement mis au point par G. T. & E., qui mérite de retenir l'attention car il met en œuvre une méthode de multiplexage économique, bien adaptée aux réseaux à moyenne distance.

Les multiplexeurs décrits ci-après conviennent au premier niveau de multiplexage et ils sont actuellement construits pour le cas simple de deux blocs de base. La conception de ces multiplexeurs peut de toute façon être étendue à un nombre quelconque *m* de blocs de base pouvant être établis au premier niveau hiérarchique de multiplexage.

La technique adoptée consiste en un multiplexage bit par bit et la reconnaissance des blocs de base combinés est mise en œuvre au moyen d'étiquettes (« bits d'adresse ») tenues par les blocs de base eux-mêmes. Cette méthode ne provoque pas l'apparition d'une « supertrame » à proprement parler mais plutôt d'un signal numérique, dont le débit correspond *exactement* à un multiple du débit binaire dans les blocs de base, où seules les corrélations existantes peuvent être décelées sur les blocs de base individuels, c'est-à-dire par sélection cyclique d'un bit sur *m*.

Cette méthode a l'avantage de la simplicité en ce qui concerne la mise en œuvre; en particulier, étant donné qu'elle produit un train d'impulsions dont le débit correspond exactement à un multiple de celui des blocs de base, il n'est pas nécessaire d'utiliser des séries de plusieurs étages diviseurs et multiplicateurs de fréquence, ni des oscillateurs verrouillés en phase, pour maintenir les relations

correctes entre les débits des signaux entrants et sortants. Aucune limite n'est fixée en ce qui concerne la position relative des débuts de trame dans le signal multiple.

Deux multiplexeurs compatibles l'un avec l'autre ont été mis au point: l'un de type A, qui doit être utilisé lorsque les équipements terminaux qui forment les blocs de base sont proches l'un de l'autre et le second, de type B, lorsque ces équipements sont éloignés (dans ce cas, l'un des multiplexeurs peut être proche du point de multiplexage, ou tous les multiplexeurs peuvent être éloignés de ce point).

Une liaison radioélectrique à modulation d'amplitude pour signaux numériques est actuellement utilisée comme moyen de transmission, mais on peut choisir n'importe quel moyen de transmission. Pour mettre au point les équipements on a appliqué le principe selon lequel tout défaut de fonctionnement des équipements dont dépend un bloc de base ne doit pas compromettre le service assuré par les autres parties du système, dont le fonctionnement reste satisfaisant.

2. *Production et distribution de rythme*

Afin de réaliser un fonctionnement synchrone, dans les limites de tolérance prescrites en ce qui concerne les débits binaires, il faut avoir une seule horloge maîtresse, dont la fréquence doit être distribuée à toutes les parties du système. Dans l'équipement décrit, l'horloge maîtresse fonctionne au débit binaire du signal multiple; elle est logée dans l'un des multiplexeurs. Sa fréquence est transmise à l'ensemble du système par les mêmes trains d'impulsions qui servent de support à l'information.

Deux signaux de rythme doivent être considérés dans chaque multiplexeur, à savoir le rythme du signal multiple de départ et celui du signal multiple d'entrée (appelé « rythme de démultiplexage »).

Chaque multiplexeur peut être préréglé par une connexion semi-permanente afin que le rythme du signal multiple émis puisse être fourni soit par un maître oscillateur (horloge maîtresse) soit par l'horloge du démultiplexeur.

Dans un système donné, un multiplexeur doit être préréglé conformément à la première option, et l'autre conformément à la deuxième; de cette manière, le premier équipement envoie la fréquence de rythme au second avec le signal multiple, tandis que le deuxième multiplexeur est complètement asservi à cette horloge.

Chaque multiplexeur remplace par un schéma périodique 1010... tout bloc de base manquant, afin d'éviter que l'absence de transmission d'un train d'impulsions empêche le signal de rythme d'atteindre certaines parties du système (un schéma du type 1010... ne simule pas le schéma de synchronisation de trame et la condition « hors service » est ainsi normalement signalée par l'alarme habituelle de perte de synchronisation).

3. *Fonctionnement d'un multiplexeur de type A*

On utilise un multiplexeur de type A lorsque les équipements terminaux qui forment les blocs de base sont proches les uns des autres. Le multiplexeur est installé dans la même baie que ces équipements et il fournit directement aux organes d'émission des signaux de rythme correctement mis en phase, en divisant par m le rythme du signal multiple. On peut donc réaliser directement le signal multiple en entrelaçant les blocs de base bit par bit.

En ce qui concerne les opérations à la réception, les équipements terminaux choisissent les bits d'adresse et les envoient au multiplexeur, après reprise du verrouillage de trame. Le multiplexeur vérifie alors si le démultiplexage est réalisé correctement ou non et déclenche les opérations appropriées si cela est nécessaire. Au début du fonctionnement, il y a évidemment une courte période de fonctionnement aléatoire, ne dépassant pas le temps de reconstitution de la trame dans un équipement terminal.

4. *Fonctionnement d'un multiplexeur de type B*

On utilise les équipements de type B lorsque les équipements qui forment les blocs de base sont éloignés l'un de l'autre. Pour plus de simplicité, on considère aussi que ces équipements sont éloignés du point de multiplexage, même si cela n'est pas vrai pour l'un d'entre eux.

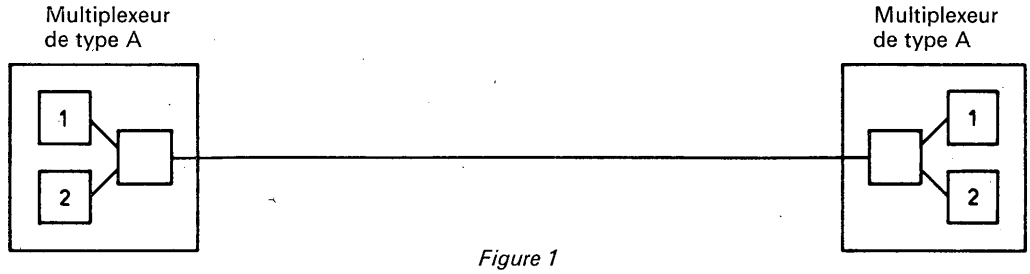


Figure 1

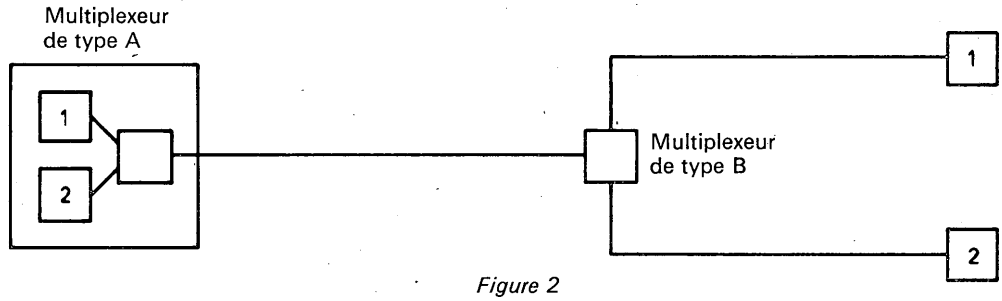


Figure 2

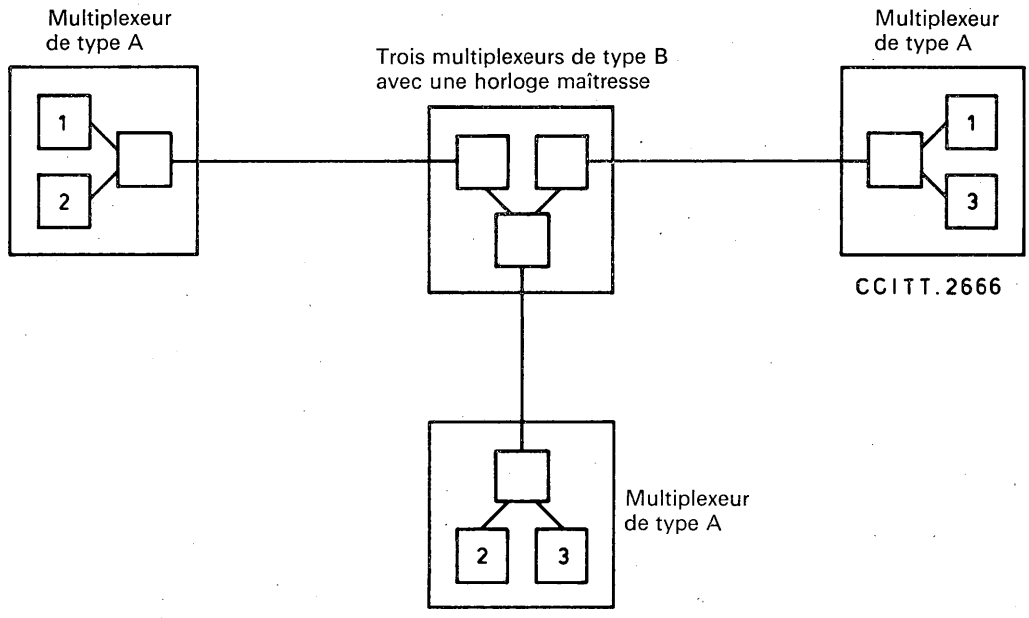


Figure 3

FIGURE 1-2-3. — **Exemples de systèmes utilisant des multiplexeurs** (les carrés numérotés indiquent les équipements terminaux de bloc de base)

Les équipements de type B présentent les différences suivantes par rapport au type A:

a) en ce qui concerne l'organe de démultiplexage, il vérifie directement les signaux divisés sortants en vue d'une distribution correcte aux différentes sorties;

b) pour ce qui est de l'organe multiplexeur, il accepte n'importe quelle phase des horloges du bloc de base entrant et permet des variations aussi bien pour la gigue que pour le temps de propagation sur les signaux de bloc de base, grâce à des mémoires temporaires à faible capacité.

En ce qui concerne le point a, il convient de faire remarquer qu'un seul compteur de trame suffit pour rétablir la synchronisation de trame et pour reconnaître les bits d'adresse sur un des blocs de base contenus dans le signal multiple entrant; étant donné que les blocs de base sont entrelacés selon une séquence déterminée, il suffit de reconnaître un seul de ces blocs.

Le compteur unique est néanmoins commuté sur un autre bloc de base si le verrouillage de trame n'est pas repris, dans un délai déterminé, afin d'éviter que l'absence d'un bloc de base empêche le bon fonctionnement de l'ensemble du démultiplexeur.

En ce qui concerne le point b, le multiplexeur est équipé soit d'une mémoire à 4 bits sur chaque bloc de base entrant, soit, au choix, d'une mémoire à 8 bits sur un bloc et d'une mémoire à 2 bits sur l'autre (dans le mode de réalisation actuel pour deux blocs de base).

Ainsi on a une assez grande liberté dans la conception d'ensemble du système et notamment en ce qui concerne les limites à spécifier pour la longueur des liaisons en câble, avec répéteurs entre le multiplexeur et l'équipement terminal (dans la pratique, il n'y a pas de limitation pour des liaisons radioélectriques).

Dans une évaluation prudente, on peut prévoir une gigue maximale (crête à crête) correspondant à 1/20 du secteur de temps de bit par répéteur, et de variations de temps de propagation de 5 ns/°C par section d'amplification [1]; avec ces valeurs, et en considérant le cas d'une liaison en câble enterré avec 20 répéteurs et une mémoire à 8 bits, on peut s'attendre au maximum à trois brèves opérations de reprise de verrouillage de trame, en raison des limites de capacité des mémoires, par changement saisonnier de température.

Les équipements terminaux M.I.C. connectés à un multiplexeur de type B rétablissent le rythme pour leurs organes d'émission en se servant du train d'impulsions reçu.

5. *Conclusion*

L'équipement décrit ci-dessus est caractérisé par une certaine souplesse d'utilisation, comme le montrent les figures 1 à 3 (qui ne décrivent pas tous les cas possibles dans lesquels ce système peut être adopté). Parmi ces cas, celui de la figure 2 est considéré comme le plus important. On pense que les techniques décrites présentent un certain intérêt en raison de la simplicité relative des dispositifs qui entrent en jeu.

Référence. — [1] CROFT-MUMFORD: Compensation for the variation of junction delay with temperature; *Proceedings of the International Colloquium on Electronic Switching*, Paris 1966.

ANNEXE 5

(à la Question 6/D)

Etude de multiplex de rang supérieur

(Contribution du Royaume-Uni)

1. Bien qu'aucun accord n'ait pu être réalisé, au cours de la réunion tenue par la Commission d'études XV en septembre-octobre 1967, sur la structure de la trame et le débit en ligne global d'un système multiplex de base, on a préconisé la prise en considération d'une structure de multiplex hiérarchique assurant une certaine compatibilité au niveau supérieur par rapport aux systèmes de

base envisagés par diverses administrations. La présente annexe contient une brève étude préliminaire portant sur la possibilité et la manière de combiner les divers systèmes de base, prévus ou adoptés par un certain nombre d'administrations, dans un étage de multiplexage supérieur. Un tel étage supérieur n'apporte par lui-même aucune amélioration aux incompatibilités fondamentales des systèmes de base mais permet seulement de les réunir en groupes (généralement mais non nécessairement identiques) aux fins de transmission à vitesse commune. Lors du démultiplexage, les multiplex de base fondamentaux reprennent leur forme première et pour obtenir la séparation des voies nécessitent un équipement terminal absolument compatible ou des adaptateurs appropriés, assurant la manipulation numérique nécessaire pour réaliser la compatibilité.

2. Pour éviter la nécessité d'un synchronisme absolu entre les débits numériques des multiplex de base et de niveau supérieur, on a proposé d'utiliser une méthode de remplissage par impulsions (J. S. Mayo: Experimental 224 Mbits/s p.c.m. terminals; *B.S.T.J.* 44, 9 novembre 1965). L'étude ci-dessous est basée sur l'application d'une méthode de ce type. Les multiplex de base seront désignés par le terme de *voies* du *multiplex* de rang supérieur et l'on cherchera à définir des structures de trame possibles pour ce multiplex. Une trame comprendra un certain nombre de secteurs pour élément numérique attribués à chaque voie, un certain nombre de secteurs pour éléments numériques afin de signaler un élément numérique « de remplissage » dans chaque voie, et un certain nombre d'éléments numériques pour le signal de synchronisation de trame. Il est souhaitable de choisir un signal de remplissage à l'épreuve des mutilations, de manière à limiter la probabilité de déphasage des récepteurs du multiplex de base. On peut y parvenir en utilisant au moins trois éléments numériques pour le signal de remplissage.

3. Soient

d, le nombre de secteurs pour élément numérique par trame de multiplex pour la transmission du signal d'une voie,

f, le nombre d'éléments numériques pour signaler qu'un secteur pour élément numérique a fait l'objet d'un remplissage, plus le nombre d'éléments numériques faisant partie du signal de synchronisation,

n, le nombre de voies,

$n\,(d+f)$ est alors le nombre de secteurs pour élément numérique par trame de multiplex.

Soient

M, le débit global de transmission d'éléments numériques par le multiplex,

m, le rapport M/n,

c, le débit d'entrée des éléments numériques en provenance d'une voie.

Le débit maximum avec lequel les éléments numériques en provenance d'une voie peuvent être transmis par le multiplex est d par cycle de trame du multiplex, le débit mimimum étant $d - 1$ car le remplissage peut seulement porter sur un élément numérique par voie et par trame.

Cela étant,

$$c/m < d\,(d+f) \tag{1}$$

$$c/m > (d-1)/(d+f) \tag{2}$$

d'où:

$$(m+fc)/(m-c) > d > fc/(m-c) \tag{3}$$

Si l'on tient compte des tolérances de rapidité $\pm a$ pour c et $\pm b$ pour m (ou M), il faut remplacer c et m par $c(1+a)$ et $m(1-b)$ dans (1) et par $c(1-a)$ et $m(1+b)$ dans (2).

4. Parmi les multiplex de base utilisés ou étudiés par les administrations, on a choisi ceux dont le débit est de 1,536, 1,544 et 2,048 Mbits/s, avec un multiplex de rang supérieur de 6,312 Mbits/s — qui a été proposé — et on a calculé les limites de d. Pour l'instant, il n'a pas été tenu compte des tolérances de rapidité. On constatera que les limites de d sont les mêmes lorsque $n \times c$ est le même.

TABLEAU 1

Système	A	B	C	D
n	4	4	3	1
c	1,536 Mbits/s	1,544 Mbits/s	2,048 Mbits/s	6,144 Mbits/s
f	d	d	d	d
3	110-147	137-182	110-147	110-147
3,25	119-156	148-194	119-156	119-156
3,5	129-165	159-205	128-165	128-165
3,75	138-174	171-216	138-174	138-174
4	147-183	182-228	147-183	147-183
5	183-220	228-273	183-220	183-220
5,6	208-244	258-303	208-244	208-244
7	257-293	318-364	256-293	257-293

Pour les systèmes A et B, les gammes de d chevauchent pour $f \leq 4$, ce qui indique la possibilité d'une structure de trame commune permettant à un multiplexeur d'accepter indifféremment des voies de l'une ou de l'autre rapidité.

5. Nous indiquons ci-dessous quelques exemples de structures de trames multiplex possibles sur la base de ces considérations.

5.1 M =6,312 Mbits/s, c=1,536 Mbits/s, n=4, f=3,75, d = 172

Longueur de la trame = 703 éléments numériques et composition:

Sync 4 × / commande / 4 × / commande / 4 × / commande / 4 ×
3 43 4 43 4 43 4 43

$\frac{4\times}{43}$ indique 43 secteurs pour élément numérique pour chacune des quatre voies;

« commande » indique des secteurs pour éléments numériques pour remplissage de signalisation.

Le total des tolérances sur M et c ne doit pas dépasser Y parties par million = 422.

5.2 M = 6,312 Mbits/s, c = 1,544 Mbit/s, n = 4, f = 3,75, d = 172

Longueur de la trame = 703 éléments numériques et composition:

Même composition que pour 5.1, mais Y = 213.

Le temps moyen T nécessaire au rétablissement du synchronisme est évalué à 5,6 ms.

5.3 M = 6,312 Mbits/s, c = 2,048 Mbits/s, n = 3, f= 5,6, d = 220

Longueur de la trame = 677 éléments numériques, et composition:

Sync / 3 × / commande / 3 × / commande / 3 × / commande / 3 ×
8 55 3 55 3 55 3 55

Y = 1530 T = 0,14 ms.

5.4 M = 6,312 Mbits/s, c = 6,144 Mbits/s, n = 1, f = 7, d = 280

Longueur de la trame = 287 éléments numériques, et composition:

Sync / 1 × / commande / 1 × / commande / 1 × / commande / 1 ×
4 70 1 70 1 70 1 70

Y = 1284 T = 0,43 ms.

Les exemples 5.1 et 5.2 ont été choisis pour illustrer la possibilité d'une structure de trame commune, mais on disposerait de tolérances de rapidité plus grandes si l'on utilisait des structures de trame différentes, appropriées seulement pour chaque cas.

6. A l'heure actuelle, on peut conclure qu'un étage de la hiérarchie des multiplex ayant un débit de 6,312 Mbits/s peut accepter un certain nombre de multiplex de base de types divers et mérite d'être étudié de manière plus approfondie. L'adoption de cette rapidité ou d'une rapidité proche peut fournir une base pour des ordres plus élevés dans la structure des multiplex ou, tout au moins, un niveau permettant les échanges entre liaisons de transmission.

ANNEXE 6
(à la Question 6/D)

Caractéristiques des systèmes multiplex secondaires et de leurs jonctions

Administration ou organisme	A. T. & T. – (Etats-Unis)	N.T.T. (Japon) [2]
Nombre de systèmes primaires intercalés	4	5
Secteurs de temps dans les systèmes primaires	24	24 (+ 1 élément de constitution de trame)
Débit numérique brut du système multiplex primaire	1,544 Mbits/s	1,544 Mbits/s
Méthode d'intercalage	bit par bit	bit par bit
Multiplexage homochrone ou à remplissage de mots?	remplissage d'un bit par caractère	Asynchrone (plésiochrone) et multiplexage avec remplissage par impulsions
Information de réglage d'horloge comprise?	non	Non
Synchronisation de trame secondaire ajoutée ou comprise dans le multiplexage primaire?	Ajoutée	Ajoutée
Information de commande du bourrage ajoutée ou comprise dans le multiplexage primaire?	Ajoutée	Ajoutée
Longueur (bits) de la trame du multiplex secondaire	1176 bits [1]	1530 bits
Débit numérique brut	6,312 Mbits/s	7,876 Mbits/s
Type de signal à la jonction	B6ZS (voir explication dans l'annexe à la Question 8/D)	Bipolaire (pseudo-ternaire)
Limitation des séquences de 1 ou de 0	Aucune	30 zéros
Amplitude des impulsions	± 4,8 volts	± 3,0 volts (de zéro à la crête)
Coefficient d'utilisation des impulsions	50%	50 %
Impédance	93 ohms	120 ohms

[1] Le nombre de trames ou de fractions de trames du système primaire dans la trame secondaire varie selon le taux de remplissage requis.

[2] (Voir page suivante.)

2. *Méthode de multiplexage secondaire utilisée par la N.T.T.*

Le système multiplex secondaire utilisé par la N.T.T. est fondé sur le système M.I.C. à 24 voies existant, dans lequel une trame est formée de 24 secteurs de temps et d'un élément numérique de constitution de trame. Chaque système à 24 voies possède une horloge indépendante dont la fréquence nominale est de 1,544 mégabits par seconde. Les impulsions provenant de cinq systèmes différents à 24 voies sont intercalées bit par bit et forment un train d'impulsions de multiplexage secondaire dont le débit numérique brut est de 7,876 Mbits/seconde avec impulsions de remplissage.

La trame du multiplex secondaire est formée de 1530 bits; elle est désignée par l'expression « trame S ». Une trame S comprend 30 trames G, une trame G étant composée d'une impulsion G et de 10 unités G. Une unité G est un secteur de temps constitué de cinq impulsions intercalées, y compris, le cas échéant, une impulsion de remplissage. Ces méthodes de multiplexage font l'objet des figures 1a, b, et c.

Etant donné le système de multitrame, une trame S comprend 30 impulsions G (voir la figure 1 d). Ces impulsions G commandent le remplissage par impulsions et la transmission vers l'extrémité opposée de l'information concernant la constitution de la trame et les signaux d'alarme.

Les impulsions G portant un numéro impair sont réparties en cinq groupes respectivement constitués de trois impulsions G impaires successives (voir la figure 1 e). Cette combinaison de trois impulsions G forme un signal de commande du remplissage par impulsions dans un système primaire.

Les impulsions G portant un numéro pair (à l'exception de celle qui porte le numéro 30) transmettent l'information concernant la constitution de la trame. On trouvera à la figure 1 f le schéma pertinent. L'impulsion G portant le numéro 30 est réservée à l'information relative aux signaux d'alarme.

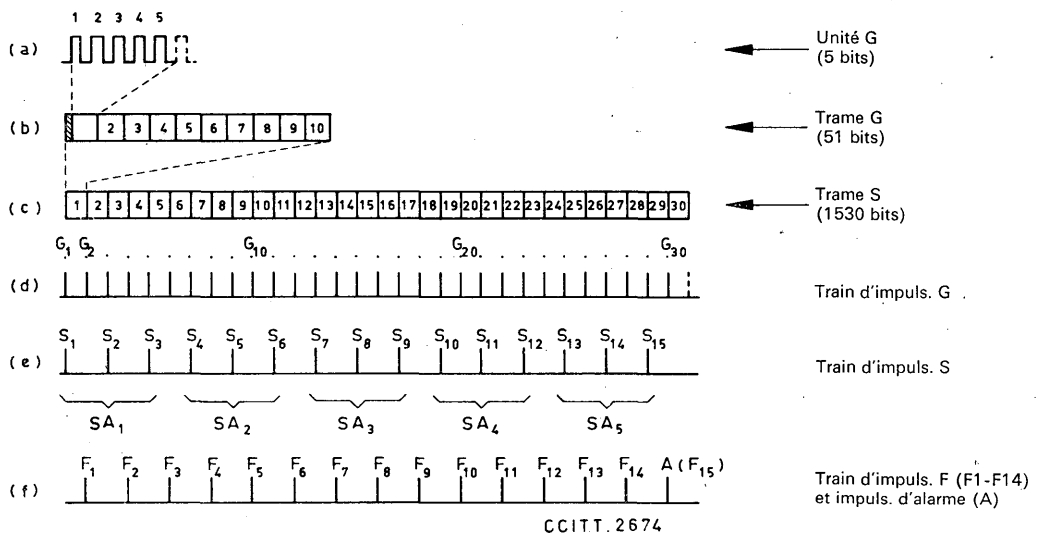


FIGURE 1. — **Configuration de trame d'un système M.I.C. multiplex secondaire (N.T.T.)**

Question 7/D — Jonctions pour systèmes numériques

(question nouvelle)

Dans l'étude générale des systèmes de transmission numérique et des réseaux intégrés, quelles jonctions numériques et analogiques y a-t-il lieu de définir, et quelles règles générales doit-on appliquer à leur spécification?

Remarque 1. — Des règles générales devraient s'appliquer aux principes régissant toutes les jonctions. Les spécifications de jonctions particulières seront définies à l'occasion de l'étude des divers types d'équipements.

Remarque 2. — Voir l'annexe à la Question 8/D et l'annexe 6 à la Question 6/D. Prendre note également de l'annexe 2 à la Question 4/D.

ANNEXE 1
(à la Question 7/D)

Jonctions numériques

(Extrait du rapport de la réunion du Groupe de travail M.I.C. à Lisbonne en septembre 1967)

Pour permettre une liberté totale d'interconnexion entre lignes, équipements terminaux et multiplex numériques, il faut définir des jonctions normalisées. L'Administration du Royaume-Uni et l'A. T. & T. Co. proposent de spécifier les caractéristiques suivantes à une jonction numérique:

1. Impédance — dans la bande de fréquences appropriées.

2. Niveau de tension (hauteur d'impulsion) — y compris les tolérances sur la tension absolue et l'équilibre entre impulsions de polarités opposées.

3. Taux d'impulsions — y compris la largeur d'impulsion.

4. Forme des impulsions — y compris le coefficient d'utilisation et les limitations des éléments précurseurs et des éléments de queue.

5. Caractéristiques du train d'impulsions — par exemple pour un format bipolaire:

a) nombre maximum de zéros consécutifs;

b) nombre maximum d'impulsions consécutives présentant la même polarité et le même niveau;

c) nombre maximum d'impulsions de même polarité séparant deux impulsions de la polarité opposée.

Au cas où il ne serait pas possible de spécifier ces valeurs maximales, il conviendrait de spécifier un point de la fonction de distribution de la probabilité tel que sa valeur ne soit que rarement dépassée.

Il peut également être nécessaire d'éviter que des formes codées de signaux d'information imitent un format de commande du système. Il n'y a généralement là aucune difficulté avec des signaux quasi aléatoires tels que la parole mais des difficultés peuvent se présenter avec les signaux de données qui ont certains codes spéciaux. Une solution consisterait à admettre un débit binaire légèrement plus faible que le débit normalisé à la jonction et à ajouter aussitôt avant la jonction des impulsions supplémentaires de manière à éviter les imitations de signaux de commande et à respecter les conditions énoncées au point 5 ci-dessus.

On trouvera dans l'appendice un résumé des spécifications établies par l'Administration du Royaume-Uni pour la jonction de la ligne numérique.

APPENDICE (à l'Annexe 1)

Jonction ligne/multiplex normalisée au Royaume-Uni

Pour assurer la souplesse d'interconnexion entre systèmes de ligne numérique et équipements multiplex, il est proposé de définir une jonction normalisée. Le système actuellement utilisé au Royaume-Uni est défini de la façon suivante:

1. L'impédance à l'entrée de l'équipement multiplex doit être de 75 ohms dissymétrique avec affaiblissement d'adaptation minimal de 20 dB à 768 kHz et de 15 dB aux autres fréquences de la bande 100 kHz à 2 MHz.

Remarque. — Cette condition s'applique aussi au côté « multiplex » du transformateur de ligne à l'émission lorsque le côté « ligne » est bouclé sur 120 ohms.

2. Le signal numérique à la sortie de l'équipement multiplex doit être un signal bipolaire au débit de 1,536 Mbits/seconde avec une tolérance de ± 75 bits/seconde. La hauteur de l'impulsion, avec une résistance de charge de 75 ohms, doit être de 2,37 V ± 10% avec une tolérance dominante sur le rapport impulsion positive/impulsion positive, qui doit se trouver entre 0,95 et 1,05. A mi-hauteur, la largeur de l'impulsion doit être de 0,326 microseconde. Aux fronts avant et arrière de l'impulsion, le dépassement balistique ne doit pas dépasser 10% de la hauteur de cette impulsion.

Remarque. — Cette condition s'applique également à la sortie du régénérateur terminal à la réception.

ANNEXE 2
(à la Question 7/D)

Jonction entre multiplex terminal et équipements d'extrémité de ligne
(Contribution de l'Administration française)

L'Administration française considère que la spécification d'une telle jonction est fondamentale dans l'optique des réseaux intégrés; cette jonction confère en effet une souplesse d'exploitation maxima en répondant à toutes les exigences actuellement prévisibles:

— disposer d'une jonction avec la ligne qui soit unique, que cette ligne soit connectée à un terminal M.I.C., à un central temporel ou à un multiplexeur,

— offrir un point d'accès commode pour l'introduction de données numériques, ou de signaux codés autre que le téléphone, dans des voies temporelles.

En outre, l'interface ainsi définie permet d'adapter le signal en ligne au support de transmission, et, le cas échéant, de réaliser l'interconnexion entre des types de lignes différents.

Par équipements d'extrémité de ligne, l'Administration française entend l'ensemble des dispositifs qui assurent:

— le transcodage code binaire-code en ligne.

— à l'émission, l'adaptation éventuelle de la synchronisation au type de ligne; à la réception, l'extraction des synchronisations de trame et de multitrame.

— la protection contre les longues suites de zéros (soit par le transcodage même, soit par bourrage au moyen de signaux hors code), destinée à rendre la ligne parfaitement transparente.

A la jonction, on trouvera au moins les fils suivants:

— un fil portant l'horloge-bit (à une fréquence égale au débit binaire);

— un fil portant le signal série binaire muni de sa synchronisation en binaire;

— un fil synchro trame;

— un fil synchro multitrame.

En outre, à la réception doivent figurer:

— un fil alarme perte de synchro;

— un fil alarme taux d'erreurs.

Les interfaces émission et réception doivent être compatibles afin qu'un bouclage direct en local soit possible.

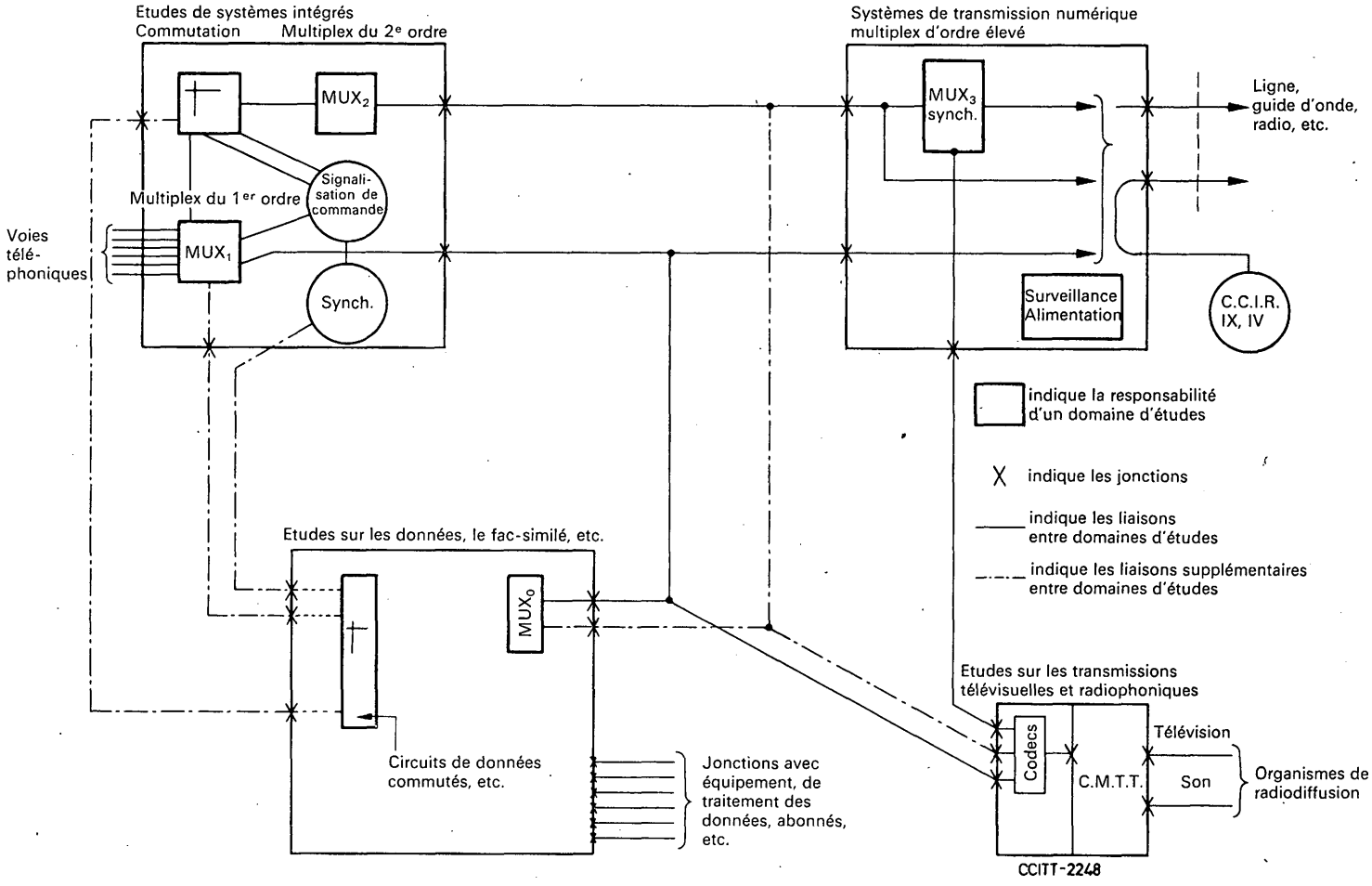
Les caractéristiques électriques des signaux à la jonction doivent être discutées. On pourrait prendre, entre autres:

— impédance: 75 ohms,

— forme: signal binaire 1/2 baud.

ANNEXE 3
(à la Question 7D)

Schéma pour l'étude ultérieure de systèmes et de réseaux numériques



Question 8/D — Systèmes de transmission numérique en câble et sur faisceaux hertziens

(question nouvelle)

Quelles caractéristiques doit-on recommander pour les liaisons numériques établies sur les supports suivants:

a) Paires symétriques en câble (souterrain ou aérien),

b) Paires coaxiales en câble,

c) Faisceaux hertziens,

d) Satellites de télécommunication?

Remarque 1. — Pour chaque type de liaison, les caractéristiques suivantes doivent être étudiées (l'étude des points c et d doit être faite en collaboration entre le C.C.I.T.T. et le C.C.I.R.).

1. Débit numérique.
2. Jonctions aux accès (entrée et sortie).
3. Caractéristiques du milieu de transmission (y compris les câbles existants et les nouveaux types de câble).
4. Conception et espacement des répéteurs-régénérateurs pour les câbles.
5. Alimentation des répéteurs-régénérateurs sur les câbles.
6. Télésurveillance des répéteurs-régénérateurs et moyens de maintenance.
7. Mode d'utilisation des câbles (par exemple, exploitation avec un ou deux câbles, disposition alternée des répéteurs).
8. Structure du signal en ligne, code, restrictions au code.
9. Qualité de fonctionnement globale, y compris le taux moyen d'erreurs, la gigue moyenne et la répartition des erreurs et de la gigue dans le temps.

Remarque 2. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 1/D. Lors de l'étude du point 2, prendre note de la Question 7/D.

Remarque 3. — Il faudra aussi étudier le paragraphe d en relation avec les Questions 3/D, 4/D et 7/D. La jonction entre systèmes M.I.C. de Terre et systèmes par satellite demandera une étude particulière, vu les caractéristiques de transmission propres au système par satellite (d'un point unique vers des points multiples) et les techniques M.I.C. envisagées pour assurer l'accès multiple au satellite.

Remarque 4. — Compte tenu de ce que l'on s'attend à ce qu'il y ait dans les réseaux nationaux des systèmes M.I.C. à 24 ou 32 secteurs de temps, il sera bon de recommander des systèmes qui achemineront des blocs primaires à 24 ou 32 secteurs ou ces deux types. A cet effet, il conviendrait de recommander pour ces systèmes des caractéristiques facilitant cette pratique, par exemple, une capacité de transmission numérique permettant de loger des multiples commodes de l'un et de l'autre type de bloc primaire.

ANNEXE (à la Question 8/D)

Caractéristiques des systèmes M.I.C. en ligne

Administration ou organisme	Royaume-Uni	Pays-Bas		Suisse	Etats-Unis d'Amérique			N.T.T. (Japon)
		P.T.T.	Philips		A.T.T. T1	A.T.T. T2	Lenkurt 91A	
Débit binaire en ligne [1] (Mbits/s)	1,536	6,144	1,536	2,56	1,544	6,312	1,544	1,544
Type de signal en ligne [1] (bivalent, trivalent, etc.)	bipolaire	bivalent	bipolaire	bivalent équilibré (code B)	bipolaire	B6ZS [2]	bipolaire	bipolaire
Limitation des séries de « 0 » ou de « 1 »	15 « 0 »	environ 50 « 0 » ou « 1 »	20 « 0 »	4	14 « 0 »	aucune	13 « 0 »	13 « 0 »
Grandes catégories de câbles (paires, fantômes, coaxiaux, 1 ou 2 câbles)	quarte 0,6 0,9 mm 1 ou 2 câbles	câbles à quartes en couches avec circuits fantômes 0,8; 1,0; 1,25 mm	quarte 0,5, 1,0 mm 1 ou 2 câbles	quartes en couches 0,6; 0,8; 1,0 mm 1 câble	paires 22 g.a. [3] 19 g.a. 1 ou 2 câbles	paires 22 g.a. [3] 2 câbles	paires 22 g.a. 19 g.a. 1 ou 2 câbles	quarte 0,5, 0,65, 0,9 mm 1 ou 2 câbles
Cœfficient d'utilis. des impulsions [1] (%)	50	100	50	50	50	50	50	50
Amplitude des impulsions [1] (volts)	± 3	forme d'impulsion avec précompensation, valeurs de crête env. ±2 (50 Ω)	± 3	± 3	± 3	± 4,2	± 3	± 3
Distance entre répéteurs (m) (câbles typiques)	1830	jusqu'à 1800 selon diamètre des fils	2500	1830	1830 (22 g.a.)	1830 ou plus	1830	2000 (0,65 mm); 3000 (0,9 mm)
Alimentation	75-0-75 V 50 mA	9 V 27 mA	65-0-65 V 45 mA 5.6 V par répét. unidirectionnel	70 V max 30 mA	± 130 V max 140 mA	± 130 V max 160 mA	± 130 V 140 mA	75-0-75 V, 170 mA
Distance entre points d'aliment. (km)	33			environ 30	33 (22 g.a.)	selon le câble	48	20 (0,65 mm) 38 (0,9 mm)

[1] A la sortie du répéteur.

[2] B6ZS (Bipolar with 6 Zero Substitution) - Bipolaire avec 6 Substitutions de Zéro: variante de la transmission bipolaire dans laquelle 5 zéros consécutifs au maximum sont transmis sans modifications. Six zéros consécutifs sont remplacés par un groupe codé déterminé contenant des violations complémentaires de la contrainte bipolaire, qui est supprimée au récepteur. Les codes de remplacement utilisés sont: +, 0, +, −, 0, −, ou −, 0, −, +, 0, +, selon que l'impulsion précédente était négative ou positive respectivement.

[3] 22 g.a., diamètre 0.64 mm; 19 g.a., diamètre 0.91 mm.

Question 9/D — Equipements de multiplexage numérique d'ordre supérieur

(question nouvelle)

Quelles caractéristiques doit-on recommander pour des équipements de multiplexage d'ordre supérieur en ce qui concerne particulièrement les systèmes de transmission de grande capacité?

Remarque 1. — Cette question doit-être étudiée en liaison avec les Questions 1/D, 5/D, 6/D, 7/D et 8/D.

Remarque 2. — Il devra être tenu compte de ce qui suit:

a) taille convenable des assemblages de voies téléphoniques, multiplex d'ordre inférieur ou autres formes de signaux codés;

b) techniques de multiplexage;

c) synchronisation des réseaux et verrouillage de trame;

d) compatibilité avec d'autres signaux codés (qui font l'objet de la Question 10/D).

Remarque 3. — Il devra également être tenu compte du paragraphe 3 de l'annexe 2 à la Question 1/D et de l'annexe 2 à la Question 2/D.

Question 10/D — Codage numérique de signaux pour transmissions radiophoniques, télévisuelles, etc.

(question nouvelle)

a) Quels équipements terminaux de codage doit-on considérer pour la transmission numérique:

1. d'information visuelle (particulièrement télévision),

2. d'assemblages de voies à multiplexage par répartition en fréquence,

3. de programmes de radiodiffusion sonore?

b) Quelles caractéristiques doit-on recommander pour ces équipements terminaux?

Remarque 1. — Le cas échéant, on étudiera les points 1 et 3 en coopération avec la C.M.T.T.

Remarque 2. — Cette question doit être étudiée en liaison avec les Questions 1/D, 6/D et 7/D. Voir les annexes 1 et 2 à la Question 5/D et l'annexe 2 à la Question 6/D.

Question 11/D — Transmission de données sur systèmes numériques

a) Quelles possibilités devrait-on offrir sur un système numérique pour des circuits de transmission de données sous forme numérique?

L'étude devrait considérer à la fois l'utilisation de signaux numériques équivalents à une ou plusieurs voies téléphoniques et celle de signaux numériques appartenant aux rangs les plus élevés de la hiérarchie des multiplex.

b) Quelles devraient être les spécifications de jonctions synchrones et asynchrones avec les systèmes de transmission de données?

c) Quelles seraient les études à mener pour la commutation de signaux de données dans le cadre d'un réseau numérique intégré?

Remarque 1. — Un système intégré peut être utilisé pour des communications de données à commutation très rapide. Ces communications peuvent être courtes et le taux d'appel peut être élevé. Ces facteurs imposent une grande rapidité de signalisation et la possibilité d'établir rapidement les communications.

Remarque 2. — Cette question est liée à plusieurs autres mais essentiellement à la Question 1/D. Les résultats de l'étude seront transmis à la Commission spéciale A (point AB de la Question 1/A).

ANNEXE 1

(à la Question 11/D)

Interconnexion d'une voie M.I.C. avec une liaison en groupe primaire de 48 kHz entre modems

(Contribution de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

Il faudra inclure dans cette étude le cas d'un circuit loué servant à la transmission de poste à poste de données à large bande et conçu pour pouvoir fonctionner de façon synchrone avec un débit binaire pouvant atteindre 48 kbits/s ou de façon asynchrone, en étant établi totalement ou partiellement sur des voies M.I.C.

ANNEXE 2

(à la Question 11/D)

Transmission de données jusqu'à 200 bauds sur réseaux télégraphiques commutables

(Contribution COM X — n° 26, période 1964-1968, de la Chile Telephone Company)

Les conséquences éventuelles sur le service télégraphique et sur le service des données de l'introduction de la transmission numérique et, ultérieurement, de la commutation numérique dans les réseaux téléphoniques commutés peuvent être l'apparition d'un réseau commuté acceptant la télégraphie et les données à des rapidités de 2000 bits/s environ.

Les observations formulées ci-dessous sur les points à étudier sous la question ont été rédigées dans l'hypothèse de l'adoption de cette solution pour les services télégraphiques de l'avenir.

Aspects économiques

Une étude économique de la Commission d'études X a comparé un réseau du type télégraphique et un réseau du type téléphonique pour un service commuté à 200 bauds, la capacité d'acheminement de l'information sur un circuit de type téléphonique étant évaluée selon les techniques actuelles à 900 bauds (4,5 $\times$ 200) pour la solution de type télégraphique et à 200 bauds pour la solution de type téléphonique. Dans un réseau numérique, la rapidité de transmission correspondant à celle d'une voie téléphonique sera de 56 kbits/s environ (en négligeant la capacité ajoutée pour la signalisation). Les nouveaux réseaux constitués pour les données et la télégraphie devraient manifestement être tels qu'ils tirent parti des caractéristiques du réseau numérique correspondant à une transmission très économique de l'information binaire.

Rapidité de modulation

Etant donné le caractère synchrone du réseau numérique, il est souhaitable d'imposer des limites aux vitesses auxquelles fonctionnent les équipements terminaux de données. Les vitesses nominales adaptées à l'usage général sur ce réseau devraient être celles de ce réseau (par hypothèse, nous avons admis que 2000 bits/s était une vitesse appropriée) ou une fraction simple de cette vitesse. On est ainsi certain que les spécifications de la jonction entre les lignes d'abonné et le réseau demeureront simples.

Sur toute une gamme de très faibles rapidités de modulation, jusqu'à 200 bauds par exemple, il serait possible d'admettre n'importe quelle rapidité de modulation dans un réseau purement numérique. Si toutefois, dans une période de transition où la présence dans le réseau de sections

de type télégraphique classique peut imposer l'insertion de régénérateurs, on se borne à considérer des valeurs entières pour la rapidité de modulation (par exemple 50, 100 et 200 bauds), on pourrait procéder à la régénération sur une base indépendante du code utilisé.

Pour des applications spéciales nécessitant l'emploi d'un équipement de jonction plus complexe, il serait toujours possible de prévoir une transmission de données à une vitesse quelconque, au plus égale à la vitesse maximale.

Signalisation

En ce qui concerne la signalisation sur le réseau principal, il convient d'envisager sérieusement la signalisation sur voie commune. Une telle solution répondrait aux conditions d'insensibilité à l'égard du code et d'établissement rapide de la communication, qui présentent toutes deux une grande importance pour les utilisateurs de données de ce réseau. De plus, les études de ce système de signalisation appliqué au réseau téléphonique montrent que le système devient économique par rapport à la signalisation dans la bande dès que le nombre de circuits du faisceau desservi atteint un très petit nombre variant en fonction de la longueur du circuit.

Il convient de tenir compte de la possibilité d'unifier la signalisation avec la signalisation du réseau téléphonique.

La réalisation d'une voie de signalisation entièrement distincte pourrait se révéler impossible au stade initial; dans ce cas, l'insensibilité des voies de communication à l'égard du code pourrait être obtenue en utilisant une signalisation hors bande associée à la voie. De toute manière, on estime que les futurs équipements de commutation prévus pour ce réseau devraient être compatibles avec la signalisation sur voie distincte.

Pour les utilisateurs des données, la vérification de l'identité de l'abonné demandé devrait constituer une fonction de l'équipement terminal de données. Il en serait donc de même à cet égard que pour les communications de données établies sur le réseau téléphonique. On reconnaît cependant que, dans le cas de communications établies entre stations disposant de téléimprimeurs fonctionnant avec l'alphabet n° 5, l'application de la méthode actuellement suivie pour l'établissement des communications télex pourrait être plus appropriée. On pourrait distinguer les divers types d'utilisateurs de ce réseau sur la base de la catégorie de service.

Méthode de transmission (arythmique ou synchrone)

Dans le réseau numérique, les organes de jonction et, si besoin est, la régénération sont simplifiés et la qualité de transmission est améliorée si toutes les transmissions sont isochrones. Ceci n'est pas nécessairement en contradiction avec un fonctionnement arythmique mais nécessite que la longueur de la période d'arrêt corresponde à un nombre entier d'éléments de signal.

De plus, en fonctionnement synchrone, il y a avantage à ce que les équipements terminaux de données travaillent en fonction d'un signal de rythme qu'ils reçoivent du réseau.

Transmission et signalisation sur la ligne d'abonné

Nous appuyons l'opinion de la Commission d'études X selon laquelle ces problèmes devraient faire l'objet d'une normalisation. Il y aurait avantage à accepter des méthodes de transmission dans la bande de base avec suppression du continu, ce qui laisserait la voie « continu » libre pour les signaux de supervision.

En ce qui concerne la signalisation de commande (signaux de numérotation et signaux de progression de la communication etc.), il serait souhaitable d'adopter une méthode commune pour tous les usagers du réseau, quel que soit le type d'équipement terminal de données qu'ils utilisent. Tous les utilisateurs de données devraient pouvoir accepter que cette méthode soit basée sur les signaux d'un équipement de téléimprimeur utilisant l'alphabet n° 5.

Méthodes fondamentales de commutation

En ce qui concerne le réseau de données envisagé comme découlant du nouveau réseau numérique, nous sommes partis de l'hypothèse de la commutation de circuits. Il n'en résulte cependant

aucune incompatibilité avec les méthodes « enregistrement et retransmission » qui peuvent jouer un rôle important non seulement dans l'amélioration de l'accès à des équipements onéreux, mais également dans des domaines tels que le changement de rapidité ou même le changement de code. Si l'on applique des méthodes avec enregistrement et retransmission dans des cas où l'on dispose d'un nombre fondamentalement suffisant de lignes, la valeur du temps de réponse global peut conserver une brièveté satisfaisante et l'on peut conserver un service de réponse rapide acceptable. Il conviendrait de considérer ces deux méthodes comme complémentaires plutôt que comme mutuellement exclusives.

Considérant l'étage commutation d'abonnés d'un réseau quelconque, il est possible d'obtenir des avantages économiques considérables si l'on peut parvenir à une unification telle que le même matériel puisse être utilisé à la fois pour des données transmises à des rapidités différentes et pour des transmissions téléphoniques.

Question 12/D — Incorporation au réseau téléphonique actuel de circuits sur systèmes M.I.C.

(question nouvelle)

Quelles recommandations devrait-on formuler afin de permettre que des circuits (et des ensembles de circuits) établis sur des systèmes à modulation par impulsions et codage (M.I.C.) puissent être incorporés avec succès au réseau téléphonique mondial actuel?

Remarque. — Cette question a été posée par la Commission d'études XVI, à qui les résultats de son étude seront transmis. On tiendra compte, en particulier, des études liées à l'annexe 6 à la Question 2/D.

Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission spéciale D

N° de la question	Objet résumé	Observations
1/D	Planification des systèmes numériques	
2/D	Equipements terminaux du multiplex M.I.C. de base	
3/D	Signalisation sur les systèmes M.I.C.	
4/D	Systèmes de commutation de type numérique	
5/D	Synchronisation des réseaux numériques	
6/D	Hiérarchie des multiplex numériques	
7/D	Jonctions pour systèmes numériques	
8/D	Systèmes de transmission numérique en câble et sur faisceaux hertziens	
9/D	Equipements de multiplexage numérique d'ordre supérieur	
10/D	Codage numérique de signaux pour transmissions radiophoniques, télévisuelles, etc.	
11/D	Transmission de données sur systèmes numériques	
12/D	Incorporation au réseau téléphonique actuel de circuits sur systèmes M.I.C.	

TOME III — Questions 11/D, p. 4; 12/D; Liste des questions

CINQUIÈME PARTIE

SUPPLÉMENTS AUX AVIS DES SÉRIES G, H ET J (TRANSMISSION)

SUPPLÉMENT N° 1
(Genève, 1964; cité dans l'Avis G.131, A)

CALCUL DE LA STABILITÉ DES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES ÉTABLIES CONFORMÉMENT AU PLAN DE TRANSMISSION ET DE COMMUTATION

1. *Méthode de calcul*

T étant l'équivalent nominal (en dB) entre les bornes à deux fils des termineurs aux extrémités d'une chaîne de circuits nationaux et internationaux interconnectés en quatre fils et B l'affaiblissement d'équilibrage moyen pour la stabilité (en dB), nous aurons pour M, valeur moyenne (en dB) de l'affaiblissement en boucle de la partie à quatre fils de l'ensemble de la communication:

$$M = 2\,(T + B)$$

Si l'écart type de l'affaiblissement en boucle est m (en dB), l'équation critique utilisée pour déterminer la proportion de la population des communications ayant une stabilité inférieure ou égale à S (en dB) est:

$$M - Km = 2S$$
$$\text{ou } K = (M - 2S)/\text{m}$$

Dans cette équation, K est l'écart normé. En consultant des tables de la fonction de probabilité [1]

$$P\,(K) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{K} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \cdot \mathrm{d}t$$

on peut évaluer la quantité $1 - P\,(K)$, qui est la probabilité pour qu'une communication présente une stabilité au moins égale à S dB.

2. *Affaiblissement moyen en boucle*

On suppose que les circuits nationaux de prolongement sont ajoutés conformément au plan, $2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ dB, en sorte que l'équivalent nominal entre les bornes à deux fils, T, soit $4 + 0{,}5n$ dB, où n est le nombre total de circuits à quatre fils, à la fois nationaux et internationaux.

[1] $P\,(K)$ est la probabilité pour qu'une variable aléatoire à distribution normale, à moyenne égale à zéro et à variance unité, soit inférieure à K.

Les valeurs moyennes supposées d'affaiblissement d'équilibrage sont soit 6 dB, objectif pour l'avenir, soit 3 dB, valeur actuelle probable dans certains réseaux.

D'où

$$M = 2\,(T + B) = 2\,(4 + 0{,}5n + 6 \text{ ou } 3) = 20 + n \text{ ou } 14 + n \text{ dB}$$

3. *Ecart type de l'affaiblissement en boucle*

Si l'on suppose que les variations des deux affaiblissements d'équilibrage ne sont pas en corrélation, que la variation de chacun des deux affaiblissements d'équilibrage est sans corrélation avec l'affaiblissement et que les deux sens de transmission soient en corrélation avec un coefficient de corrélation r, la variance (le carré de l'écart type) de l'affaiblissement en boucle d'une chaîne de n circuits, indépendants les uns des autres au point de vue de la maintenance, est donnée par la formule

$$m^2 = n\,(t_1^2 + 2\,rt_1t_2 + t_2^2) + 2b^2 \qquad \text{dB}^2$$

où

t_1, t_2 = écarts types des équivalents dans les deux sens de transmission d'un circuit à quatre fils,

b = écart type de l'affaiblissement d'équilibrage, que l'on suppose être soit 2,5 dB, soit 1,5 dB, valeurs associées aux valeurs moyennes de 6 dB et 3 dB respectivement.

Si l'on pose $t_1 = t_2 = 1$ dB; $b = 2{,}5$ ou 1,5 dB; $r = 1$, on obtient

$$m^2 = 12{,}5 + 4n \text{ ou } 4{,}5 + 4n \qquad \text{dB}^2$$

Les valeurs numériques correspondantes de M et m et les probabilités ont été calculées en fonction de n et les valeurs en sont données dans le tableau ci-après. La figure 1 de l'Avis G.131 a été déduite de ces valeurs.

Nombre total des circuits à quatre fils (à la fois nationaux et internationaux) avec amplificateurs	Affaiblissement d'équilibrage $B = 6$ dB; $b = 2{,}5$ dB				Affaiblissement d'équilibrage $B = 3$ dB; $b = 1{,}5$ dB			
	Affaiblissement moyen en boucle	Ecart type de l'affaiblissement en boucle	Nombre de communications, sur un million, qui présenteront une stabilité inférieure ou égale à S		Affaiblissement moyen en boucle	Ecart type de l'affaiblissement en boucle	Nombre de communications, sur un million, qui présenteront une stabilité inférieure ou égale à S	
n	M dB	m dB	$S = 0$ dB	$S = 3$ dB	M dB	m dB	$S = 0$ dB	$S = 3$ dB
1	21	4,06	<1	112	15	2,92	< 1	1000
2	22	4,53	<1	200	16	3,54	3	2330
3	23	4,95	2	301	17	4,06	17	3360
4	24	5,34	3	376	18	4,53	36	4020
5	25	5,70	6	434	19	4,95	62	4270
6	26	6,04	9	466	20	5,34	88	4400
7	27	6,36	11	483	21	5,70	117	4270
8	28	6,67	14	483	22	6,04	136	4020
9	29	6,96	16	483	23	6,36	153	3800
10	30	7,25	17	466	24	6,67	159	3470
11	31	7,52	19	434	25	6,96	165	3170
12	32	7,78	20	419	26	7,25	165	2890
13	33	8,03	20	390	27	7,52	165	2640
14	34	8,28	21	350	28	7,78	160	2330

SUPPLÉMENT N° 2

(Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis G.131, B)

ÉCHO POUR LA PERSONNE QUI PARLE SUR LES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES

Les courbes de la figure 2 de l'Avis G.131 permettent de déterminer s'il est ou non nécessaire d'utiliser un suppresseur d'écho sur une communication internationale donnée. On peut encore les employer pour savoir quelle valeur d'affaiblissement global il convient d'adopter sur la partie à quatre fils de la communication complète pour qu'un suppresseur d'écho ne soit pas nécessaire.

Avant d'utiliser les courbes, il convient de décider pour quelle proportion de communications on accepte un écho gênant. L'Avis G.131, B fournit quelques indications sur ce point.

Les coordonnées de la figure sont deux des paramètres d'une communication téléphonique qui influent sur les échos: en abscisses, la longueur totale de la chaîne à quatre fils, en ordonnées, l'affaiblissement. Moyennant certaines hypothèses explicitées plus bas, ces deux paramètres deviennent les paramètres principaux.

Chaque courbe divise le plan en deux parties, suivant que le point représentatif de la chaîne de circuits se trouve dans l'une ou dans l'autre, un suppresseur d'écho est nécessaire ou ne l'est pas, en tenant compte du pourcentage de communications autorisé à présenter un écho gênant.

Facteurs à prendre en considération

Les principaux facteurs à prendre en considération afin de déterminer si un suppresseur d'écho est nécessaire sur une communication donnée sont les suivants:

a) le nombre des trajets d'écho;

b) le temps mis par les courants d'écho pour parcourir ces trajets;

c) l'affaiblissement de ces trajets;

d) la tolérance des abonnés vis-à-vis des phénomènes d'écho.

Nous allons examiner ces divers facteurs tour à tour.

Quand des circuits sont interconnectés en quatre fils, il n'y a qu'un trajet d'écho (en négligeant la paradiaphonie). Il en est pratiquement de même lorsque les circuits sont interconnectés en deux fils et que les valeurs de l'affaiblissement d'adaptation au point de connexion sont convenables, car les principaux courants d'écho sont dus aux affaiblissements d'adaptation relativement médiocres aux extrémités des deux circuits à quatre fils extrêmes, où la communication est prolongée en deux fils.

Le temps mis par les courants d'écho pour parcourir le trajet d'écho ne dépend pratiquement que de la longueur de la chaîne à quatre fils, car les circuits principaux des réseaux nationaux et internationaux d'aujourd'hui sont des circuits à grande vitesse de transmission.

L'affaiblissement du trajet d'écho pour la personne qui parle, dans le cas d'une communication symétrique, est à peu près égal à deux fois l'affaiblissement de la communication complète entre les extrémités à deux fils dans les centraux locaux extrêmes, plus l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho, qui se manifeste au point à deux fils dans le central local situé à l'extrémité éloignée. On peut admettre que l'affaiblissement des lignes d'abonné reliées à ces points à deux fils est très faible, de sorte qu'en toute rigueur les résultats ne sont applicables qu'à des abonnés ainsi favorablement placés. L'écho qui affecte les abonnés dont les lignes ont un affaiblissement plus grand se trouvera encore affaibli. L'hypothèse faite ne comporte donc pas de risques.

On admet que l'affaiblissement d'adaptation au point de vue de l'écho a une valeur moyenne au moins égale à 12,7 dNp (11 dB), avec un écart type de 3,5 dNp (3 dB), exprimée en valeur moyenne pondérée du rapport de puissance dans toute la bande de 500 à 2500 Hz. La valeur moyenne de l'affaiblissement de chaque circuit à quatre fils est considérée comme uniforme dans toute cette bande et on admet que l'écart type est de 12 cNp ou 1 dB dans les deux sens de transmission. On admet aussi que la corrélation entre les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission est de 1,0.

La tolérance que manifestent les abonnés vis-à-vis des phénomènes d'écho fait l'objet d'études très poussées de certaines administrations. En attendant la publication des résultats de ces études, le C.C.I.T.T. utilise les données publiées en septembre 1956 par l'American Telephone and Telegraph Co., dans ses « Notes on Distance Dialling », qui sont reproduites ci-dessous; elles indiquent le « seuil moyen d'effet nuisible de l'écho »; cela signifie que chaque ensemble de deux valeurs (temps de propagation et affaiblissement) représente une combinaison que 50 % des observateurs ont tolérée et 50 % ont critiquée. Ces données ont été obtenues avec une ligne d'abonné ayant un affaiblissement d'environ 1 dB. L'écart type des opinions est, d'après les auteurs, de 2,5 dB.

Temps de propagation de groupe dans un sens	Seuil d'affaiblissement par l'écho, E
ms	dB
10	11,1
20	17,7
30	22,7
40	27,2
50	30,9

Construction de la figure 2 de l'Avis G.131

La valeur moyenne de la marge avant qu'un écho soit gênant est donnée par

$$M = 2T + B - E$$

où T est la valeur moyenne de l'affaiblissement entre les points à deux fils dans les centraux locaux extrêmes. L'affaiblissement est supposé le même dans les deux sens de transmission;

B est la valeur moyenne de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho à l'extrémité réceptrice;

E est la valeur moyenne du seuil de l'affaiblissement pour l'écho.

L'écart type de la marge est donné par

$$m^2 = n\,(t_1^2 + 2rt_1t_2 + t_2^2) + b^2 + e^2$$

où m est l'écart type de la marge

t_1, t_2 sont les écarts types des variations d'affaiblissement, dans les deux sens de transmission pour un circuit à quatre fils, national ou international;

b est l'écart type des affaiblissements d'adaptation pour l'écho;

e est l'écart type des seuils d'effet nuisible de l'écho;

r est le coefficient de corrélation entre t_1 et t_2;

n est le nombre de circuits à quatre fils dans la chaîne à quatre fils.

En prenant $t_1 = t_2 = 1$ dB; $r = 1$; $b = 3$ dB; $e = 2{,}5$ dB, on trouve:

$$m^2 = 4n + 15{,}3.$$

Dans l'Avis G.131-B c), les Règles A et E se rapportent aux probabilités de 10 % et de 1 % de rencontrer un écho gênant, et dans ces cas 9 circuits à quatre fils (3 nationaux + 3 internationaux + 3 nationaux) sont pris en considération. D'où, pour les courbes à la fois 1 % et 10 % $m = 7{,}2$ dB.

Pour la probabilité de 10% la marge peut se réduire à 1,28 fois l'écart type. Pour la probabilité 1% ce facteur est 2,33. Les valeurs correspondantes de M sont:

$$M = 7{,}2 \times 1{,}28 = 9{,}2 \text{ pour } 10\%$$
$$M = 7{,}2 \times 2{,}33 = 16{,}8 \text{ pour } 1\%.$$

En portant ces valeurs dans l'équation $M = 2T + B - E$, avec $B = 11$ dB on obtient les valeurs suivantes pour l'affaiblissement moyen de l'écho pour l'abonné qui parle,

$$2T + B = 9{,}2 + E \text{ pour une probabilité de } 10\%$$
$$2T + B = 16{,}8 + E \text{ pour une probabilité de } 1\%.$$

Les valeurs du tableau ci-dessous ont été calculées (et arrondies au nombre entier le plus voisin) à partir de ces équations. On a calculé les nombres qui figurent dans la colonne « longueur de la chaîne » en admettant que la vitesse de propagation est de 160 km/ms, ou 100 miles/ms.

TABLEAU

Temps de propagation moyen dans un sens	Longueur de la chaîne		Affaiblissement moyen en boucle, $2T + B$			
			10%		1%	
ms	miles	km	dB	dNp	dB	dNp
10	1000	1600	20	23	28	32
20	2000	3200	27	31	35	40
30	3000	4800	32	37	40	45
40	4000	6400	36	42	44	51
50	5000	8000	40	46	48	55

On a tracé la figure 2 de l'Avis G.131 à partir de ces valeurs. On a déterminé l'échelle des ordonnées située à droite de la figure en admettant que:

a) il n'y a pas de différence entre la valeur nominale et la valeur moyenne de l'affaiblissement de la chaîne de circuits entre les points à deux fils dans les centraux locaux extrêmes;

b) l'affaiblissement nominal est le même dans les deux sens de transmission;

c) la valeur moyenne de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho, à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, est de 12,7 dNp (11 dB).

SUPPLÉMENT N° 3

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis G.161)

DISPOSITIF UTILISÉ PAR L'AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY POUR MESURER DE FAÇON OBJECTIVE LES RÉDUCTIONS DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION IMPUTABLES AUX SUPPRESSEURS D'ÉCHO

Les réductions de qualité dues aux suppresseurs d'écho sont de nature complexe; de ce fait, on rencontre des difficultés lorsqu'on veut obtenir des mesures significatives de la qualité de

transmission. Les méthodes de mesure habituellement utilisées consistent à recueillir l'opinion d'experts et à procéder à des essais subjectifs, sans idée préconçue. L'opinion des experts est souvent peu convaincante et les essais subjectifs sont généralement longs et coûteux. Au cours de ces trois dernières années, les Bell Telephone Laboratories se sont servi d'un appareil spécialement conçu à cet effet, le mesureur de dégradation, comme d'une méthode auxiliaire pour déterminer la qualité de fonctionnement des suppresseurs d'écho. Chaque fois que des comparaisons ont pu être faites, on a constaté que cette méthode objective donnait des résultats qui concordaient avec les évaluations subjectives. On estime qu'une version améliorée du mesureur de dégradation serait d'une aide précieuse pour résoudre les problèmes qui se posent actuellement en ce qui concerne la compatibilité des suppresseurs d'écho de différentes constructions, l'insertion de suppresseurs d'écho en tandem et l'effet d'une diversification de certaines conditions à imposer aux projets de construction des suppresseurs d'écho.

Le présent supplément contient un exposé des principes sur lesquels est fondé le mesureur de dégradation et une description de l'appareil actuel. Pour illustrer cet exposé, on a fait état de résultats de mesures que l'on a comparés avec ceux d'essais subjectifs, lorsque cela a été possible. Enfin, on a envisagé les améliorations que l'on pourrait éventuellement apporter à cet appareil pour le rendre plus utile.

1. *Principes de fonctionnement*

Les dégradations de la parole imputables aux suppresseurs d'écho peuvent généralement se diviser en trois catégories:

1) retour d'écho,

2) mutilation ou découpage de la parole,

3) verrouillage (blocage de la transmission dans les deux sens simultanément).

Le mesureur de dégradation permet de mesurer objectivement ces trois types de dégradation.

Pour comprendre la logique appliquée, il convient de se référer à la figure 1. Un circuit téléphonique, comportant un trajet d'écho, est équipé de suppresseurs d'écho. Supposons que nous puissions déterminer simultanément si des courants vocaux existent ou n'existent pas aux points A, B, C, et D, et que les temps de propagation soient nuls sur le circuit. Nous pourrions alors tirer les conclusions suivantes:

a) s'il existe des courants vocaux en A mais pas en B (on écrira: AB'), la parole provenant de l'entrée 1 est découpée par le suppresseur d'écho 1;

b) s'il existe des courants vocaux en B, mais pas en A (on écrira: $A'B$), la parole en B doit être l'écho de l'entrée 2;

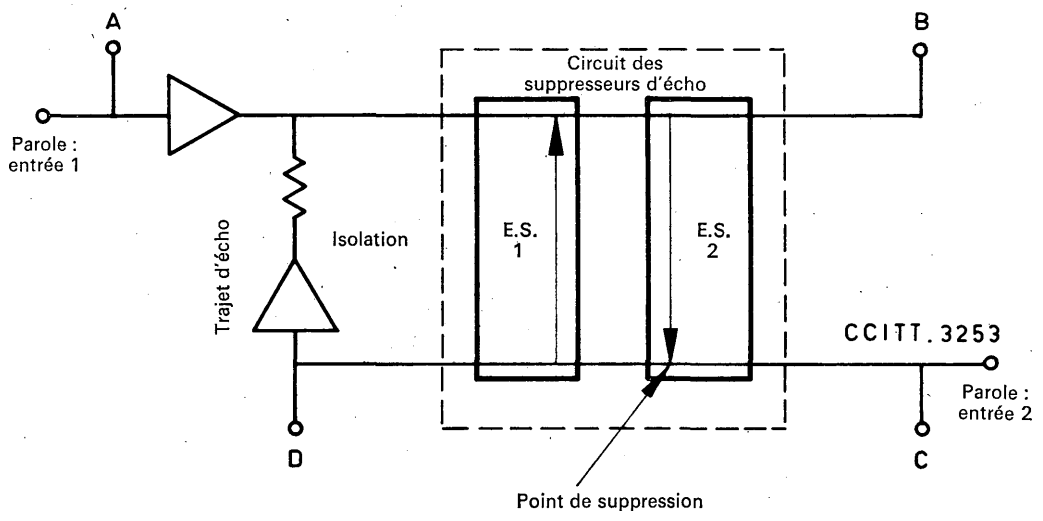
c) s'il existe des courants vocaux en A mais pas en B, et si, au même moment, des courants vocaux existent en C mais pas en D (on écrira: $AB'CD'$), il se produit un verrouillage dû à la suppression simultanée provoquée par les suppresseurs d'écho 1 et 2.

Le mesureur de dégradation effectue essentiellement ces observations, et ses circuits logiques en tirent les mêmes conclusions. Il convient de noter qu'une condition importante fait obstacle au fonctionnement des suppresseurs d'écho: c'est le retour de l'écho lorsque les deux interlocuteurs parlent en même temps. Dans ce cas, il existe des courants vocaux en A et en B, les courants vocaux qui apparaissent en B étant alors porteurs de la parole qui se manifeste à l'entrée 1 et de l'écho de la parole provenant de l'entrée 2. On n'a pas cherché à mesurer cette condition.

L'hypothèse selon laquelle les temps de propagation sont nuls entre les points A et B et entre les points C et D peut paraître exagérément restrictive étant donné que, dans la pratique, tous les circuits équipés de suppresseurs d'écho sont caractérisés par des temps de propagation considérables. Toutefois, le fonctionnement d'un seul suppresseur d'écho n'est affecté que par la forme des signaux vocaux apparaissant à ses bornes, à n'importe quel moment. Le suppresseur d'écho

est insensible aux péripéties, passées ou futures, de ces signaux. Le temps de propagation sur le circuit a un effet essentiellement subjectif. La personne qui écoute reste insensible aux échos lorsque les temps de propagation sont très courts, et plus le temps de propagation croît, plus elle devient sensible à l'écho. En revanche, la sensibilité du mesureur de dégradation n'est pas affectée par les temps de propagation. L'appareil tiendra compte de tous les échos qui ne sont pas éliminés par le suppresseur, qu'ils soient affectés d'un retard ou non. C'est la raison pour laquelle, dans la plupart des applications du mesureur de dégradation, il n'est pas nécessaire que le circuit soit affecté d'un temps de propagation et l'appareil actuellement utilisé n'en tient pas compte. Il existe cependant des applications, telles que la mesure des suppresseurs d'écho en tandem, où il serait concevable que le temps de propagation dans un circuit équipé de suppresseurs d'écho fût susceptible d'affecter la qualité d'ensemble. Par la suite, nous proposerons d'apporter à l'appareil de mesure une modification qui permettra de tenir compte de ces temps de propagation.

Le mesureur de dégradation fait usage d'une conversation enregistrée entre un homme et une femme. Cette conversation est rapide et, à de nombreux moments, les deux interlocuteurs parlent simultanément; il s'agit donc d'une conversation d'un type qui, selon toute probabilité, occasionnerait des difficultés dans un circuit équipé de suppresseurs d'écho. Le même enregistrement est utilisé pour toutes les mesures et fournit une base commune permettant de comparer les résultats des différents essais. A l'Appendice 1, on trouvera une description détaillée de cet enregistrement.



Note. — Les suppresseurs d'écho appliquent la suppression au point indiqué par la pointe de la flèche.

FIGURE 1

2. *Description générale du montage*

La figure 2 représente le schéma de principe du mesureur de dégradation. On a une voie de transmission de la parole semblable à celle de la figure 1 et des possibilités d'insérer un retard aux extrémités et de faire varier l'affaiblissement d'adaptation du trajet d'écho. La parole est détectée en A, B, C et D par des déclencheurs de Schmitt, placés en ces points, après redressement et lissage.

Pour être clairs, nous allons concentrer notre attention sur les déclencheurs de Schmitt A′ et B ainsi que sur la porte d'écho. La porte d'écho est une porte ET nécessitant la présence de trois

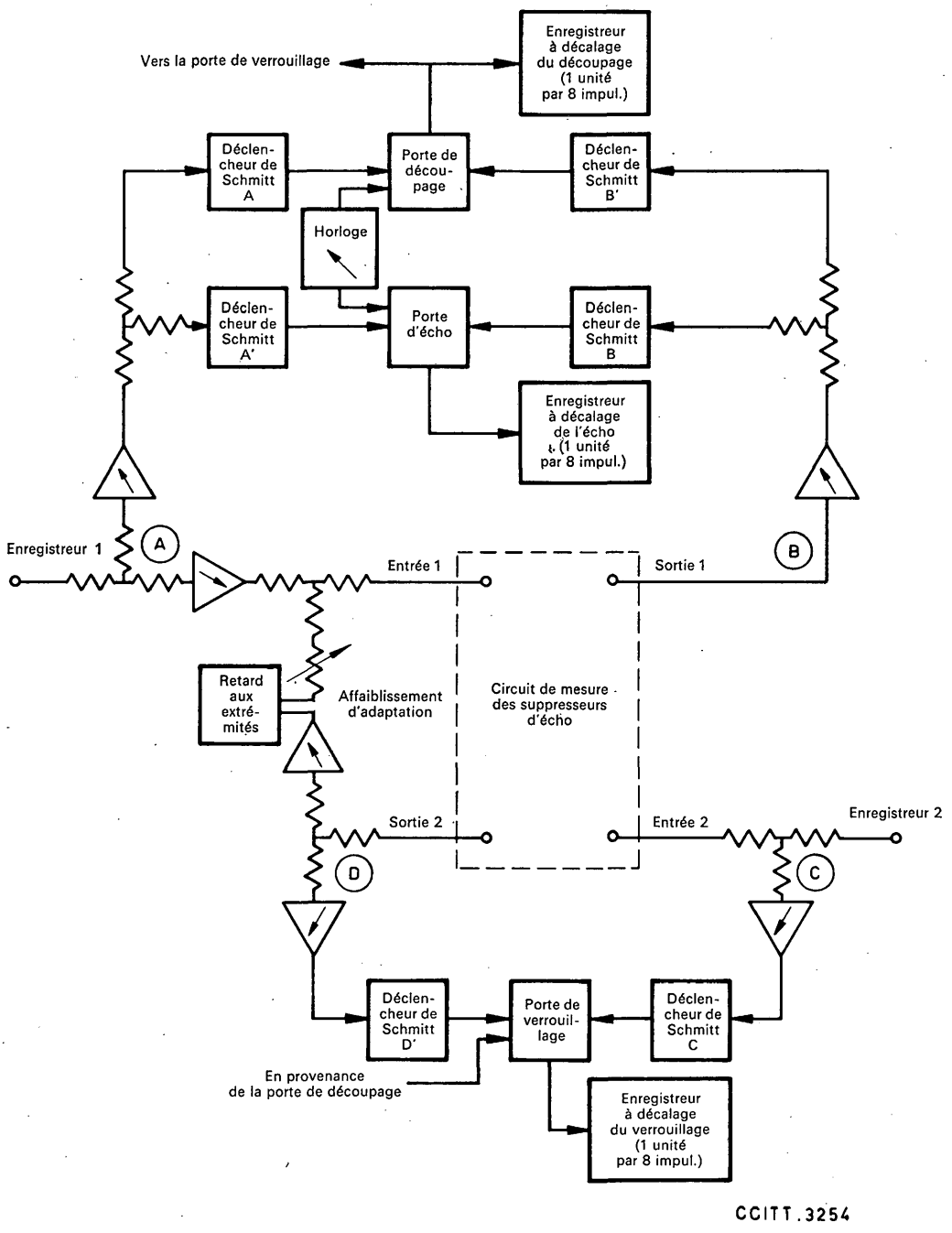


FIGURE 2. — **Mesureur de dégradation**

signaux, l'un provenant du déclencheur de Schmitt B, le deuxième du déclencheur de Schmitt A′ et le troisième d'une horloge. Le déclencheur de Schmitt A′ est un dispositif bistable qui applique un signal de déclenchement à la porte d'écho en l'absence de courants vocaux en A. Si des courants vocaux apparaissent en A, le déclencheur de Schmitt A′ neutralise la porte d'écho. Le déclencheur de Schmitt B est un dispositif analogue qui déclenche la porte d'écho lorsque des courants vocaux apparaissent en B. La porte d'écho est donc enclenchée chaque fois qu'il existe une condition A′B (existence de l'écho); la porte transmet alors les impulsions d'horloge. Ces impulsions sont ensuite appliquées à un enregistreur à décalage pour y être comptées comme témoins de l'écho.

L'horloge est un générateur de signaux carrés fournissant des impulsions de sortie de 10 μs à une fréquence variable (100 à 200 Hz). L'enregistreur à décalage indique une unité chaque fois qu'il reçoit huit impulsions. Ainsi, le compte de chaque écho est approximativement équivalent à un paquet d'échos ou à une somme de paquets d'échos d'une durée de 40 à 80 ms, selon la vitesse de l'horloge utilisée. La vitesse généralement utilisée est de 160 Hz, ce qui correspond à un paquet de 50 ms.

Le fonctionnement de la porte de découpage est semblable à celui qui vient d'être décrit, mais c'est alors le déclencheur de Schmitt B′ qui fournit le signal de déclenchement en l'absence de signaux vocaux en B et le déclencheur de Schmitt A qui fournit le signal de déclenchement lorsque les courants vocaux apparaissent en A. Dans la condition AB′ (découpage), les impulsions d'horloge passeront et seront comptées par l'enregistreur à décalage du découpage. La porte de verrouillage fonctionne de la même manière: elle entre en fonctionnement dans la condition CD′. Les impulsions d'horloge parvenant à la porte de verrouillage sont tirées de la porte de découpage et la sortie de la porte de découpage correspond donc à la condition AB′CD′ (verrouillage).

On règle les sensibilités des déclencheurs de Schmitt en agissant sur les amplificateurs qui les précèdent. Il y a également dans la voie à courants vocaux deux amplificateurs utilisés pour les besoins du blocage et pour obtenir des niveaux de signal approprié. Les seuls réglages nécessaires sont ceux des amplificateurs susmentionnés et de la fréquence de répétition de l'horloge.

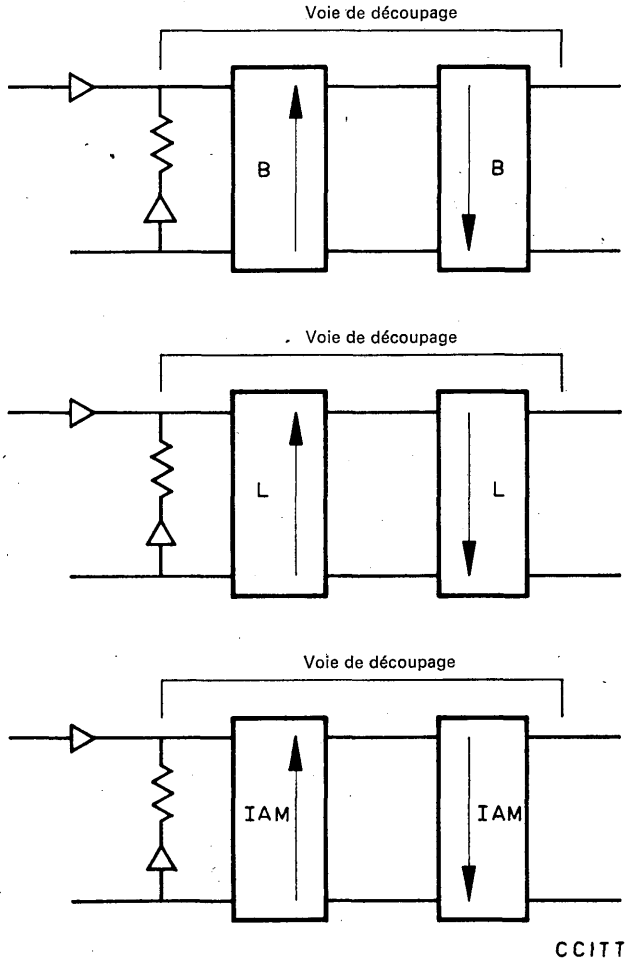
Les circuits déclencheurs de Schmitt sont des détecteurs de parole à sortie binaires. Leur conception est assez critique, aussi est-il important de veiller à ce que les portes ne livrent pas passage à de fausses sorties imputables à l'ordre dans lequel les deux détecteurs associés à une porte changent d'état en fonction des changements de forme des signaux vocaux. Aussi a-t-on jugé utile de donner à l'Appendice 2 une description détaillée des déclencheurs de Schmitt utilisés. Les autres circuits utilisés dans l'appareil ne sont pas critiques et on peut les réaliser sans difficulté.

3. *Exemples de résultats obtenus au moyen du mesureur de dégradation*

Pour les comptages, on relie le circuit du suppresseur d'écho au mesureur de dégradation, de la manière indiquée à la figure 2. Le découpage n'est mesuré que sur le trajet de « entrée 1 » à « sortie 1 » et le compte des échos correspond à l'écho de la parole provenant de l'enregistreur 2. La sensibilité des détecteurs des déclencheurs de Schmitt est généralement réglée sur une valeur légèrement inférieure à celle correspondant à la sensibilité du suppresseur d'écho. Par exemple, si la sensibilité du suppresseur d'écho est de −31 dBm0, celle du compteur sera réglée sur −30 dBm0.

Les nombres obtenus dans un comptage ne peuvent, pour l'instant, être utilisés pour prévoir la qualité subjective d'un circuit, pourtant il sera peut-être possible de le faire dans l'avenir si un nombre suffisant de données fournies par le mesureur et de renseignements subjectifs sont disponibles pour établir une corrélation. Actuellement, les nombres obtenus ne sont significatifs que sur une base relative, lorsqu'on les compare avec les résultats d'autres comptages et ils ne devraient être utilisés que pour *attribuer un rang* à différentes conditions, sans tendre à déterminer le *degré* des différences subjectives correspondantes. De plus, les exemples donnés ci-après concernent une longue période au cours de laquelle le mesureur de dégradation a été modifié à plusieurs reprises. Ainsi, les nombres indiqués ne sont significatifs que par rapport à une expérience particulière et il ne faut pas essayer d'établir une comparaison entre les nombres qui proviennent d'expériences différentes.

La figure 3 montre comment on peut utiliser le mesureur de dégradation pour comparer le fonctionnement de différents types de suppresseurs d'écho. Les suppresseurs d'écho expérimentaux des types B, L et 1AM sont les mêmes que ceux utilisés en 1964, au cours d'essais subjectifs sur les câbles transatlantiques, avec augmentation du temps de propagation. Il a déjà été fait état des résultats des essais subjectifs [1], et le classement des suppresseurs d'écho à la suite de ces essais est identique à celui que le mesureur de dégradation fournit implicitement. Les renseignements sub-



Echo	Découpage	Verrouillage
12	234	0
12	1160	12
67	1667	0

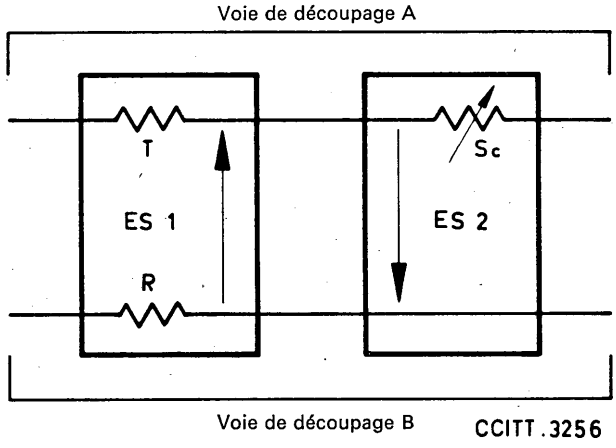
Note. — Les suppresseurs d'écho appliquent la suppression aux points indiqués par les pointes des flèches. Les résultats impliquent que le fonctionnement est de moins en moins bon dans l'ordre suivant:

1-B
2-L
3-1AM

FIGURE 3. — **Suppresseurs d'écho de différents types**

jectifs montrent que les différences les plus accentuées observées sur les suppresseurs d'écho concernaient le découpage, ce qui est en accord avec les résultats obtenus par le mesureur de dégradation.

La figure 4 montre comment on peut utiliser le mesureur de dégradation pour étudier les variations de paramètres des suppresseurs d'écho. Dans ce cas, le suppresseur d'écho n° 1, qui insère des affaiblissements fixes dans les voies d'émission et de réception, au moment où les deux interlocuteurs parlent simultanément, fonctionne avec le suppresseur d'écho n° 2, qui insère un compresseur de parole. La répartition des affaiblissements T et R dans le suppresseur d'écho n° 1 est variable. Les résultats indiquent que, même si le total des affaiblissements en boucle $(T + R + S_c)$ reste le même, le fonctionnement du découpage dépend de la répartition de ces affaiblissements. Par exemple, un fonctionnement plus symétrique est obtenu dans les cas où l'affaiblissement fixe à l'émission est nul, tandis que l'affaiblissement fixe à la réception est égal à 12 dB. Cela montre que l'on doit avoir une similitude de cette caractéristique entre les suppresseurs d'écho, pour que ces derniers soient compatibles.



T = affaiblissement fixe à l'émission.
R = affaiblissement fixe à la réception.
S_c = affaiblissement variable dû au compresseur de parole. Affaiblissement moyen: environ 9 dB.

	Découpage	
	Voie A	Voie B
$T = 6$ dB; $R = 6$ dB	1049	390
$T = 0$ dB; $R = 12$ dB	645	981

On a un circuit plus symétrique en ce qui concerne les résultats du découpage, si les suppresseurs d'écho introduisent une valeur d'affaiblissement approximativement égale en un même point par rapport aux suppresseurs d'écho.

FIGURE 4. — **Répartition des affaiblissements dus au fait que les deux interlocuteurs parlent simultanément**

Une autre manière d'utiliser le mesureur pour faire des recherches sur les paramètres est illustrée à la figure 5. Les suppresseurs d'écho à action différentielle doivent être conçus de manière à empêcher l'intervention sur un écho pour une certaine valeur maximale du retard à l'extrémité du suppresseur côté abonné. Les moyens d'assurer cette protection altèrent généralement la capacité d'intervention du suppresseur d'écho, ce qui entraîne une aggravation du découpage. La figure 5 montre que le nombre des découpages croît avec l'augmentation de la protection contre le retard aux extrémités, dans un suppresseur d'écho à circuit différentiel analogue à celui du type Western Electric 3A.

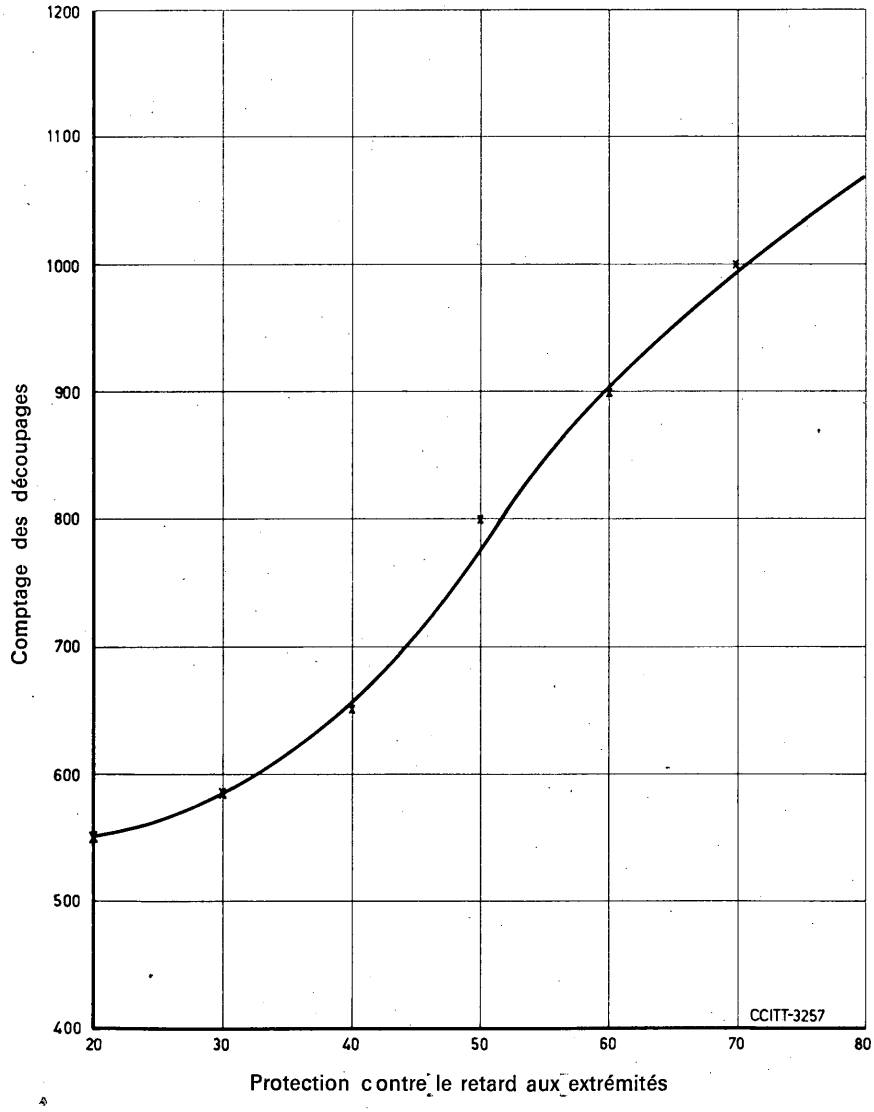
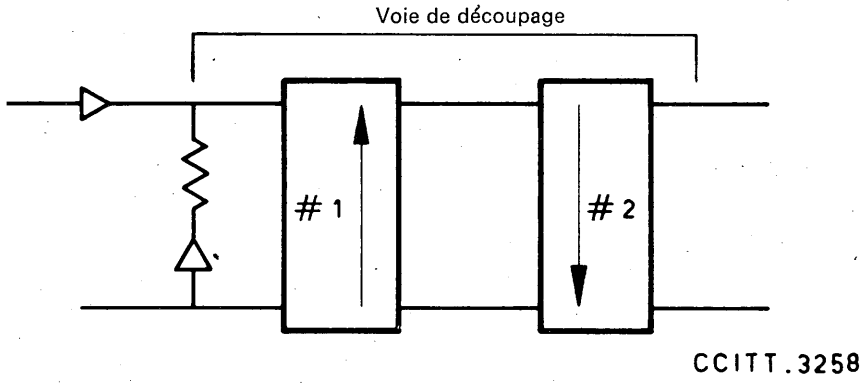


FIGURE 5. — **Découpage en fonction de la protection contre le retard aux extrémités**

La figure 6 montre le résultat du comptage pour un circuit équipé de suppresseurs d'écho dissemblables. Les suppresseurs d'écho sont les mêmes que ceux utilisés dans les essais effectués sur des câbles transatlantiques dont on a parlé plus haut. L'étude des résultats de comptage montre tout d'abord que l'observateur constatera un fonctionnement des suppresseurs d'écho qui est caractéristique du suppresseur d'écho placé à l'extrémité éloignée du circuit, mais il est également prouvé qu'il existe une certaine interaction, lorsque le fonctionnement d'un suppresseur d'écho est soit amélioré, soit altéré par la présence de l'autre suppresseur d'écho. Le mesureur de dégradation permet de fournir une aide précieuse pour déterminer la compatibilité des suppresseurs d'écho de différents modèles.

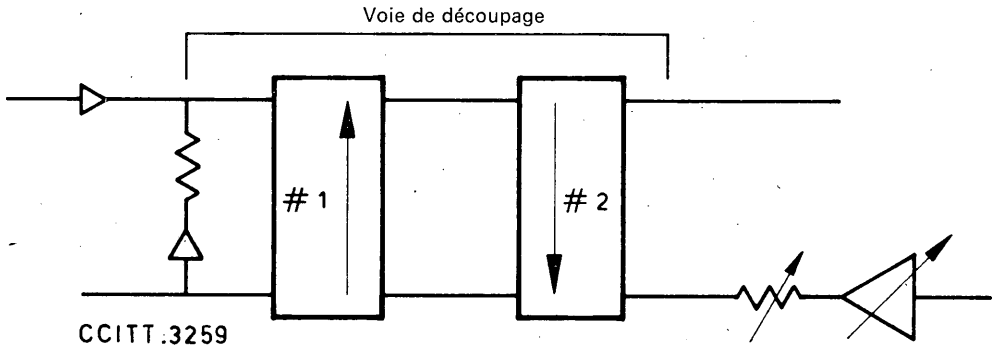


Conditions			Echo	Découpage	Verrouillage
	N° 1	N° 2			
1	B	B	12	234	0
2	L	L	12	1160	12
3	1 AM	1 AM	67	1667	0
4	B	L	22	236	7
5	L	B	8	1652	4
6	B	1 AM	38	182	0
7	1 AM	B	12	1681	0

Le découpage que l'on observe à partir de l'extrémité de droite du circuit est caractéristique du suppresseur d'écho à l'autre extrémité du circuit. Cependant, il existe une interaction, comme le montre l'augmentation du découpage dans la condition 5 par rapport à la condition 2, dans la condition 7 par rapport à la condition 3 et comme le montre la diminution dans la condition 6 par rapport à la condition 1.

FIGURE 6. — **Circuit équipé de suppresseurs d'écho dissemblables**

La figure 7 donne un dernier exemple de l'effet de l'asymétrie entre les affaiblissements des circuits aux extrémités. Dans ce cas, on a fait varier le niveau de la parole dans la voie inférieure afin de simuler trois affaiblissements à l'extrémité de droite du circuit. La valeur nominale correspond à un affaiblissement nul et dans ce cas les niveaux de parole sont ceux utilisés dans d'autres essais effectués avec le mesureur de dégradation. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux indiqués par la K.D.D. [2], qui révèlent une difficulté plus grande pour l'interlocuteur se trouvant à l'extrémité du circuit où l'affaiblissement est le plus faible.



Condition	Découpage
Affaiblissement = 0	526
Affaiblissement = 5 dB	376
Gain = 5 dB	742

FIGURE 7

4. *Améliorations possibles du mesureur de dégradation*

On peut améliorer la version actuelle du mesureur de dégradation pour en faire un instrument d'une application plus diversifiée. A l'origine, il a été conçu pour les mesures sur un seul suppresseur d'écho; cependant, les applications plus récentes, comme celles décrites ci-dessus, comportent des circuits de mesure équipés de plusieurs suppresseurs d'écho. Si nous désirons obtenir des renseignements sur les deux voies d'un tel circuit, il nous faut procéder à deux essais en inversant le circuit pour l'un des deux. On peut remédier à cet inconvénient en ajoutant une porte de découpage et un enregistreur à décalage pour mesurer la condition CD′ (figure 1), correspondant à un découpage dans la voie inférieure. La condition CD′ se présente déjà pour être utilisée avec la porte de verrouillage. On peut également ajouter un trajet d'écho à la partie droite du circuit, avec un dispositif d'isolation, et l'on pourra ainsi compter les échos (indiqués par C′D) dans cette partie.

Lorsque les suppresseurs d'écho introduisent un affaiblissement pendant que les interlocuteurs parlent simultanément, une partie du comptage du découpage est due à ces affaiblissements plutôt qu'à une absence complète de parole. Pour cette raison, il pourrait être souhaitable de prévoir un certain nombre de compteurs de découpage, capables de détecter les affaiblissements de la parole

compris dans une gamme allant de l'absence complète à des valeurs modérées d'affaiblissement. Dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit de procéder à des essais sur des suppresseurs d'écho connectés en tandem, il peut être souhaitable d'insérer un retard dans une voie de transmission ou dans les deux. Actuellement, il en résulterait des comptages de découpage qui ne seraient dus qu'au retard, mais ces comptages ne seraient pas enregistrés si un retard *identique* était inséré chaque fois dans l'un des circuits de déclenchement de Schmitt. Le retard du déclencheur de Schmitt pourrait probablement être ajouté grâce à des circuits binaires.

5. *Résumé*

Dans la plupart des cas, les mesures objectives fournies par le mesureur de dégradation concordent avec ce que les experts considèrent instinctivement comme correct. Lorsqu'on procède à des essais subjectifs, ils confirment les mesures objectives. Une étude plus détaillée des résultats d'essais subjectifs en donnerait probablement encore une confirmation. Bien qu'il reste beaucoup à faire pour établir une corrélation entre les mesures objectives et les opinions subjectives et également en ce qui concerne les perfectionnements qui pourraient éventuellement être apportés à l'appareil de mesure, ce dernier fournit aujourd'hui une méthode permettant d'évaluer rapidement la qualité de combinaisons de suppresseur d'écho.

BIBLIOGRAPHIE

[1] *Livre Rouge* du C.C.I.T.T., tome V *bis*, Annexe E (Etats-Unis d'Amérique).

[2] C.C.I.T.T., Commission d'études XII, 1964-1968, Contribution nº 22 (K.D.D., Japon).

APPENDICE 1

Conversation normalisée pour le mesureur de dégradation

L'enregistrement sur bande magnétique utilisé avec le mesureur de dégradation est une conversation entre un homme et une femme. Elle a été enregistrée alors que les deux interlocuteurs se parlaient sur un circuit à quatre fils, sans écho ni retard. De la conversation originelle, on a pris une minute et demie d'un échange rapide de propos, avec une quantité considérable de moments où les deux interlocuteurs parlent en même temps. On a fait des mesures de volume (en v.u.) de la fraction correspondant à chaque interlocuteur et c'est cette fraction étalonnée qu'on a utilisée pour l'enregistrement sur bande employé dans les essais de comptage.

Cette fraction de conversation d'une minute et demie est reproduite plusieurs fois sur la bande d'essai, tandis que le niveau en v.u. pour l'un des interlocuteurs ou pour les deux est modifié entre chaque reproduction de cette fraction de conversation. D'autre part, la position des interlocuteurs est interchangée pour chaque niveau en v.u. La position et le niveau en v.u. de chaque interlocuteur, pour chaque partie de conversation, sont indiqués au tableau A1-1. L'ensemble de l'essai demande environ 30 minutes.

TABLEAU A 1-1

Fraction	Voie 1		Voie 2	
	Interlocuteur	Niveau vocal	Interlocuteur	Niveau vocal
		v.u.		v.u.
1	M	−18	F	−18
2	M	−18	F	−12
3	M	−18	F	− 6
4	M	−18	F	−24
5	M	−18	F	−30
6	M	−12	F	−18
7	M	− 6	F	−18
8	M	−24	F	−18
9	M	−30	F	−18
10	F	−18	M	−18
11	F	−18	M	−12
12	F	−18	M	− 6
13	F	−18	M	−24
14	F	−18	M	−30
15	F	−12	M	−18
16	F	− 6	M	−18
17	F	−24	M	−18
18	F	−30	M	−18

M = homme; F = femme.

Note. — Les niveaux de volume (en v.u.) sont rapportés au point de niveau relatif zéro.

APPENDICE 2

Description du circuit du déclencheur de Schmitt utilisé dans le mesureur de dégradation

Tous les déclencheurs de Schmitt sont identiques, à deux exceptions près que l'on notera ci-dessous. Le schéma du circuit est donné à la figure A.2.1. L'ensemble est équipé de transistors et de diodes Western Electric.

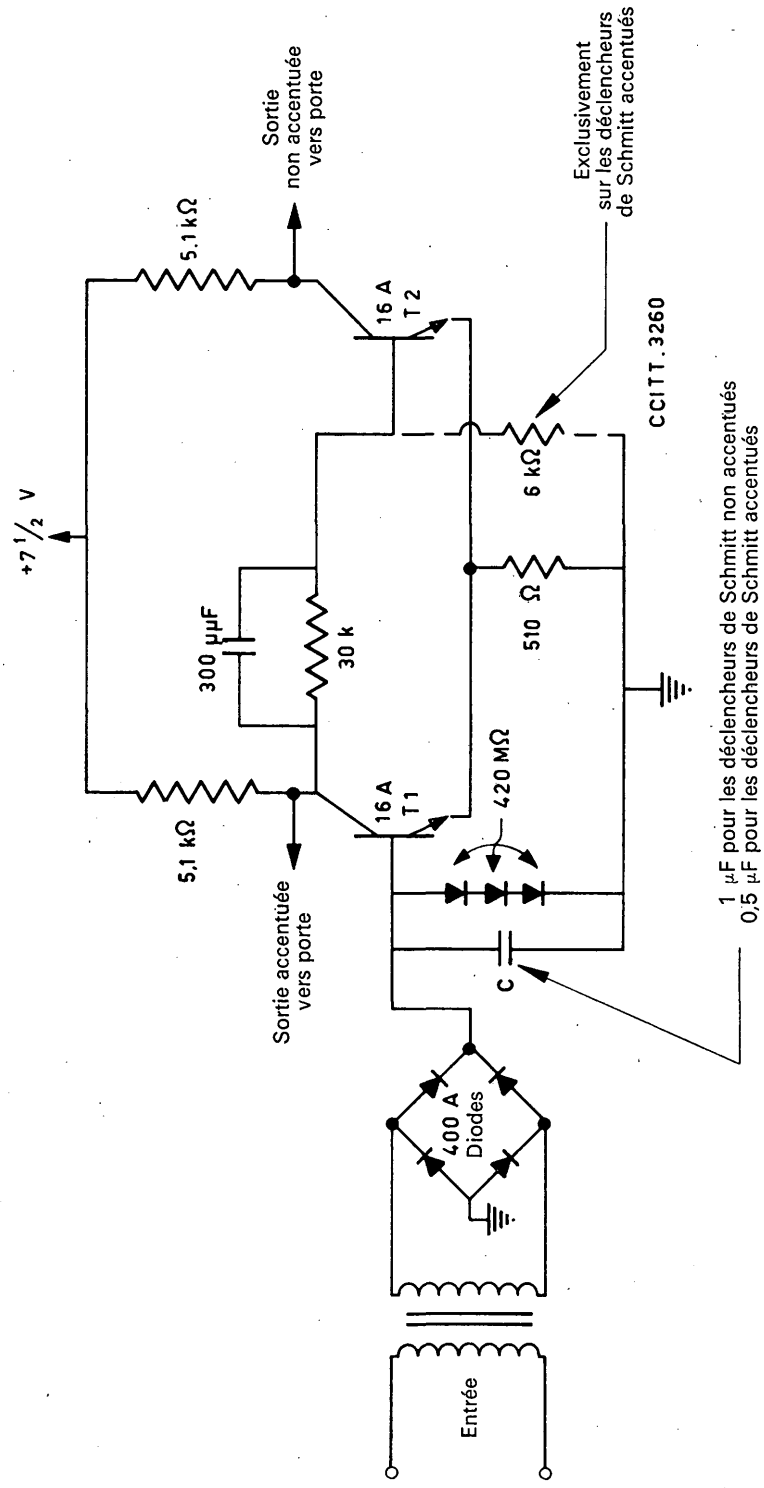


FIGURE A.2.1. — **Déclencheur de Schmitt**

Lorsqu'il n'y a pas de courants vocaux à l'entrée, T2 est polarisé au maximum (tension au collecteur faible), T1 est à la coupure (tension au collecteur élevée). En utilisant une logique positive à deux niveaux, nous associons le collecteur de T2 à des variables non accentuées (sans prime) et le collecteur de T1 à des variables accentuées (avec prime).

Les courants vocaux à l'entrée sont redressés à deux alternances et filtrés par le condensateur C. Si le signal d'entrée est d'une amplitude suffisante, la tension positive aux bornes de C commencera à rendre T1 conducteur. Le circuit se trouve ensuite commuté régénérativement de telle manière que T1 débite le courant maximum, tandis que T2 est mis à la coupure par la chute de tension aux bornes de la résistance de l'émetteur commun. Le collecteur de T2 se trouve maintenant à tension élevée et celui de T1 à tension faible. Le déclencheur de Schmitt restera donc dans cet état jusqu'à ce que les courants vocaux soient supprimés à l'entrée, ensuite il reviendra à son état initial.

Pour des signaux d'entrée importants, le courant de base de T1 est limité par les trois diodes 420 M en série. Ainsi, les niveaux de tension fournis au collecteur sont plus uniformes et le temps de commutation est réduit.

Etant donné que les signaux à l'entrée du déclencheur de Schmitt peuvent changer à des moments quelconques, il convient de prendre des précautions contre l'éventualité intempestive d'un comportement asynchrone. Considérons le circuit de comptage du découpage (AB′). Supposons qu'il n'y ait pas véritablement de découpage et que le déclencheur de Schmitt A fonctionne plus rapidement que le déclencheur B′. Lorsque les courants vocaux d'entrée changent de telle sorte que l'on passe de l'absence à la présence de courants vocaux, la condition AB′ se présentera donc avant la condition AB et des comptages erronés de découpage seront enregistrés. De même, si le déclencheur de Schmitt B′ déconnecte plus rapidement que le déclencheur A et si les courants vocaux d'entrée changent de telle sorte que de la présence on passe à l'absence de courants vocaux, la condition AB′ se présentera avant la condition A′ B′ et des comptages erronés de découpage seront de nouveau enregistrés. Si l'on envisage de la même manière les circuits de comptage d'écho et de verrouillage, on parvient à des résultats analogues. Dans tous les cas, pour éviter les erreurs de comptage, il faut que le déclencheur de Schmitt accentué (avec prime) entre en fonction plus rapidement que le déclencheur non accentué et que ce dernier cesse de fonctionner plus rapidement que le déclencheur accentué.

Un comportement asynchrone correct est assuré par la construction suivante: pour les déclencheurs de Schmitt non accentués, C = 1 μF; pour les déclencheurs de Schmitt accentués, C = 0,5 μF. Ainsi on sera assuré que le déclencheur de Schmitt accentué entre en fonction le premier puisque le temps de charge de C est plus court. Seulement sur les déclencheurs de Schmitt accentués, la base de T2 est shuntée par un résistance de 6 KΩ. Ainsi T2 a plus de peine à entrer en fonction et ralentit la vitesse de libération du déclencheur de Schmitt accentué. De ce fait, le déclencheur de Schmitt non accentué cessera de fonctionner le premier. Cette résistance contribue également à la mise en phase étant donné que sa présence rend le déclencheur de Schmitt non accentué légèrement moins sensible que le déclencheur accentué.

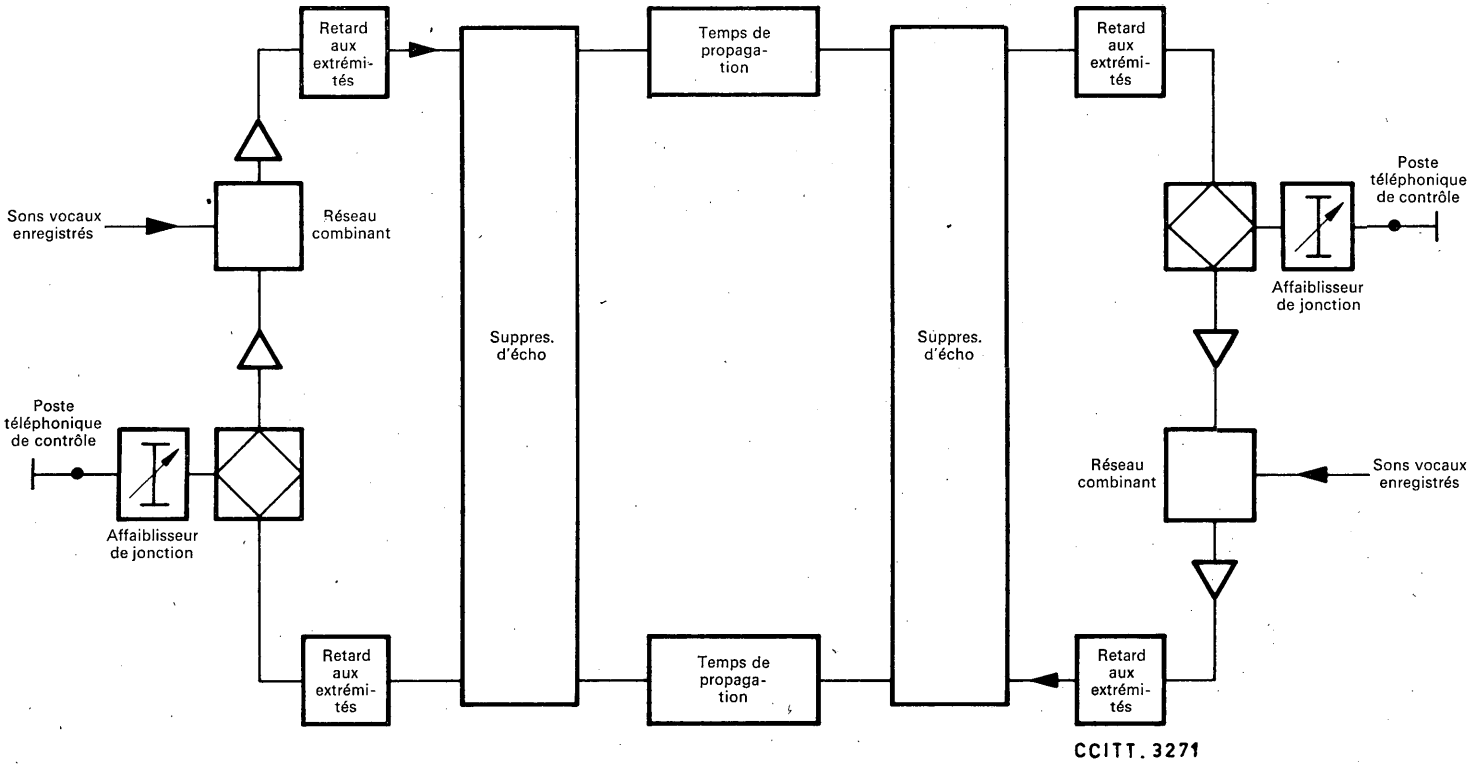
SUPPLÉMENT N° 4

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis G.161)

MÉTHODE D'ÉTUDE DE LA COMPATIBILITÉ DES SUPPRESSEURS D'ÉCHO EMPLOYÉE AU ROYAUME-UNI

Le présent supplément traite d'une méthode d'étude de la compatibilité des suppresseurs d'écho dans des conditions de fonctionnement bien déterminées établies en laboratoire. Cette méthode repose sur des principes assez semblables à ceux exposés dans le Supplément n° 3 ci-dessus.

La méthode dont il s'agit fait usage de tous les éléments essentiels d'une communication téléphonique complète, établie en laboratoire, et dans laquelle on peut insérer les suppresseurs d'écho étudiés. Les dispositions nécessaires sont prises pour faire varier, de façon déterminée, toutes les caractéristiques de la communication qui influent sur le comportement des suppresseurs d'écho. Des dispositions sont prises également pour permettre des observations de diverse nature en des points appropriés de la communication.



Note. — Les amplificateurs de ligne et les affaiblisseurs nécessaires pour obtenir des niveaux de réglage corrects ne sont pas portés sur ce schéma.

FIGURE 1. — **Montage de laboratoire**

1. *Description de la méthode*

a) *Montage établi en laboratoire*

Le montage de laboratoire, dont le schéma est donné à la figure 1, est symétrique et comprend un certain nombre de paramètres réglables, énumérés dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Paramètre réglable	Valeurs utilisées dans les essais
Equivalent du circuit	7 dB
Retard aux extrémités	0 et 20 millisecondes (note 1)
Temps de propagation	300 millisecondes (note 2)
Bruit de circuit	−50 dBm0p (note 3)
Affaiblissement du circuit de jonction à deux fils	Aucun (note 4)
Affaiblissement d'adaptation	2 dB

Notes :
1. Le retard aux extrémités (de 20 ms) n'a été inclus que pour les essais de conversation libre.
2. Le temps de propagation n'est requis que pour les essais de conversation libre.
3. Mesuré aux bornes d'une charge résistive de 600 ohms aux points à deux fils des extrémités de ligne.
4. On a tenu compte de l'affaiblissement du circuit de jonction en injectant des signaux vocaux dont les niveaux étaient compris dans une gamme bien définie.

Des moyens sont prévus pour injecter des signaux vocaux enregistrés, à des niveaux réglables, à chaque extrémité d'émission (à quatre fils) du circuit, avec des amplificateurs destinés à compenser l'affaiblissement du réseau combinant et empêcher que les sons vocaux injectés passent dans la ligne à deux fils à travers le termineur. Des moyens de contrôle ou d'enregistrement sont prévus à chaque point à deux fils.

Les signaux vocaux sont constitués par deux phrases différentes, de durée approximativement égale, qui sont enregistrées sur les deux pistes d'un enregistreur magnétique à deux pistes, de telle sorte que, au début, il y ait un bref intervalle de temps entre la fin d'une phrase et le commencement de l'autre. Au cours de la lecture, on réduit cet intervalle progressivement et il se produit un chevauchement progressif des phrases. Finalement, les phrases se retrouvent déphasées et l'état initial est rétabli. Le temps nécessaire pour accomplir un cycle d'essai de ce genre est d'environ 3 minutes, avec environ 12 ou 13 répétitions des phrases. On a prévu quatre cycles d'essai; ceux-ci comprennent les deux phrases prononcées par deux opérateurs, par deux opératrices, et par deux combinaisons d'opérateurs et d'opératrices.

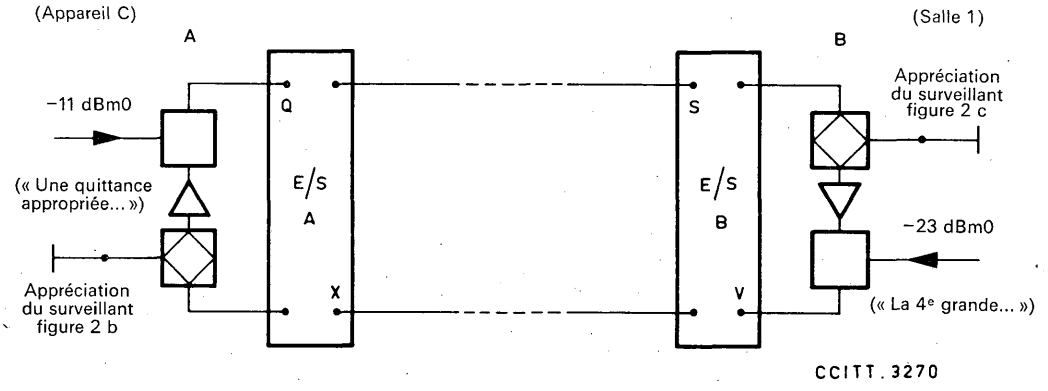
En raison du nombre élevé des paramètres que l'on peut faire varier dans le montage d'essai, il faut assigner des valeurs constantes, plutôt défavorables, à plusieurs de ces paramètres; cela ramène l'expérience à des proportions raisonnables. Les valeurs utilisées dans les séries d'essais effectuées jusqu'à présent par l'Administration du Royaume-Uni sont données dans le tableau 1.

b) *Exécution des essais*

Pour tenir compte de la gamme de variation du niveau de puissance vocale des divers opérateurs et opératrices, de l'affaiblissement du circuit de jonction et des équivalents de référence à l'émission des communications téléphoniques locales dans les conditions de la pratique, on a prévu la possibilité de régler sur une gamme étendue les niveaux des sons vocaux injectés. Dans le cas présent, on a fait usage de valeurs −11, −17 et −23 dBm0 à chaque extrémité du montage.

Les essais de compatibilité comportent l'application du cycle d'essai des sons vocaux, selon les neuf combinaisons des trois niveaux vocaux spécifiés ci-dessus; ces signaux étaient appliqués au montage de laboratoire contenant deux suppresseurs d'écho du même type. Cet essai est suivi d'une répétition, exécutée dans des conditions de circuit identiques – à cette différence près qu'un demi-suppresseur d'écho est remplacé par un demi-suppresseur d'écho d'un autre type.

Les sons vocaux présents sur les lignes à deux fils pendant les cycles d'essai sont contrôlés, soit directement, soit par l'intermédiaire d'enregistrements, par des surveillants qui ont reçu pour instructions de prendre note du moment de l'apparition et de la durée des mutilations et autres dégradations se produisant dans chaque phrase. En outre, les surveillants donnent leur appréciation (opinion) sur chaque phrase reçue selon une échelle d'appréciation en cinq points – à savoir: excellent, bon, passable, médiocre, mauvais. Un exemple extrait d'une série typique d'observations est donné ci-après dans la figure 2.



Notes. — Les figures 2 b et 2 c montrent des appréciations typiques formulées par les observateurs-surveillants sur les conditions de circuit illustrées par la figure 2 a.

En ce qui concerne la surveillance exercée en A, un niveau élevé reçu au point S et un niveau bas (d'intervention) au point V donnent une grande valeur du pourcentage de mutilation (25%), et une note moyenne d'opinion basse (1,8).

En ce qui concerne la surveillance exercée en B, un faible niveau des sons vocaux reçus au point X et un niveau élevé d'émission (intervention) au point Q donnent lieu à une faible valeur du pourcentage de mutilation (2,7%) et à une note moyenne d'opinion élevée (2,7).

FIGURE 2 a. — **Conditions typiques d'exécution des essais**

c) *Traitement des résultats*

Dans des essais de ce type, l'action normale des suppresseurs d'écho peut, au cours de la période d'intervention, donner lieu à un découpage des sons vocaux reçus ou à des paquets d'échos dus au maintien de l'intervention, et, avec certains types d'appareils, à des périodes de silence à des moments où des sons vocaux devraient parvenir à la personne qui écoute. Tous les détails relatifs à ces phénomènes sont notés et consignés séparément par les surveillants. L'effet principal qui s'est manifesté de façon notable dans ces essais, a été le découpage des sons vocaux reçus, qui se traduisait par une mutilation (désignée par M dans la figure 2). Il importe de faire la distinction entre la mutilation et l'absence complète du signal désiré. Au sens considéré ici, la mutilation est un effet intermittent, qui ne détruit pas toujours l'intelligibilité; il permet au moins à l'usager, pendant qu'il parle, de savoir que son interlocuteur essaie d'attirer son attention. On n'a pas cherché, jusqu'à présent, à introduire dans l'échelle des notations une distinction entre les diverses intensités de la mutilation; on n'a retenu que la durée totale pendant laquelle elle persiste.

On a calculé, pour deux suppresseurs d'écho typiques, en faisant la somme des résultats obtenus pour chaque cycle d'essais, le pourcentage des sons vocaux mutilés à la réception, exprimé en pourcentage de la durée totale de transmission de la parole. Ces résultats sont donnés dans les figures 3 à 6.

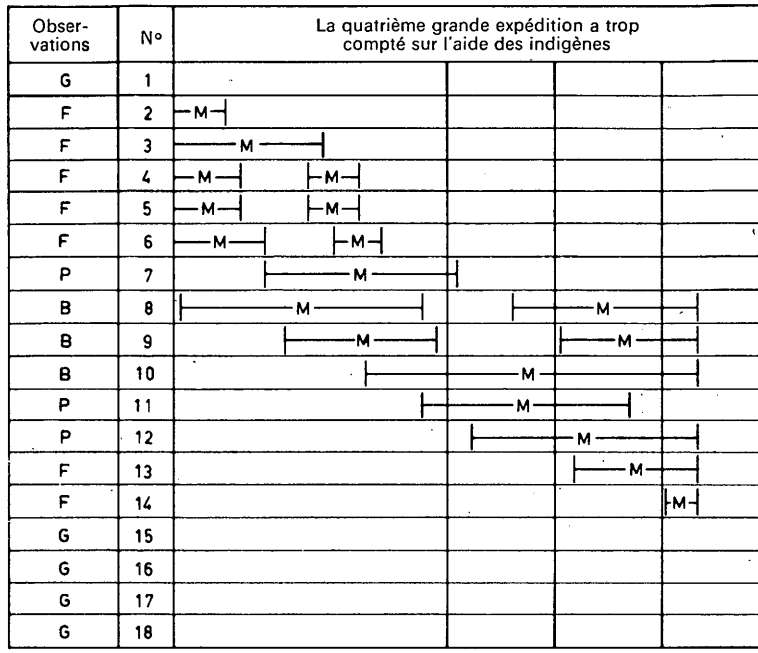


FIGURE 2 b. — **Appréciation du surveillant placé en A** (voir les notes ci-dessus)

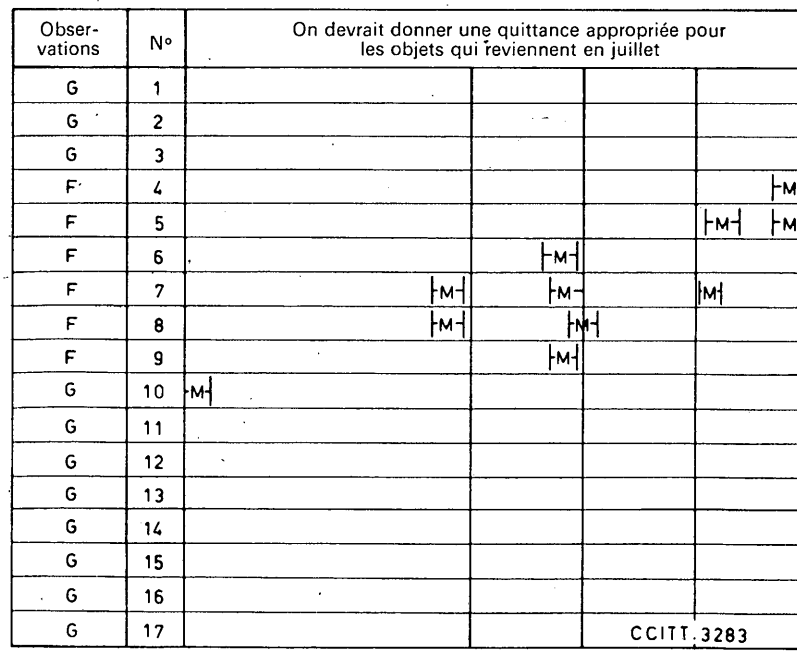


FIGURE 2 c. — **Appréciation du surveillant placé en B** (voir les notes ci-dessus)

(a) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −11 dBm0.
(b) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −17 dBm0.
(c) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −23 dBm0.

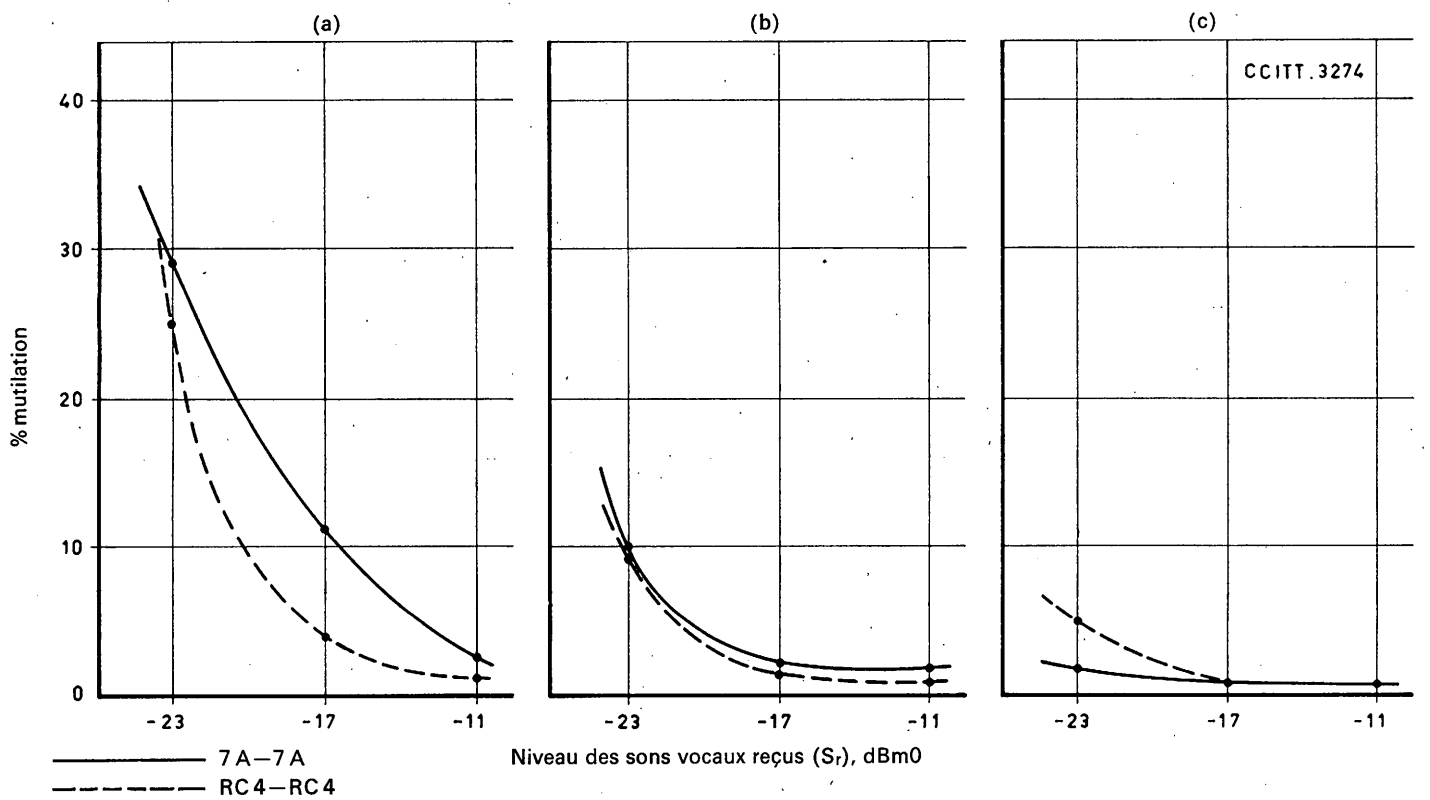


FIGURE 3

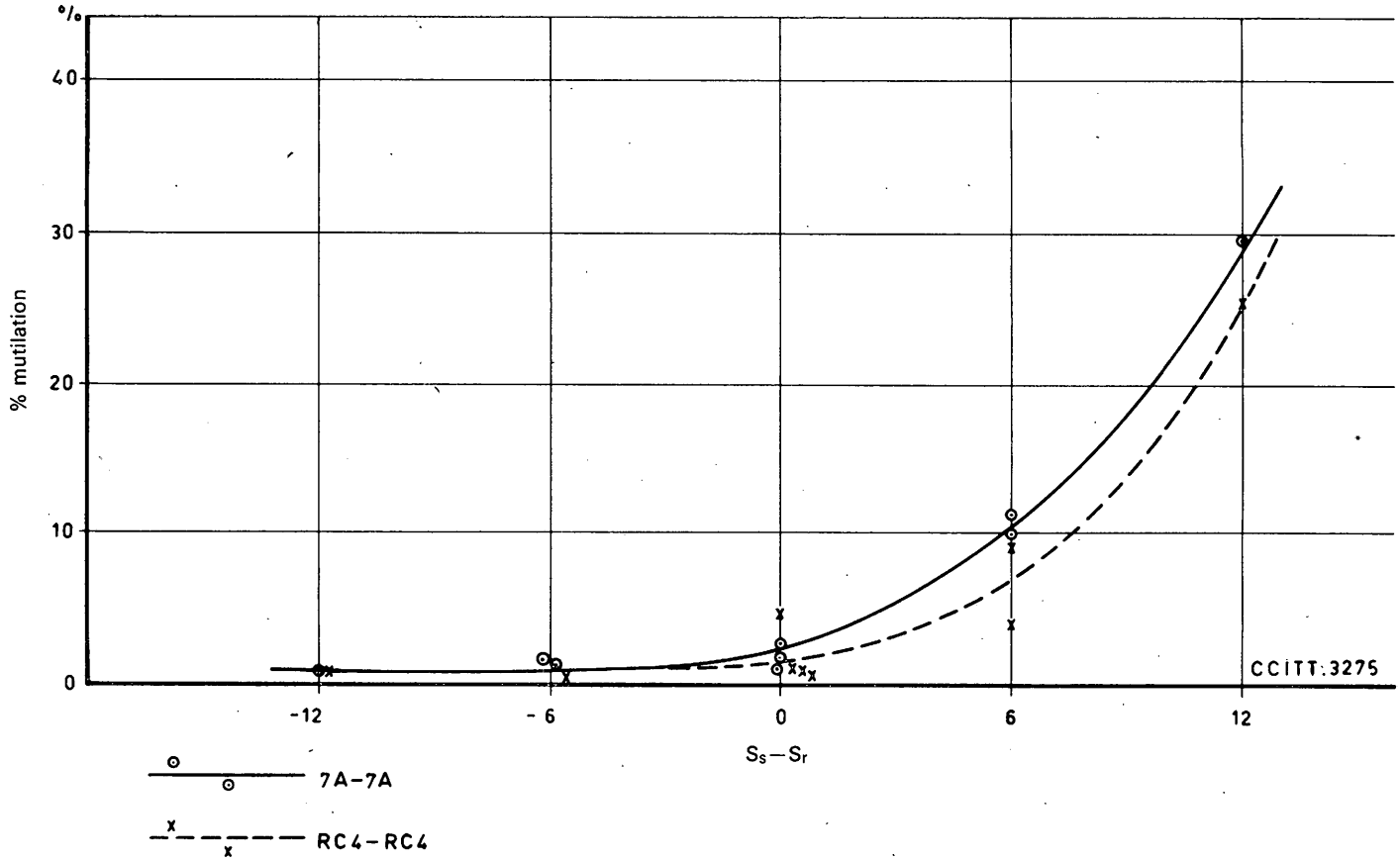


FIGURE 4

(a) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −11 dBm0.
(b) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −17 dBm0.
(c) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −23 dBm0.

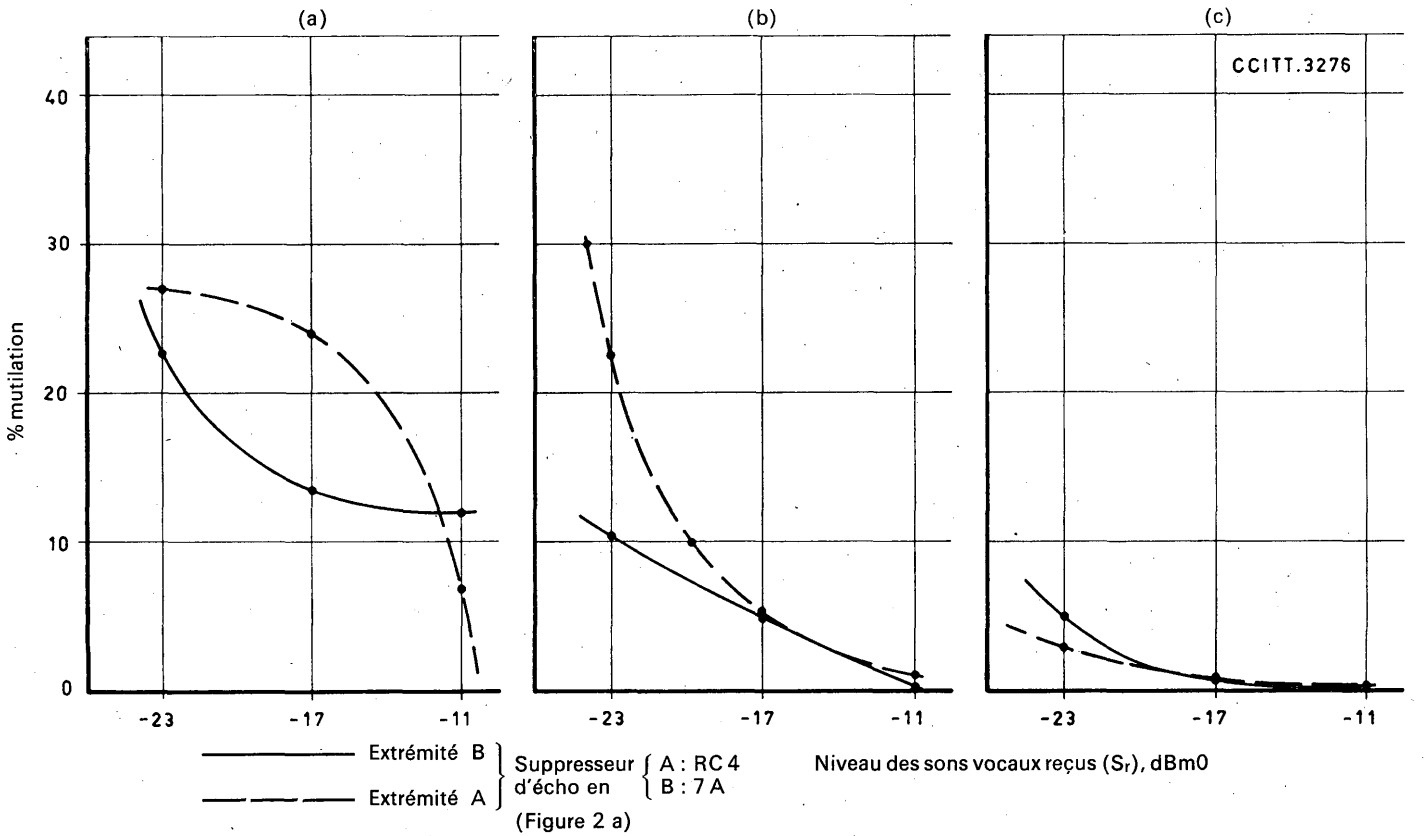


FIGURE 5

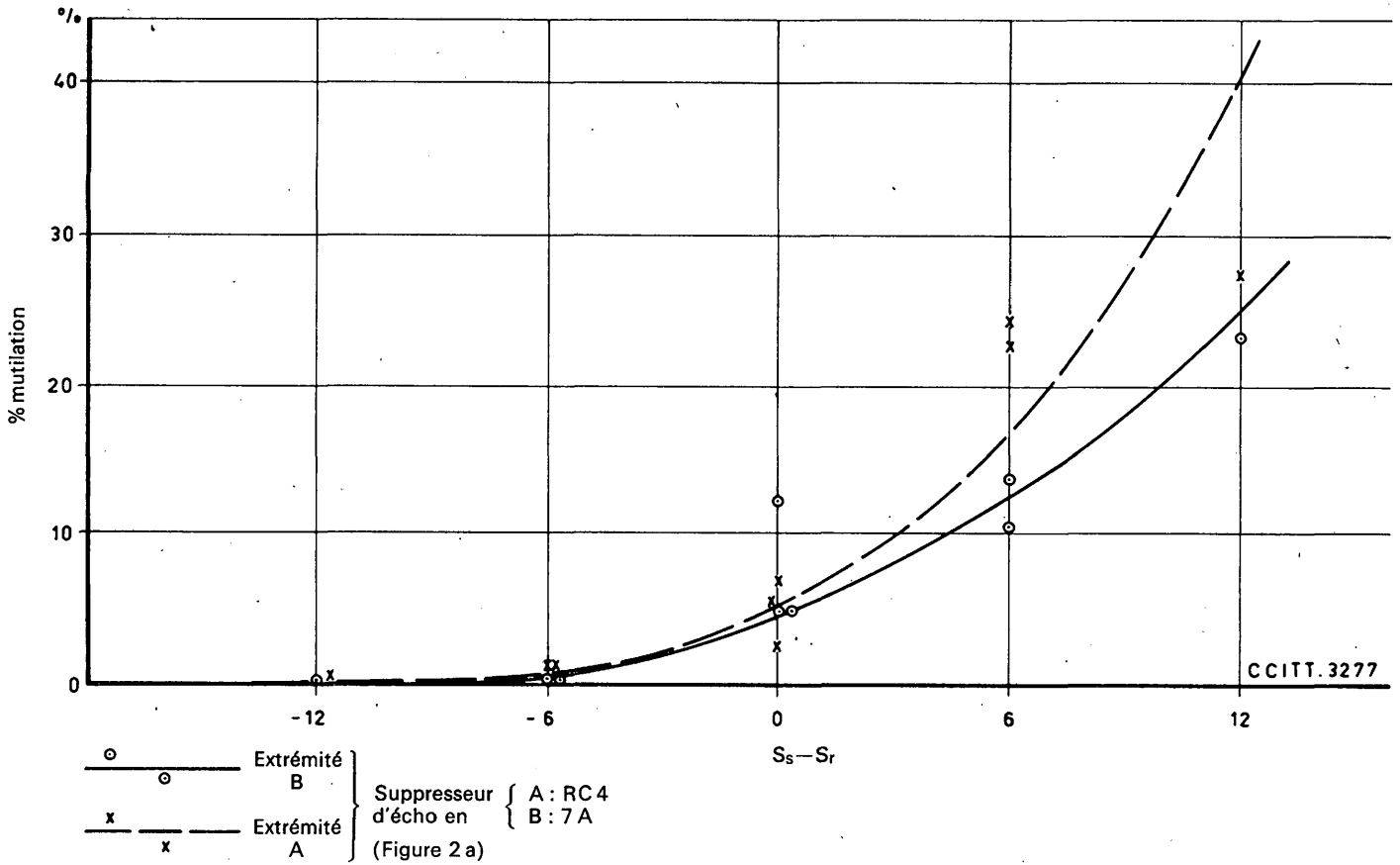

%
40
30
20
10
0
% mutilation
-12
-6
0
6
12
Ss—Sr
CCITT.3277
Extrémité B
Extrémité A
Suppresseur d'écho en (Figure 2 a)
A : RC 4
B : 7 A

FIGURE 6

(a) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −11 dBm0.
(b) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −17 dBm0.
(c) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −23 dBm0.

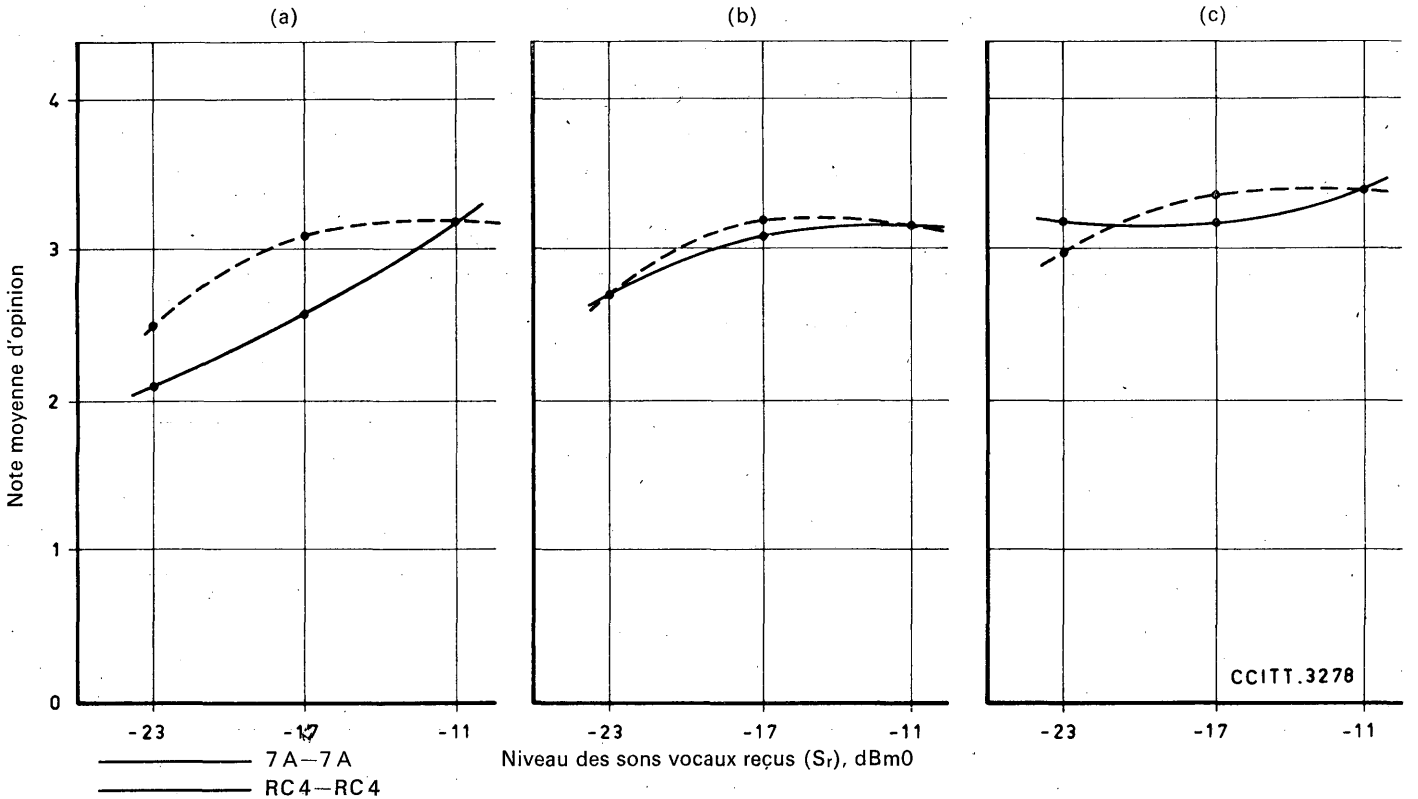


FIGURE 7

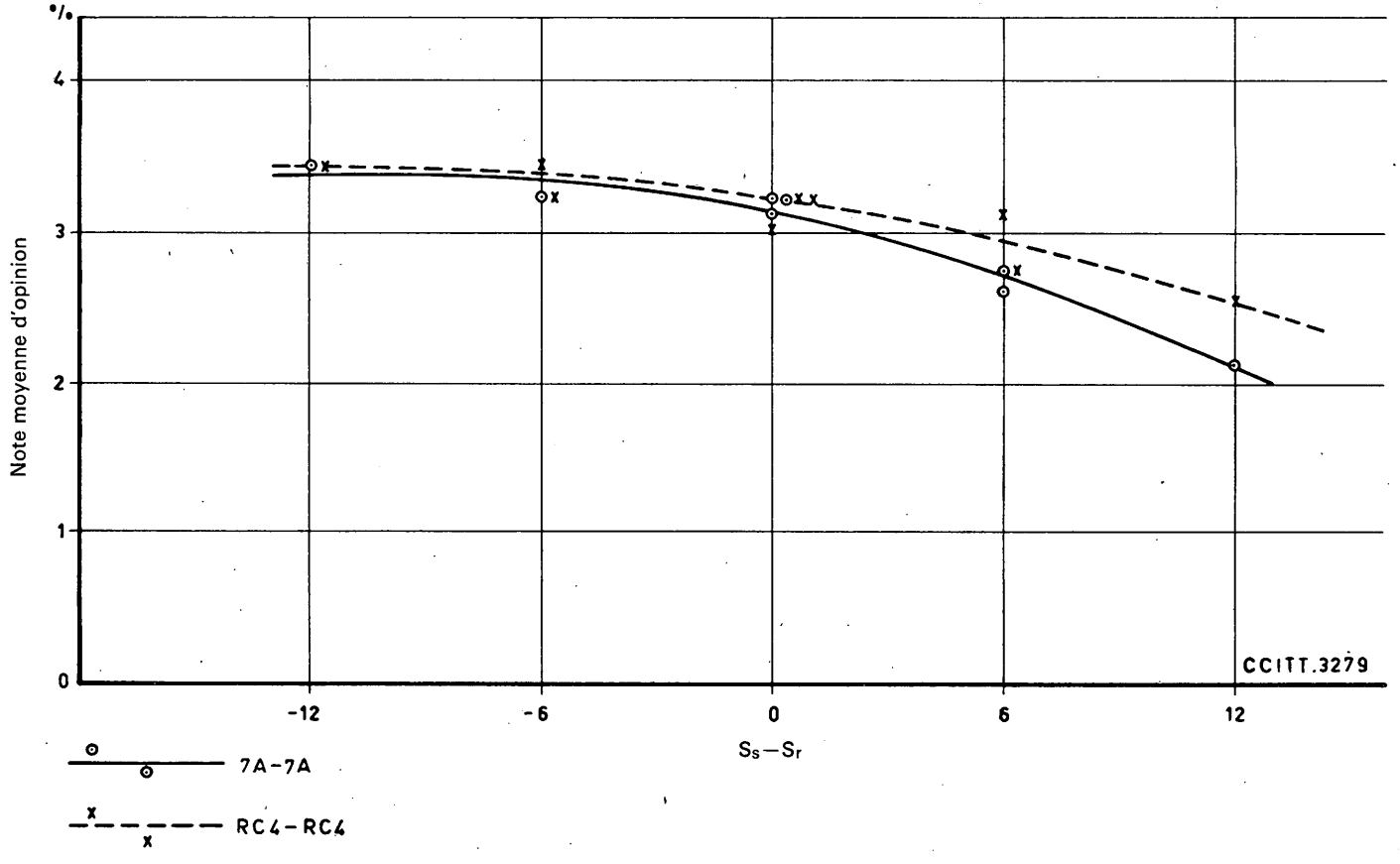
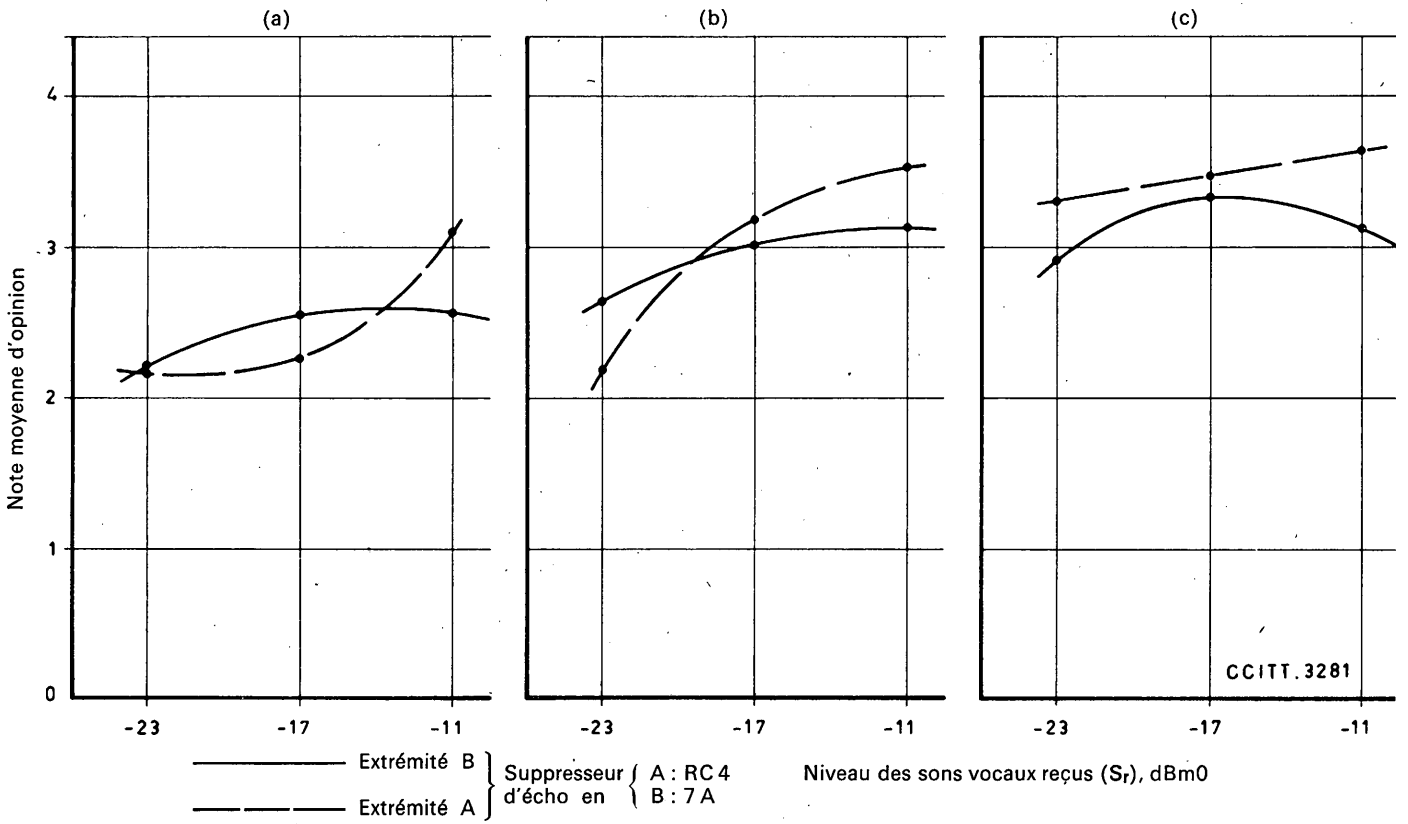

%
4
3
2
1
0
Note moyenne d'opinion
-12
-6
0
6
12
Ss—Sr
CCITT.3279
7A-7A
RC4-RC4

FIGURE 8

(a) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −11 dBm0.
(b) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −17 dBm0.
(c) = Niveau des sons vocaux émis (S_s) −23 dBm0.



(Figure 2 a)

FIGURE 9

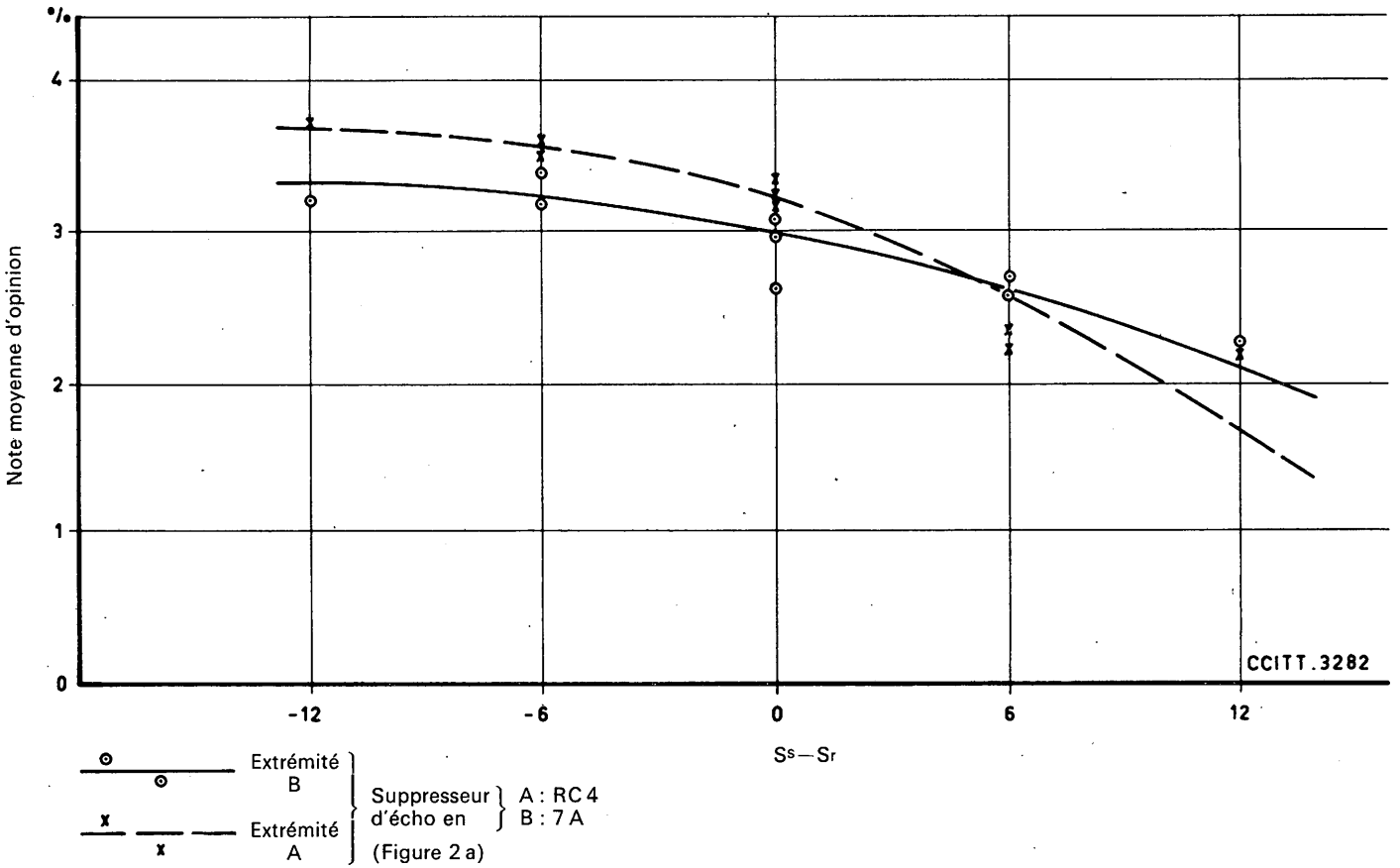

%
4
3
2
1
0
Note moyenne d'opinion
-12
-6
0
6
12
Ss—Sr
CCITT.3282
Extrémité B
Extrémité A
Suppresseur d'écho en (Figure 2 a)
A : RC 4
B : 7 A

FIGURE 10

L'appréciation formulée par les surveillants pour chaque phrase reçue (selon les indications détaillées fournies dans la figure 2) est exprimée comme une note moyenne d'opinion par application des coefficients de poids 4, 3, 2, 1, 0, respectivement, aux opinions des surveillants. On peut admettre que, pendant des périodes de mutilation, ces notes donnent quelque indication sur l'intensité de la mutilation (indépendamment du pourcentage du temps pendant lequel elle persiste). Les figures 7 à 10 illustrent graphiquement certaines de ces notes moyennes.

d) *Essais de conversation*

Jusqu'à ce que l'on ait acquis suffisamment d'expérience avec la méthode décrite ci-dessus, il faut compléter les essais dont il s'agit par une série d'essais de conversation. Ces essais ont été effectués par du personnel technique expérimenté qui avait pour tâche de découvrir tout défaut de fonctionnement des suppresseurs d'écho dans des conditions conformes à la réalité. Les moyens nécessaires ont été mis en œuvre pour que les divers types de suppresseurs d'écho puissent être insérés dans le circuit par les participants eux-mêmes. Cela a facilité la comparaison des caractéristiques de fonctionnement des suppresseurs d'écho. Le retard aux extrémités et plusieurs valeurs de l'affaiblissement du circuit de jonction ont été pris comme paramètres dans ces essais.

e) *Conclusions*

L'étude n'est pas encore achevée, mais on a pu constater que la méthode donne des résultats intéressants. Il est cependant trop tôt pour dire de manière concluante si le pourcentage de mutilation et les notes moyennes d'opinion sont des critères suffisants pour servir de base à un jugement quant à la compatibilité. La méthode permet néanmoins de faire des observations très pénétrantes, reproductibles, grâce auxquelles on peut procéder à des examens approfondis de tel ou tel aspect particulier de l'action des suppresseurs d'écho. Les études initiales indiquent qu'une technique analogue à la méthode décrite dans le présent supplément sera suffisamment sensible pour détecter une qualité insuffisante, mais il y a lieu de procéder à un complément d'étude pour interpréter les résultats déjà obtenus.

SUPPLÉMENT N° 5

(Mar del Plata, 1968, cité dans l'Avis G.223)

MESURE DE LA CHARGE DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES

Plusieurs administrations ont communiqué les résultats de mesure de puissance des courants téléphoniques selon une présentation uniforme (voir l'annexe 1 à la Question 11/C), ce qui a permis d'établir le tableau comparatif ci-joint.

Les notes jointes au tableau expliquent les différentes valeurs qui ont été obtenues.

Les appendices 1 et 2 expliquent les particularités des méthodes et appareils de mesure utilisés par les Administrations des Pays-Bas et de la Suisse.

APPENDICE 1

(au Supplément n° 5)

Contribution de l'Administration des Pays-Bas aux mesures de puissance vocale

L'Administration des Pays-Bas a procédé à des mesures de la puissance vocale dans les conditions indiquées ci-après.

		Distribution de la puissance pendant les périodes « actives » des communications		Moyenne à long terme pendant les communications	Coefficient d'activité au cours de la communication	Coefficient d'utilisation du circuit pendant l'heure chargée	Moyenne à long terme pendant l'heure chargée	Puissance totale mesurée directement dans un groupe (primaire, secondaire, etc.)	Nombre de voies téléphoniques en service	Nombre de voies non téléphoniques en service	Puissance calculée pour les voies non téléphoniques	Puissance par voie	Puissance par voie téléphonique
		médiane	écart type									$10 \log \left(\frac{P}{A+B}\right)$	$10 \log \left(\frac{P-P_B}{A}\right)$
		dBm0	dB	dBm0			dBm0	10 log P dBm0	A	B	10 log P_B dBm0	dBm0	dBm0
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Suisse	Groupe primaire			−13,3		0,72		− 3,9	12			−14,7	−14,7
	Groupe primaire			−14,2		0,78		− 4,6	12			−15,4	−15,4
	Groupe primaire							− 3,1	12			−13,9	−13,9
	Groupe primaire			−12,2		0,58		− 3,7	12			−14,6	−14,6
	Groupe primaire			−12,6		0,53		− 4,6	12			−15,4	−15,4
	Groupe secondaire			−11,2		0,62		+ 4,6	59	1		−13,2	
	3 groupes secondaires			−12,65 (Note 2)	0,33 (Note 3)	0,67 (Note 1)		+ 7,75	162	2		−14,4	
		(Note 4)											
R. F. d'Allemagne	Communication locale	−17,2 (Note 5)	2,7	−18,7 (Note 5)									
	Communication nationale	−17,6	4,2	−20,4									
	Communication internationale	−15,2	2,8	−17,8									
	Communication intercont.	−14,2	3,6	−17,5									
	Prégroupe							(Note 6) −15,7	3			(Note 8) −20,5	−20,5
	Groupe primaire							− 8,9	12			−19,7	−19,7
	Groupe secondaire							− 3,2	56	4 (Note 7)	inconnue	−21	inconnue
A.T. & T.	New York-Paris	−14,4	5	−15,6 (Note 9)	0,396								
Pays-Bas	Amsterdam-New York	−17,7	4,8	−18,7 (Note 11)	0,44								
France	Paris-New York	−17,1	5,3	−19,7	0,26								
	Paris-Francfort	−17,3	4,7										
	Paris-Nice	−16,8	3,8										
Royaume-Uni	Circuits internationaux	−15,8	5,7	−17,8 (Note 10)	0,27								

Aussitôt qu'un observateur constatait qu'une communication était établie, une machine échantillonneuse était branchée sur la ligne. Cette machine prélève des échantillons des valeurs instantanées du signal vocal, sept fois par seconde. Cet appareil a une largeur de bande telle qu'un échantillonnage pouvant atteindre 10 kHz est effectué instantanément. L'appareil était mis hors circuit immédiatement avant la fin de la conversation, en sorte que la signalisation était exclue des mesures. L'appareil de mesure donne la valeur absolue des résultats des mesures selon un code à 5 moments, correspondant à 31 niveaux échelonnés de 1,5 dB. Chacune des valeurs absolues est « arrondie » au niveau le plus proche. Les niveaux ont été choisis de manière que la distribution des valeurs absolues instantanées du signal soit comprise à l'intérieur de la gamme des niveaux.

Pour chaque conversation, on calcule la puissance moyenne des signaux vocaux effectifs en négligeant toutes combinaisons de deux échantillons consécutifs, ou plus, de la catégorie la plus basse (« zéros »).

On obtient ensuite un facteur d'activité, en divisant le nombre des échantillons utilisés pour le calcul de la puissance moyenne par le nombre total d'échantillons.

Les résultats sont donnés pour 60 communications (7 heures d'échantillonnage) sur des lignes de départ (des Pays-Bas à destination de New York).

La distribution des valeurs de la puissance moyenne par communication était à peu près gaussienne, avec

- une valeur moyenne de −17,7 dBm0 (colonne 1 du tableau)
- un écart type de 4,8 dB (colonne 2).

Les mesures ont montré que, pendant 56% du temps, on avait au minimum deux échantillons consécutifs de la catégorie la plus basse (inférieures à −37,8 dBm0). Il est peut-être possible, à partir de cette valeur, de définir un facteur d'activité de 44% (colonne 4).

En prenant la moyenne de la puissance de tous les échantillons pendant le temps total d'observation (7 heures), on obtient la puissance moyenne pendant les conversations — à l'exclusion de la signalisation, etc. On trouve alors la valeur de −18,7 dBm0 (colonne 3). On peut également obtenir cette valeur en faisant le calcul suivant, avec les valeurs indiquées plus haut:

$$-17{,}7 + 0{,}115 \times (4{,}8)^2 + 10 \log (0{,}44) = -18{,}7$$

Les mesures décrites ci-dessus ont été effectuées à la station d'amplification d'Amsterdam, sur quatre lignes Frankfurt/Main-New York passant par les Pays-Bas.

APPENDICE 2

(au Supplément n° 5)

Equipement de mesure de la charge et du facteur d'occupation sur les systèmes multivoies de téléphone à courants porteurs utilisé par l'Administration suisse

Cet appendice fournit des données sur l'équipement utilisé par l'Administration suisse pour mesurer la charge et le facteur d'occupation sur les systèmes de téléphonie multivoies à courants porteurs.

Note 1 (Suisse) — On a porté $\frac{N_b}{N_0}$, valeur moyenne du coefficient d'utilisation des circuits, N_0 étant la moyenne (pendant plusieurs heures chargées) du nombre des voies occupées dans le groupe considéré et N_0 étant le nombre de voies du système.

Note 2 (Suisse) — On a porté $10 \log \frac{P}{N_b}$, puissance moyenne dans la voie occupée.

Note 3 (Suisse) — On a pu montrer expérimentalement que le rapport entre le coefficient d'activité et le coefficient d'occupation est environ 50%.

Note 4 (R.F.A.) — Pour l'évaluation de l'activité, seulement des périodes inactives de plus de 1 seconde étaient exclues.

Note 5 (R.F.A.) — Cette indication se rapporte non au point de niveau zéro, relatif mais au premier sélecteur de groupe en service local.

Note 6 (R.F.A.) — Moyenne de plusieurs heures chargées.

Note 7 (R.F.A.) — Trois voies à courants porteurs pour télégraphie harmonique, modulée en amplitude + une pour télégraphie harmonique, modulée en fréquence.

Note 8 (R.F.A.) — Les différences entre les groupes de voies sont dues à des différences fortuites du facteur d'utilisation du circuit.

Note 9 (A.T. & T.) — Valeur *calculée* à partir des autres valeurs mesurées: $-14{,}4 + 0{,}115 \times (5)^2 + 10 \log (0{,}396) = -15{,}6$.

Note 10 (Royaume-Uni) — Valeur *calculée* à partir des autres valeurs mesurées: $-15{,}8 + 0{,}115 \times (5{,}7)^2 + 10 \log (0{,}27) = -17{,}8$.

Note 11 (Pays-Bas) — Valeur mesurée; on trouve la même valeur pour la formule employée dans les notes 9 et 10 (voir l'appendice 1).

1. *Le spectrographe d'amplitude*

Ce spectrographe permet de mesurer et de décrire en termes statistiques les caractéristiques d'un signal complexe. On peut obtenir par une série de mesures la probabilité pour qu'un niveau de seuil donné soit dépassé. On peut faire varier la valeur de ce seuil afin de couvrir la portée dynamique du signal. Le spectrographe contient un discriminateur consistant en un circuit à diode tunnel. On envoie à ce discriminateur des impulsions d'échantillonnage à la fréquence de répétition de 200 kHz. On peut montrer [1] que ce taux d'échantillonnage suffit pour obtenir des renseignements statistiques sur des signaux dont la largeur de bande atteint 6 MHz.

Lorsque la tension du signal à étudier dépasse un certain niveau de seuil, l'impulsion d'échantillonnage est aiguillée vers la sortie de l'appareil; si le seuil n'est pas atteint, aucune impulsion n'apparaît à la sortie. Les impulsions de sortie peuvent être comptées à l'aide d'un compteur électronique. Le résultat est imprimé et peut être exprimé par le pourcentage du temps durant lequel le seuil choisi est dépassé.

L'appareil est conçu pour une sensibilité nominale de -2 Nm ($-17{,}4$ dBm). Un signal de bruit blanc ayant cette valeur quadratique moyenne fournit l'indication d'une valeur moyenne de 31,74%; dans le cas d'un signal à forme d'onde sinusoïdale, de même puissance, on obtient une indication de 50%.

On règle la valeur du seuil au moyen d'un amplificateur approprié, s'il y a lieu, et d'un affaiblisseur variable par bonds de 0,25 Np que l'on peut insérer dans le circuit en amont du spectrographe.

On peut utiliser les données ainsi relevées pour établir des courbes de distribution; puis, partant de ces courbes, on peut évaluer la puissance moyenne et la charge de crête (niveau dépassé, avec par exemple une probabilité de 1% ou de 0,1%).

2. *Mesure du facteur d'occupation*

On a construit un appareil pour mesurer le nombre de voies occupées simultanément dans un groupe primaire ou un ensemble de voies plus important. Un critère peut être fourni par le central: c'est l'indication du temps total d'occupation d'une voie (c'est-à-dire le temps pendant lequel la voie n'est pas disponible pour l'établissement d'une autre communication). Un courant continu est dérivé de chaque voie occupée. On additionne les courants correspondant aux 12 voies d'un groupe primaire, ce qui donne donc une intensité proportionnelle au nombre des voies occupées. Cette intensité est appliquée à un enregistreur sur bande, dont le diagramme permet de recueillir des renseignements statistiques (distribution de probabilité, valeur moyenne, etc.)

Des renseignements plus détaillés sur cet équipement et sur ses applications se trouvent dans [2] et [3].

RÉFÉRENCES

[1] A, MULLER: Ein Amplituden-Spektrograph für Trägerfrequenz system (Spectrographe d'amplitude pour systèmes à courants porteurs); Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für elektrische Nachrichtentechnik der Stiftung Hasler-Werke Bern *(AGEN)* nº 2, octobre 1963,

[2] G, FONTANELLAZ. H. K. PFYFFER et H, EMMENEGGER: Belastungsmessungen an Trägerfrequenz-Telephoniesystemen. (Load measurements on carrier telephony systems) *Technische Mitteilungen P.T.T.*, nº 5, 1967.

[3] H. K. PFYFFER: Die Belastung von Mehrkanal-Trägerfrequenz-Telephonieanlagen (The load on multichannel carrier telephony systems) ibid, nº 10, 1967.

SUPPLÉMENT N° 6

(New Delhi, 1960; cité dans les Avis G.223 et G.311)

EXEMPLE DE RÉPARTITION, ENTRE SES DIVERSES COMPOSANTES, DU BRUIT TOTAL DE LIGNE FIXÉ COMME OBJECTIF POUR LE CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE SUR LIGNES EN FILS AÉRIENS

A titre d'exemple, les valeurs suivantes peuvent servir de guide pour la décomposition de l'objectif pour le bruit total de ligne fixé dans l'Avis G.311:

Bruit de diaphonie	10 000 pW
Bruit d'agitation thermique (dans les répéteurs) et bruit d'intermodulation	2 500 pW
Bruit induit par des lignes industrielles	négligeable
Autres bruits de ligne	5 000 pW
Total	17 500 pW

En déterminant la limite du bruit de ligne, on a tenu compte du fait que cette limite détermine l'espacement des stations de répéteurs et par suite le coût total des stations de répéteurs, y compris les bâtiments.

On a alloué au bruit de diaphonie une forte proportion du bruit de ligne total, parce qu'on sait que la réduction de cette composante du bruit est difficile et coûteuse.

La diaphonie induite dans les voies téléphoniques de systèmes procurant 12 circuits à courants porteurs peut être considérée comme un bruit quand les conditions suivantes sont remplies:

a) il y a inversion des bandes de fréquences transmises,

b) il y a décalage des fréquences porteuses et

c) il y a un certain nombre de voies perturbatrices.

On peut calculer le bruit de diaphonie produit par une paire perturbatrice dans une section homogène à partir de la puissance moyenne de l'ensemble des courants vocaux et des courants de signalisation sur une voie téléphonique d'après la formule

$$N\,(\text{dBm0p}) = S - A\mu - X\mu + 10 \log_{10} n$$

où N (dBm0p) est le niveau absolu de puissance psophométrique (puissance moyenne au cours d'une heure quelconque sur la voie perturbée) du bruit dû à un seul système perturbateur,

S est la puissance moyenne prise sur une longue durée (l'heure chargée) de l'ensemble des courants vocaux et des courants de signalisation sur une voie téléphonique perturbatrice (−15 dBm0),

$A\mu$ est la valeur moyenne de l'écart diaphonique en ligne (écart télédiaphonique compte tenu de la paradiaphonie réfléchie) pour une section d'amplification. Cette valeur moyenne est déterminée d'après une loi d'addition des puissances dans une section homogène pour les deux lignes considérées sur lesquelles la position des voies téléphoniques, conforme au schéma de répartition des fréquences recommandé, reste constante. On obtient cette valeur à partir de l'expression

$$\overline{A\mu} = -10 \log_{10} \frac{1}{m} \sum_{k=1}^{k=n} 10^{-\frac{1}{10} A\mu k}$$

où m est le nombre de sections d'amplification sur lesquelles on prend la moyenne,

$A\mu k$ est l'écart diaphonique en ligne sur une section d'amplification pour les deux lignes considérées,

$X\mu$ est le facteur de pondération psophométrique exprimant l'amélioration de la diaphonie obtenue au moyen du décalage des fréquences porteuses et/ou de l'inversion des bandes de fréquences transmises,

n est le nombre de sections d'amplification dans une section homogène.

En vue d'évaluer la puissance moyenne totale du bruit de diaphonie à l'extrémité du circuit fictif de référence, on peut ajouter en puissance les contributions des diverses paires perturbatrices et des diverses sections homogènes.

SUPPLÉMENT N° 7

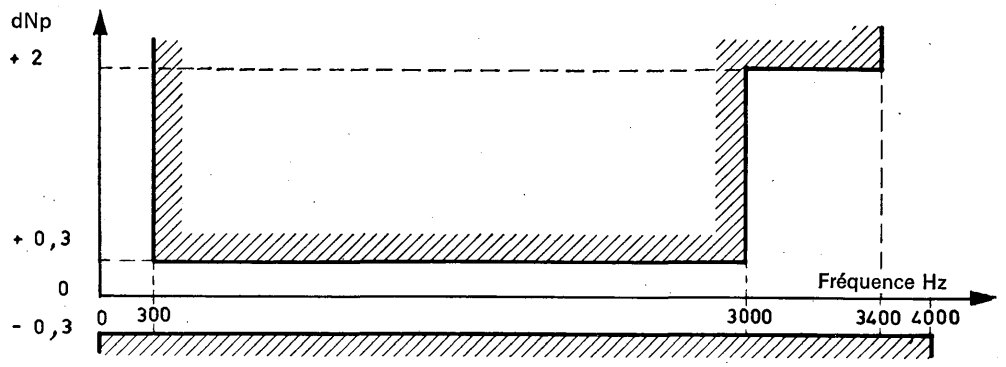
(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis G.232)

CARACTÉRISTIQUES AFFAIBLISSEMENT-FRÉQUENCE D'ÉQUIPEMENTS DE MODULATION ET DÉMODULATION DE VOIE UTILISÉS DANS CERTAINS PAYS POUR DES CIRCUITS INTERNATIONAUX

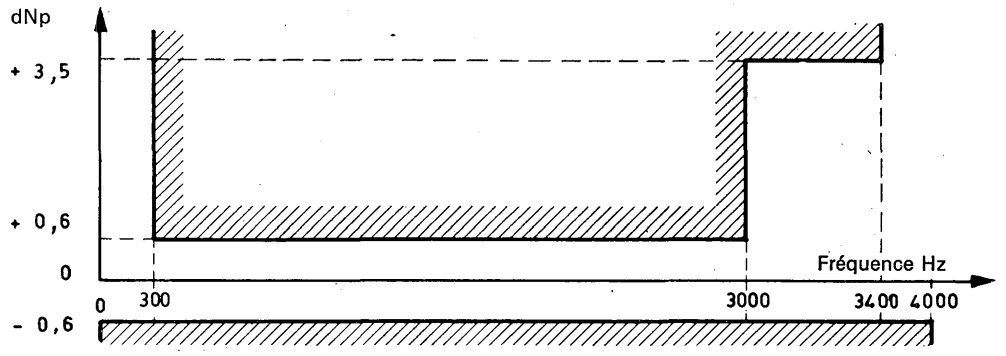
La figure 1 indique les limites de distorsion d'affaiblissement satisfaites par les équipements employés au Royaume-Uni.

Certains pays se sont fixé comme objectif que la distorsion d'affaiblissement, pour l'équipement d'émission comme pour l'équipement de réception d'une voie quelconque, ne dépasse pas les limites suivantes:

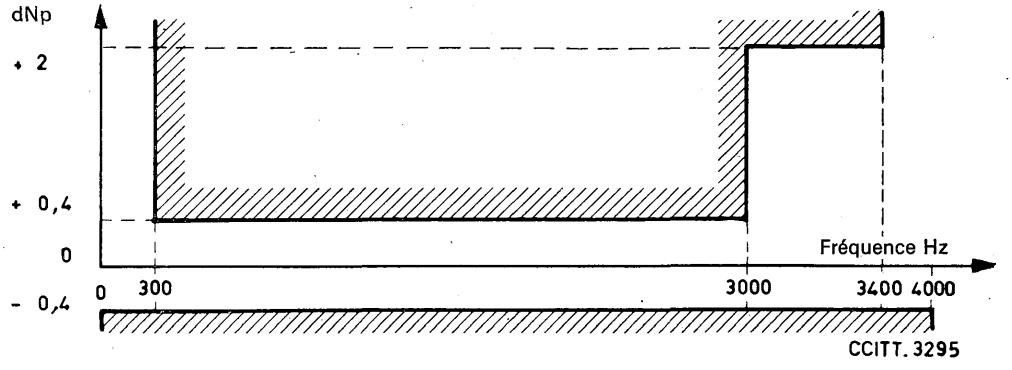
Gamme de fréquences	Affaiblissement par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz quelle que soit la température, comprise entre			
	+10° C et +40° C		+19° C et +25° C	
(Hz)	dB	dNp	dB	dNp
Au-dessous de 200	−0,5	−0,6	−0,25	−0,3
	Autrement non spécifié		Autrement non spécifié	
200- 250	−0,35 à +1,5	−0,4 à +1,7	−0,25 à +1	−0,3 à +1,2
250- 300	−0,35 à +0,75	−0,4 à +0,9	−0,25 à +0,5	−0,3 à +0,6
300-3000	−0,35 à +0,35	−0,4 à +0,4	−0,25 à +0,25	−0,3 à +0,3
3000-3200	−0,35 à +0,75	−0,4 à +0,9	−0,25 à +0,5	−0,3 à +0,6
3200-3400	−0,35 à +1,5	−0,4 à +1,7	−0,25 à +1	−0,3 à +1,2
Au-dessus de 3400	−0,5	−0,6	−0,25	−0,3
	Autrement non spécifié		Autrement non spécifié	



a) Limites pour la variation moyenne d'équivalent des 12 couples d'équipements de voie d'un même équipement terminal



b) Limites pour un couple quelconque d'équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal



c) Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, du niveau relatif de puissance mesuré à la sortie:

- de l'équipement d'émission d'une voie quelconque
- de l'équipement de réception d'une voie quelconque dans un équipement terminal à 12 voies

FIGURE 1. — **Limites de distorsion d'affaiblissement appliquées au Royaume-Uni pour les équipements de modulation de voie prévus pour des circuits intercontinentaux (les effets des circuits de signalisation étant exclus)**

SUPPLÉMENT N° 8

(Genève, 1956; cité dans l'Avis G.322)

MÉTHODE PROPOSÉE PAR LA RÉGIE BELGE DES TÉLÉPHONES POUR LE PASSAGE D'UN CÂBLE A PAIRES COAXIALES A UN CÂBLE A PAIRES SYMÉTRIQUES

Dans les systèmes procurant 1, 2, 3 et 4 groupes primaires sur paires symétriques, on évite, aussi longtemps que toutes les paires du câble (pratiquement 14 et plus souvent 24) ne sont pas occupées, d'introduire de nouveaux groupes primaires sur la même paire. Pratiquement, on équipe initialement les paires du câble à 12 voies par paire dans chaque sens de transmission, ce qui permet d'obtenir $12 \times 24 = 288$ circuits dans un câble à 24 paires; si le nombre de circuits demandés dépasse cette valeur, on passe à 24 voies par paire, ce qui donne 288 circuits supplémentaires, puis à 36, 48 et 60 voies par paire.

En un mot, on évite de monter en fréquence, de façon à ne pas compliquer les appareillages et à éviter la construction de stations de répéteurs intermédiaires, aussi longtemps que possible, compte tenu des besoins en circuits.

Il en résulte une disposition des fréquences dans les groupes primaires, d'ailleurs parfaitement conforme aux recommandations du C.C.I.T.T. pour les systèmes à 1, 2, 3 et 4 groupes primaires et maintenant admise (par accord entre les administrations intéressées) pour des systèmes à 5 groupes primaires. Cette disposition est telle que l'orientation des fréquences du premier groupe primaire est différente de celle des groupes suivants et le développement actuel de ces systèmes est tel qu'il serait pratiquement impossible d'en changer la disposition.

Dans le système sur paires coaxiales, au contraire, où il n'existe qu'une seule paire, on crée *immédiatement* au minimum 60 circuits ou un groupe secondaire de base et, comme le système est étagé en fréquence, on peut obtenir une ordonnance uniforme des fréquences des différents groupes primaires au sein du groupe secondaire.

Ces deux situations apparemment incompatibles entraînent les dispositions suivantes lors des interconnexions:

1. Si le passage de l'un à l'autre système se fait uniquement pour des *groupes primaires séparés*, il n'y a pas de difficulté, puisqu'il faut passer, dans l'un comme dans l'autre sens, par le stade d'un groupe primaire de base, par exemple le groupe primaire de base B (60-108 kHz). A partir de ce groupe primaire de base, les modulations peuvent être choisies de façon à assurer, tant vers la paire coaxiale que vers les paires symétriques, les orientations convenables des groupes primaires transmis en ligne.

2. Dans le cas où l'on désire transmettre sur la paire symétrique une bande de 12 à 204 kHz. ou de 12 à 252 kHz, dans laquelle la bande 12-60 kHz est inversée par rapport aux autres, rien n'empêche de ramener cette bande dans la bande 312-552 kHz par une modulation d'ensembles Mais, dans le groupe secondaire ainsi obtenu, la portion de la bande allant de 504 à 552 kHz et inversée par rapport aux autres. Lors de la démodulation de ce groupe secondaire, il faudra prévoir une fréquence de 444 kHz, au lieu de 612 kHz, pour retrouver les groupes primaires dans la bonne orientation.

Pour le sens inverse, c'est-à-dire lors de la modulation, il faudrait prévoir, dans le cas où le groupe secondaire complet (5 groupes primaires) ou incomplet (4 groupes primaires) est destiné à être acheminé tel quel sur un système à paires symétriques, la même fréquence spéciale de modulation pour un des cinq groupes primaires afin d'obtenir un groupe secondaire de 48 à 60 circuits qui puisse convenir aux équipements existants sur paires symétriques.

La seule complication qui en résulterait serait de devoir prévoir, sur toutes les baies de groupe secondaire, une sixième fréquence (444 kHz) et dans certains cas le remplacement, ou mieux l'aménagement du filtre de bande 504-552 kHz, afin de couper avec efficacité, sur ses deux flancs, les bandes latérales éventuelles. Cet aménagement du filtre ne semble nécessaire que pour la modulation.

SUPPLÉMENT N° 9

(cité dans la Question 20/XV)

EFFET D'ONDULATIONS DANS LES SYSTÈMES SUR PAIRES COAXIALES

Note de l'International Telephone and Telegraph Corporation (I.T.T.)

Le présent supplément traite du problème de l'addition des irrégularités provenant de réflexions dans les sections d'amplification d'un système sur paires coaxiales. Il intéresse par conséquent le calcul de la précision avec laquelle doivent être adaptées l'impédance de la ligne et celle des répéteurs dans le système à 60 MHz (Question 20/XV) et dans les systèmes à 12 MHz sur paires de 9,5 mm et sur paires de 4,4 mm (Question 30/XV).

Introduction

Dans une section d'amplification d'un système sur paires coaxiales, une partie de l'onde qui progresse vers l'avant se réfléchit aux bornes d'entrée du répéteur, revient à l'origine émettrice où elle subit encore une réflexion, puis arrive une seconde fois aux bornes d'entrée du répéteur où elle se combine avec l'onde principale. L'effet de cette combinaison est ce qu'on appelle « effet d'interaction » dans le calcul des filtres. L'amplitude de l'onde qui a subi deux réflexions dépend de l'affaiblissement d'adaptation entre le câble et le répéteur aux deux extrémités de la section et du double de l'affaiblissement normal de cette section à la fréquence considérée; il est donc la somme de trois termes. Quand la fréquence transmise en ligne varie, l'effet d'interaction varie également, et cela de manière sinusoïdale. Pour les faibles variations de fréquence, cette variation est due presque entièrement au temps de propagation de phase aller et retour sur la section de câble considérée.

Lorsque l'effet d'interaction est faible, l'amplitude r de l'ondulation (en népers) est assez sensiblement égale à e^{-N}, N étant la somme (en népers) des trois termes susmentionnés.

Si toutes les sections d'amplification ont exactement la même longueur électrique, les effets d'ondulation s'ajoutent systématiquement et, pour n sections, l'amplitude de l'ondulation est égale à nr népers.

Au contraire dans le cas où les longueurs des diverses sections présentent des écarts par rapport à la longueur moyenne de toutes les sections, l'effet total est inférieur à nr; le facteur de réduction dépend de la mesure dans laquelle l'angle de phase de l'interaction A s'écarte de sa valeur moyenne.

La valeur de la fréquence pour laquelle une section donne lieu à l'effet d'interaction maximal dépend de l'angle de phase de l'affaiblissement d'adaptation à chaque extrémité de la section, mais cette valeur exacte, fort heureusement, ne présente pas grand intérêt; il est plus important de connaître la différence des fréquences correspondant à deux maximums consécutifs des ondulations.

Différence des fréquences correspondant à deux maximums consécutifs des ondulations

Cette grandeur dépend presque uniquement de la rapidité de variation du déphasage, c'est-à-dire de la vitesse de propagation de groupe sur le circuit à paires coaxiales. Pour une section de l km de longueur, la différence recherchée est égale à

$$\frac{10^6}{2 \cdot l \cdot \mathrm{d}\beta / \mathrm{d}\,\omega} \text{ Hz},$$

le temps de propagation de groupe étant exprimé en microsecondes par kilomètre. Selon la paire considérée et selon la position dans la bande de fréquences, ce temps de propagation est compris entre 3,4 et 3,7 μs/km.

Pour les systèmes recommandés, dans lesquels la longueur d'une section est comprise entre 9 et 1,5 km, la différence de fréquence recherchée est comprise entre 15,8 kHz et 95 kHz.

En règle générale, l'objectif à prendre en considération est exprimé par l'amplitude des ondulations; cependant, lorsque deux maximums consécutifs correspondent à des fréquences très rapprochées, la pente de la courbe de gain qui en résulte peut constituer un paramètre plus important.

Ecart type de l'angle de phase des ondulations

Si, pour la longueur moyenne de la section d'amplification, on choisit une fréquence telle que l'effet d'interaction ait un angle de phase nul, on aura sur cette fréquence, pour une section de longueur moyenne, un maximum des ondulations, c'est-à-dire un maximum du gain. Pour les sections un peu plus courtes ou un peu plus longues, l'angle de phase des ondulations à la fréquence choisie sera différent, d'où une contribution plus faible à l'effet d'interaction global.

L'angle de phase de l'interaction dépend du temps de propagation de phase sur la paire coaxiale. Ce temps est un peu plus grand que le temps de propagation de groupe; en première approximation, une valeur de 3,7 μs/km est suffisamment précise. Si donc la longueur d'une section diffère de la longueur moyenne de Δlm, la différence de l'angle de phase par rapport à l'angle de phase moyen (qui est égal à zéro) sera de:

$$2\,\Delta l \cdot 2\pi f \cdot 3{,}7 \cdot 10^{-3} \text{ radians } (f \text{ en MHz})$$

L'écart type de la distance entre répéteurs étant de Δlm, l'écart type A de l'angle de phase d'interaction sera de 0,0465 $f\Delta l$ radians.

Exemple. – Pour un système à 60 MHz, la variation de l'angle de phase de l'interaction, à la fréquence minimale d'environ 4,3 MHz, est de 0,2 radian par mètre de section.

Pour le même câble, à la fréquence très basse de 300 kHz, cette variation sera de 0,014 radian par mètre de section.

Addition des ondulations dans n *sections d'amplification*

La figure 1 représente, en fonction du nombre n de sections d'amplification le facteur de réduction que l'on peut appliquer au maximum possible de la somme (nr), quand l'angle de phase de l'interaction a pour écart type A. Il se peut qu'un maximum d'ondulation sur l'ensemble de n sections d'amplification en cascade ne se produise pas sur la fréquence exacte à laquelle un tel maximum se présente sur une section de longueur moyenne; il a été tenu compte de ce fait et la figure 1 se rapporte à l'enveloppe de l'effet d'ondulation total. Même avec de grandes valeurs de A, par exemple 3 radians, l'addition ne détruit pas la variation sinusoïdale de l'effet d'ondulation en fonction de la fréquence.

Pour l'addition, on suppose que r a la même valeur dans chaque section d'amplification et, par conséquent, que les valeurs de N sont elles aussi égales. Lorsqu'on spécifie une valeur minimale pour N, il y a lieu de s'attendre à rencontrer dans la pratique des valeurs supérieures de 1 ou 2 dB. Il est probablement justifié de prévoir une petite marge à cet effet lorsqu'on spécifie la valeur requise pour N.

Pour les calculs, on admet une probabilité de 1 % pour que les valeurs indiquées soient dépassées. Dans la pratique, étant donné que r diminue en général lorsque la fréquence augmente (ceci parce que l'affaiblissement en ligne, qui est une des composantes de N, augmente avec la fréquence) et que A est proportionnel à la fréquence, la probabilité de dépasser une valeur donnée, prise pour objectif, de l'amplitude de l'ondulation diminue de façon correspondante lorsque la fréquence augmente.

On trouvera, en appendice, une explication de la manière dont la figure 1 a été obtenue.

La figure 2 montre, spécialement pour le cas des systèmes C.C.I.T.T. à 300 circuits, à 12 et à 60 MHz, utilisant des répéteurs transistorisés, comment la valeur de N requise pour obtenir un maximum de 0,1 Np dans la variation de l'ondulation sur une section homogène de 280 km de longueur, varie avec l'écart type de la longueur de la section d'amplification.

Ce sont les systèmes dont les sections d'amplification sont les plus courtes qui exigent les valeurs de N les plus élevées.

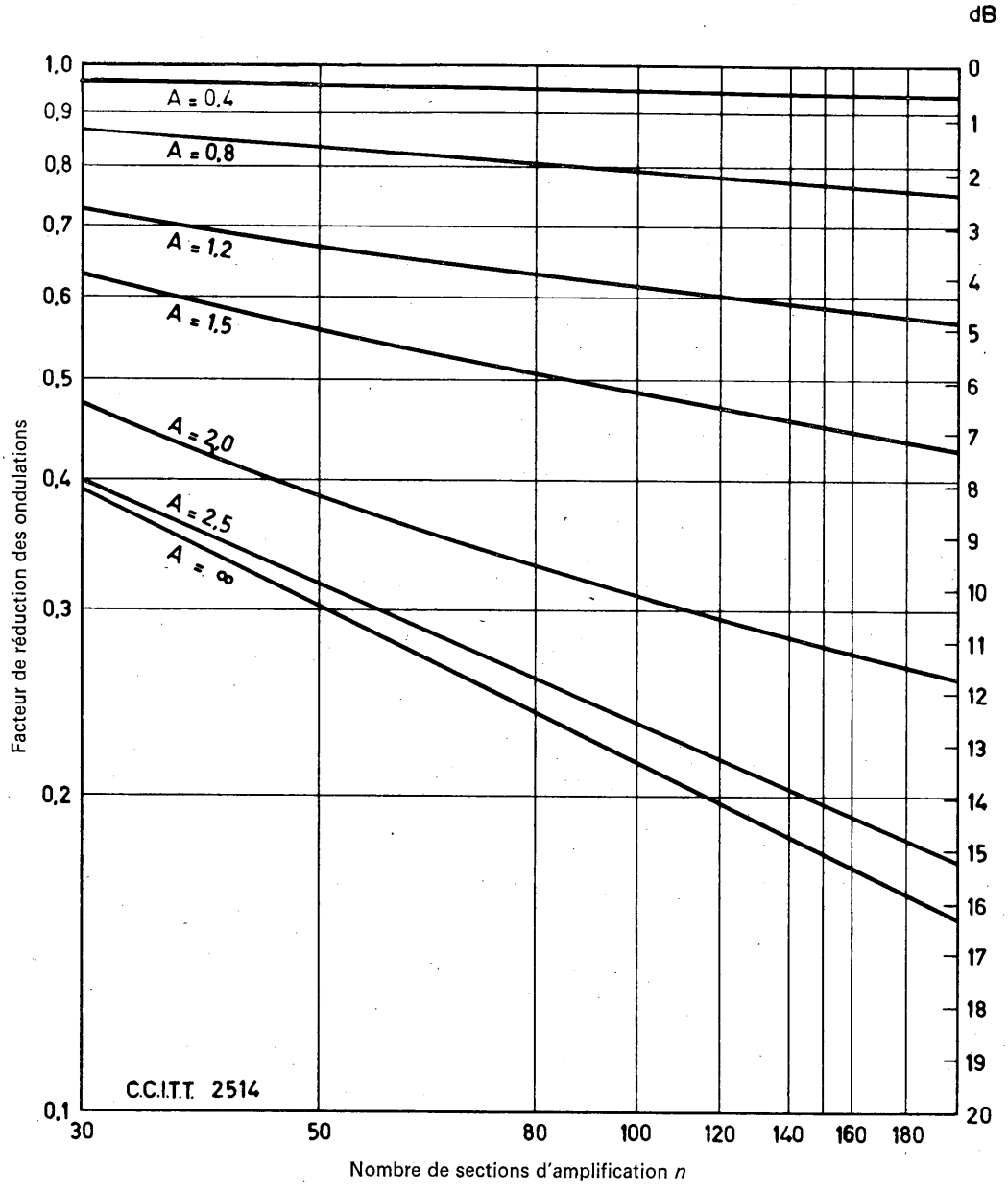


FIGURE 1. — **Facteur de réduction des ondulations en fonction de *n* et de *A***

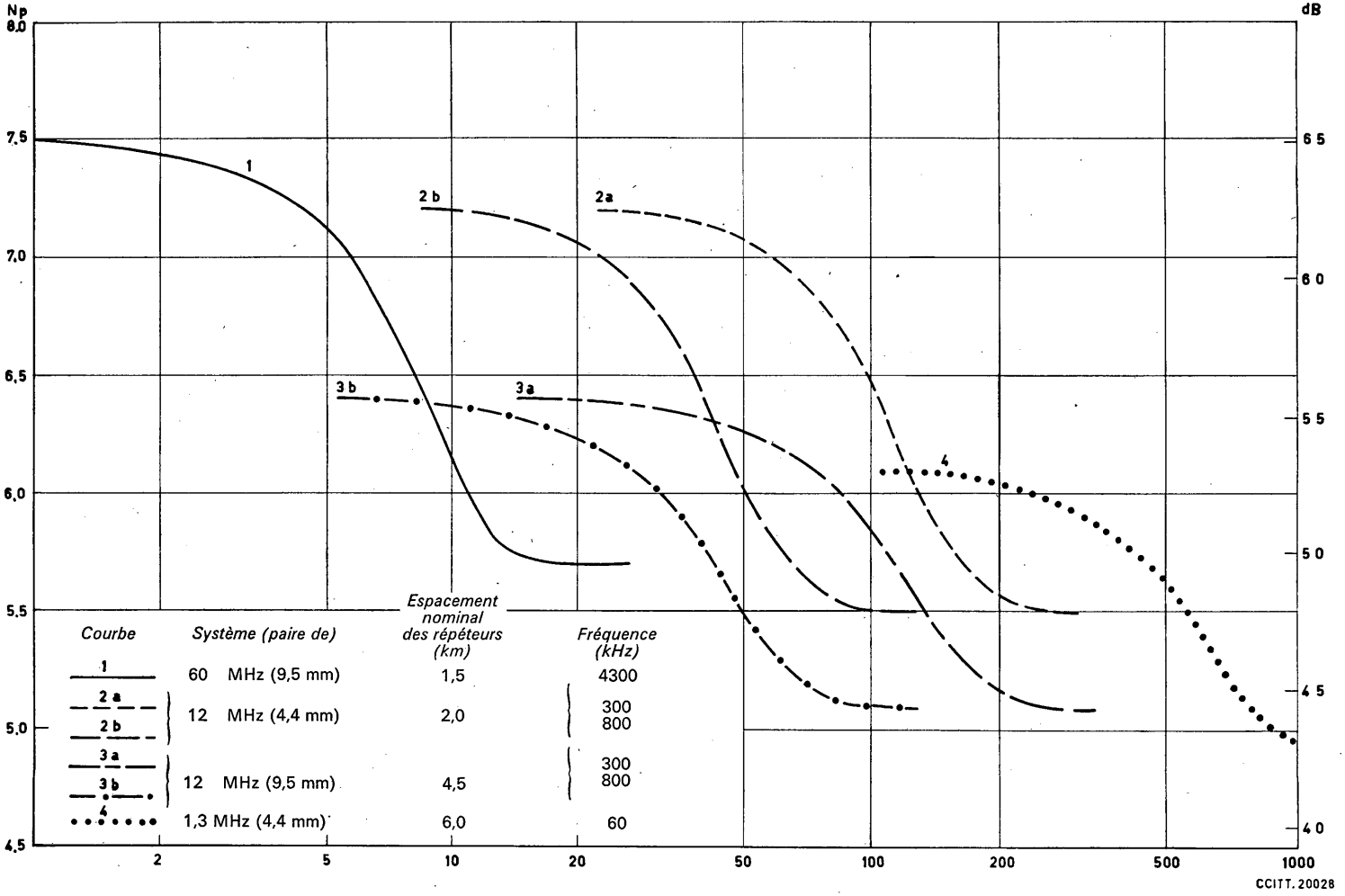


FIGURE 2. — **Valeur requise de N (somme de trois termes) en fonction de l'écart type des longueurs des sections d'amplification, pour un objectif donné d'amplitude maximale des ondulations (probabilité de 1 % pour que cette amplitude dépasse 0,1 Np dans une section de 280 km)**

Cependant, plus la section est courte et plus la fréquence minimale transmise par le système est élevée, plus est sensible l'effet des écarts des longueurs des sections d'amplification pour ce qui est de la réduction de l'effet cumulatif des ondulations sur une section homogène.

Conclusions

Dans le cas du système à 300 voies et du système à 12 MHz sur paires de 9,5 mm, on a montré que les effets des variations des longueurs des sections d'amplification n'ont guère d'influence sur l'addition des ondulations des diverses sections, du moment que l'écart type de ces varations de longueur reste dans les limites que l'on peut s'attendre à rencontrer dans la pratique. Il convient que les valeurs de N recommandées pour ces systèmes soient choisies en admettant que l'addition des ondulations est systématique, ou l'est très sensiblement.

D'autre part, dans le cas du système à 60 MHz, l'addition systématique n'aura lieu que lorsque l'espacement des répéteurs sera vraiment très précis. Cela provient de ce que la section d'amplification est plus courte (1,5 km) et la fréquence minimale transmise déjà élevée (4300 kHz). Ce n'est que lorsqu'on a pris des mesures tout exprès pour assurer un espacement précis qu'il convient d'adopter une valeur de N fondée sur une addition systématique; à priori, la recherche d'une telle précision ne semble pas présenter d'intérêt. Dans le cas normal, il suffirait de recommander une valeur de N fondée sur l'écart type des longueurs de sections d'amplification auquel il y a lieu de s'attendre.

Des considérations analogues s'appliquent au système à 12 MHz sur paires de 4,4 mm.

APPENDICE

Manière d'obtenir le facteur de réduction F

Le problème consiste à additionner n ondes sinusoïdales de même fréquence, dont les angles de phase ont une distribution normale, avec un écart type A radians. Chaque terme a une amplitude r, et une phase θ par rapport à la valeur moyenne de la phase.

Il est évident que, si $A = 0$, la somme recherchée est nr, on dit alors qu'il y a addition systématique.

Le cas opposé est celui où A est très grand. On est alors ramené au problème de la « marche au hasard » pour lequel Rayleigh a donné la solution:

$$p = e^{-(S^2/nr^2)}$$

S étant la valeur de la somme qui est dépassée avec la probabilité p. Pour $p = 0{,}01$, $S = 2{,}14\ r\ (n)^{\frac{1}{2}}$. Ceci est valable pour n supérieur à 10 ou 12.

La comparaison de ces deux cas extrêmes montre que, lorsque A tend vers l'infini, la somme se trouve réduite par la présence du facteur F, dit facteur de réduction: $F = 2{,}14\ (n)^{-\frac{1}{2}}$. Dans le cas général, F dépend de p, n et A.

On peut représenter graphiquement les variations de F en fonction de n pour $p = 0{,}01$ et $A \to \infty$. La courbe dont il s'agit est la courbe inférieure de la figure 1. Le bord supérieur du diagramme correspond à $A = 0$.

Dans ce qui suit, nous allons montrer comment on trace les courbes pour les valeurs intermédiaires de A.

La première chose à faire est de calculer la moyenne et la variance de la somme de n fonctions sinusoïdales d'amplitude unité en fonction de la phase θ lorsque θ a une répartition normale, d'écart type A et de valeur moyenne nulle.

La somme moyenne est $rne^{-A^2/2}$ dans la direction de la phase zéro. La composante en quadrature a une valeur moyenne nulle. Les deux variances sont respectivement:

$$\frac{1}{2} nr^2 (1 + e^{-2A^2} - 2e^{-A^2})$$

et

$$\frac{1}{2} nr^2 (1 - e^{-2A^2})$$

Lorsque n est grand, il est raisonnable d'admettre que les deux composantes décrites par les variantes ci-dessus sont l'une et l'autre à distribution normale.

Lorsque A est petit, les variances sont, elles aussi, petites par rapport à la moyenne, et la contribution de la variance en quadrature peut être négligée. La somme est alors égale à la moyenne, plus une composante à distribution normale.

Pour de grandes valeurs de A, les deux variances sont toutes deux significatives et, de plus, tendent à être égales; la somme est alors égale à la moyenne, plus un terme à distribution de Rayleigh. Cette somme a été calculée (voir Norton et coll., Proc. *IRE*, octobre 1955, p. 1360).

Pour le tracé de la figure 1, les valeurs de la somme ont été normées de manière que $A = 0$ donne $F = 1$ pour toute valeur de n.

SUPPLÉMENT N° 10

(mis à jour en 1961; cité dans l'Avis G.351)

SYSTÈMES DE TÉLÉALIMENTATION ET PROCÉDÉS DE MISE A LA TERRE SUR LES CÂBLES A PAIRES COAXIALES 2,6/9,5 mm

a) *Systèmes de téléalimentation*

En ce qui concerne le système de téléalimentation en énergie, on indique ci-après diverses méthodes qui sont appliquées actuellement:

1. Aux Etats-Unis d'Amérique, en Grande-Bretagne et en Italie, on utilise comme conducteur d'aller le conducteur intérieur d'une paire coaxiale et comme conducteur de retour le conducteur intérieur de l'autre paire coaxiale, ce qui permet d'avoir un circuit symétrique par rapport à la terre. En Grande-Bretagne et en Italie, ce circuit est alimenté à tension constante. Aux Etats-Unis d'Amérique, on surveille l'intensité du courant (à 60 Hz) qui ne doit pas tomber au-dessous de 80% de sa valeur nominale, et on surveille également la différence entre les intensités des courants dans les deux conducteurs de la ligne d'alimentation en énergie électrique, qui ne doit pas atteindre 25%.

2. En France, un circuit de téléalimentation en énergie électrique est constitué par le conducteur intérieur et le conducteur extérieur d'une même paire coaxiale. On possède ainsi autant de tels circuits d'alimentation qu'il y a de paires coaxiales dans le câble.

Cette commodité est mise à profit dans les équipements de l'Administration française pour en augmenter la sécurité de fonctionnement de la manière suivante: chaque amplificateur de ligne est constitué par deux « chemins d'amplification » auxquels est appliquée une contre-réaction commune. Chaque circuit de téléalimentation constitué par une des paires coaxiales fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement des tubes d'un « chemin d'amplification » de l'amplificateur de ligne correspondant et d'un « chemin d'amplification » de l'amplificateur de ligne de la paire coaxiale utilisée pour l'autre sens de transmission. De cette façon, le manque d'énergie à l'origine, ou la coupure d'un circuit de téléalimentation, ne perturbe pas de manière sensible la transmission en ligne, chaque amplificateur continuant à fonctionner avec un seul chemin.

Par ailleurs, la distribution d'énergie sur chacun de ces circuits est effectuée à courant constant.

b) *Mise à la terre des câbles à paires coaxiales*

Les pratiques suivies diffèrent suivant les pays et suivant les systèmes utilisés pour la téléalimentation en énergie électrique.

L'Administration britannique utilise des paires coaxiales dont le conducteur extérieur est isolé au moyen de rubans de papier, séparément pour chaque paire.

Aux extrémités de chaque section d'amplification, chaque paire coaxiale se termine séparément sur le bâti des répéteurs par une « extrémité scellée », étanche aux gaz, d'un type de construction qui maintient l'isolation des conducteurs extérieurs entre eux et par rapport à la terre.

Les paires coaxiales sont prolongées au-delà des « extrémités scellées » par du câble à paires coaxiales isolées (quelquefois par des étouffoirs coaxiaux pour limiter la diaphonie) jusqu'aux filtres de séparation de l'alimentation; en ce dernier point, les conducteurs extérieurs sont mis à la terre et reliés à la masse du bâti.

Les systèmes de téléalimentation, en courant alternatif, actuellement normalisés au Royaume-Uni sont du type dit « symétrique », où les conducteurs intérieurs de deux paires coaxiales sont alimentés en opposition de phase, avec un montage symétrique par rapport à la terre, par un enroulement de transformateur ayant en son milieu une prise reliée à la terre.

Sur le circuit de téléalimentation, il n'y a pas d'autres mises à la terre que celles qui sont effectuées aux stations d'alimentation.

L'Administration française, dans le système à 4 MHz, munit systématiquement d'un translateur chaque paire coaxiale pour en isoler de la terre le conducteur extérieur. Cette pratique est également adoptée dans le système à 12 MHz sur les sections d'amplification particulièrement exposées à des inductions d'origine extérieure.

SUPPLÉMENT Nº 11 (Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis G.361)

RENSEIGNEMENTS SUR LES NAVIRES CABLIERS DE DIVERS PAYS

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Nom du navire	Année de construction	Jauge brute	Longueur hors tout	Tirant d'eau	Vitesse normale	Rayon d'action (autonomie)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diam.)	Poulie déroulement (diam.)	Proue Poupe (diam.)		
								Cubage m³	Poids tonnes						
		Tonnes	m	m	Nœuds	Milles marins					m	m	m	m	
Long Lines	1963	11 326	156	7,9	15	10 000	3	4420	7000	125	3,66	3,05	3,66	toutes	Navire câblier appartenant à la Compagnie A.T.T. Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques

FRANCE

		Tonnes	m	m	Nœuds	Jours					m	m	m	m	
M. Bayard	1961	7 197	121,2	6,43		55	4	2235	400	60	2,10	3,0		toutes	Pose et réparation de tous types de câbles. Peut poser en une seule fois 850 milles marins de câble à porteur central 8,38/25,4 avec répéteurs tous les 20 milles marins
Ampère	1950	3 465	91,3	5,14		25	3	415	900		1,80			toutes	Navire de réparation sur tous les types de câbles (non utilisable en hiver en Atlantique Nord)
Alsace	1940	3 350	88,05	5,30		21	3	415	550		1,80			toutes	Navire de réparation sur tous les types de câbles (non utilisable en hiver en Atlantique Nord)

ITALIE

Nom du navire	Année de construction	Jauge brute	Longueur hors tout	Tirant d'eau max.	Vitesse normale	Rayon d'action (autonomie)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour (diam.) machine à câble	Poulie déroulement (diam.)	Proue Poupe (diam.)		
								Cubage m³	Poids tonnes						
		Tonnes	m	m	Nœuds	Milles marins					m	m	m	m	
Salernum	1956	2 834	102	5,60	16	10 000	3	850 (30 000 pieds cube)	1800		2,50	2,00	2,00	toutes	Pose de câbles et travaux de réparation

RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE [1]

Nom du navire	Année de construction	Jauge brute	Longueur hors tout	Tirant d'eau	Vitesse normale	Rayon d'action (autonomie)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diam.)	Poulie déroulement (diam.)	Proue Poupe (diam.)		
								Cubage m³	Poids tonnes						
		Tonnes	m	m	Nœuds	Miles marine					m	m	m	m	
Kabeljau	1944	499	52	3.94	8	1 500	2	375	670		2,20	2,20	2,20	700	Pose de câbles et travaux de réparation. Propriété de Norddeutsche Seekabelwerke AG Nordenham

[1] L'Administration de la République fédérale d'Allemagne a signalé qu'un certain nombre de navires câbliers sont décrits dans la publication *Underseas Cable World*, Volume 1, n° 5, juin-juillet 1967.

ROYAUME-UNI

Navires appartenant à la « Cable and Wireless Ltd »

Nom du navire	Année de construction	Jauge brute	Longueur hors tout	Tirant d'eau	Vitesse normale	Rayon d'action (autonomie)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diam.)	Poulie déroulement (diam.)	Proue Poupe (diam.)		
								Cubage m³	Poids tonnes						
		Tonnes	m	m	Nœuds	Milles marins					m	m	m	m	
Wilshaw	1949	2 564	96	5,8	10,5	6 000	3	540	1000		2,01	1,03	aucun	toutes	Réparation des câbles télégraphiques
Angwin	1952	2 604	98	5,8	10,5	7 000	3	516	1000	9	2,13	2,13	aucun	toutes	Réparation et pose de câbles armés et réparation de câbles légers
Recorder	1954	3 349	103	5,6	11,5	10 000	3	602	1100	8	2,13	2,13	aucun	toutes	Idem
Retriever	1961	4 218	112	5,81	13	8 000	3	618	1545	11	2,13	2,13	1,52	toutes	Idem
Mercury	1962	8 962	144	7,5	14,5	8 000	3	2980	5290	144	3,04	3,04	1,82	toutes	Système de pose de poupe en V. Pose et réparation des câbles coaxiaux légers et armés
Cable Enterprise	1964	4 358	113	5,84	13	6 000	3	875	2150	2,13	2,13	1,52	2,13	toutes	Pose et réparation des câbles armés. Réparation de câbles légers

ROYAUME-UNI *(suite et fin)*

Navires appartenant au « Post Office »

Nom du navire	Année de construction	Jauge brute	Longueur hors tout	Tirant d'eau	Vitesse normale	Rayon d'action (autonomie)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diam.)	Poulie déroulement (diam.)	Proue Poupe (diam.)		
								Cubage m³	Poids tonnes						
		Tonnes	m	m	Nœuds	Milles marins					m	m	m	m	
Monarch		8 567	147	8,54	13	10 000	4	3240	5426	128	2,0	2,0	2,1	toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles
Alert		6 515	127,2	6,86	19	6 000	3	1583	2677	48	2,1	2,1	2,7	toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles
Ariel		1 509	76,9	4,88	11	2 500	3	456	693	limité	1,9	1,9	aucun	3660	Réparation et pose de câbles armés
Iris		1 512	76,9	4,88	11	2 500	3	456	693	limité	1,9	1,9	aucun	3660	Réparation de câbles légers

SUPPLÉMENT N° 12

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis J.22)

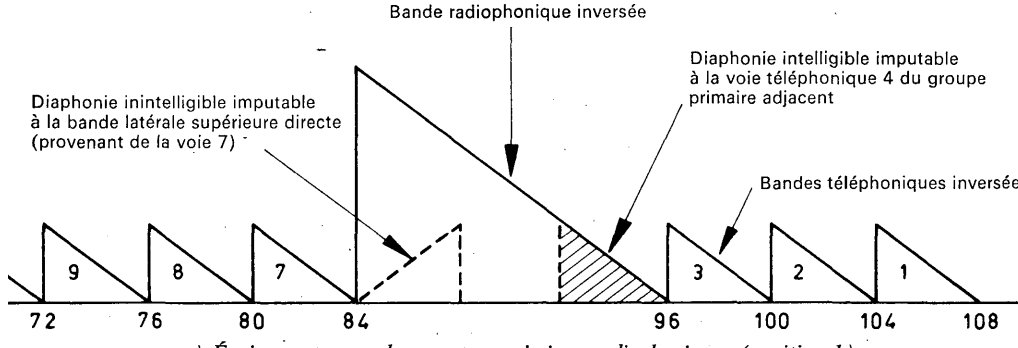
INTELLIGIBILITÉ DE LA DIAPHONIE ENTRE LES VOIES TÉLÉPHONIQUES ET LES VOIES POUR TRANSMISSIONS RADIOPHONIQUES

(Note de l'Administration du Royaume-Uni)

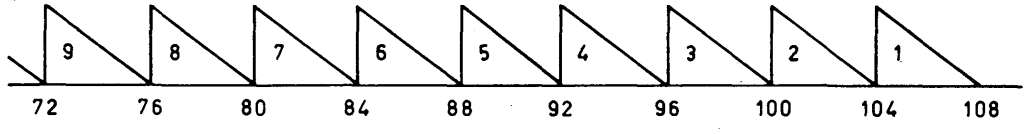
1. *Généralités*

La présente contribution traite des moyens de réduire le niveau de la diaphonie intelligible, ou de rendre cette dernière inintelligible, lorsqu'elle se produit sur des voies pour transmissions radiophoniques établies sur des systèmes téléphoniques à courants porteurs. Les limites permises pour la diaphonie intelligible sur une voie pour transmission radiophonique, et provenant d'une voie téléphonique sont beaucoup plus rigoureuses que celles prévues pour la diaphonie inintelligible entre des voies pour transmissions radiophoniques, ou pour la diaphonie intelligible entre deux voies téléphoniques. Les limites prescrites peuvent être aisément respectées lorsque les circuits pour transmissions radiophoniques sont établis sur des paires sous écran non pupinisées ou légèrement pupinisées, ou sur les circuits fantômes de câbles à courants porteurs à 12 ou 24 circuits; cependant, lorsque les circuits pour transmissions radiophoniques sont établis sur des systèmes à courants porteurs conçus pour la téléphonie, il est plus difficile de respecter les limites spécifiées pour la diaphonie intelligible.

Les sources principales de diaphonie dans une voie téléphonique à courant porteur ou dans une voie pour transmissions radiophoniques sont: a) le couplage mutuel entre les groupes primaires acheminés sur des paires en câble différentes mais occupant la même fréquence, et b) la perturbation par la bande latérale supérieure de la voie téléphonique voisine du même groupe primaire. Les figures 1 et 2 illustrent ces deux cas. La figure 1 a montre la bande pour transmissions radiophoniques inversée, comme le sont les bandes des voies téléphoniques, et occupant l'espace de trois bandes téléphoniques; il s'agit de la disposition utilisée sur le câble téléphonique transatlantique TAT 1.



a) Équipements actuels pour transmissions radiophoniques (position 1)



b) Groupe primaire adjacent de 12 voies

FIGURE 1. — **Intelligibilité de la diaphonie entre les voies téléphoniques et les voies pour transmissions radiophoniques**

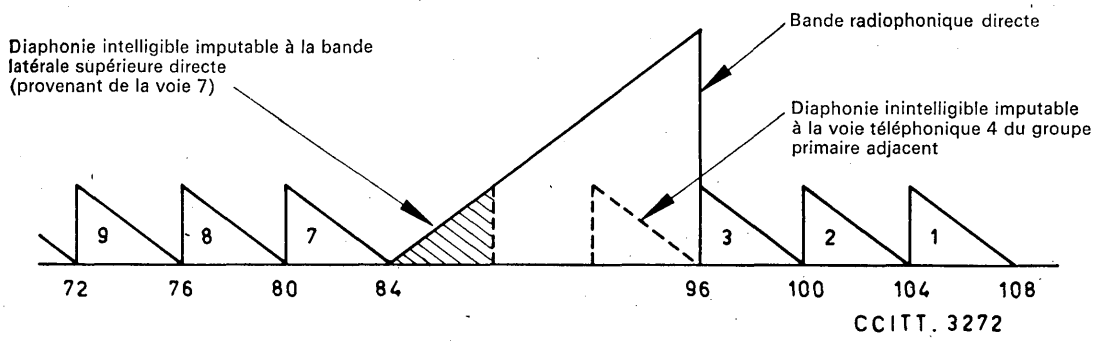


FIGURE 2. — **Autre méthode proposée pour l'établissement d'une voie pour transmissions radiophoniques**

La perturbation hors bande provenant de la voie téléphonique adjacente 7 du même groupe primaire sera inintelligible et, en général, non gênante; la perturbation provenant de la voie 4 d'un groupe primaire sur une paire en câble adjacente et occupant la même bande de fréquences (figure 1 b) sera, en revanche, intelligible, son importance dépendant du couplage entre les paires.

Pour rendre inintelligible la diaphonie entre groupes primaires, on peut essayer de transmettre l'information radiophonique par une bande latérale directe de la manière indiquée à la figure 2. La diaphonie entre groupes primaires devient alors inintelligible, mais on risque d'avoir une diaphonie intelligible provenant de la bande latérale nominalement supprimée de la voie téléphonique 7. Le niveau de cette diaphonie et, jusqu'à un certain point, son intelligibilité dépendent des caractéristiques hors bande du filtre associé à la voie 7.

La situation représentée sur la figure 2 peut être améliorée par un déplacement de la voie pour transmissions radiophoniques vers des fréquences plus élevées, comme l'indique la figure 3; on dispose d'une marge suffisante à la limite supérieure pour permettre un décalage pouvant atteindre 1,5 kHz. Dans l'exemple de la figure 3, le décalage est de 1 kHz, de sorte qu'une composante perturbatrice de fréquence f Hz risque d'apparaître, à la sortie de la voie pour transmissions radiophoniques, sur une fréquence égale à f — 1000 Hz; cela réduira notablement l'intelligibilité de la parole transmise par cette voie de diaphonie.

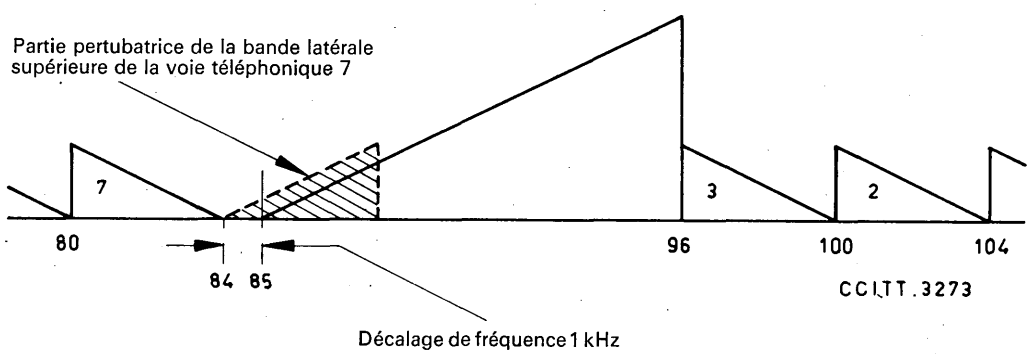


FIGURE 3. — **Effet du décalage de la fréquence porteuse de la voie pour transmissions radiophoniques**

Des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation sont utilisés pour améliorer le rapport signal/bruit dans les circuits pour transmissions radiophoniques; l'effet subjectif de la diaphonie peut être affecté par la présence ou par l'absence d'un dispositif de désaccentuation dans la voie pour transmissions radiophoniques.

2. *Expériences* –

On a procédé à deux expériences dans lesquelles les observateurs étaient assis devant un haut-parleur de haute qualité, réglé de manière à reproduire le programme radiophonique au niveau d'écoute préféré. La transmission radiophonique étant déconnectée, on a reproduit des paroles provenant d'un appareil téléphonique à divers niveaux pour simuler la diaphonie. On a pris soin d'appliquer les caractéristiques de fréquence appropriées des voies de diaphonie dont il a été question ci-dessus, ainsi que diverses valeurs de décalage de fréquence. Du bruit a été appliqué à la voie pour transmissions radiophoniques à un niveau approprié pour représenter la situation réelle.

3. *Résultats*

Les valeurs médianes appropriées, a) pour rendre la diaphonie inaudible et b) pour la rendre inintelligible sont données dans le tableau 1. Les valeurs d'affaiblissement diaphonique correspondent à 1000 Hz et, pour ces résultats, il n'y avait pas de décalage de fréquence.

TABLEAU 1

Voie de diaphonie	Affaiblissement diaphonique (dB)					
	Bruit de circuit −41,5 dBm0p		Bruit de circuit −31,5 dBm0p		Bruit de circuit −60 (estimation)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Figure 1 (Position I)	46	36	39	29	68	58
Figure 2 (Autre disposition)	49	39	46	33	74	62

Malheureusement, le bruit engendré localement par l'équipement du haut-parleur utilisé pour ces essais était assez fort et c'est notamment à cause de cela que l'effet de la réduction du niveau du bruit de circuit de −31,5 dBm0p à −41,5 dBm0p sur l'affaiblissement diaphonique nécessaire est très inférieur à 10 dB. C'est la raison pour laquelle les deux dernières colonnes ont été ajoutées au tableau; elles montrent les valeurs de l'affaiblissement diaphonique estimées dans l'hypothèse où le bruit de circuit dans la voie pour transmissions radiophoniques aurait été pratiquement de −60 dBm0p [1] et où le bruit local engendré par l'équipement du haut-parleur aurait été très faible. L'observateur aurait éventuellement pu augmenter le gain de son équipement de réception sans augmenter le niveau du bruit émanant du haut-parleur. Ce bruit engendré localement n'affecte pas la validité des autres conclusions que l'on peut tirer des résultats. Ces conclusions sont les suivantes:

L'effet de la désaccentuation est négligeable.

Un décalage de fréquence de 0,5 kHz permet de réduire l'affaiblissement diaphonique d'environ 18 dB pour la même intelligibilité, ou d'environ 8 dB pour la même audibilité. Cet effet est le même aux deux niveaux de bruit de circuit utilisés pendant les essais (−41,5 et −31,5 dBm0p) et en présence ou en l'absence de désaccentuation. Un décalage supplémentaire jusqu'à 1 kHz ou 1,5 kHz rend la diaphonie inintelligible à n'importe quel niveau (pour les valeurs médianes), alors que l'audibilité subit une réduction supplémentaire qui atteint seulement 2 ou 3 dB respectivement.

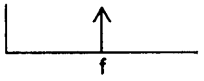
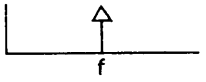
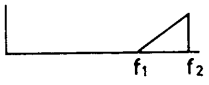
La forme de la caractéristique affaiblissement/fréquence de la voie de diaphonie correspondant à la figure 2 augmente d'environ 4 dB l'affaiblissement correspondant au seuil médian d'intelligibilité (sans décalage de fréquence); cela est dû au fait que l'affaiblissement est beaucoup moins important dans la région des 300 Hz que dans celle des 1000 Hz. Le seuil médian d'audibilité est également accru approximativement de la même valeur, dans les mêmes conditions. L'importance de cet effet est (statistiquement) indépendant du niveau de bruit et de la présence ou de l'absence de désaccentuation.

[1] La valeur maximale permise selon les spécifications du C.C.I.T.T. est de −48 dBm0p.

4. *Application*

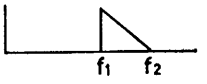
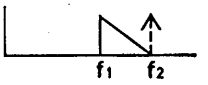
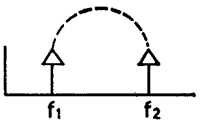
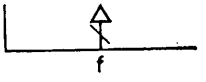
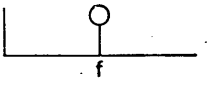
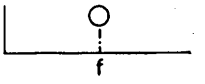
Les valeurs de l'affaiblissement nécessaire données dans le tableau 1 s'appliquent à un auditeur médian et au cas où le signal vocal perturbateur dans la voie téléphonique se trouve à sa valeur médiane. Pour que, par exemple, 99 % des combinaisons de personnes qui parlent au téléphone et de personnes qui écoutent les émissions de radiodiffusion, prises au hasard, ne soient pas affectées par 1) l'audibilité de la diaphonie, ou 2) l'intelligibilité de la diaphonie, il faut tenir compte des distributions de ces deux populations. Les essais dont il est question dans le présent supplément font apparaître un écart type d'environ 3,5 dB pour la population des auditeurs et il est courant de trouver des distributions de volume vocal téléphonique caractérisées par un écart type d'environ 5 dB. En tenant compte de ces faits et pour 99 % des combinaisons, il faut ajouter 14 dB aux résultats ci-dessus. Si l'on prend les estimations données dans les deux dernières colonnes (qui se rapportent à des circonstances plutôt défavorables) l'affaiblissement diaphonique total requis dans 99 % des combinaisons de personnes parlant au téléphone et d'auditeurs de radiodiffusion s'élève à 72 dB et 76 dB, pour les cas représentés respectivement aux figures 1 et 2, ce qui s'approche beaucoup de la limite de 74 dB recommandée par le C.C.I.T.T. et qui justifie le choix de cette valeur. Avec un décalage de 500 Hz dans la voie de diaphonie, la limite pourrait être abaissée d'environ 18 dB pour la diaphonie intelligible.

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT DANS LE TOME III DU LIVRE BLANC

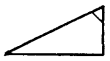
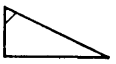
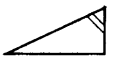
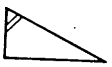
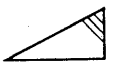
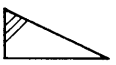
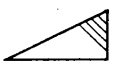
Nom	Symbole
Equipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans le groupe tertiaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe tertiaire (translation du groupe tertiaire de base dans la bande de fréquences trasmises en ligne et inversement)	
Fréquence porteuse [1]	
Fréquence porteuse supprimée	
Fréquence pilote	
Bande latérale directe	

ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT DANS LE TOME III DU LIVRE BLANC

Nom	Symbole
Bande latérale inversée	
Bande latérale unique et fréquence porteuse supprimée (exemple: cas de la transmission de la bande inférieure)	
Deux ondes pilotes dont l'une ou l'autre est transmise	
Onde pilote de groupe primaire	
Onde pilote de groupe secondaire	
Onde pilote de groupe tertiaire	
Onde pilote de groupe quaternaire	
Onde additionnelle de mesure, symbole général	
Onde additionnelle de mesure qui est transmise ou mesurée sur demande [2]	

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT DANS LE TOME III DU LIVRE BLANC

Nom	Symbole
Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	

[1] Dans ce symbole et dans les suivants, les lettres f, f_1, f_2,... désignent les fréquences.

[2] Dans le tome III, ce symbole désigne une onde additionnelle de mesure de la liste préférentielle; pour tout autre onde additionnelle de mesure, on a employé le symbole général qui précède.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES TROIS PREMIÈRES PARTIES DU TOME III DU LIVRE BLANC

Adaptation d'impédance

Adaptation entre
— un amplificateur et la ligne, sur un circuit pour transmissions radiophoniques de type ancien . . . . . J.42, p. 2
— un répéteur à deux fils et une ligne chargée . . . . . G.532, p. 2
— un répéteur à quatre fils et une ligne chargée . . . . . G.531, p. 1
— un répéteur et une ligne en fils aériens exploitée avec douze circuits téléphoniques à courants porteurs . . . . . G.312, p. 1
— répéteurs et ligne dans les systèmes à courants porteurs en câble sur paires symétriques non chargées . . . . . G.322, p. 8
G.324, p. 1
Systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 5
Systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 8
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 11
G.339, p. 2
— à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 5
Systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm
— à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 3
— à 4 MHz . . . . . G.343, p. 3
— à 6 MHz . . . . . G.344, p. 3
— à 12 MHz . . . . . G.345, p. 1
Systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 2
— systèmes sur faisceaux hertziens . . . . . G.423, p. 10
— les répéteurs et la ligne, en télévision . . . . . J.71, p. 4
J.72, p. 5
J.73, p. 5
Télédiaphonie secondaire due aux réflexions . . . . . G.322, p. 8

Affaiblissement

— d'adaptation (voir: Adaptation d'impédance)
— composite
— d'un circuit local . . . . . G.112, p. 3
(P.12, p. 3)
— d'une ligne reliant un centre international à un central urbain . . . . . G.112, p. 2
(P.12, p. 2)
— d'un transformateur de ligne . . . . . G.544, p. 2
— entre les paires de bornes d'un termineur . . . . . G.544, p. 3
— diaphonique (voir: Diaphonie)
— de distorsion harmonique (voir: Distorsion harmonique)
— à la réception . . . . . G.161, p. 3
— de blocage . . . . . G.161, p. 3
— d'équilibrage au point de vue de l'écho . . . . . G.122, p. 4
— d'équilibrage dans les réseaux nationaux . . . . . G.122, p. 1
— des circuits nationaux de prolongement . . . . . G.122, p. 1

Affaiblissement (suite)

— d'un dispositif de surveillance sur un répéteur à fréquences vocales
— à deux fils . . . . . G.532, p. 3
— à quatre fils . . . . . G.531, p. 2
— d'une liaison pour télégraphie harmonique . . . . . H.22, p. 2
— linéique d'une paire coaxiale 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 4
— linéique d'une paire coaxiale 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 4
— de régularité (voir: Régularité)
— d'une section d'amplification
— d'un câble à paires coaxiales . . . . . G.342, p. 4
— d'un câble à paires symétriques non chargées
— cas des répéteurs à transistors . . . . . G.321, p. 5
— cas des répéteurs à tubes . . . . . G.321, p. 6
— d'une ligne en fils aériens (12 circuits à courants porteurs) . . . . . G.313, p. 1
— du trajet national au point de vue de l'écho . . . . . G.122, p. 3
— du trajet national au point de vue de la stabilité . . . . . G.122, p. 1
— nominal d'un circuit international . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
— nominal entre extrémités virtuelles . . . . . G.101, p. 2
Distorsion d'affaiblissement (voir: Distorsion)

Affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.)

— d'un système téléphonique national . . . . . G.112, p. 3
(P.12, p. 3)
— moyen des circuits locaux . . . . . G.112, p. 3
(P.12, p. 3)
Définition de l'— . . . . . G.112, p. 1
(P.12, p. 1)
Détermination de l'— . . . . . G.112, p. 2
(P.12, p. 2)
Système de référence pour la détermination des — . . . . . G.112, p. 3
(P.12, p. 3)

Alarme

Transmission des alarmes dans le cas de systèmes à courants porteurs sur paire coaxiale G.341, p. 5
G.351, p. 2

Alimentation des répéteurs

Alimentation en énergie électrique des équipements d'un câble à paires coaxiales . . . G.351, p. 3
Alimentation en énergie des systèmes à courants porteurs . . . . . G.231, p. 2
Alimentation de répéteurs téléalimentés
— sur paires symétriques . . . . . G.322, p. 10
G.323, p. 3
— sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.341, p. 4
Installations d'alimentation des répéteurs à fréquences vocales . . . . . G.544, p. 4

Amplificateurs

— pour transmissions radiophoniques (circuits de type ancien) . . . . . J.42, p. 1

Amplification (voir: Gain)

Amplitudes des signaux (en télévision) . . . . . J.71, p. 2

Appareil de mesure des bruits impulsifs

— sur des circuits de type téléphonique H.13
Utilisation pour la transmission de données . . . . . H.13, p. 2

A.R.A.E.N. (Appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté)

Caractéristiques du filtre . . . . . G.111, p. 3
(P.11, p. 3)

Bande de (ou des) fréquences

Bande des fréquences effectivement transmises
— dans une transmission radiophonique . . . . . J.21, p. 2
— par les circuits à fréquence vocales . . . . . G.511, p. 1
— par les équipements terminaux des systèmes à courants porteurs . . . . . G.232, p. 3
— par les répéteurs à fréquences vocales
— pour circuits à deux fils . . . . . G.532, p. 2
— pour circuits à quatre fils . . . . . G.531, p. 1
— par un circuit pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 1
— normal de type A . . . . . J.21, p. 2
— normal de type B . . . . . J.31, p. 1
— par un circuit radiotéléphonique . . . . . G.611, p. 2
— par un circuit téléphonique . . . . . G.151, p. 3
— par une ligne reliant un centre international à un central urbain . . . . . G.112, p. 2
(P.12, p. 2)
G.124, p. 1
Bande des fréquences occupées par les groupes primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire, de base et par l'assemblage de base de quinze groupes secondaires . . . . G.211, p. 3
Réduction de la qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises . . . . . G.113, p. 1
(P.13, p. 1)

Bâtis

Dimensions des bâtis de systèmes à courants porteurs . . . . . G.231, p. 1

Bobines de charge

Spécification des — pour câbles de télécommunication chargés G.542

Bruit de circuit (voir aussi: Force électromotrice psophométrique, Puissance psophométrique et Tension non pondérée)

— admissible à l'extrémité
— des circuits établis sur câble terrestre ou sous-marin, ou sur faisceau hertzien en visibilité directe . . . . . G.152, p. 1
G.153, p. 2
— des circuits établis sur faisceau hertzien transhorizon . . . . . G.152, p. 2
— des circuits établis sur lignes en fils aériens . . . . . G.152, p. 2
G.153, p. 4
— des circuits fictifs de référence en câble . . . . . G.222, p. 1
— des circuits avec une longue section sous-marine . . . . . G.153, p. 3
— des circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 3
— des systèmes analogiques à courants porteurs . . . . . G.125, p. 1
— des systèmes de télécommunication par satellites . . . . . G.153, p. 4
G.445
— dans la partie radioélectrique de circuits à établir sur des liaisons réelles . . . . . G.441, p. 5
— dans les réseaux nationaux G.123
Division de l'objectif de bruit d'ensemble . . . . . G.143, p. 2

Bruit de circuit (suite)

Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie G.223
Influence des bruits sur les équivalents nominaux . . . . . G.111, p. 4 (P.11, p. 4)
Limites de bruits pour la télégraphie . . . . . G.143, p. 3
Limite pour le bruit dû à un système national . . . . . G.123, p. 2
Méthodes de calcul du bruit . . . . . G.223, p. 6
Méthodes de mesure G.228
Objectifs de bruit pour la transmission de données . . . . . G.143, p. 4
Objectif de bruit pour la téléphonie . . . . . G.143, p. 1
Réduction de qualité de transmission due au bruit de circuit . . . . . G.113, p. 2 (P.13, p. 2)
— dans un central automatique national à quatre fils . . . . . G.123, p. 2
— induits par des lignes électriques . . . . . G.123, p. 1
— provenant des systèmes de transmission . . . . . G.123, p. 1
— sur les circuits pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 2
— de type normal . . . . . J.21, p. 3
— sur les circuits utilisés pour la phototélégraphie . . . . . H.41, p. 3
— sur une liaison pour télégraphie harmonique . . . . . H.22, p. 4
— sur une liaison téléphonique réelle G.226 G.441

Bruit de salle

Courbe spectrale énergétique du — . . . . . G.113, p. 3 (P.13, p. 3)
Réduction de la qualité de transmission due au — . . . . . G.113, p. 2 (P.13, p. 2)

Bruit(s) (divers)

— causés par les parasites atmosphériques sur les circuits radiotéléphoniques . . . . G.611, p. 1-2
— de fond pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 3
— de quantification pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . H.12, p. 3
— impulsif pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 3
— perturbateurs dans les amplificateurs pour transmissions radiophoniques (de type ancien) . . . . . J.42, p. 2
— perturbateurs faisant fonctionner les suppresseurs de réaction ou les suppresseurs d'écho . . . . . G.611, p. 2 G.623, p. 5
— perturbateurs produits sur un circuit téléphonique par une installation de télégraphie simultanée par circuit fantôme . . . . . H.33, p. 1
— produit par les équipements . . . . . G.143, p. 2
Appareil de mesure des bruits impulsifs sur des circuits de type téléphonique H.13

Câblage

— des stations de répéteurs . . . . . G.231, p. 3
— des stations de répéteurs à fréquences vocales . . . . . G.544, p. 4

Câbles

— chargés interurbains pour le service intérieur . . . . . G.124, p. 2
— intercalés sur les lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 5
— à paires symétriques non chargées G.321
— à paires coaxiales 2,6/9,5 mm G.331
— à paires coaxiales 1,2/4,4 mm G.342
— à paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
— sous-marins G.371
— téléphoniques à fréquences vocales G.522

Câbles (suite)

Spécifications pour les câbles téléphoniques chargés . . . . . G.533, p. 2
— longueurs de fabrication des câbles de télécommunication chargés G.541
— bobines de charge pour câbles de télécommunication chargés G.542
— sections d'amplification de câbles de télécommunication chargés G.543
Spécifications pour les câbles à courants porteurs
— câbles contenant des quartes en étoile destinées à procurer 12, 24, 36, 48, 60 ou 120 voies téléphoniques à courants porteurs sur chaque paire d'une quarte . . . G.321, p. 1
— sections d'amplification des câbles contenant des paires symétriques non chargées
— cas des répéteurs à transistors . . . . . G.321, p. 5
— cas des répéteurs à tubes . . . . . G.321, p. 6
— pour systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 6
G.326, p. 2
— câbles contenant des paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 1
— sections d'amplification d'un câble à paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 2
— câbles contenant des paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 1
— sections d'amplification d'un câble à paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 3
— pour systèmes sous-marins . . . . . G.371, p. 3

Capacité

Capacité effective
— d'une longueur de fabrication de câble chargé . . . . . G.541, p. 5
— d'une longueur de fabrication de câble à paires symétriques non chargées . . . G.321, p. 2
Capacités moyennes des sections de pupinisation d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 2

Centre international

Caractéristiques de transmission G.142

Chaîne internationale

Définition . . . . . G.101, p. 2
Equivalent nominal de la — . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
Niveaux G.141

Chaîne à quatre fils

Définition . . . . . G.101, p. 4

Charge conventionnelle

— au point de niveau relatif zéro . . . . . G.141, p. 3
— des systèmes à courants porteurs . . . . . G.223, p. 2
G.356, p. 2

Charge des circuits

Capacité de charge des systèmes M.I.C. . . . . G.711, p. 2
Emploi des différents types de charge . . . . . G.522, p. 1
Spécification des bobines de charge pour câbles de télécommunication chargés . . G.542

Circuits à fréquences vocales G.511

Circuits à large bande en groupe primaire

— pour la transmission des signaux à large spectre H.14
H.52
Parties constitutives d'un — . . . . . H.14, p. 1

Circuits à large bande en groupe secondaire

— pour la transmission des signaux à large spectre H.15
H.53

Circuits du réseau téléphonique commuté

Appareil de mesure des bruits impulsifs sur des circuits de type téléphonique H.13
Caractéristiques des — H.11
Transmission de données sur le réseau téléphonique avec commutation . . . . . H.51, p. 2

Circuits fantômes

Télégraphie simultanée par — . . . . . H.33, p. 1
Utilisation de — de paires symétriques non chargées pour les transmissions radiophoniques . . . . . J.22, p. 2

Circuits fictifs de référence

Définitions générales . . . . . G.212, p. 1
Circuits fictifs de référence pour la téléphonie
— (généralités) . . . . . G.212, p. 1
— sur paires symétriques . . . . . G.322, p. 1
— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 2
— sur paires coaxiales
— pour systèmes à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 3
— pour systèmes à 4 MHz . . . . . G.338, p. 6
— pour systèmes à 12 MHz . . . . . G.332, p. 9
G.339, p. 2
— pour systèmes à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 4
— sur lignes en fils aériens . . . . . G.311, p. 7
— sur faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence G.431
— sur faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps G.432
— sur faisceaux hertziens transhorizon G.433
— pour systèmes à satellites G.434
Circuit fictif de référence pour transmissions radiophoniques . . . . . J.21, p. 1

Circuits intercontinentaux

Caractéristiques générales des circuits à grande distance G.151
Circuits radiotéléphoniques intercontinentaux . . . . . G.611, p. 1

Circuits internationaux

— avec une longue section sous-marine . . . . . G.153, p. 3
— en câble terrestre ou sous-marin ou sur faisceau hertzien en visibilité directe . . . G.152, p. 1
G.153, p. 2
— sur des systèmes de télécommunication par satellites . . . . . G.153, p. 4
— sur faisceau hertzien transhorizon . . . . . G.152, p. 2
— sur ligne en fils aériens . . . . . G.152, p. 2
G.153, p. 4
Affaiblissement nominal d'un — . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
G.141
Caractéristiques générales des —
— de longueur supérieure à 2500 km G.153
— ne dépassant pas 2500 km G.152
Combinaison des circuits téléphoniques internationaux G.512
Constitution des — comprenant des liaisons réelles sur un système de faisceaux hertziens et sur un système en câble . . . . . G.441, p. 6
Conventions et définitions relatives . . . . . G.101, p. 2
G.141, p. 1
Extrémités virtuelles d'un — . . . . . G.111, p. 1
(P.11, p. 1)
Interconnexion dans un centre de transit . . . . . G.141, p. 2
Valeurs du temps de propagation moyen dans un sens pour un — . . . . . G.114, p. 2
(P.14, p. 2)

Circuits interurbains

— en câbles chargés susceptibles d'écouler des conversations internationales G.124
Caractéristiques des câbles . . . . . G.124, p. 2
Constitution . . . . . G.124, p. 1
Distorsion d'affaiblissement . . . . . G.124, p. 1

Circuits loués

Caractéristiques des circuits loués du type téléphonique H.12
Transmission de données sur des lignes téléphoniques louées établies au moyen de systèmes à courants porteurs . . . . . H.51, p. 2

Circuits nationaux

— établis sur des systèmes à courants porteurs pour très courtes distances
Caractéristiques des — G.125
G.151
Systèmes analogiques sur — . . . . . G.125, p. 1
Systèmes numériques sur — . . . . . G.125, p. 2

Circuits utilisés pour la phototélégraphie . . . . . H.42, p. 2

Circuits radiotéléphoniques internationaux

Conditions générales à imposer aux circuits radiotéléphoniques
— cas des circuits aux fréquences porteuses supérieures à 30 MHz . . . . . G.611, p. 2
— cas des circuits aux fréquences porteuses inférieures à 30 MHz . . . . . G.611, p. 2
Interconnexion de deux circuits radiotéléphoniques au moyen d'un circuit terrestre à quatre fils G.612
Protection des suppresseurs de réaction placés sur un circuit radiotéléphonique . . G.623, p. 3

Circuits télégraphiques (voir aussi: Télégraphie sur circuits téléphoniques ou dans les câbles téléphoniques)
Circuits support de télégraphie harmonique (définition) . . . . . H.21, p. 1

Circuits pour transmissions radiophoniques (voir aussi: Transmissions radiophoniques)

Caractéristiques des circuits
— de type ancien . . . . . J.41, p. 1
— normaux de type A . . . . . J.21, p. 1
— normaux de type B . . . . . J.31, p. 1

Circuits pour transmissions télévisuelles (voir: Transmissions télévisuelles)

Coaxiales (paires) (voir: Paires coaxiales)

Codage

Systèmes M.I.C. . . . . G.711, p. 1

Coexistence de la télégraphie et de la téléphonie aux fréquences acoustiques

Télégraphie simultanée par circuits fantômes . . . . . H.33, p. 1
Télégraphie et téléphonie coexistantes sur des conducteurs séparés . . . . . H.33, p. 2

Combinaison des circuits téléphoniques internationaux G.512

Communications fictives de référence

Constitution . . . . . G.103, p. 1
Equipements de modulation et démodulation . . . . . G.103, p. 6
Objet . . . . . G.103, p. 1

Communication internationale

— la plus longue envisagée conformément aux Avis du C.C.I.T.T. . . . . G.103, p. 3
— typique dans une zone de CT1 entre abonnés situés à proximité de CT3 terminaux G.103, p. 5
— typique de longueur modérée comprenant un seul circuit international . . . . G.103, p. 4
A.E.N. dans une — . . . . . G.112, p. 2
(P.12, p. 2)
Définition des parties constitutives d'une — . . . . . G.101, p. 2
Equivalents de référence dans une — . . . . . G.111, p. 1
(P.11, p. 1)
Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et l'écho dans les — . . . . . G.122, p. 1

Composante continue (en télévision) . . . . . J.71, p. 3

Compresseurs-extenseurs

— pour la téléphonie G.162
Emploi de compresseurs-extenseurs syllabiques . . . . . G.143, p. 3

Compression

Loi de compression pour les systèmes M.I.C. . . . . G.711, p. 1

Concentrateurs de communications G.163

Connexion à travers un central (définition) . . . . . G.123, p. 2

Coordination de la radiotéléphonie et de la téléphonie

Recommandations relatives à la — . . . . . G.611, p. 1

Correcteur d'évanouissement G.622

Courants porteurs

Constitution d'une liaison à — G.211
Equipements à — . . . . . G.231, p. 1
Liaison télégraphique sur systèmes à — . . . . . H.22, p. 1
Résidu de courant porteur (voir: Résidu)

Déséquilibre (par rapport à la terre)

— des bobines de charge . . . . . G.542, p. 3

Déséquilibres de capacité

Définitions . . . . . G.541, p. 8
Déséquilibres de capacité admissibles
— dans un câble à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 4
— dans un câble chargé . . . . . G.541, p. 6

Diaphonie entre circuits complets

— pour les circuits téléphoniques nationaux et internationaux . . . . . G.134, p. 1
G.151, p. 4
— dans le cas de circuits pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 3
— de type normal . . . . . J.21, p. 3

Diaphonie dans une longueur de fabrication

— de câble à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 3

Diaphonie dans une section d'amplification

— d'un câble à paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 4
— d'un câble à paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 4
— d'un câble à paires symétriques non chargées
  — cas des répéteurs à transistors . . . . . G.321, p. 5
  — cas des répéteurs à tubes . . . . . G.321, p. 6
— d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 2
— d'une ligne en fils aériens servant pour un système à courants porteurs (procurant 12 circuits téléphoniques) . . . . . G.313, p. 2

Diaphonie (due aux installations)

— dans un centre international . . . . . G.134, p. 1
— dans les équipements terminaux de systèmes à courants porteurs
  — bruit de diaphonie . . . . . G.223, p. 4
    G.232, p. 6
  — diaphonie intelligible . . . . . G.232, p. 4
    G.235, p. 3
— entre répéteurs
  — cas des circuits à deux fils (téléphonie aux fréquences vocales) . . . . . G.532, p. 3
  — cas des circuits à quatre fils (téléphonie aux fréquences vocales) . . . . . G.531, p. 1
  — cas des systèmes à courants porteurs
    — sur lignes en fils aériens (systèmes procurant 12 circuits téléphoniques) . . G.312, p. 2
    — sur paires symétriques non chargées en câble . . . . . G.322, p. 10
      G.324, p. 3
    — systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2
— introduite par le câblage d'une station de répéteurs à fréquences vocales . . . . G.531, p. 2
    G.532, p. 3
  — sur paires symétriques non chargées en câble . . . . . G.322, p. 10
    G.324, p. 3
  — systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2
— due à un suppresseur d'écho . . . . . G.161, p. 7
— entre amplificateurs de circuits pour transmissions radiophoniques de type ancien J.42, p. 2

Diaphonies (diverses)

— pour les bobines de charge . . . . . G.542, p. 3
— entre enroulements d'un transformateur de ligne et entre transformateurs de ligne G.544, p. 2
Méthodes de mesure . . . . . G.134, p. 2
Méthodes pour accroître l'affaiblissement diaphonique entre lignes en fils aériens . . . G.313, p. 2
Paradiaphonie aux fréquences pilotes . . . . . G.221, p. 2
Paradiaphonie entre les deux sens d'une liaison pour télégraphie harmonique . . . . H.22, p. 4
Télédiaphonie secondaire due aux réflexions . . . . . G.322, p. 8

Diaphonie

— entre deux circuits pour transmissions télévisuelles (systèmes) . . . . . J.62, p. 1

Dimensions

Dimensions des bâtis de systèmes à courants porteurs . . . . . G.231, p. 2

Dispositifs commandés par les courants vocaux

— dans les stations de navires et par l'onde porteuse dans les stations côtières . . . G.632

Distorsion d'affaiblissement (en fonction de la fréquence)
(limites admissibles pour les variations des équivalents en fonction de la fréquence)

— des circuits téléphoniques internationaux . . . . . G.124, p. 1
— des circuits à fréquences vocales . . . . . G.511, p. 1
— des circuits de plus de 2500 km en câble G.153
— des circuits à large bande en groupe primaire . . . . . H.14, p. 2
— des circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 1
— des circuits pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 1
— normal de type A . . . . . J.21, p. 2
— normal de type B . . . . . J.31, p. 1
— des équipements terminaux d'un système à courants porteurs . . . . . G.232, p. 1
G.234, p. 3
G.235, p. 1
— des systèmes sur faisceaux hertziens . . . . . G.423, p. 10
— d'une chaîne internationale . . . . . G.131, p. 1
G.151, p. 1
G.232, p. 2
— d'une liaison pour télégraphie harmonique sur circuits à fréquences vocales . . . H.23, p. 1
— d'une liaison pour télégraphie harmonique sur systèmes à courants porteurs . . . H.22, p. 2
— d'une ligne reliant un centre international à un central urbain . . . . . G.112, p. 2
(P.12, p. 2)
G.124, p. 1
— entre stations phototélégraphiques . . . . . H.41, p. 2
Réduction de qualité due à la — . . . . . G.113, p. 2
(P.13, p. 2)

Distorsion harmonique ou distorsion de non-linéarité

Distorsion de non-linéarité d'un circuit téléphonique . . . . . G.151, p. 5
Distorsion de non-linéarité d'un circuit pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 4
— de type normal . . . . . J.21, p. 4
Distorsion de non-linéarité d'un amplificateur pour transmissions radiophoniques, de type ancien . . . . . J.42, p. 2
Distorsion de non-linéarité due aux équipements terminaux de systèmes à courants porteurs . . . . . G.235, p. 5
Distorsion harmonique des répéteurs
— pour circuits à deux fils (à fréquences vocales) . . . . . G.532, p. 4
— pour circuits à quatre fils (à fréquences vocales) . . . . . G.531, p. 3
— pour systèmes à courants porteurs procurant 12 circuits téléphoniques sur fils aériens . . . . . G.312, p. 2
— pour systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble G.322, p. 9
G.324, p. 2
— pour systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2

Distorsion de phase ou distorsion du temps de propagation de groupe

— d'un circuit
— téléphonique international G.133
(P.15)
— du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 3
— à large bande en groupe primaire . . . . . H.14, p. 2
— à large bande en groupe secondaire . . . . . H.15, p. 1
— pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 1
— normal de type A . . . . . J.21, p. 3
— normal de type B . . . . . J.31, p. 2
— utilisé pour la phototélégraphie . . . . . H.41, p. 3
H.42, p. 1

Distorsion de phase ou distorsion du temps de propagation de groupe (suite)

— admissible pour les liaisons pour télégraphie harmonique . . . . . H.22, p. 4
— admissible pour une chaîne à quatre fils G.133
(P.15)
Valeurs typiques à plusieurs fréquences . . . . . G.232, p. 1
G.235, p. 1
Variation admissible de la distorsion de phase globale avec la fréquence pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 2

Distorsion d'intermodulation

— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2

Dynamique (d'un programme radiophonique)

Valeur admise . . . . . J.14, p. 4

Echos

Affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho . . . . . G.122, p. 4
Affaiblissement du trajet national au point de vue de l'écho . . . . . G.122, p. 3
Courbe de tolérance à l'écho . . . . . G.131, p. 4
Equivalent admissible au point de vue de l'écho . . . . . G.131, p. 3
Influence des réseaux nationaux sur l'écho dans les communications internationales G.122
Limitation des échos . . . . . G.131, p. 3
Suppresseurs d'écho (voir: Suppresseurs)

Eléments binaires

Systèmes M.I.C. . . . . G.711, p. 1
Nombre d'— par secteur de temps . . . . . G.711, p. 2

Eléments normalisés

Emploi dans les installations de transmission G.102

Equilibrage

Affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho . . . . . G.122, p. 4
Affaiblissement d'équilibrage dans un réseau national . . . . . G.122, p. 1
Equilibrage de l'impédance d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 2

Equipements de modulation

— de groupe primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire G.233
— de voie G.232
G.234
G.235
Définition G.211

Equipements de télégraphie

Caractéristiques essentielles des — utilisés dans les systèmes internationaux de télégraphie harmonique H.23

Equipements de transmission

Emploi d'éléments normalisés dans les — . . . . . G.231, p. 2

Equipements terminaux

— des faisceaux hertziens incorporés au réseau général G.412
— pour systèmes téléphoniques à courants porteurs
— équipements à 8 voies G.234
— équipements à 12 voies G.232
— équipements à 16 voies G.235
Caractéristiques principales des — du bloc primaire M.I.C. . . . . G.711, p. 1

Equivalent

— admissible des circuits à quatre fils servant à des transmissions phototélégraphiques H.41, p. 1
Limites en dehors de la bande 300-3400 Hz . . . . . G.232, p. 3
Réglage de l'équivalent . . . . . G.131, p. 3
Variation de l'équivalent en fonction de l'amplitude, dans les équipements terminaux de systèmes à courants porteurs . . . . . G.232, p. 1
Variation de l'équivalent en fonction de la fréquence (voir: Distorsion d'affaiblissement)
Variation de l'équivalent en fonction du temps (voir: Variation en fonction du temps)

Equivalent de référence

— dans une communication internationale . . . . . G.111, p. 1
(P.11, p. 1)
— de l'effet local . . . . . G.121, p. 5
(P.21, p. 5)
— des systèmes nationaux
— définition . . . . . G.121, p. 1
(P.21, p. 1)
— détermination . . . . . G.121, p. 4
(P.21, p. 4)
— minimaux . . . . . G.121, p. 3
(P.21, p. 3)
— nominaux . . . . . G.111, p. 1
(P.11, p. 1)
— valeurs maximales . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
G.121, p. 3
(P.21, p. 3)
— nominal de la chaîne internationale . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
— nominal d'une communication complète . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
Influence du bruit de circuit sur les équivalents nominaux . . . . . G.111, p. 4
(P.11, p. 4)
Limites pratiques de l'— entre deux opératrices . . . . . G.111, p. 4
(P.11, p. 4)
Limites pratiques de l'— entre une opératrice et un abonné . . . . . G.111, p. 4
(P.11, p. 4)
Répartition des — dans un pays d'étendue moyenne ou grande . . . . . G.121, p. 2
(P.21, p. 2)
Variations en fonction du temps . . . . . G.111, p. 4
(P.11, p. 4)

Evanouissement des signaux . . . . . G.611, p. 1

Correcteur d'évanouissement G.622

Extrémités virtuelles

Affaiblissement nominal entre — . . . . . G.101, p. 2
Définition . . . . . G.122, p. 1

Fac-similé

Caractéristiques des circuits à large bande en groupe primaire pour la transmission des signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.) H.14
H.52

Facteur de bruit

— d'un répéteur pour systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2
— d'un répéteur sur paires symétriques en câble . . . . . G.322, p. 10

Faisceaux hertziens

Emploi des — G.411
G.611, p. 2
Qualité des — . . . . . G.228, p. 3

Filtres de transfert de groupe

— primaire . . . . . G.242, p. 2
— secondaire . . . . . G.242, p. 3
— tertiaire . . . . . G.242, p. 4
— quaternaire . . . . . G.242, p. 5
— d'assemblage de 15 groupes secondaires . . . . . G.242, p. 6

Force électromotrice psophométrique (voir aussi: Bruits et puissance psophométrique)

— admissible à l'extrémité d'un circuit téléphonique international G.143
— aux bornes ligne du poste d'abonné . . . . . G.123, p. 1
— produite par les installations de télégraphie simultanée par circuits fantômes . . . H.33, p. 1
— produite par un amplificateur pour transmissions radiophoniques, de type ancien J.42, p. 2
— sur un circuit pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 2
— de type normal . . . . . J.21, p. 3
J.31, p. 2

Fréquence

Bande de fréquences transmises (voir: Bande de fréquences)
Contrôle des fréquences dans les systèmes à courants porteurs . . . . . G.225, p. 2
Ecart de fréquence admissible pour systèmes à courants porteurs . . . . . G.225, p. 2
Erreur sur la restitution des fréquences G.135
— circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . . H.12, p. 3
— systèmes (12 + 12) sur paire symétrique . . . . . G.325, p. 3
Plan des fréquences pour systèmes en câble sous-marins . . . . . G.371, p. 3
Précision des fréquences porteuses G.225
Fréquences
— de coupure d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 3
— de l'onde de mesure sur les circuits internationaux . . . . . G.141, p. 2
— de mesure sur les systèmes à courants porteurs (voir: Ondes additionnelles de mesure)
— effectivement transmises (voir: Bande de fréquences)
— pilotes (voir: Ondes pilotes)
— porteuses de voies télégraphiques . . . . . H.23, p. 2
— porteuses pour la transmission en ligne d'un signal de télévision
— système à 4 MHz . . . . . J.71, p. 1
— système à 6 MHz . . . . . G.344, p. 2
J.73, p. 3
— système à 12 MHz . . . . . J.73, p. 1
— utilisées pour la surveillance dans les systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales . . G.332, p. 12
Réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises . . . . . G.113, p. 1
(P.13, p. 1)

Fréquence (suite)

Répartition des fréquences dans un groupe primaire
— à 8 voies . . . . . G.234, p. 1
— à 16 voies . . . . . G.235, p. 1
Répartition des fréquences transmises en ligne dans les systèmes téléphoniques à courants porteurs
— systèmes à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 1
— systèmes à 8 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.314, p. 1
— systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.311, p. 2
— systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 1
— systèmes (12 + 12) en câble . . . . . G.325, p. 2
G.327, p. 1
— systèmes sur faisceaux hertziens . . . . . G.423, p. 3
— systèmes sur paires symétriques non chargées en câble . . . . . G.322, p. 3
— systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 2,6 MHz . . . . . G.337, p. 2
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 1
— à 6 MHz . . . . . G.337, p. 3
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 1
— à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 1
— systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm
— à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 1
— à 4 MHz . . . . . G.343, p. 1
— à 6 MHz . . . . . G.344, p. 1
Stabilité des fréquences porteuses virtuelles dans les systèmes téléphoniques à courants porteurs
— recommandation générale G.135
— systèmes à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 3
— systèmes procurant 8 circuits téléphoniques sur fils aériens . . . . . G.314, p. 2
— systèmes procurant 12 circuits téléphoniques sur fils aériens . . . . . G.311, p. 7
— systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 2
— systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 4
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 5
— systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.341, p. 2

Gain

— des amplificateurs pour transmissions radiophoniques (circuits de type ancien) . . . J.42, p. 1
— procurés par les répéteurs
— pour circuits à deux fils à fréquences vocales . . . . . G.532, p. 2
— pour circuits à quatre fils à fréquences vocales . . . . . G.531, p. 1
— pour systèmes sur paires symétriques non chargées en câble . . . . . G.324, p. 2
— pour systèmes procurant 12 circuits téléphoniques sur fils aériens . . . . . G.312, p. 1
Réglage automatique du gain sur des circuits radiophoniques . . . . . G.611, p. 3

Groupes (de voies téléphoniques)

Constitution du groupe primaire, secondaire de base, etc. . . . . G.233, p. 2
Groupe primaire de base, dans les systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens . . . . G.311, p. 2
Groupe quaternaire . . . . . G.243, p. 2
Ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, etc. (voir: Ondes pilotes de groupe)
Recommandations relatives aux groupes des systèmes en câble sous-marin . . . . . G.371, p. 2
Transfert du groupe primaire, secondaire de base, etc. G.242

Harmonique (télégraphie) (voir: Télégraphie)

Hystérésis

Résistance additionnelle due à l'hystérésis (pour les bobines de charge) . . . . . G.542, p. 2

Impédance

Adaptation (voir: Adaptation d'impédance)
Equilibrage de l'impédance d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 2
Impédance des circuits internationaux et interurbains . . . . . G.163, p. 4
— caractéristique de câbles chargés . . . . . G.543, p. 4
— caractéristique des câbles à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 2
— caractéristique des paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 1-3
— caractéristique des paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 2
— caractéristique d'une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
— des amplificateurs pour transmissions radiophoniques (circuits de type ancien) . . . J.42, p. 2
— des équipements terminaux pour systèmes à courants porteurs . . . . . G.232, p. 7
— des répéteurs
— pour circuits à deux fils (téléphonie aux fréquences vocales) . . . . . G.532, p. 2
— pour circuits à quatre fils (téléphonie aux fréquences vocales) . . . . . G.531, p. 1
— pour systèmes à 12 circuits à courants porteurs sur ligne en fils aériens . . . . G.312, p. 1
— des termineurs . . . . . G.544, p. 4
— des transformateurs de ligne . . . . . G.544, p. 3
— moyenne d'une section d'amplification d'une paire coaxiale 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 3
— nominale d'une ligne en fils aériens . . . . . G.312, p. 1
Régularité d'impédance (voir: Régularité)

Impulsions

Indicateurs d'impulsions utilisés sur les circuits
— pour transmissions radiophoniques . . . . . J.14, p. 4
— radiotéléphoniques G.621

Indicateurs (d'amplitude maximum, de crête, d'impulsions, de volume)

Emploi dans les transmissions radiophoniques . . . . . J.14, p. 3
Emploi sur les circuits radiotéléphoniques G.621

Inductance

— des bobines de charge . . . . . G.542, p. 1
— mutuelles dans les câbles à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 4
Différence d'inductance des bobines de charge des deux paires d'une quarte . . . . . G.542, p. 3

Interconnexion

— avec le réseau terrestre des systèmes à courants porteurs en câble sous-marin . . . G.371, p. 1
— des circuits internationaux et interurbains . . . . . G.163, p. 3
— des circuits téléphoniques aux fréquences vocales . . . . . G.243, p. 1
— avec 2 circuits radiotéléphoniques au moyen d'un circuit terrestre à quatre fils . . G.612
— des faisceaux hertziens avec le réseau général G.421
— de systèmes dans une station principale de répéteurs . . . . . G.213, p. 1
G.325, p. 5
G.333, p. 5
G.341, p. 4
G.343, p. 4
G.423, p. 1
— de systèmes pour transmissions télévisuelles . . . . . J.72, p. 1
J.73, p. 4
J.75, p. 1
— de systèmes sur paires coaxiales
— cas des systèmes à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 4
— cas des systèmes à 4 MHz . . . . . G.343, p. 3
— cas des systèmes à 6 MHz . . . . . G.344, p. 4
— cas des systèmes à 12 MHz . . . . . G.332, p. 12
G.339, p. 2

Interconnexion (suite)

— cas des systèmes à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 5
— de types différents G.352
— de systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
— directe en ligne des systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 5

Interférences

— à l'extrémité d'une liaison en groupe primaire liées à l'utilisation de l'onde pilote de groupe primaire . . . . . G.232, p. 10
— à l'extrémité d'une liaison en groupe secondaire ou d'une liaison en groupe primaire liées à l'utilisation de l'onde pilote de groupe secondaire . . . . . G.232, p. 12
— causées par les sources d'alimentation dans les liaisons pour télégraphie harmonique H.22, p. 5
— mutuelles entre ondes pilotes et signalisation hors bande . . . . . G.232, p. 9

Isolement

— des bobines de charge . . . . . G.542, p. 3
— des câblages d'une station de répéteurs . . . . . G.544, p. 5
Résistance d'isolement
— d'un câble chargé . . . . . G.541, p. 4
G.543, p. 1
— d'un câble à paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 2-4
— d'un câble à paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 3-5
— d'un câble à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 5-6
— d'un transformateur de ligne . . . . . G.544, p. 2

Krarupisation

Emploi de câbles krarupisés . . . . . G.521, p. 6

Liaison en groupe primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire ou en assemblage de 15 groupes secondaires

Définition G.211, p. 5

Liaison en ligne (à paires symétriques, coaxiales, etc.)

Définition . . . . . G.211, p. 5
Point d'entrée et de sortie d'une liaison en ligne . . . . . G.213, p. 1

Liaison internationale pour télégraphie harmonique

Composition . . . . . H.21, p. 1
Conditions imposées H.22

Liaison radiophonique internationale

Définition J.12
Réglage et surveillance J.14

Lignes en câble

— à paires coaxiales 2,6/9,5 mm G.331
— à paires coaxiales 1,2/4,4 mm G.342
— à paires symétriques non chargées G.321
— sur paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
— procurant des circuits téléphoniques à fréquences vocales . . . . . G.521, p. 6
— utilisées pour les transmissions radiophoniques
— circuits de type ancien . . . . . J.42, p. 1
— circuits de type A . . . . . J.22, p. 1

Lignes en fils aériens

Etablissement des lignes en fils aériens (qualités mécaniques, qualités électriques) . . . G.521, p. 1
Impédance nominale d'une ligne en fils aériens . . . . . G.312, p. 1
Lignes en fils aériens utilisées
— aux fréquences vocales G.521
— avec 3 circuits téléphoniques à courants porteurs G.361
— avec des systèmes à 12 circuits téléphoniques à courants porteurs G.313
Méthodes pour accroître l'affaiblissement diaphonique entre lignes en fils aériens . . . G.313, p. 2
Points de coupure sur les lignes internationales en fils aériens . . . . . G.521, p. 4
Pupinisation des lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 1
Questionnaire pour l'emploi de courants porteurs sur des lignes en fils aériens existantes G.361, p. 5
Service de patrouille de surveillance le long des lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 5

Ligne internationale pour télégraphie harmonique

Composition H.21

Lignes à grande distance

— radiophonique internationale J.12
— télévisuelle internationale J.61

Lignes locales

— pour transmissions télévisuelles J.76

Lignes mixtes

Conditions générales à remplir par les lignes mixtes . . . . . G.521, p. 5

Lignes d'ordre (dans un câble à paires coaxiales) . . . . . G.351, p. 2

Longueurs de fabrication

— des câbles de télécommunication chargés G.541

Mesures

Points d'accès pour les mesures des circuits internationaux . . . . . G.141, p. 1

Modulation

Absence de modulation (télégraphie harmonique) . . . . . H.22, p. 7
— d'amplitude (télégraphie harmonique) . . . . . H.23, p. 1
— de fréquence . . . . . H.23, p. 2
— du signal de télévision transmis en ligne . . . . . J.74, p. 1
Mesures sur les équipements de modulation . . . . . J.74, p. 1
Modulation avec bande latérale résiduelle . . . . . J.71, p. 1
J.72, p. 3
Polarité de la modulation . . . . . J.71, p. 2
— par impulsion et codage (M.I.C.) G.711

Niveaux

Limites admissibles pour les variations, en fonction de la fréquence, des niveaux à la sortie d'un répéteur pour transmissions radiophoniques (de type ancien) . . . . . J.41, p. 1
— de fonctionnement d'un suppresseur d'écho . . . . . G.161, p. 5
— relatif maximum sur les circuits téléphoniques à fréquences vocales
— à la sortie d'un répéteur à deux fils . . . . . G.532, p. 4
— à la sortie d'un répéteur à quatre fils . . . . . G.531, p. 3
— relatif de puissance
— définition . . . . . G.141, p. 1

Niveaux (suite)

— aux répartiteurs de groupes primaires, secondaires, tertiaires, quaternaires ou d'assemblage de base de 15 groupes secondaires G.233
— relatifs aux points d'entrée et de sortie pour la téléphonie . . . . . G.213, p. 4
— relatifs au point d'interconnexion avec un faisceau hertzien . . . . . G.423, p. 3
— relatifs dans les stations principales pour systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
— relatifs dans les systèmes téléphoniques à courants porteurs (en particulier à la sortie des répéteurs frontières)
— système à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 2
— système à 8 circuits sur lignes en fils aériens . . . . . G.314, p. 1
— systèmes à 12 circuits sur lignes en fils aériens . . . . . G.311, p. 1
— systèmes sur paires symétriques non chargées en câble . . . . . G.322, p. 9
G.324, p. 2
— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 5
G.326, p. 1
— systèmes à 1,3 MHz sur paires coaxiales . . . . . G.341, p. 3
— systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales . . . . . G.343, p. 3
— systèmes à 6 MHz sur paires coaxiales . . . . . G.344, p. 4
— systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales . . . . . G.332, p. 12
G.339, p. 2
— systèmes à 40 et 60 MHz sur paires coaxiales . . . . . G.333, p. 5
— relatifs en un point d'un circuit à quatre fils . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
— relatifs en un point d'un équipement de transmission . . . . . G.141, p. 2
— relatifs, spécifiés aux extrémités virtuelles des circuits internationaux . . . . . G.141, p. 1
— relatifs sur une liaison radiophonique internationale . . . . . J.13, p. 1
Point de niveau relatif zéro . . . . . G.111, p. 2
(P.11, p. 2)
Réglage du niveau en un point de passage par le groupe primaire de base . . . . G.233, p. 6

Niveau de saturation

Définition . . . . . G.223, p. 5
Limite pour des répéteurs de systèmes à courants porteurs
— sur fils aériens (procurant 12 circuits) . . . . . G.312, p. 2
— sur paires symétriques . . . . . G.322, p. 10
G.324, p. 3
— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2

Ondes additionnelles de mesure

— des systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 2,6 MHz . . . . . G.337, p. 2
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 5
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 8
G.339, p. 2
— des systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm
— à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 2
— à 4 MHz . . . . . G.343, p. 3
— à 6 MHz . . . . . G.344, p. 3
— des systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 2
Protection aux points de transfert G.243
Transmission sur un faisceau hertzien . . . . . G.423, p. 9

Ondes de comparaison de fréquences

— dans les systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 5
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 7

TOME III — Index, p. 18

Ondes de comparaison de fréquences (suite)

— à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 2
— dans les systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm
— à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 2
— à 4 MHz . . . . . G.343, p. 1
— à 6 MHz . . . . . G.344, p. 3

Ondes de surveillance

— pour les systèmes sur paires symétriques non chargées . . . . . G.322, p. 9

Ondes pilotes de groupe (primaire, secondaire, etc.)

Emploi et caractéristiques G.241
Emploi avec les groupes primaires à 8 voies . . . . . G.232, p. 7
G.234, p. 3
Emploi avec les groupes primaires et sanitaires à 16 voies . . . . . G.235, p. 3
Protection ou suppression en certains points . . . . . G.241, p. 4
Suppression par les équipements de voie . . . . . G.232, p. 7
G.234, p. 3
Transmission sur un faisceau hertzien . . . . . G.423, p. 9

Ondes pilotes de ligne

— dans les systèmes à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 2
— dans les systèmes à 8 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.314, p. 2
— dans les systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.311, p. 4
— dans les systèmes (12 + 12) en câble . . . . . G.325, p. 2
G.327, p. 1
— dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble G.322, p. 6
— dans les systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 2,6 MHz . . . . . G.337, p. 2
— à 4 MHz . . . . . G.338, p. 4
— à 6 MHz . . . . . G.337, p. 3
— à 12 MHz . . . . . G.332, p. 5
G.339, p. 2
— à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 2
— dans les systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm
— à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 1
— à 4 MHz . . . . . G.343, p. 1
— à 6 MHz . . . . . G.344, p. 3
— dans les systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 2
Protection des ondes pilotes aux points de transfert G.243
Stabilité des générateurs de courants pilotes
— systèmes à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 2
— systèmes à 8 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.314, p. 2
— systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.311, p. 6
Transmission ou blocage sur un faisceau hertzien . . . . . G.423, p. 9

Origine d'un circuit

— pour transmissions radiophoniques . . . . . J.12, p. 1
— de télévision . . . . . J.61, p. 1

Paires coaxiales

— utilisées pour la télévision . . . . . J.71, p. 1
Section de paire coaxiale traversant une frontière . . . . . G.352, p. 3
Spécification du câble à paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 1

Paires coaxiales (suite)

Spécification d'une section d'amplification de paire coaxiale 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 2
Spécification d'une section d'amplification de paire coaxiale 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 3
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.337, p. 1
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.341, p. 1
Systèmes à (120 + 120) voies sur paire coaxiale unique G.356
Type de paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisé . . . . . G.331, p. 1

Paires symétriques (non chargées en câble)

Caractéristiques électriques de câbles à paires symétriques . . . . . G.321, p. 1
Section de câble à paires symétriques traversant une frontière . . . . . G.321, p. 2
Spécification d'une section d'amplification
— avec répéteurs à transistors . . . . . G.321, p. 5
— avec répéteurs à tubes à vide . . . . . G.321, p. 6
Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques
— à transistors G.322
— à tubes à vide G.324
Systèmes (12 + 12) utilisant
— des transistors G.325
— des tubes à vide G.327
Systèmes types (12 + 12) utilisant des transistors G.326
Types de câbles à paires symétriques normalisés . . . . . G.321, p. 1
Utilisation des circuits fantômes, ou de la bande des fréquences inférieures à 12 kHz, pour des transmissions radiophoniques . . . . . J.22, p. 2

Paradiaphonie (voir: Diaphonie)

Parasites (en télévision) . . . . . J.73, p. 5

Perditance

— d'un câble chargé . . . . . G.541, p. 6

Phototélégraphie H.31

Plan de transmission

Ancien plan de transmission . . . . . G.163, p. 3
Plan national de transmission . . . . . G.120, p. 2 (P.20, p. 2)
Définition des parties constitutives d'une communication . . . . . G.101, p. 2
Nombre maximum de circuits . . . . . G.101, p. 4
Principes . . . . . G.101, p. 1

Poids psophométriques . . . . . G.223, p. 4-7

Points de coupure

— sur les lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 4

Points d'entrée et de sortie

— des équipements radioélectriques dans la bande de base . . . . . G.213, p. 4
— d'une liaison en ligne, pour la téléphonie . . . . . G.213, p. 1
Niveaux relatifs aux — pour la téléphonie . . . . . G.213, p. 4

Points de transfert de groupe (primaire, secondaire, etc.)

Définition . . . . . G.211, p. 8

Polarité (des signaux) en télévision . . . . . J.71, p. 2

TOME III — Index, p. 20

Protection

— contre les tensions impulsives nuisibles . . . . . G.232, p. 4
— et suppression des ondes pilotes . . . . . G.232, p. 7

Psophométrique (force électromotrice, poids, puissance) (voir: Force électromotrice psophométrique, Poids psophométriques. Puissance psophométrique)

Puissance

— d'une impulsion de signalisation G.224
— moyenne nominale des signaux sur une voie téléphonique . . . . . G.223, p. 1
— équivalente de crête du signal multiplex . . . . . G.223, p. 5
— transmise au cours d'une transmission radiophonique . . . . . J.13, p. 1
— admissible par voie
  — pour systèmes de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude . . . . H.23, p. 1
  — pour systèmes de télégraphie harmonique à modulation de fréquence . . . . H.23, p. 2
— à la sortie d'un répéteur
  — pour un circuit à deux fils (à fréquences vocales) . . . . . G.532, p. 4
  — pour un circuit à quatre fils (à fréquences vocales) . . . . . G.531, p. 3
  — pour télégraphie harmonique . . . . . G.531, p. 3
— dans les transmissions phototélégraphiques
  — avec modulation d'amplitude . . . . . H.41, p. 2
  — avec modulation de fréquence . . . . . H.41, p. 2
— des courants télégraphiques dans une transmission télégraphique privée
  — en alternat . . . . . H.31, p. 1
  — simultanée . . . . . H.32, p. 1
— pour la transmission de données . . . . . H.51, p. 1
— utilisable (voir: Niveau de saturation)
Niveau de puissance sur des circuits à large bande en groupe primaire pour la transmission des signaux à large spectre . . . . . H.52, p. 1
Niveau de puissance sur des circuits à large bande en groupe secondaire pour la transmission des signaux à large spectre . . . . . H.53, p. 1

Puissance de bruit

Limites à l'émission au point de niveau relatif zéro sur un circuit international au CT3 G.123, p. 5

Puissance psophométrique (voir aussi: Bruits, force électromotrice psophométrique)

Définition . . . . . G.212, p. 2
— moyenne sur une communication internationale . . . . . G.143, p. 1
Limite par kilomètre pour un système de plus de 2500 km
— en câble terrestre . . . . . G.153, p. 3
— en câble sous-marin . . . . . G.153, p. 3
— sur lignes en fils aériens . . . . . G.153, p. 4
Objectifs pour les circuits fictifs de référence
— sur câbles ou faisceaux hertziens G.222
— sur faisceaux hertziens G.441
G.442
G.443
— sur faisceaux hertziens transhorizon G.444
— sur lignes en fils aériens . . . . . G.311, p. 7
— sur paires coaxiales
  — pour systèmes à 1,3 MHz . . . . . G.341, p. 3
  — pour systèmes à 4 MHz . . . . . G.338, p. 6
  — pour systèmes à 12 MHz . . . . . G.332, p. 9
  — pour systèmes à 40 et 60 MHz . . . . . G.333, p. 5
— sur paires symétriques . . . . . G.322, p. 3
— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.325, p. 3
— systèmes analogiques à courants porteurs pour très courtes distances . . . . . G.125, p. 1
— systèmes de télécommunication par satellite G.445

Pupinisation

— des câbles intercalés sur les lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 6
— des lignes en fils aériens . . . . . G.521, p. 1
Pas de pupinisation . . . . . G.543, p. 3

Qualité des circuits téléphoniques

Amélioration de la qualité des circuits à fréquences vocales de types anciens G.511

Qualité de transmission

Amélioration de la qualité de transmission dans les réseaux existants . . . . . G.120, p. 3 (P.20, p. 3)
Choix d'une méthode de spécification de la qualité de transmission . . . . . G.120, p. 2 (P.20, p. 2)
Indice de la qualité de transmission . . . . . G.112, p. 3 (P.12, p. 3)
Réduction de la qualité de transmission due
— à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises . . . . . G.113, p. 1 (P.13, p. 1)
— au bruit de circuit . . . . . G.113, p. 2 (P.13, p. 2)
— au bruit de salle . . . . . G.113, p. 2 (P.13, p. 2)

Radiotéléphonie

Recommandations relatives à la coordination de la radiotéléphonie et de la téléphonie G.611, p. 1
Service radiotéléphonique en mer: caractéristiques essentielles des dispositifs commandés par les courants vocaux et par l'onde porteuse G.632

Réflexions (voir: Adaptation d'impédance)

Réglage

— d'une liaison radiophonique . . . . . J.14, p. 1

Régularité (de l'impédance)

— d'un câble à paires symétriques . . . . . G.321, p. 6
— d'une paire coaxiale 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 1-3
— d'une paire coaxiale 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 2-3
— d'une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3

Régulateur

— de volume (radiotéléphonie) . . . . . G.621, p. 2

Régulation

— des systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique . . . . . G.356, p. 3
Ondes pilotes de régulation (voir: Ondes pilotes de ligne)
Section de régulation de ligne . . . . . G.211, p. 8

Rendement énergétique

— d'un transformateur de ligne . . . . . G.544, p. 3

TOME III — Index, p. 22

Répéteurs

Adaptation de l'impédance d'entrée et de sortie de chaque répéteur à l'impédance de la ligne (voir: Adaptation d'impédance)
Alimentation des répéteurs (installation d') . . . . . G.544, p. 4
— de jonction entre deux câbles de caractéristiques différentes (fréquences vocales) . . G.533
— intermédiaires pour systèmes téléphoniques à courants porteurs
— systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens G.312
— systèmes (12 + 12) sur paires symétriques . . . . . G.326, p. 2
— pour circuits à fréquences vocales
— à deux fils G.532
— à quatre fils G.531
Stations de répéteurs (voir: Stations)

Réseaux compensateurs de télédiaphonie . . . . . G.324, p. 3

Réseau téléphonique national

Bruit de circuit dans le — G.123
Caractéristiques de transmission . . . . . G.120, p. 1
(P.20, p. 1)
Indications au sujet de l'organisation . . . . . G.120, p. 2
(P.20, p. 2)
Influence d'un — sur la stabilité et l'écho dans les communications internationales . . . G.122

Résidus

— de signaux en dehors de la bande de base pour systèmes sur faisceau hertzien . . . G.423, p. 9-13

Résidu de courant porteur

— pour circuits à large bande en groupe primaire . . . . . H.14, p. 3
— pour circuits à large bande en groupe secondaire . . . . . H.15, p. 1
— transmis en ligne dans un système à courants porteurs . . . . . G.232, p. 3
G.235, p. 2
— à 3 circuits sur ligne en fils aériens . . . . . G.361, p. 3
— systèmes (12 + 12) en câble . . . . . G.327, p. 2

Résistance

— des conducteurs d'un câble chargé . . . . . G.541, p. 4
— d'isolement (voir: Isolement)
— en courant continu et résistance effective des bobines de charge . . . . . G.542, p. 2
Différences de résistance entre les conducteurs et entre les paires d'un câble chargé
— dans une longueur de fabrication . . . . . G.541, p. 4
— dans une section d'amplification . . . . . G.543, p. 1
Différence de résistance entre les bobines de charge des deux paires d'une quarte . . . G.542, p. 4

Rigidité diélectrique

— des bobines de charge . . . . . G.542, p. 3
— des câblages des stations de répéteurs . . . . . G.544, p. 4-5
— des transformateurs de ligne . . . . . G.544, p. 2
— d'un câble chargé . . . . . G.541, p. 4
G.543, p. 1
— d'un câble à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 5-6
— d'un câble à paires coaxiales 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 2-4
— d'un câble à paires coaxiales 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 2-5

Secours

Source d'énergie de secours pour système sur paires coaxiales . . . . . G.351, p. 4

Secret des conversations

Dispositifs employés pour assurer le secret des conversations G.624

Secteur de temps

Nombre d'éléments binaires par secteur de temps . . . . . G.711, p. 2
Nombre de secteurs de temps par trame . . . . . G.711, p. 2

Section d'amplification

— élémentaire (dans le cas d'un câble à paires coaxiales) (définition) . . . . . G.351, p. 2
— principale (dans le cas d'un câble à paires coaxiales) (définition) . . . . . G.351, p. 2
Spécification d'une section d'amplification
— d'une paire coaxiale 2,6/9,5 mm . . . . . G.331, p. 2
— d'une paire coaxiale 1,2/4,4 mm . . . . . G.342, p. 3

Section frontière

Interconnexion dans une section frontière (voir: Interconnexion)
Méthodes de coopération pour la construction d'une section d'amplification qui traverse une frontière
— cas d'un câble à paires symétriques non chargées . . . . . G.321, p. 2
— cas d'un câble à paires coaxiales . . . . . G.352, p. 3
— cas d'un câble chargé . . . . . G.543, p. 4

Sections nationales terminales connectées à la ligne internationale

Constitution . . . . . H.21, p. 3

Section de groupe primaire, secondaire, etc.

Définition . . . . . G.211, p. 7

Section homogène

Définition . . . . . G.212, p. 2

Section de régulation de ligne

Définition . . . . . G.211, p. 8

Sensibilité

— différentielle des suppresseurs d'écho . . . . . G.161, p. 3

Signal téléphonique conventionnel . . . . . G.223, p. 4
G.227

Spécifications recommandées

par le C.C.I.T.T. pour les circuits en câble à fréquences vocales . . . . . G.533, p. 2

Stabilité

— de la transmission téléphonique . . . . . G.131, p. 1
G.151, p. 3
— des fréquences porteuses (voir: Fréquences)
— en ligne de systèmes en câble G.214
— magnétique des noyaux des bobines de charge . . . . . G.542, p. 1
Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et l'écho dans les communications internationales G.122

Stations radiotéléphoniques

Conditions requises pour les liaisons entre les stations radiotéléphoniques mobiles et les lignes téléphoniques internationales G.631
Dispositifs employés dans les stations de navires et dans les stations côtières G.632

Stations (de répéteurs) (voir aussi: Répéteurs)

— principale (définition) . . . . . G.211, p. 8
Câblage des stations de répéteurs à fréquences vocales . . . . . G.544, p. 4
Espacement des stations d'alimentation et des stations surveillées . . . . . G.351, p. 4
Interconnexion de systèmes dans une station principale de répéteurs . . . . . G.213, p. 1
G.333, p. 5
G.341, p. 4
G.343, p. 4
G.423, p. 1

Station
— téléalimentée . . . . . G.351, p. 2
— télérégulée . . . . . G.351, p. 2
— télésurveillée . . . . . G.351, p. 2

Suppresseurs d'écho

Caractéristiques dynamiques . . . . . G.161, p. 9
Caractéristiques de fonctionnement dans le cas de signaux d'entrée en régime permanent appliqués indépendamment sur les voies d'émission et de réception . . . . . G.161, p. 6
Caractéristiques des dispositifs de neutralisation des suppresseurs d'écho . . . . . G.161, p. 14
Différents types des suppresseurs d'écho et autres définitions . . . . . G.131, p. 5
G.161, p. 1
Emploi de suppresseurs d'écho sur les circuits utilisés pour la phototélégraphie . . . H.41, p. 1
Fonctionnement en présence d'un affaiblissement du trajet d'écho peu important . . . G.161, p. 14
Fonctionnement en régime permanent . . . . . G.161, p. 8
Fonctionnement intempestif des suppresseurs de réaction ou d'écho insérés dans une communication empruntant des circuits radiotéléphoniques et des circuits terrestres G.612, p. 1
G.623, p. 5
Influence des suppresseurs d'écho sur une transmission télégraphique privée . . . H.31, p. 1
Introduction des suppresseurs d'écho dans une communication . . . . . G.131, p. 7
Méthodes d'essai à mettre en œuvre pour mesurer les principales caractéristiques de fonctionnement des suppresseurs d'écho . . . . . G.161, p. 17
Mise en action sous l'effet d'une cause extérieure . . . . . G.161, p. 14
Objet, mode et cadre de fonctionnement . . . . . G.161, p. 5
Règles régissant l'utilisation de suppresseurs d'écho . . . . . G.131, p. 5
Temps caractéristique des suppresseurs d'écho . . . . . G.161, p. 3

Suppresseurs de réaction

Classification et caractéristiques des divers types de suppresseurs de réaction (radiotéléphonie) . . . . . G.623, p. 1
Emploi sur les circuits radiotéléphoniques . . . . . G.612, p. 1
Protection des suppresseurs de réaction placés sur un circuit radiotéléphonique . . . G.623, p. 4

Surtensions

Protection contre les surtensions extérieures en ligne, dans le cas des systèmes à courants porteurs (procurant 12 circuits téléphoniques) sur ligne en fils aériens . . . . . G.313, p. 2

Surveillance

— des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales . . . . . G.351, p. 2
— des transmissions radiophoniques . . . . . J.14, p. 4
— sur un répéteur inséré dans le circuit
— cas des circuits à deux fils à fréquences vocales . . . . . G.532, p. 3
— cas des circuits à quatre fils à fréquences vocales . . . . . G.531, p. 2
Service de patrouille de surveillance le long des lignes internationales en fils aériens G.521, p. 5

Systèmes à courants porteurs

Analogiques . . . . . G.125, p. 1
Circuits nationaux établis sur des systèmes à courants porteurs G.125
Circuits normaux pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs
— circuits de type A . . . . . J.22, p. 1
— circuits de type B . . . . . J.31, p. 1
Définitions relatives aux systèmes à courants porteurs . . . . . G.211, p. 1
Liaisons pour télégraphie harmonique sur systèmes à courants porteurs . . . . . H.22, p. 1
Numériques . . . . . G.125, p. 2
Recommandations globales . . . . . G.221, p. 1
Systèmes à 3 circuits sur fils aériens G.361
Systèmes à 8 circuits sur ligne en fils aériens G.314
Systèmes à 12 circuits sur ligne en fils aériens G.311
Systèmes (12 + 12) en câble utilisant des transistors G.325
Systèmes (12 + 12) en câble utilisant des tubes à vide G.327
Systèmes sur paires symétriques non chargées en câble utilisant des transistors G.322
Systèmes sur paires symétriques non chargées en câble utilisant des tubes à vide . . . G.324
Systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm G.337
Systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm G.341
Systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique G.356
Systèmes en câble sous-marin G.371
Systèmes sur faisceaux hertziens G.411
Systèmes types sur paires symétriques en câble utilisant des transistors G.323
Systèmes types sur une paire symétrique en câble (dits « 12 + 12 ») utilisant des transistors G.326
Transmission de données sur des lignes téléphoniques louées établies au moyen de systèmes à courants porteurs . . . . . H.51, p. 2

Systèmes de transmission numérique

Caractéristiques des systèmes M.I.C. G.711

Système international de télégraphie harmonique

Composition . . . . . H.21, p. 1

Taux d'échantillonnage

Systèmes M.I.C. . . . . G.711, p. 1

Téléalimentation

Systèmes de téléalimentation . . . . . G.341, p. 5

Téléalimentée (station) . . . . . G.531, p. 2

Télédiaphonie (voir: Diaphonie)

Télégraphie sur circuits téléphoniques ou dans les câbles téléphoniques

Bruit sur un faisceau hertzien, au point de vue de la télégraphie G.442
Coexistence de la télégraphie à courant continu et de la téléphonie . . . . . H.33, p. 1
— télégraphie et téléphonie coexistantes sur des conducteurs séparés . . . . . H.33, p. 2
— télégraphie simultanée par circuits fantômes ou superfantômes . . . . . H.33, p. 1
— télégraphie harmonique aux fréquences vocales . . . . . H.22, p. 5
Constitution et nomenclature des sytèmes internationaux de télégraphie harmonique H.21
Eléments d'un système international de télégraphie harmonique . . . . . H.21, p. 2
Limites de bruits pour la télégraphie harmonique . . . . . G.143, p. 3
Répéteurs pour télégraphie harmonique, aux fréquences vocales . . . . . G.531, p. 3
Systèmes sur fils aériens aux répéteurs communs pour 3 circuits téléphoniques et pour la télégraphie interbande . . . . . G.361, p. 4

Télégraphie sur circuits téléphoniques ou dans les câbles téléphoniques (suite)

Systèmes de télégraphie harmonique
— à modulation d'amplitude . . . . . H.23, p. 1
— à modulation de fréquence . . . . . H.23, p. 2
Télégraphie et téléphonie simultanées sur un circuit téléphonique loué H.32
Transmission télégraphique privée sur un circuit international loué, en alternat avec la conversation téléphonique privée H.31

Télégraphie fac-similé sur circuits téléphoniques . . . . . H.41, p. 1

Téléphonie

— aux fréquences vocales . . . . . G.511, p. 1
— multiple à courants porteurs . . . . . G.211, p. 1
Objectif de bruit pour la téléphonie . . . . . G.143, p. 1

Télérégulée (station) . . . . . G.351, p. 2

Télésurveillée (station) . . . . . G.351, p. 2

Télésurveillance

— des répéteurs pour paires symétriques en câble . . . . . G.323, p. 3

Télévision (voir: Transmissions télévisuelles)

Température (voir: Variations de température)

Temps de propagation de groupe (voir aussi: Vitesse de propagation)

Différences de temps de propagation de groupe (voir: Distorsion de phase)
Limites pour une communication . . . . . G.114, p. 1
(P.14, p. 1)
Valeurs pour les circuits internationaux (lignes de terre) . . . . . G.114, p. 2
(P.14, p. 2)
Valeurs pour les circuits nationaux de prolongement . . . . . G.114, p. 2
(P.14, p. 2)
Valeurs pour les liaisons par satellites . . . . . G.114, p. 3
(P.14, p. 3)
Valeurs pour les liaisons pour télégraphie harmonique . . . . . H.22, p. 4

Tensions d'alimentation

Variations des tensions d'alimentation des répéteurs à fréquences vocales . . . . . G.544, p. 4
Influence de ces variations sur le gain des répéteurs . . . . . G.531, p. 1
G.532, p. 2

Tension de crête

— au cours d'une transmission radiophonique . . . . . J.13, p. 1-2

Tension de diaphotie (Transmissions télévisuelles)

Définition . . . . . J.62, p. 2

Tension la plus élevée (sur les circuits pour transmissions radiophoniques)

Tension la plus élevée en un point d'un circuit . . . . . J.21, p. 3
J.41, p. 3

Tension (non pondérée) due aux bruits

— à l'extrémité d'un circuit pour transmissions radiophoniques
— de type ancien . . . . . J.41, p. 3
— de type normal . . . . . J.21, p. 3
J.31, p. 2

Tension psophométrique (voir: Bruits, force électromotrice psophométrique et puissance psophométrique)

Termineurs

Spécifications . . . . . G.544, p. 3

Terre

Mise à la terre des câbles à paires coaxiales . . . . . G.351, p. 3

Trame

Nombre de secteurs par trame . . . . . G.711, p. 2

Transfert

Transfert par filtrage direct . . . . . G.242, p. 1-6
G.243, p. 4

Transfert différé . . . . . G.241, p. 6

Transfert de groupe

— primaire . . . . . G.242, p. 2
G.243, p. 1

— secondaire . . . . . G.242, p. 3
G.243, p. 1

— tertiaire . . . . . G.242, p. 4

—quaternaire . . . . . G.242, p. 5
G.243, p. 2

— d'assemblage de 15 groupes secondaires . . . . . G.242, p. 6

Transformateurs de ligne

Spécifications . . . . . G.544, p. 1

Transitoire

Mesures en régime transitoire, en téléphonie . . . . . G.331, p. 1-3

Transmission

Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux . . . . . G.120, p. 1
(P.20, p. 1)

Conditions générales de transmission pour les systèmes en câble sous-marin . . . G.371, p. 3

Point de référence pour la transmission . . . . . G.141, p. 1

Portée de transmissions phototélégraphiques H.42

Stabilité de la transmission téléphonique . . . . . G.131, p. 1
G.151, p. 3

Transmission phototélégraphique sur les circuits du type téléphonique H.41

Transmission de données

Caractéristiques des circuits à large bande en groupe primaire pour la transmission de données H.14

Caractéristiques des circuits à large bande en groupe secondaire pour la transmission de données H.15

Emploi de circuits du type téléphonique pour la transmission de données H.15

— sur des lignes téléphoniques louées établies au moyen de systèmes à courants porteurs H.51, p. 2

— sur le réseau téléphonique avec commutation . . . . . H.51, p. 2

Niveau de puissance pour la transmission de données . . . . . H.51, p. 1

Objectifs de bruit pour la transmission de données . . . . . G.143, p. 4

Transmissions des signaux à large spectre (données, etc.) sur des circuits à large bande

— en groupe primaire H.52

— en groupe secondaire H.53

Transmissions radiophoniques (voir aussi: Circuits pour transmissions radiophoniques)

Définitions et responsabilités . . . . . J.12, p. 1

Niveaux relatifs . . . . . J.13, p. 1

Réglage et surveillance . . . . . J.14, p. 1

Utilisation des circuits téléphoniques . . . . . Section 5

Utilisation du réseau téléphonique international . . . . . J.11, p. 1

Transmission télégraphique

— privée sur un circuit international loué, en alternat avec la conversation téléphonique privée H.31

Transmissions télévisuelles

Spécification pour une transmission à grande distance
— système I excepté J.61
— système I seulement J.62
Systèmes pour transmissions télévisuelles
— à 4 MHz J.71
— à 6 MHz J.72
— à 12 MHz J.73

Tubes à vide

— pour répéteurs . . . . . G.531, p. 1

Types de charge

Emploi des différents types de charge . . . . . G.522, p. 1

Variations en fonction du temps

— de l'affaiblissement . . . . . G.151, p. 3
G.153, p. 2
— de l'équivalent pour les circuits du type téléphonique de qualité spéciale . . . . H.12, p. 3
— de l'équivalent pour systèmes sur faisceaux hertziens . . . . . G.423, p. 10
— du niveau relatif (télégraphie harmonique) . . . . . H.22, p. 7
— des niveaux relatifs dans une transmission radiophonique . . . . . J.21, p. 3
J.41, p. 3
— introduite par la mutation sur la ligne ou la section de secours . . . . . H.22, p. 5

Variations de température

Variation de l'affaiblissement d'une paire coaxiale en fonction de la température . . . G.331, p. 4

Vitesse de propagation

— des lignes de terre . . . . . G.114, p. 2
(P.14, p. 2)
— sur les câbles chargés . . . . . G.543, p. 3
Ligne à grande vitesse de propagation . . . . . G.114, p. 2
(P.14, p. 2)

Volume

Instrument permettant à l'opérateur spécial, qui se trouve au point de jonction entre la liaison radioélectrique et le circuit métallique, de mesurer le volume . . . . . G.621, p. 1
Mesure et régulation de volume sur une liaison radiotéléphonique . . . . . G.621, p. 1
Régulateur de volume des signaux radioélectriques
— conditions auxquelles doit satisfaire un régulateur automatique de volume inséré au point de jonction du réseau téléphonique terrestre et d'une liaison radiotéléphonique . . . . . G.621, p. 2

Volumètres (indicateurs de volume)

Emploi sur les circuits radiotéléphoniques . . . . . G.621, p. 1
Emploi dans les transmissions radiophoniques . . . . . J.14, p. 3

V.u. mètre (voir aussi: Volumètres) . . . . . J.14, p. 2