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.)

# IV$^{e}$ ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

MAR DEL PLATA, 23 SEPTEMBRE - 25 OCTOBRE 1968

## LIVRE BLANC

# TOME V

## Qualité de transmission téléphonique, réseaux locaux et appareils téléphoniques

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1969

ARCHIVES
U.I.T.
GENÈVE

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 V

## Qualité de transmission téléphonique, réseaux locaux et appareils téléphoniques

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1969

ARCHIVES
U.I.T.
GENÈVE

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

## LIVRE BLANC

**Tome I**
- — Procès-verbaux et rapports de la IV[e] 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, aux réseaux locaux 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 V
# DU LIVRE BLANC DU C.C.I.T.T.

Avertissement

## 1re Partie — Avis de la série P

*Qualité de la transmission téléphonique; installations et réseaux locaux téléphoniques*

SECTION 1

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

Avis

P.11 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

P.12 Affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.)

A. Définition

B. Calcul

C. Détermination des A.E.N.

D. Valeurs nominales pour les systèmes nationaux

*Annexe.* — A.E.N. moyen des circuits locaux

P.13 Réductions de qualité de transmission et bruits

A. Réductions de qualité de transmission

B. Effet du bruit de circuit

P.14 Temps de propagation moyen dans un sens

A. Limites pour une communication

B. Valeurs pour les circuits

P.15 Distorsion de temps de propagation de groupe

SECTION 2

**Caractéristiques générales des systèmes nationaux faisant partie de communications internationales**

Avis

P.20 Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux

A. Application des avis du C.C.I.T.T.

B. Plan national de transmission

*Annexe.* — Indications au sujet de l'organisation d'un réseau téléphonique national

P.21 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

P.22 Centraux téléphoniques interurbains manuels

A. Positions d'opératrice

B. Tables de contrôle du trafic téléphonique

C. Dispositifs pour communications collectives

SECTION 3

**Lignes et postes d'abonné**

P.31 Conditions auxquelles doivent satisfaire les installations d'abonné utilisées avec des circuits internationaux loués temporairement pour un service privé

P.32 Systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques

P.33 Postes téléphoniques d'abonné comportant soit des récepteurs haut-parleurs, soit des microphones associés à des amplificateurs

SECTION 4

**Etalons de transmission**

P.41 Description de l'A.R.A.E.N.

P.42 Systèmes pour la détermination des équivalents de référence

A. Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.)

B. Réglage normal du N.O.S.F.E.R.

C. Puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques

D. Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence

E. Systèmes étalons de travail

P.43 Recommandations pour l'envoi de systèmes étalons et de systèmes commerciaux au Laboratoire du C.C.I.T.T. en vue de mesures d'équivalents de référence

Avis

P.44 Description et réglage du système de référence pour la détermination des A.E.N (S.R.A.E.N.)

P.45 Mesure de l'A.E.N. d'un système téléphonique commercial (à l'émission et à la réception) par comparaison avec le S.R.A.E.N.

P.47 Frais relatifs à la détermination (au Laboratoire du C.C.I.T.T.) des équivalents de référence et des valeurs d'A.E.N.

SECTION 5

**Appareils de mesures objectives**

P.51 Voix artificielles; bouches artificielles; oreilles artificielles

A. Généralités

B. L'oreille artificielle recommandée provisoirement par le C.C.I.T.T.

P.52 Volumètres

P.53 Psophomètres (appareils pour la mesure objective des bruits de circuit)

A. Pour circuits téléphoniques commerciaux

B. Pour transmissions radiophoniques

P.54 Sonomètres (appareils pour la mesure objective des bruits de salle)

P.55 Appareils pour la mesure des bruits impulsifs

SECTION 6

**Mesures électroacoustiques objectives**

P.61 Mesure de l'efficacité absolue d'un système émetteur ou d'un système récepteur

P.62 Mesures effectuées sur les appareils téléphoniques d'abonné

A. Mesure de la distorsion d'affaiblissement d'un appareil téléphonique

B. Mesure de la distorsion de non-linéarité d'un appareil téléphonique et du bruit des microphones

C. Mesure objective de l'équivalent de référence et de l'équivalent de référence de l'effet local

P.63 Méthodes d'évaluation de la qualité de transmission sur la base de mesures objectives

SECTION 7

**Mesures objectives à la voix et à l'oreille**

P.71 Mesure du volume des sons vocaux

P.72 Mesure des équivalents de référence et des équivalents relatifs

A. Equivalents de référence

B. Equivalents relatifs

C. Précautions à prendre lors des mesures téléphonométriques

*Annexe.* — Note concernant les mesures d'équivalent de référence

Avis

P.73 Mesure de l'équivalent de référence de l'effet local

P.74 Méthodes de détermination subjective de la qualité de transmission

A. Essais d'observation des répétitions

B. Essais d'appréciation immédiate

C. Autres méthodes

SECTION 8

**Mesures effectuées pour la maintenance des appareils téléphoniques d'abonné et pour la réception en usine**

P.81 Maintenance des équipements d'abonné

A. Mesures subjectives

B. Mesures objectives

P.82 Réception en usine des appareils d'abonné

**2e Partie — Questions relatives à la qualité de transmission téléphonique et aux réseaux locaux**

**3e Partie — Suppléments aux avis de la série P**

*Supplément n° 1* (cité dans l'Avis P.14)
Tolérance des abonnés à l'égard des temps de propagation allongés, des échos et des suppresseurs d'écho (Telephone Association of Canada)

*Supplément n° 2* (cité dans l'Avis P.14)
Evaluation subjective de la qualité de transmission sur les communications téléphoniques à temps de propagation long (K.D.D., Japon)

*Supplément n° 3* (cité dans l'Avis P.14)
Réactions des abonnés conversant sur des circuits établis par l'intermédiaire du satellite « Early Bird » (Danemark, Norvège et Suède)

*Supplément n° 4* (cité dans l'Avis P.14)
Essais de téléphonie sur le satellite HS 303 (Telespazio, Italie)

*Supplément n° 5* (cité dans l'Avis P.14)
Résultats de mesures et d'observations relatives au trafic écoulé au moyen de circuits par satellite (République fédérale d'Allemagne)

*Supplément n° 6* (cité dans l'Avis P.14)
Corrélation entre la réduction de qualité de la transmission téléphonique due aux longs temps de propagation et celle qui est due au bruit (Telephone Association of Canada)

*Supplément n° 7* (cité dans l'Avis P.20)
Méthodes appliquées par diverses administrations aux réseaux urbains et aux réseaux interurbains à l'intérieur d'un pays pour assurer une qualité satisfaisante aux communications nationales

*Supplément n° 8* (cité dans les Avis P.20 et P.74)
Méthodes employées par l'Administration britannique des téléphones pour évaluer la qualité de transmission de liaisons téléphoniques

*Supplément n° 9* (cité dans l'Avis P.41)
Etalonnage absolu de l'A.R.A.E.N. au Laboratoire du C.C.I.T.T.

*Supplément n° 10* (cité dans les Avis P.42, P.45 et P.52)
Volumètre de l'A.R.A.E.N. ou voltmètre vocal (speech voltmeter)

*Supplément n° 11* (cité dans les Avis P.42 et P.52)
Volumètre normalisé aux Etats-Unis d'Amérique, appelé v.u. mètre

*Supplément n° 12* (cité dans l'Avis P.52)
Indicateur de crête utilisé par la British Broadcasting Corporation

*Supplément n° 13* (cité dans l'Avis P.52)
Indicateurs d'amplitude maximum des types U21 et U71 utilisés dans la République fédérale d'Allemagne

*Supplément n° 14* (cité dans les Avis P.42 et P.52)
Comparaison des lectures faites avec des volumètres de types différents au cours de conversations (essais effectués par l'Administration britannique)

*Supplément n° 15* (cité dans l'Avis P.42)
Extrait d'une étude des différences constatées entre les résultats obtenus par les divers membres d'une équipe d'opérateurs dans les comparaisons de la force des sons

Index alphabétique

# AVERTISSEMENT DU TOME V DU LIVRE BLANC

Le tome V du *Livre Blanc* remplace les tomes V (New Delhi, 1960) et V*bis* (Genève, 1964) du *Livre Rouge* du C.C.I.T.T.

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 V 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.

---

[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 P

## Qualité de la transmission téléphonique ; installations et réseaux locaux téléphoniques

## SECTION 1

### RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES RELATIVES A LA QUALITÉ DE TRANSMISSION D'UNE COMMUNICATION TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONALE COMPLÈTE

Un fascicule (commun aux tomes III et V du *Livre Blanc*), qui doit être placé immédiatement après cette page, contient les avis de cette section.

P.11 Equivalents de référence dans une communication internationale [1].
P.12 A.E.N.
P.13 Réductions de qualité de transmission et bruits.
P.14 Temps de propagation moyen dans un sens.
P.15 Distorsion de temps de propagation de groupe.

Ce fascicule contient aussi les avis suivants de la section 2:

P.20 Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux [2].
P.21 Equivalents de référence des systèmes nationaux [1].

---

[1] L'ensemble de ces deux avis remplace l'ancien Avis P.11 (tome V*bis* du *Livre Rouge*).
[2] Remplace l'ancien Avis P.21 (tome V*bis* du *Livre Rouge*).

# 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).

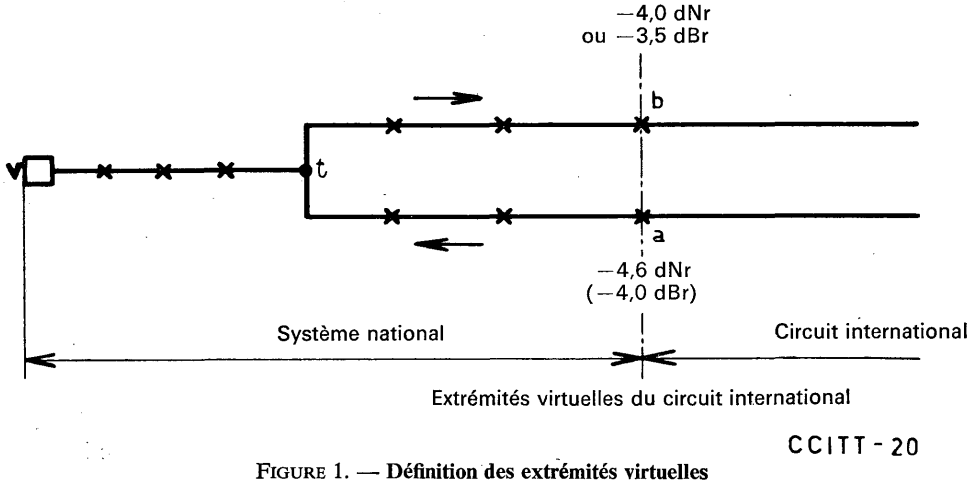



Figure 1. — **Définition des extrémités virtuelles**

[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 nº 2 B de l'Avis G.232 [1]; l'ensemble de trois filtres en cascade satisfait au graphique nº 1 de l'Avis G.132, lequel représente un objectif souhaitable pour une chaîne de 12 circuits à courants porteurs en tandem.

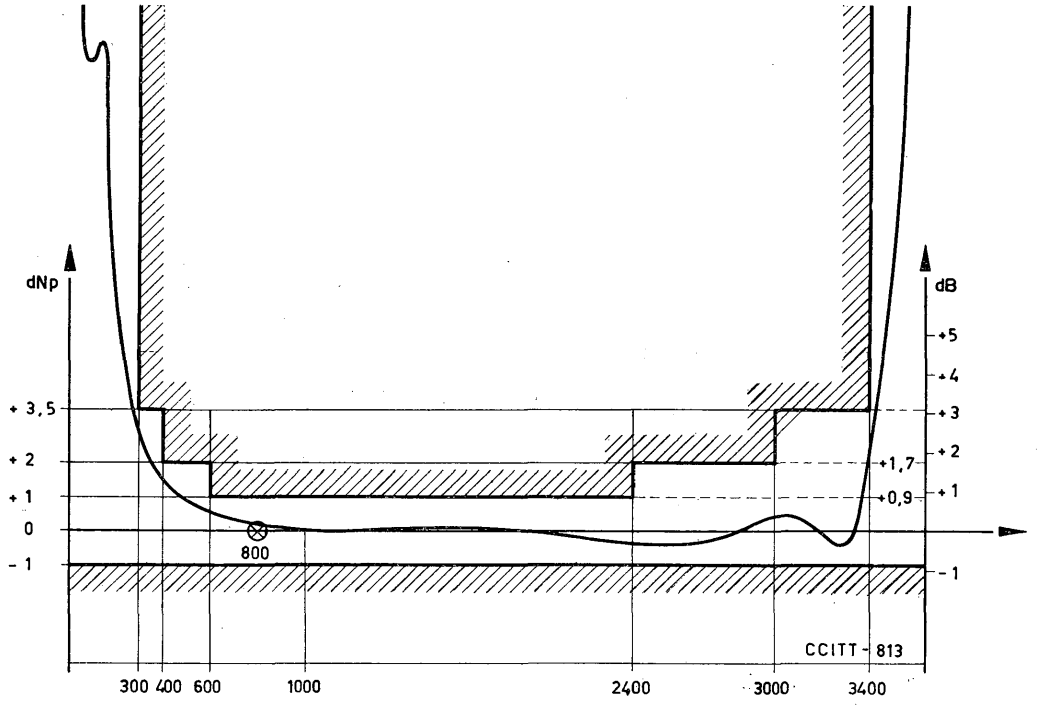



FIGURE 2. — **Caractéristique du filtre de l'A.R.A.E.N.**

(Le graphique en échelons est le graphique nº 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 nº 2 B de l'Avis G.232.

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

Les valeurs indiquées pour lès 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.

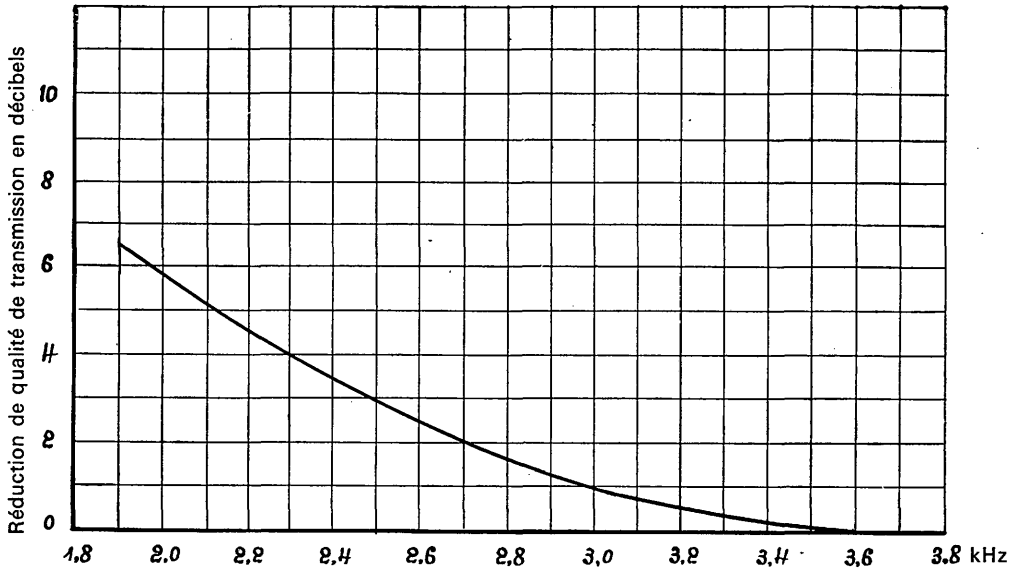



FIGURE 1. — **Réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises**

*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 Nm0p ou —43 dBm0p, 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.

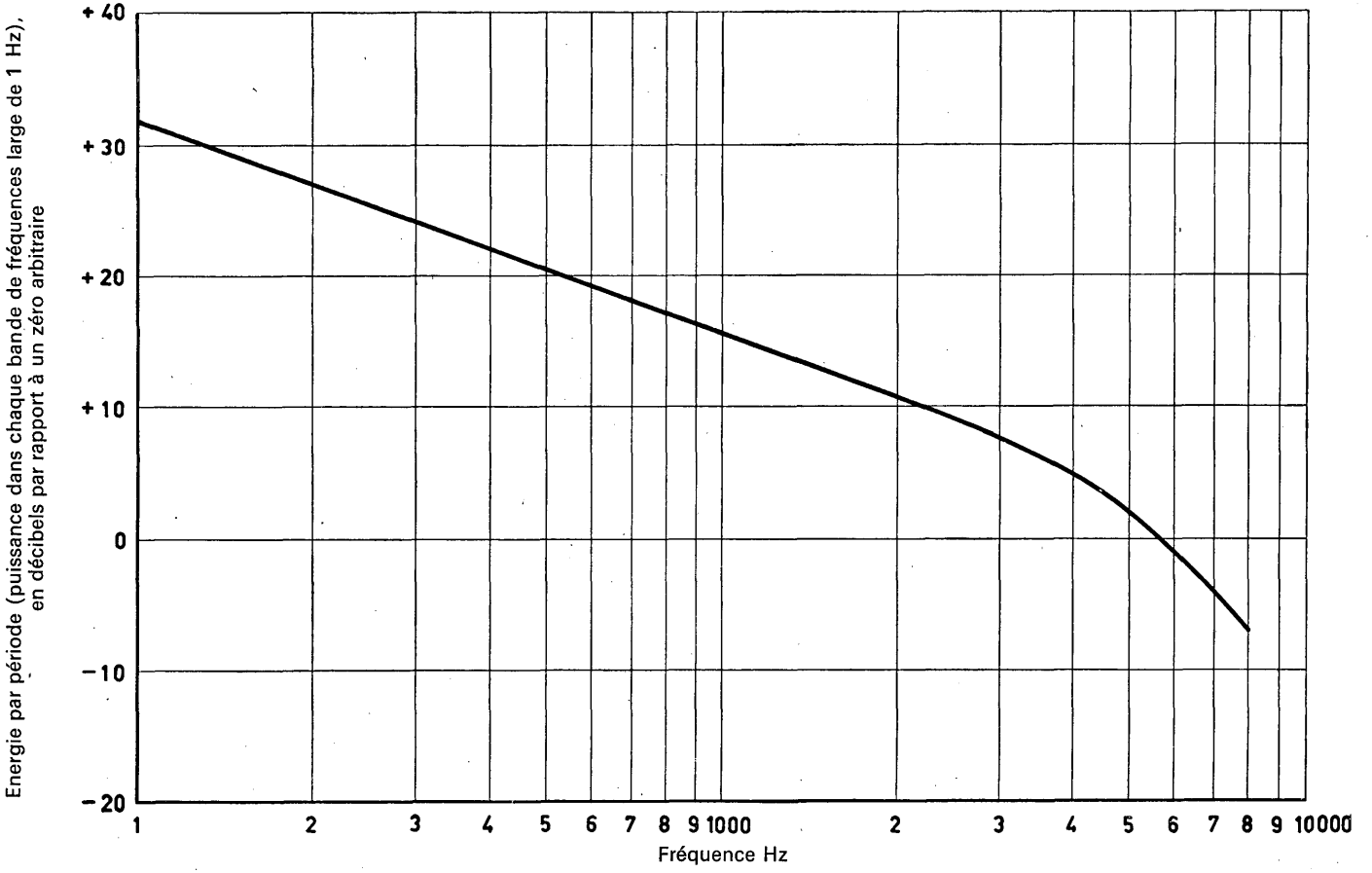



FIGURE 2. — **Courbe spectrale énergétique du bruit de salle produit dans la cabine d'écoute du Laboratoire du C.C.I.T.T.**

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).
*Livre 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 |

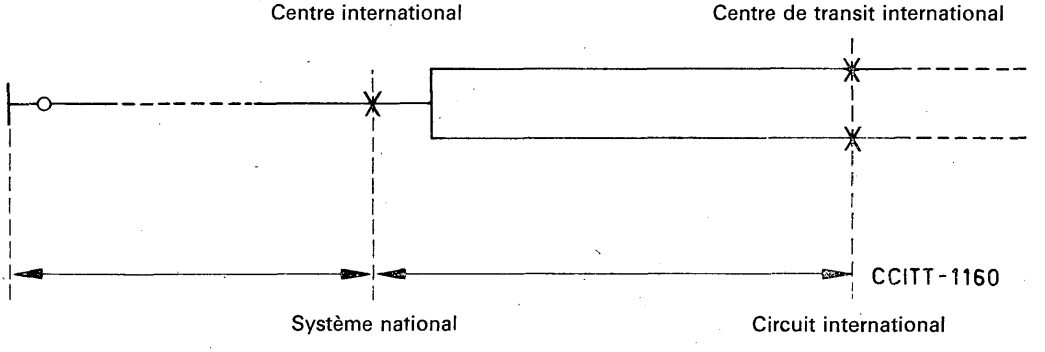
Des valeurs typiques du temps de propagation de groupe à plusieurs fréquences, pour une chaîne de 12 circuits en tandem, sont données dans l'Avis G.232 (tome III du *Livre Blanc*).

[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 nº 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 nº 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.

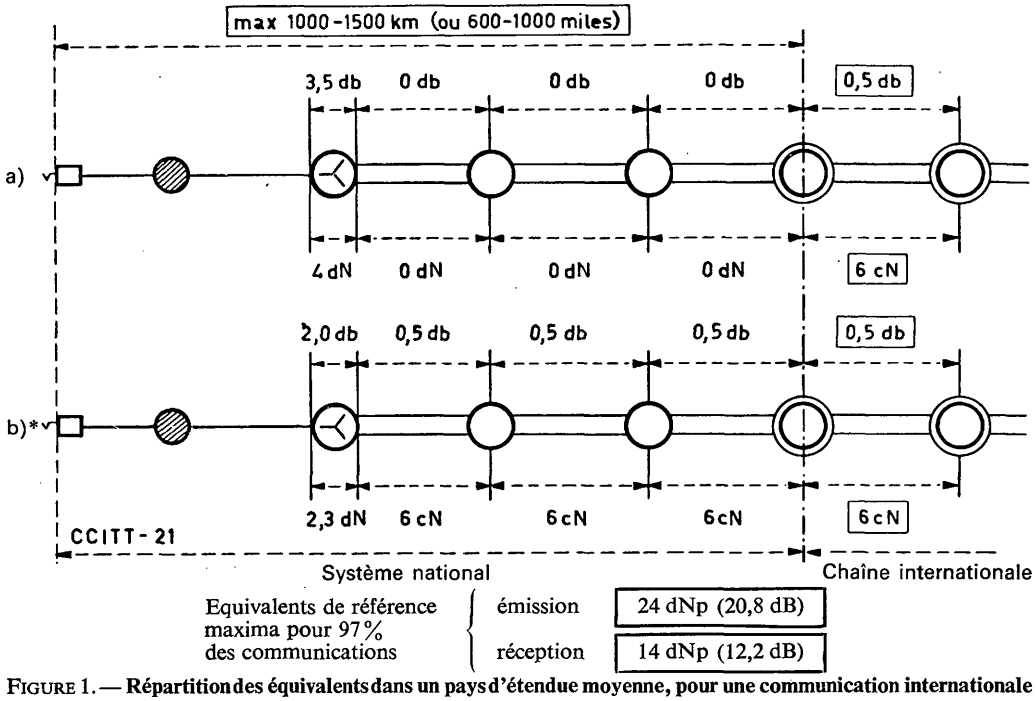



FIGURE 1. — **Répartition des équivalents dans un pays d'étendue moyenne, pour une communication internationale**

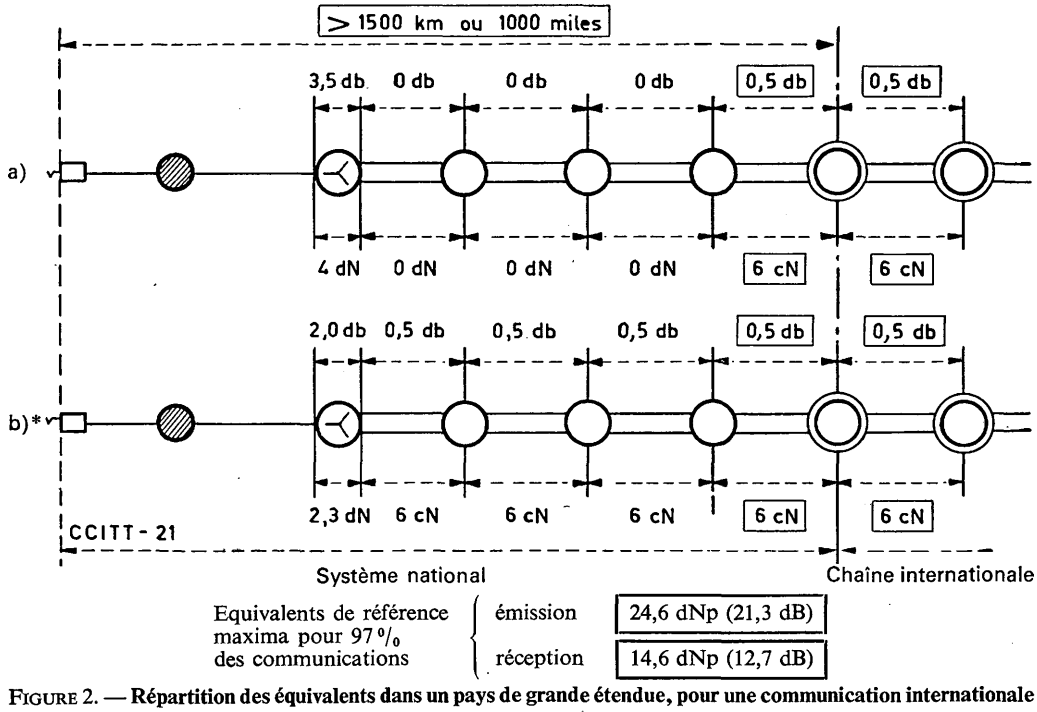



FIGURE 2. — **Répartition des équivalents dans un pays de grande étendue, pour une communication internationale**

* 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.

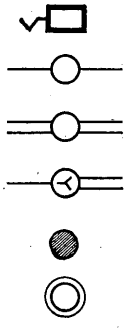
*Remarque 3.* — Les valeurs indiquées pour les équivalents de référence nominaux des systèmes nationaux comprennent les différences systématiques entre les efficacités du poste d'abonné à l'émission et à la réception et leurs valeurs nominales; toutefois, elles ne comprennent pas les variations en fonction 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 P.22

# CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES INTERURBAINS MANUELS

## A. Positions d'opératrice

Le C.C.I.T.T.,

*considérant*

qu'il y a lieu de réduire autant que possible les perturbations causées par les bruits de salle ainsi que les affaiblissements d'insertion causés par les postes d'opératrices,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

1. que les postes d'opératrices utilisés dans le service téléphonique international soient munis d'un dispositif permettant de mettre le microphone hors circuit, ce dispositif étant de préférence une clé de commutation;

2. que le poste d'une opératrice participant au service téléphonique international ne cause pas, dans la position d'écoute silencieuse (microphone hors circuit), un affaiblissement d'insertion supérieur à 0,05 néper (0,43 décibel) pour une fréquence quelconque comprise entre 300 et 3400 Hz. Pour réduire suffisamment cet affaiblissement d'insertion (en assurant toutefois à l'opératrice une audition suffisante), on peut intercaler, dans la position d'écoute silencieuse, en série avec le récepteur de l'opératrice, une impédance convenable, ou encore on peut réaliser la liaison entre le récepteur de l'opératrice et le circuit téléphonique au moyen d'un transformateur ayant un rapport de transformation suffisamment élevé.

*Remarque 1.* — Il faut éviter que les courants vocaux émis par les opératrices surchargent les amplificateurs ou les modulateurs des systèmes à courants porteurs. La construction des postes d'opératrices et des équipements associés doit être telle que, dans les conditions du service, les opératrices ne produisent pas un volume des sons vocaux supérieur à celui d'un abonné situé tout près du central interurbain considéré. Quand des administrations ou exploitations privées mettront en service un nouveau type de poste d'opératrice, il faudra vérifier qu'il en est bien ainsi.

*Remarque 2.* — Dans une communication téléphonique internationale, les positions d'opératrices doivent, en ce qui concerne l'équivalent de référence entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné, ne pas dépasser les limites spécifiées dans l'Avis P.11.

## B. Tables de contrôle du trafic téléphonique

Le C.C.I.T.T.

*émet, à l'unanimité, l'avis*

1. que l'équipement de la table de contrôle doit permettre à la surveillante qui dessert cette table :

a) de se porter en écoute sur les circuits,

b) de se porter en écoute sur les postes des opératrices,

c) de se porter en écoute sur les lignes d'ordres,

d) d'entrer en relation avec les surveillantes de section;

2. que la table de contrôle doit être pourvue d'un chronomètre;

3. que l'équipement de la table de contrôle et le montage des postes d'opératrices doivent être tels qu'aucun indice d'aucune nature ne puisse révéler à une opératrice qu'elle est l'objet d'une surveillance de la part de la table de contrôle;

4. que, dans le cas où l'opératrice interurbaine effectue la sélection d'un abonné ou d'un central par voie automatique, l'équipement de la table de contrôle doit permettre de vérifier l'exactitude des impulsions de commande.

Le C.C.I.T.T.,

*considérant, d'autre part,*

que la surveillance effectuée sur un circuit déterminé par la table de contrôle a, en général, un caractère prolongé et que les tables de contrôle des centres internationaux exercent simultanément cette surveillance; que, par conséquent, il convient, au point de vue de l'affaiblissement d'insertion produit par la surveillance, d'être plus sévère dans le cas de la surveillance exercée à partir de la table de contrôle que dans le cas de la surveillance exercée par une opératrice,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

1. que l'affaiblissement d'insertion produit par la surveillance exercée par la table de contrôle sur un circuit ou sur un poste d'opératrice ne doit, en aucun cas, dépasser la valeur de 0,03 néper (0,26 décibel), pour une fréquence quelconque effectivement transmise par les circuits interurbains (fréquence comprise entre 300 et 3400 Hz);

2. qu'il est d'ailleurs désirable de réduire l'affaiblissement d'insertion produit par la surveillance à une valeur aussi faible que possible, par exemple en utilisant, si besoin est, un amplificateur.

## C. Dispositifs pour communications collectives

Les dispositifs pour communications collectives doivent satisfaire aux recommandations provisoires suivantes :

a) *Etablissement et surveillance de la communication collective*

La surveillance et la détermination de la durée taxable d'une communication collective doivent toujours incomber à une opératrice interurbaine spéciale appartenant à celui des centraux où se trouvent installés des dispositifs pour communications collectives qui, par suite d'un accord entre les administrations et exploitations privées téléphoniques intéressées, joue le rôle de central directeur.

L'insertion des dispositifs pour communications collectives doit se faire, à la volonté des opératrices interurbaines des centraux intéressés, sur la demande de cette opératrice interurbaine spéciale, par un procédé rapide, soit automatique, soit manuel (l'intermédiaire manuelle, si elle existe, ne jouant aucun rôle dans l'exploitation).

Cette opératrice interurbaine spéciale dispose, sur sa position, des organes nécessaires pour appeler individuellement les divers centraux interurbains intéressés, pour recevoir les signaux de fin, pour relier aux circuits intéressés, à la manière normale, des abonnés du réseau local, et pour surveiller la communication collective.

b) *Dispositif de couplage pour l'interconnexion de plusieurs circuits téléphoniques internationaux à grande distance et de plusieurs circuits locaux*

Le dispositif de couplage pour communications collectives doit permettre d'interconnecter des circuits à deux fils et à quatre fils, sans rien changer dans l'établissement des circuits; le dispositif de couplage doit permettre également de connecter aux circuits internationaux des lignes d'abonné à deux fils ou à quatre fils.

L'équivalent mesuré à la fréquence 800 Hz de deux circuits internationaux interconnectés au moyen du dispositif de couplage ne doit pas dépasser 1,3 néper (11,3 décibels).

L'équivalent de référence d'une communication collective entre deux abonnés quelconques ne doit pas dépasser la valeur qui est prescrite pour une communication normale (voir l'Avis P.11).

La distorsion d'affaiblissement supplémentaire introduite par le dispositif de couplage dans les différentes voies de communication doit être aussi réduite que possible.

Le dispositif de couplage ne doit pas diminuer notablement la stabilité des circuits interconnectés.

Au cas où l'on emploie des microphones et des haut-parleurs spéciaux dans les postes d'abonné, on doit utiliser de préférence des lignes distinctes pour l'émission et pour la réception et on doit prendre des mesures pour éviter l'effet de couplage acoustique entre microphones et haut-parleurs.

La puissance fournie par les microphones et les amplificateurs spéciaux placés dans les installations d'abonné ne doit pas dépasser la puissance fournie par les microphones normaux des postes d'abonné afin d'éviter une surcharge des répéteurs en circuit.

A un poste récepteur quelconque, les puissances provenant des différents postes émetteurs doivent être sensiblement égales.

# SECTION 3

## LIGNES ET POSTES D'ABONNÉ

AVIS P.31

## CONDITIONS AUXQUELLES DOIVENT SATISFAIRE LES INSTALLATIONS D'ABONNÉ UTILISÉES AVEC DES CIRCUITS INTERNATIONAUX LOUÉS TEMPORAIREMENT POUR UN SERVICE PRIVÉ

Le C.C.I.T.T. étudie actuellement les conditions imposées de façon générale à l'efficacité des systèmes émetteurs et des systèmes récepteurs locaux. En attendant les résultats de cette étude, les administrations et exploitations privées doivent se référer à la recommandation ci-après qui fixe les conditions auxquelles doivent satisfaire les installations d'abonné utilisées avec des circuits internationaux loués temporairement pour un service privé.

Le C.C.I.T.T.,

*considérant*

que les postes reliés à une voie de communication téléphonique internationale louée ne doivent, en aucun cas, être des postes mis habituellement à la disposition du public et que la ligne ne doit être, en aucune manière, cédée à des tiers,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

qu'il est désirable que les circuits loués aboutissent, chez les abonnés, à des installations dont l'équipement interdise d'utiliser ces circuits dans des conditions autres que celles prévues dans le contrat de location;

*considérant, d'autre part,*

que les liaisons établies au moyen de circuits loués doivent satisfaire aux mêmes conditions électriques que les liaisons commerciales entre abonnés,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

1. qu'il est désirable de recommander aux administrations et exploitations privées de ne pas autoriser, autant que possible, l'emploi de microphones fournissant une puissance supérieure à la puissance fournie par les microphones normaux, non plus que l'emploi de récepteurs spéciaux;

2. qu'il est désirable de recommander aux administrations et exploitations privées de se réserver la possibilité de vérifier, au moyen de volumètres, que le volume transmis sur les circuits téléphoniques loués n'atteint pas une valeur excessive;

3. que, dans le cas où les administrations et exploitations privées autoriseraient l'emploi d'amplificateurs de réception, il est désirable que le gain fourni par ces appareils soit limité de manière à ne pas permettre à l'usager de capter, par diaphonie, les communications échangées sur les circuits voisins;

4. qu'il serait désirable que les recommandations ci-dessus fussent appliquées à tous les postes téléphoniques échangeant des communications internationales, ainsi qu'à tous les circuits téléphoniques internationaux.

## AVIS P.32

## SYSTÈMES D'ENREGISTREMENT DES MESSAGES OU CONVERSATIONS TÉLÉPHONIQUES

Le C.C.I.T.T.,

*considérant*

que seules les administrations ou exploitations privées téléphoniques sont en mesure d'apprécier l'opportunité d'admettre dans leurs réseaux respectifs des systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques;

qu'au cas où certaines administrations ou exploitations privées auraient décidé cette admission, elles auraient intérêt à connaître les clauses techniques essentielles à imposer à de tels systèmes d'enregistrement,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

que les caractéristiques techniques essentielles qu'on peut recommander pour les systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques sont les suivantes:

Les systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques peuvent trouver trois applications:

a) un tel système peut servir d'auxiliaire dans une installation téléphonique pour enregistrer la conversation échangée par l'abonné demandeur avec son correspondant;

b) un tel système peut aussi, en l'absence de l'abonné demandé, enregistrer le message d'un correspondant, après avoir signalé par une phrase convenable que l'abonné demandé est absent, mais que l'enregistrement de la conversation va avoir lieu;

c) un tel système peut être utilisé sur les tables de contrôle du trafic téléphonique dans les centraux téléphoniques urbains ou interurbains.

Pour que de tels appareils n'apportent aucune gêne au service technique et ne nuisent pas à la qualité de la transmission, il est désirable qu'ils remplissent un certain nombre de conditions qui sont énumérées ci-après; on a mentionné chaque fois les conditions qui sont, non pas générales, mais particulières à un des modes d'utilisation.

1. Impédance d'entrée. — L'impédance d'entrée du système d'enregistrement, branché en dérivation sur une communication où s'écoule une conversation, doit être

assez grande, à toutes les fréquences supérieures à 300 Hz, pour que l'affaiblissement d'insertion ne dépasse pas 0,06 néper (0,5 décibel) pour toute amplitude du courant vocal susceptible de se produire au cours d'une conversation.

Lorsque le système d'enregistrement est, en l'absence de l'abonné, substitué au poste, il doit présenter une impédance d'entrée voisine de celle du poste d'abonné auquel il est substitué.

2. Le système d'enregistrement doit être construit avec une bonne symétrie par rapport à la terre, de manière à éviter que son raccordement à la ligne ne cause la production ou le renforcement de bruits perturbateurs dans le circuit téléphonique; de plus, les tensions d'alimentation de l'enregistreur ne doivent pas produire de perturbations dans le circuit téléphonique.

3. Il doit y avoir, entre le bruit de fond de ce système d'enregistrement et son point de surcharge, une marge suffisante pour que le son vocal le plus faible à enregistrer soit au moins à 2,3 népers (20 décibels) au-dessus du bruit de fond. A titre d'alternative, le système d'enregistrement peut comporter un « compresseur de volume » qui, d'une part, amplifie les sons vocaux très faibles de manière qu'ils puissent, pour l'enregistrement, avoir un niveau de 2,3 népers (20 décibels) au-dessus du bruit de fond du système d'enregistrement mais qui, d'autre part, affaiblit les sons vocaux très élevés de manière qu'ils ne causent pas de surcharge lors de l'enregistrement.

4. Le système d'enregistrement doit reproduire, avec une netteté suffisante eu égard à la qualité des systèmes téléphoniques et avec une intensité acoustique subjective comparable à celle que donnerait un récepteur téléphonique branché sur le même circuit, une conversation enregistrée dans le cas d'un équivalent total de référence, d'abonné à abonné, tel que l'affaiblissement entre bornes des deux postes d'abonné soit de 3,3 népers (28,7 décibels).

5. Afin de conserver le secret des conversations téléphoniques, une conversation enregistrée avec le gain le plus grand possible ne doit plus être intelligible lorsque le volume des sons vocaux est inférieur d'au moins 6,3 népers ou 55 décibels au volume de référence.

6. Si le système d'enregistrement comporte, après l'amplificateur, un dispositif d'écoute pour surveiller l'enregistrement de la conversation en présence de l'abonné, on doit, afin d'éviter des couplages acoustiques dans ce dispositif d'écoute, n'employer qu'un récepteur serre-tête, ce récepteur serre-tête devant être relié, à travers un affaiblissement fixe, de telle manière qu'il procure une intensité acoustique subjective au plus égale à celle que donnerait le récepteur de l'appareil téléphonique d'abonné branché sur la ligne.

7. Dans le cas d'un système d'enregistrement qui, en l'absence de l'abonné demandé, se substitue automatiquement au poste de l'abonné, il est nécessaire que ce système transmette un signal de réponse à l'appel et ensuite donne une indication parlée (film ou disque par exemple) pour faire connaître à l'abonné demandeur que son correspondant est absent, mais qu'un appareil est prêt à enregistrer un message. L'émission de cette indication doit se faire avec un volume qui ne dépasse pas les valeurs normalement rencontrées dans les conversations téléphoniques.

8. Afin de pouvoir facilement déconnecter le système d'enregistrement quand il est affecté d'un dérangement et, par suite, éviter de perturber ainsi la conversation téléphonique, il peut être utile de prévoir une clé pour la rupture bipolaire du circuit de connexion; d'autre part, en vue de limiter les risques dans le cas où une rupture diélec-

trique se produirait entre les circuits d'alimentation du système d'entrée et les fils de raccordement, il convient d'insérer des dispositifs de protection conformes aux principes généraux en usage dans les pays intéressés. Enfin, afin d'empêcher la production d'un signal d'appel dans le bureau téléphonique lors du raccordement du système par la manœuvre de la clé de rupture, il faut insérer, sur chaque branche du circuit, soit un condensateur ayant une capacité maximum appropriée et déterminée pour éviter de perturber les impulsions engendrées par les cadrans d'appel automatiques, soit tout autre dispositif permettant d'atteindre ce but.

9. L'agencement général des systèmes d'enregistrement doit être adapté aux conditions générales des installations où ces systèmes d'enregistrement doivent prendre place.

## AVIS P.33 (Mar del Plata, 1968)

## POSTES TÉLÉPHONIQUES D'ABONNÉ COMPORTANT SOIT DES RÉCEPTEURS HAUT-PARLEURS, SOIT DES MICROPHONES ASSOCIÉS À DES AMPLIFICATEURS

Etant donné qu'un nombre toujours plus grand de postes téléphoniques à haut-parleur est introduit dans le réseau téléphonique;

Etant donné la complexité de l'influence des facteurs propres à ces équipements sur la qualité de la transmission téléphonique,

le C.C.I.T.T. estime nécessaire d'accélérer les études afin qu'une réponse définitive à la Question 17/XII puisse être établie à la fin de la période d'études 1968-1972.

Néanmoins, pour faciliter la fixation par les administrations des conditions dans lesquelles l'emploi de tels appareils peut être autorisé dans les réseaux téléphoniques, le C.C.I.T.T. émet l'avis provisoire suivant:

Afin d'éviter la surcharge des systèmes à courants porteurs, la puissance moyenne à long terme des courants vocaux ne devrait pas dépasser la valeur admise pour les projets de construction des systèmes de transmission. La valeur adoptée dans l'Avis G.223 pour le niveau absolu de puissance moyenne, rapporté au point de niveau relatif zéro, est de −15 dBm0 (puissance moyenne de 31,6 microwatts). En outre, afin d'éviter une diaphonie excessive, provenant de courants vocaux à niveau élevé, et/ou un niveau de réception insuffisant dans le cas de courants vocaux de faible niveau, on devrait prendre soin de s'assurer que la variation de puissance des courants vocaux n'est pas sensiblement plus grande que dans le cas d'appareils téléphoniques modernes.

Les administrations devraient prendre les précautions nécessaires pour qu'en cas d'amorçage d'oscillations il soit possible à la personne qui écoute de couper le circuit d'émission, ou bien prévoir les méthodes appropriées pour qu'un dispositif commandé par la voix puisse empêcher l'apparition d'oscillations.

# SECTION 4

## ÉTALONS DE TRANSMISSION

AVIS P.41

### DESCRIPTION DE L'A.R.A.E.N.

Un ensemble d'équipements qui est conservé au Laboratoire du C.C.I.T.T. est connu, pour des raisons historiques, sous la désignation d'A.R.A.E.N. (appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté). En fait, l'A.R.A.E.N. est utilisé dans la constitution:

— soit du N.O.S.F.E.R. pour la détermination d'équivalents de référence (voir l'Avis P.42),

— soit du S.R.A.E.N. pour la détermination d'A.E.N. (voir l'Avis P.44).

L'A.R.A.E.N. comprend trois parties principales:

1. le système de transmission téléphonique proprement dit, qui peut être subdivisé en système émetteur, ligne et système récepteur;
2. un équipement commun, destiné à fournir le bruit de salle et des circuits d'intercommunication;
3. un équipement d'étalonnage disposé de façon à faciliter la maintenance correcte du système de référence.

Le système de transmission comprend un microphone à bobine mobile, des amplificateurs d'émission et de réception, des affaiblisseurs de ligne et quatre récepteurs téléphoniques à bobine mobile. On dispose d'un filtre de ligne ayant une caractéristique de transmission analogue à la caractéristique moyenne d'une voie téléphonique d'un système à courants porteurs où les fréquences porteuses sont espacées de 4 kHz. Ce filtre peut être inséré soit dans le système de transmission de l'A.R.A.E.N., soit dans le système téléphonique essayé. Le système de transmission complet, quand le filtre est mis hors circuit, est construit de façon à reproduire les caractéristiques de transmission d'un mètre d'air dans le champ acoustique libre, en admettant que dans cette transmission à l'air libre on emploie l'écoute mono-auriculaire. Les réglages normaux des amplificateurs d'émission et de réception sont tels que ces caractéristiques soient reproduites quand un affaiblissement non réactif de 30 décibels est introduit en ligne.

Le bruit de salle est engendré, sous la forme d'un bruit à spectre continu, en amplifiant les fluctuations, qui se produisent au hasard, du courant anodique d'un thyratron. Le spectre de ce bruit est rendu conforme au spectre moyen des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques.

Des microphones à sonde étalonnés sont fournis comme étalons secondaires destinés à être utilisés:

a) avec une oreille artificielle pour observer le fonctionnement des récepteurs à bobine mobile, et

b) avec un coupleur clos pour observer le fonctionnement des microphones.

Des disques de Rayleigh et un tube à ondes stationnaires sont fournis pour constituer un étalon primaire et servent à étalonner les microphones à sonde. Un oscillateur, des milliampèremètres et des équipements auxiliaires complètent l'équipement de mesures électroacoustiques.

Le Supplément n° 9 au présent ouvrage décrit la méthode d'étalonnage absolu de l'A.R.A.E.N. au Laboratoire du C.C.I.T.T. Les étalonnages effectués au Laboratoire sont destinés essentiellement à vérifier la stabilité des microphones à bobine mobile, ainsi que celle des récepteurs, dans des conditions particulières de mesure.

Ce système est défini d'une façon rigoureuse dans les documents conservés au Secrétariat du C.C.I.T.T. et au Laboratoire du C.C.I.T.T.; en outre, le document polycopié intitulé: « Projet d'instruction sommaire pour l'utilisation et la maintenance du Laboratoire du C.C.I.F. » donne une description résumée de l'appareil et de ses conditions d'emploi.

## A. Le système de transmission

Ce système de transmission se compose essentiellement des organes dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 1 et dont l'interconnexion est réalisée, conformément au schéma de la figure 1, au moyen d'un panneau de commutation de ligne.

Tableau 1

| Organe | Caractéristiques du fonctionnement |
|---|---|
| Microphone Standard Telephone and Cables type 4021 E | Distorsion d'affaiblissement ± 2,5 décibels dans la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz (ramenée entre des limites encore plus rapprochées par un correcteur de distorsion d'affaiblissement séparé) |
| Amplificateur microphonique | Impédance d'entrée : grande par rapport à l'impédance de 20 ohms du microphone<br>Impédance de sortie : 600 ± 50 ohms dans toute la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz<br>Le gain a une valeur fixe<br>Gain sans contre-réaction : 68 décibels<br>Gain avec contre-réaction : 47 ± 0,2 dB dans toute la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz<br>Niveau maximum du bruit à la sortie (l'entrée étant bouclée sur une résistance de 20 ohms) : −82 dB par rapport à 1 volt aux bornes d'une résistance de 600 ohms |
| Amplificateur d'émission (ou de réception) | Impédances d'entrée et de sortie : 600 ± 50 ohms<br>Gain sans contre-réaction : 100 décibels<br>Gain maximum avec contre-réaction : 64 décibels<br>Distorsion d'affaiblissement : ± 0,3 dB dans toute la bande des fréquences de 50 à 6000 Hz.<br>Intervalle de réglage du gain : 48 dB (par échelons de 0,2 dB) |
| Récepteur téléphonique Standard Telephone and Cables type 4026 A | Distorsion d'affaiblissement (quand le récepteur est appliqué sur une oreille humaine) : ± 5 décibels dans la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz (avant correction de la distorsion d'affaiblissement) |

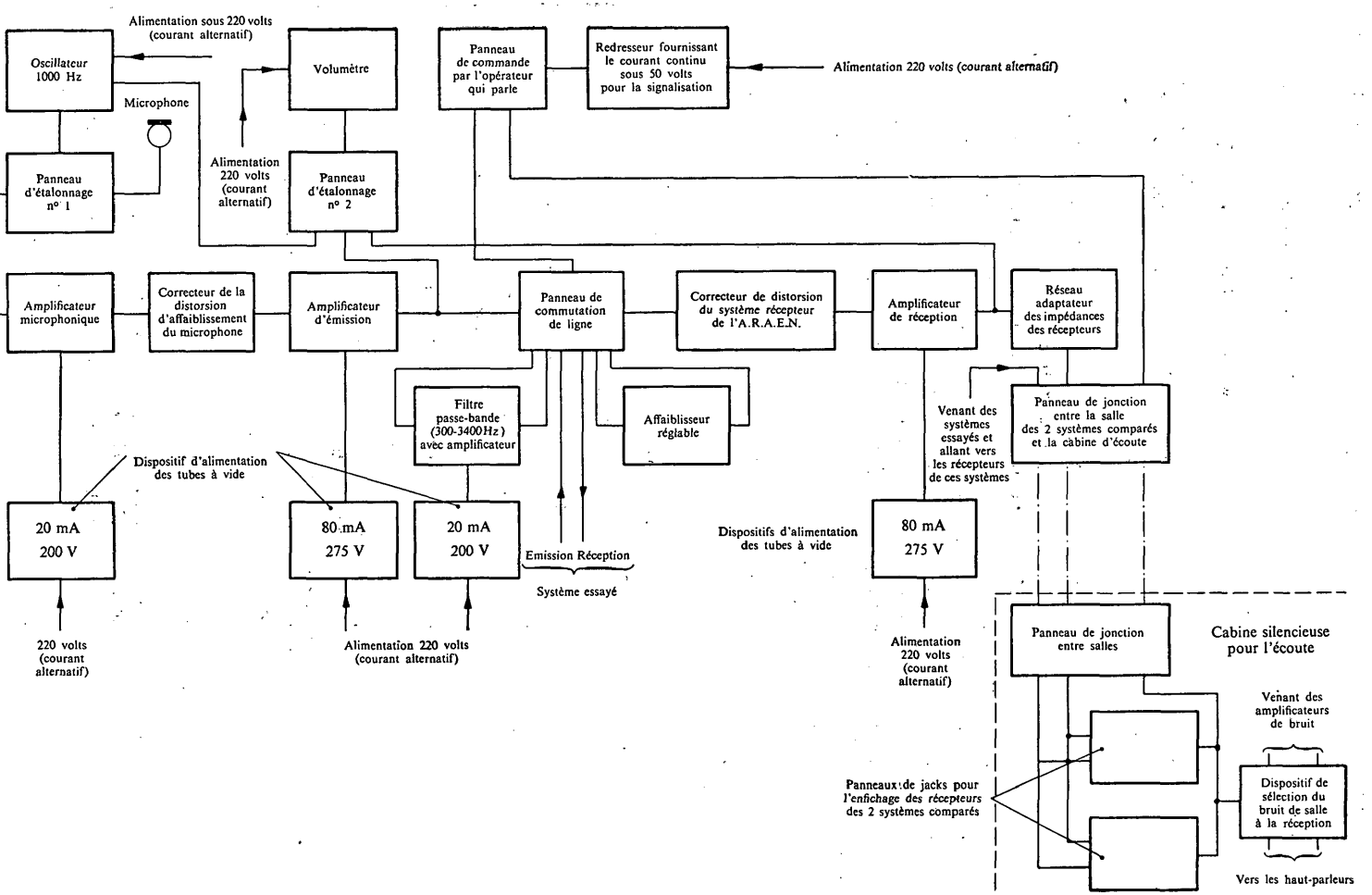
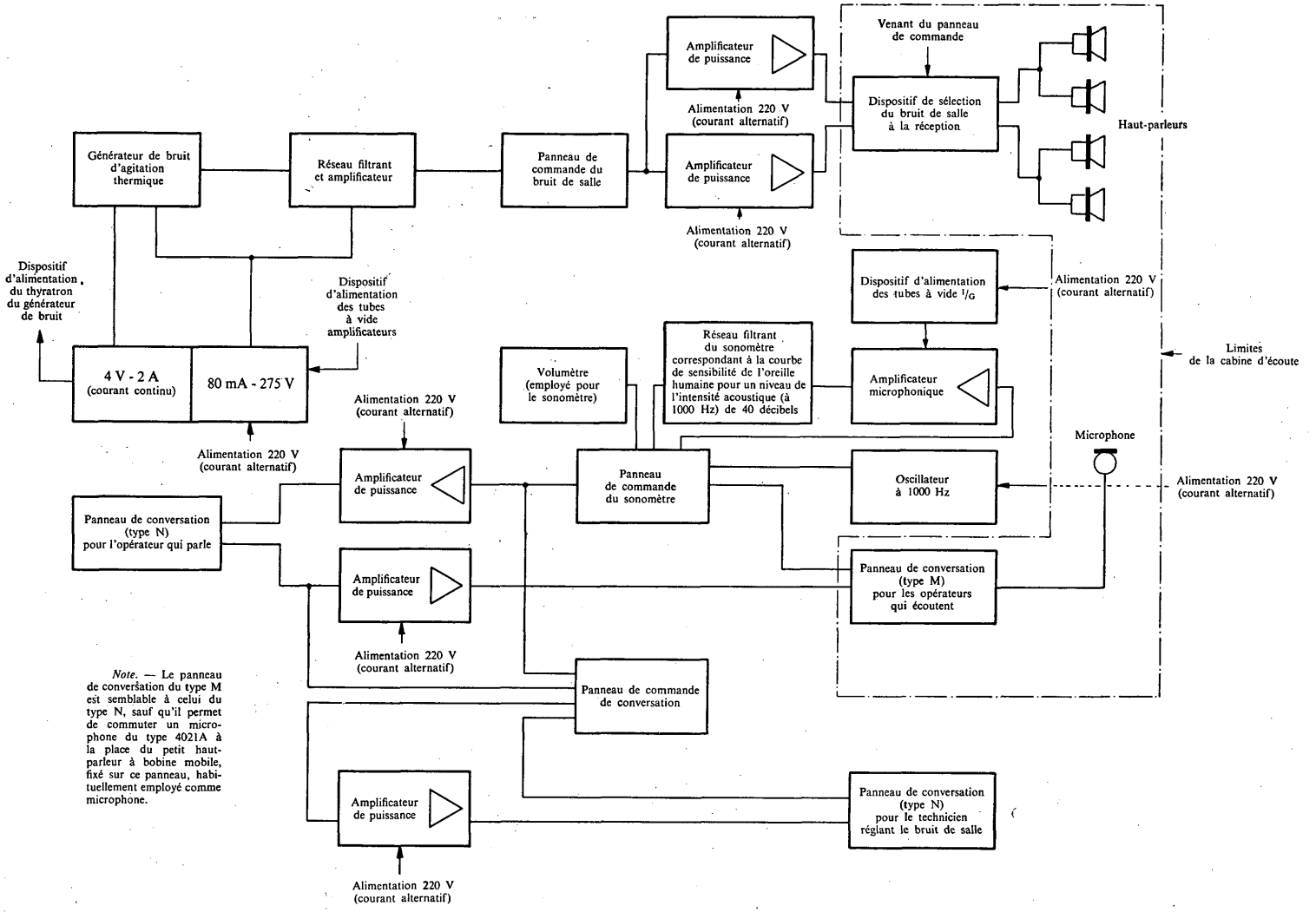



FIGURE 1. — **Schéma de l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (A.R.A.E.N.)**




*Note.* — Le panneau de conversation du type M est semblable à celui du type N, sauf qu'il permet de commuter un microphone du type 4021A à la place du petit haut-parleur à bobine mobile, fixé sur ce panneau, habituellement employé comme microphone.

FIGURE 2. — **Equipement pour la production et la mesure du bruit de salle, et pour les conversations de service entre opérateurs**

## B. Equipement destiné a fournir le bruit de salle et divers circuits d'intercommunication

Cet équipement, dont le schéma des connexions est donné par la figure 2, comprend:

1. une source de bruit (thyratron);
2. des amplificateurs de puissance alimentant des haut-parleurs;
3. un sonomètre, qui peut être introduit par commutation aux divers points d'écoute; et
4. un équipement téléphonique à haut-parleurs pour faciliter l'intercommunication entre les membres de l'équipe d'opérateurs.

## C. Equipement d'étalonnage

La figure 3 représente la disposition générale de l'équipement électroacoustique d'étalonnage. La méthode d'emploi de cet équipement au Laboratoire du C.C.I.T.T. est décrite dans le Supplément n° 9 au présent ouvrage.

Le disque de Rayleigh est suspendu au centre du tube à ondes stationnaires et l'on dispose, à la table de l'opérateur, de moyens d'observer sa déviation angulaire (d'après laquelle on peut calculer les pressions sonores à l'extrémité du tube). La sonde du microphone à sonde à étalonner est introduite dans un trou pratiqué dans une plaque qui ferme une extrémité du tube à ondes stationnaires; l'autre extrémité est fermée par un récepteur téléphonique à bobine mobile, alimenté par un oscillateur situé à droite de l'opérateur. On lit l'intensité du courant à la sortie du microphone à sonde sur un ampèremètre monté devant l'opérateur.

On effectue l'étalonnage du microphone à sonde en réglant la fréquence de l'oscillateur de façon à produire une onde stationnaire dans le tube, ce qui donne des maxima simultanés de la déviation du disque de Rayleigh et de l'intensité du courant à la sortie du microphone. Pour un réglage quelconque de la longueur du tube à ondes stationnaires, on peut utiliser pour l'étalonnage la fréquence correspondant au mode fondamental de résonance dans le tube (environ 100 Hz) et tous ses harmoniques impairs. Pour obtenir des points de la courbe d'étalonnage à d'autres fréquences, il est nécessaire de modifier la longueur du tube; on dispose de moyens de le faire, mais il ne sera pas nécessaire d'y avoir recours pour les vérifications périodiques de l'efficacité des microphones à sonde.

Le bâti situé à gauche de la table de l'opérateur contient l'équipement qui sert à vérifier les efficacités des microphones et des récepteurs de l'A.R.A.E.N. par comparaison avec un microphone à sonde étalonné. Les principaux appareils employés pour ces opérations sont les suivants:

*Microphone à sonde.* — Pour l'étalonnage de l'A.R.A.E.N., on dispose de deux microphones à sonde et d'un amplificateur-correcteur de distorsion d'affaiblissement; la caractéristique de fonctionnement aux diverses fréquences de l'ensemble du microphone à sonde et de l'amplificateur, la contre-distorsion d'affaiblissement ayant été réalisée, est sensiblement uniforme depuis environ 80 Hz jusqu'à 6000 Hz.

*Oreille artificielle.* — C'est un dispositif présentant à un récepteur téléphonique une impédance acoustique de charge équivalente à celle d'une oreille humaine, et permet-

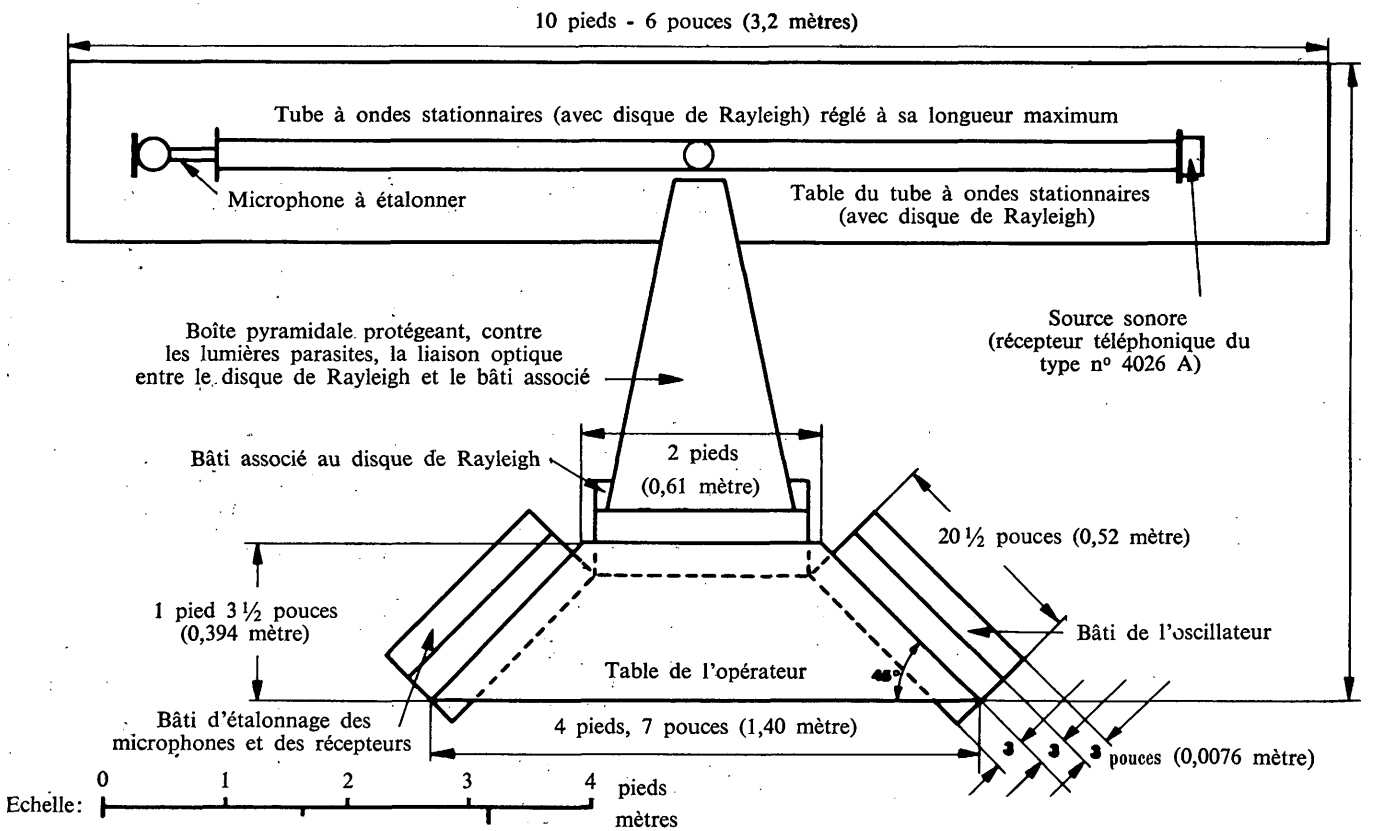



FIGURE 3. — **Plan de l'équipement pour l'étalonnage des microphones et des récepteurs de l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (A.R.A.E.N.)**

tant de mesurer la pression acoustique en un point spécifié, à l'intérieur de cette oreille artificielle, au moyen d'un microphone à sonde.

*Coupleur clos.* — C'est une petite cavité cylindrique fermée à une extrémité par un récepteur téléphonique à bobine mobile (qui constitue la source sonore) et à l'autre extrémité par le microphone essayé, avec la possibilité d'y faire pénétrer le bout de la sonde d'un microphone à sonde pour mesurer la pression acoustique. On peut ainsi obtenir un étalonnage du microphone à pression constante, dans des conditions de mesure spécifiées, qui est suffisant pour déceler n'importe quelle variation de l'efficacité du microphone.

Un milliampèremètre à bobine mobile de haute qualité et un milliampèremètre à thermocouple sont associés à l'équipement d'étalonnage comme étalon primaire et étalon secondaire (respectivement) pour les mesures électriques, et cet équipement comporte des montages permettant de commuter les différentes parties de l'équipement électrique pour faciliter les étalonnages périodiques.

*Remarque.* — Il est quelquefois commode, quand on emploie un système téléphonique de référence pour des essais de netteté, d'enregistrer les paroles prononcées par l'opérateur pour l'aider dans son entraînement à prononcer correctement. Un appareil d'enregistrement convenant pour être employé en conjugaison avec le microphone et les récepteurs téléphoniques de l'A.R.A.E.N. existe, et a été envoyé au Laboratoire du C.C.I.T.T. On ne devrait pas considérer cet appareil comme faisant partie spécifiquement de l'A.R.A.E.N.

## D. Efficacité théorique de l'A.R.A.E.N. complet

L'A.R.A.E.N. a été construit de façon que, dans la position normalisée (définie ci-après) du microphone, l'ensemble compris entre la bouche de l'opérateur qui parle et l'oreille de celui qui écoute représente au point de vue acoustique un mètre d'air; l'A.R.A.E.N. représente alors la partie comprise entre un point qui se trouve à 13,25 pouces (environ 33,5 centimètres) des lèvres de l'opérateur qui parle (position du centre du microphone)[1] et l'oreille de l'opérateur qui écoute, située à un mètre des lèvres de l'opérateur qui parle, l'opérateur qui écoute faisant face à l'opérateur qui parle.

Si l'on néglige l'effet produit sur le champ acoustique par la tête de l'opérateur qui écoute, la différence des pressions acoustiques entre ces deux points est théoriquement:

$$20 \log_{10} \frac{39{,}37}{13{,}25} = 20 \log_{10} \frac{100}{33{,}5} = 9{,}5 \text{ décibels}$$

Si l'on tient compte de l'effet produit par la tête de l'opérateur qui écoute d'après la courbe *b* de la figure 4, on a les valeurs du tableau 2:

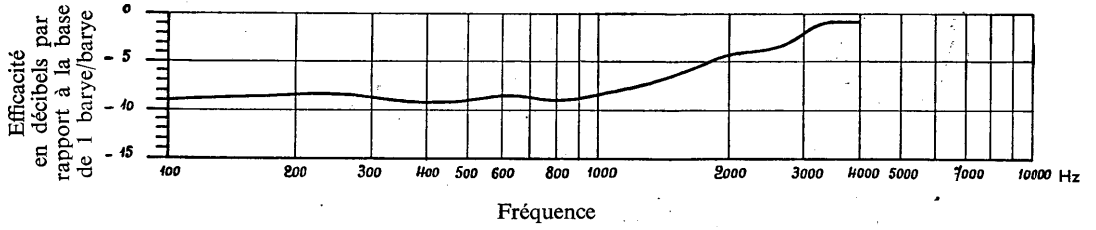
Tableau 2

| Fréquence | Augmentation de pression due à la présence dans le champ acoustique de la tête de l'opérateur qui écoute | Valeur théorique d'affaiblissement |
|---|---|---|
| 100 Hz | 0 dB | 9,5 dB |
| 300 Hz | 0 dB | 9,5 dB |
| 1000 Hz | 1 dB | 8,5 dB |
| 2000 Hz | 4,6 dB | 4,9 dB |

[1] Le bord de la grille de protection du microphone se trouve à 12 pouces (1 pied) des lèvres de l'opérateur qui parle.

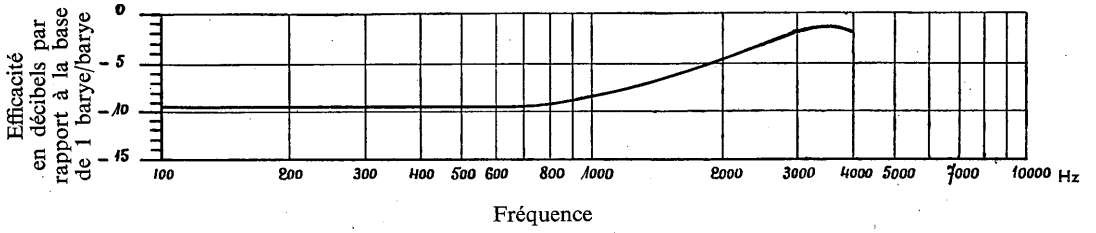
*Efficacité du système émetteur de l'A.R.A.E.N.* — L'efficacité du système émetteur a été fixée à une valeur permettant de contrôler la puissance vocale au moyen d'un volumètre spécifié (voir l'Avis P.52) branché à la sortie de ce système émetteur.

La « tension vocale » appliquée à l'entrée de la ligne et lue sur ce volumètre est de 1 volt lorsque l'opérateur parle avec la « puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N. » (voir l'Avis P.45). Dans ces conditions, la pression acoustique appliquée au diaphragme du microphone est égale à une barye.




*a*) Courbe caractéristique de fonctionnement de l'ensemble de l'A.R.A.E.N., avec le microphone n° 1284 (modèle 4021 E) et un récepteur téléphonique typique (du modèle 4026 A), le filtre passe-bande n'étant pas inséré [1].

Conditions de réglage } Gain de l'amplificateur d'émission « normal »
Affaiblissement de la ligne 30 dB
Gain de l'amplificateur de réception « normal » + 1 dB




*b*) Courbe caractéristique de transmission dans l'air libre sur une distance égale à un mètre — « distance de conversation » — compte tenu de la déformation du champ acoustique par la présence de la tête de l'observateur qui écoute (définition théorique de la courbe caractéristique de l'A.R.A.E.N., dans les conditions de réglage précitées).

FIGURE 4. — **Appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (A.R.A.E.N.)**

*Efficacité du système récepteur de l'A.R.A.E.N.* — L'efficacité du système récepteur a été déterminée par convention de telle sorte que la condition indiquée ci-dessus (pour l'efficacité « air à air » de l'A.R.A.E.N.) soit remplie, pour une valeur de l'affaiblissement de la ligne égale à 30 décibels.

Le tableau 3 donne les valeurs de la pression acoustique (en décibels par rapport à une barye) produite par un récepteur quand on applique à l'entrée de la partie électrique du système récepteur une tension de —30 décibels par rapport à un volt, c'est-à-dire quand une pression de une barye est appliquée au microphone.

[1] L'effet de ce filtre est de produire une coupure brusque à 300 et 3400 Hz; entre ces fréquences il introduit une distorsion d'affaiblissement supplémentaire inférieure à ±0,5 décibel.

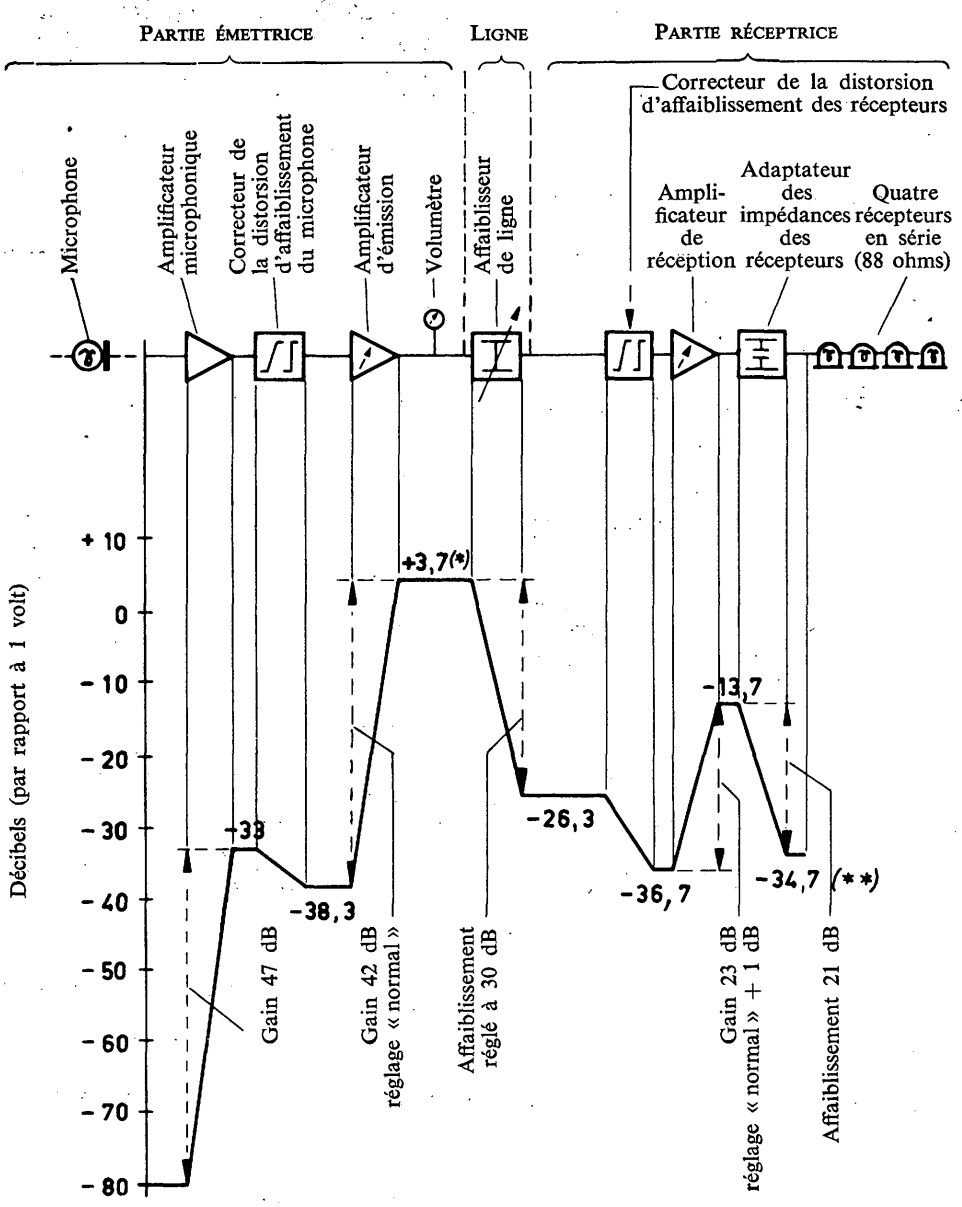



FIGURE 5. — **Hypsogramme de l'A.R.A.E.N. quand on applique au jack du microphone un signal de mesure sinusoïdal à 1000 Hz au niveau −80 dB par rapport à 1 volt, dans les conditions de réglage suivantes :**

**amplificateur d'émission : « normal »**

**amplificateur de réception : « normal » + 1 dB**

**affaiblisseur de ligne : 30 dB**

* Le volume mesuré en ce point est de 0 dB (par rapport à 1 volt) quand le microphone est branché et que l'opérateur parle avec la puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N.

** Avec une tolérance de ± 1,0 dB (le filtre passe-bande n'étant pas inséré).

TABLEAU 3

| Fréquence | Tension à l'entrée du système récepteur (sortie de la ligne) | Affaiblissement total de la partie électrique du système récepteur | Tension appliquée à un récepteur | Efficacité moyenne du récepteur | Pression acoustique produite par un récepteur |
|---|---|---|---|---|---|
| Hz | dB par rapport à 1 volt | dB | dB par rapport à 1 volt | dB par rapport à 1 barye/volt | dB par rapport à 1 barye |
| 100 | −30 | 25,8 | −55,8 | 46,0 | −9,8 |
| 300 | −30 | 25,2 | −55,2 | 46,1 | −9,1 |
| 1000 | −30 | 19,5 | −49,5 | 41,2 | −8,3 |
| 2000 | −30 | 15,4 | −45,4 | 41,4 | −4,0 |

Le tableau 4 ci-après permet de comparer les valeurs théoriques indiquées ci-dessus pour l'affaiblissement de l'ensemble de l'A.R.A.E.N. et les valeurs réelles de cet affaiblissement.

TABLEAU 4

| Fréquence | Affaiblissement de l'ensemble de l'A.R.A.E.N. | | |
|---|---|---|---|
| | Valeur théorique | Valeur réelle | Valeur réelle corrigée pour tenir compte de la position de la sonde dans l'oreille artificielle [1] |
| Hz | dB | dB | dB |
| 100 | 9,5 | 9,8 | 9,8 |
| 300 | 9,5 | 9,1 | 9,1 |
| 1000 | 8,5 | 8,3 | 8,3 |
| 2000 | 4,9 | 4,0 | 4,3 |

[1] Cette correction est nécessaire parce que la valeur de pression tenant compte de la présence (dans le champ acoustique) de la tête de l'opérateur qui écoute est rapportée à l'orifice externe du canal auditif, tandis que dans l'oreille artificielle la sonde du microphone est placée à la partie inférieure de la cavité de cette oreille artificielle; la région correspondant à l'orifice externe du canal auditif de l'oreille humaine se trouve près de la partie supérieure de la cavité de l'oreille artificielle. Cette correction devient très importante aux fréquences élevées. Les différences entre les valeurs mesurées (ainsi corrigées) et les valeurs théoriques sont dues à de petites variations des caractéristiques « efficacité-fréquence » des récepteurs.

En pratique, il est nécessaire de tenir compte, pour les réglages des gains des amplificateurs des systèmes émetteurs et récepteurs, des différences entre les caractéristiques « efficacité-fréquence » individuelles des microphones et des récepteurs. Le Laboratoire du C.C.I.T.T. dispose de la documentation nécessaire pour déterminer ces corrections d'après les petites variations d'efficacité des microphones et des récepteurs qui sont constatées lors des mesures d'étalonnage. La figure 5 donne l'hypsogramme de l'A.R.A.E.N. dans sa position de « réglage normal ».

## AVIS P.42 (modifié à Mar del Plata, 1968)

## SYSTÈMES POUR LA DÉTERMINATION DES ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE

Il existe trois types pour la détermination des équivalents de référence. Ces trois types doivent répondre aux conditions indiquées ci-après et sont désignés sous les dénominations suivantes:

1. Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (en abrégé, N.O.S.F.E.R.).
2. Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence.
3. Systèmes étalons de travail.

Le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.) est le système utilisé au Laboratoire du C.C.I.T.T.

Autrefois, les équivalents de référence étaient déterminés par rapport au système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique (S.F.E.R.T.), défini aux pages 27 à 43 du tome IV du *Livre Vert* du C.C.I.F.[1]

Les valeurs d'équivalents de référence déterminées par comparaison, directe ou indirecte, avec le S.F.E.R.T., restent valables.

On utilisait aussi autrefois des systèmes de référence pour la transmission téléphonique qui sont décrits aux pages 27 à 43 du tome IV du *Livre Vert* du C.C.I.F.

## A. Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.)

Ce système est constitué par l'A.R.A.E.N. (décrit dans l'Avis P.41) avec les modifications suivantes:

### 1. *Système émetteur*

La distance de conversation (mesurée entre le plan tangent à l'anneau de garde du côté des lèvres de l'opérateur qui parle et le centre de la grille du microphone) est de 14 centimètres.

Un réseau correcteur défini par les figures 1 et 2 et les tableaux 1 et 2 est inséré à la sortie de l'amplificateur d'émission.

Le volumètre de l'A.R.A.E.N., dont les caractéristiques sont indiquées dans le Supplément n° 10 au présent ouvrage, est placé en dérivation aux bornes de sortie du système émetteur du N.O.S.F.E.R.

### 2. *Système récepteur*

Un réseau correcteur défini par les figures 3 et 4 et les tableaux 3 et 4 est inséré à l'entrée de l'amplificateur de réception à la place du réseau correcteur de distorsion du système récepteur de l'A.R.A.E.N.[2] (voir la figure 1 de l'Avis P.41).

---

[1] Le Laboratoire du C.C.I.T.T. disposant d'un appareil de transmission de haute qualité (A.R.A.E.N.), il a semblé raisonnable de ne conserver au Laboratoire du C.C.I.T.T. qu'un système de référence, lequel, après avoir subi des modifications appropriées, pourrait remplacer le S.F.E.R.T.; des essais ont montré que c'était possible.

Le S.F.E.R.T. est un système ancien, réalisé avec des pièces difficiles à remplacer; en outre ses caractéristiques physiques ont été définies arbitrairement. Il serait ainsi difficile à reconstruire en cas de destruction partielle ou totale.

[2] Dans la constitution actuelle de l'A.R.A.E.N., ce réseau remplit deux fonctions :

1) il corrige la distorsion des récepteurs de l'A.R.A.E.N. et,

2) il tient compte, pour une transmission dans l'air libre sur une distance égale à 1 mètre d'air, de la déformation du champ acoustique due à la présence de la tête de l'opérateur qui écoute.

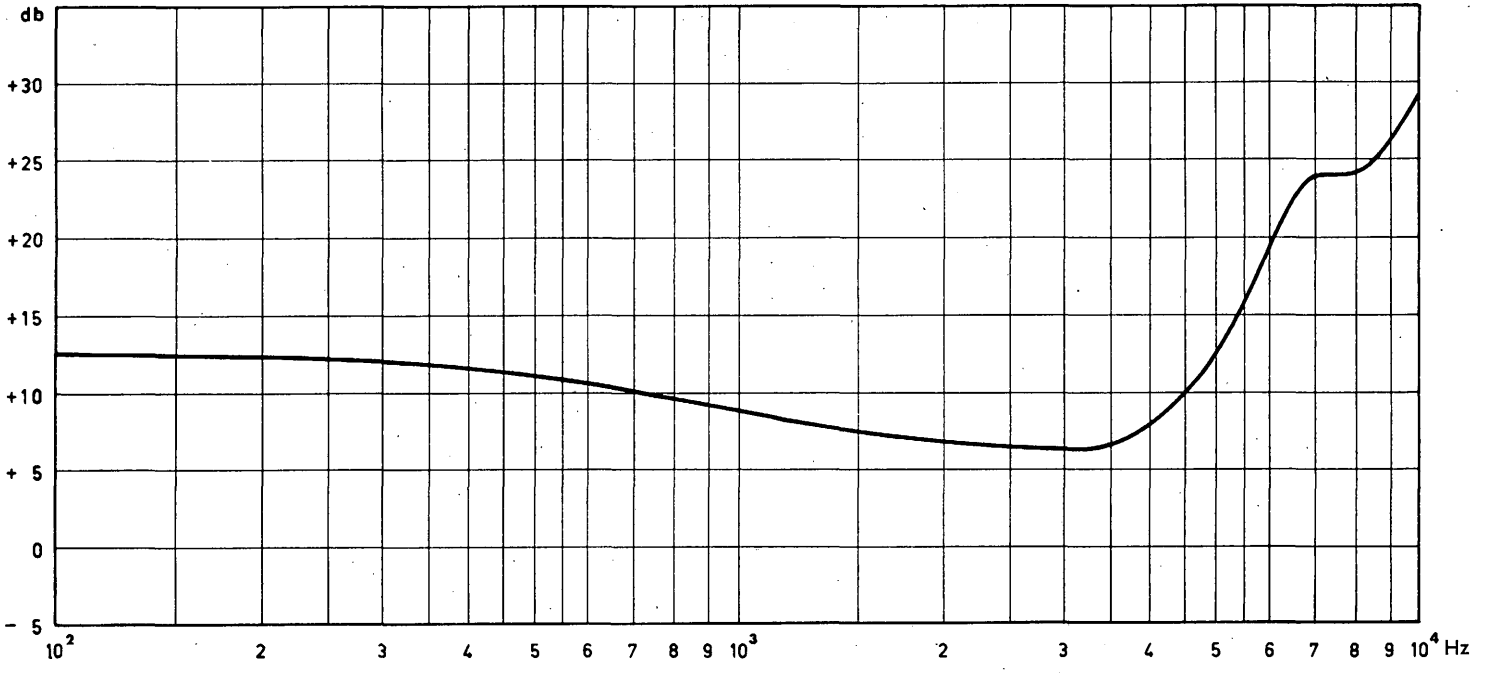



FIGURE 1. — **Courbe caractéristique de l'affaiblissement d'insertion (mesuré entre deux résistances pures de 600 ohms) du réseau correcteur du système émetteur du N.O.S.F.E.R.**

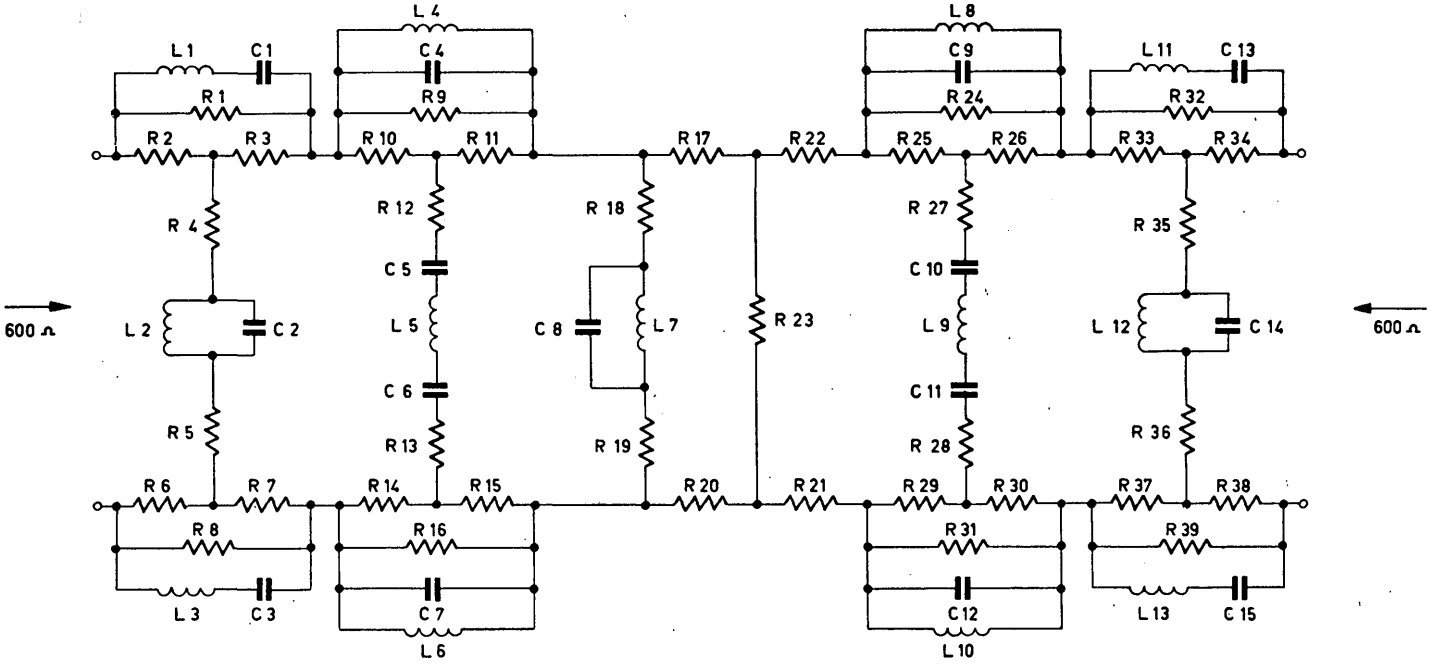



FIGURE 2. — **Schéma de principe du réseau correcteur du système émetteur du N.O.S.F.E.R.**

TABLEAU 1

*Affaiblissement d'insertion du réseau correcteur du système émetteur du N.O.S.F.E.R.*
(mesuré au Laboratoire du C.C.I.T.T., entre deux résistances pures de 600 ohms)

| Hz | dB | Hz | dB | Hz | dB |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 12,6 | 1200 | 8,1 | 4000 | 7,6 |
| 200 | 12,3 | 1300 | 7,9 | 4500 | 9,6 |
| 300 | 12,2 | 1400 | 7,8 | 5000 | 12,2 |
| 350 | 11,8 | 1500 | 7,5 | 5500 | 15,5 |
| 400 | 11,5 | 1800 | 7,0 | 6000 | 19,0 |
| 450 | 11,1 | 2000 | 6,8 | 6500 | 21,8 |
| 500 | 11,0 | 2200 | 6,7 | 7000 | 23,7 |
| 550 | 10,7 | 2500 | 6,5 | 7500 | 24,0 |
| 600 | 10,5 | 2700 | 6,4 | 8000 | 23,8 |
| 700 | 10,3 | 3000 | 6,2 | 8500 | 24,6 |
| 800 | 9,6 | 3200 | 6,3 | 9000 | 25,8 |
| 900 | 9,1 | 3400 | 6,3 | 9500 | 27,5 |
| 1000 | 8,7 | 3600 | 6,6 | 10000 | 28,9 |
| 1100 | 8,3 | 3800 | 7,0 | | |

TABLEAU 2

*Valeurs des éléments constituant le réseau correcteur du système émetteur du N.O.S.F.E.R. (fig. 2)*

| R (non inductive) | | L | | | | | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ohm | | mH | Résistance en courant continu ohm | Facteur de qualité à la fréquence de résonance ($f_r$) | ($f_r$) Hz | | µF |
| $R_1$ $R_8$ | 372 | $L_1$ $L_3$ | 2,265 | 0,61 | 106 | 3 900 | $C_1$ $C_3$ | 0,736 |
| $R_2$ $R_3$ | 300 | $L_2$ | 132,7 | 32,81 | 94,5 | 3 900 | $C_2$ | 0,0126 |
| $R_4$ $R_5$ | 241,5 | $L_4$ $L_6$ | 9,09 | 2,37 | 209 | 10 000 | $C_4$ $C_7$ | 0,0217 |
| $R_6$ $R_7$ | 300 | $L_5$ | 5,01 | 1,31 | 205 | 10 000 | $C_5$ $C_6$ | 0,101 |
| $R_9$ $R_{16}$ | 3477 | $L_7$ | 4,04 | 1,02 | 203 | 10 000 | $C_8$ | 0,1475 |
| $R_{10}$ $R_{11}$ | 300 | $L_8$ $L_{10}$ | 4,33 | 1,10 | 157 | 6 700 | $C_9$ $C_{12}$ | 0,1298 |
| $R_{12}$ $R_{13}$ | 25,88 | $L_9$ | 23,4 | 5,54 | 159 | 6 700 | $C_{10}$ $C_{11}$ | 0,0483 |
| $R_{14}$ $R_{15}$ | 300 | $L_{11}$ $L_{13}$ | 5,25 | 1,34 | 92,5 | 3 850 | $C_{13}$ $C_{15}$ | 0,318 |
| $R_{17}$ $R_{20}$ | 13,81 | $L_{12}$ | 55,8 | 13,94 | 88,5 | 3 850 | $C_{14}$ | 0,029 |
| $R_{18}$ $R_{19}$ | 579 | | | | | | | |
| $R_{21}$ $R_{22}$ | 13,81 | | | | | | | |
| $R_{23}$ | 6505 | | | | | | | |
| $R_{24}$ $R_{31}$ | 765 | | | | | | | |
| $R_{25}$ $R_{26}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{27}$ $R_{28}$ | 113 | | | | | | | |
| $R_{29}$ $R_{30}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{32}$ $R_{39}$ | 125 | | | | | | | |
| $R_{33}$ $R_{34}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{35}$ $R_{36}$ | 722 | | | | | | | |
| $R_{37}$ $R_{38}$ | 300 | | | | | | | |
| Tolérances | ± 0,5% | | ± 0,5% | | | | | ± 0,5% |

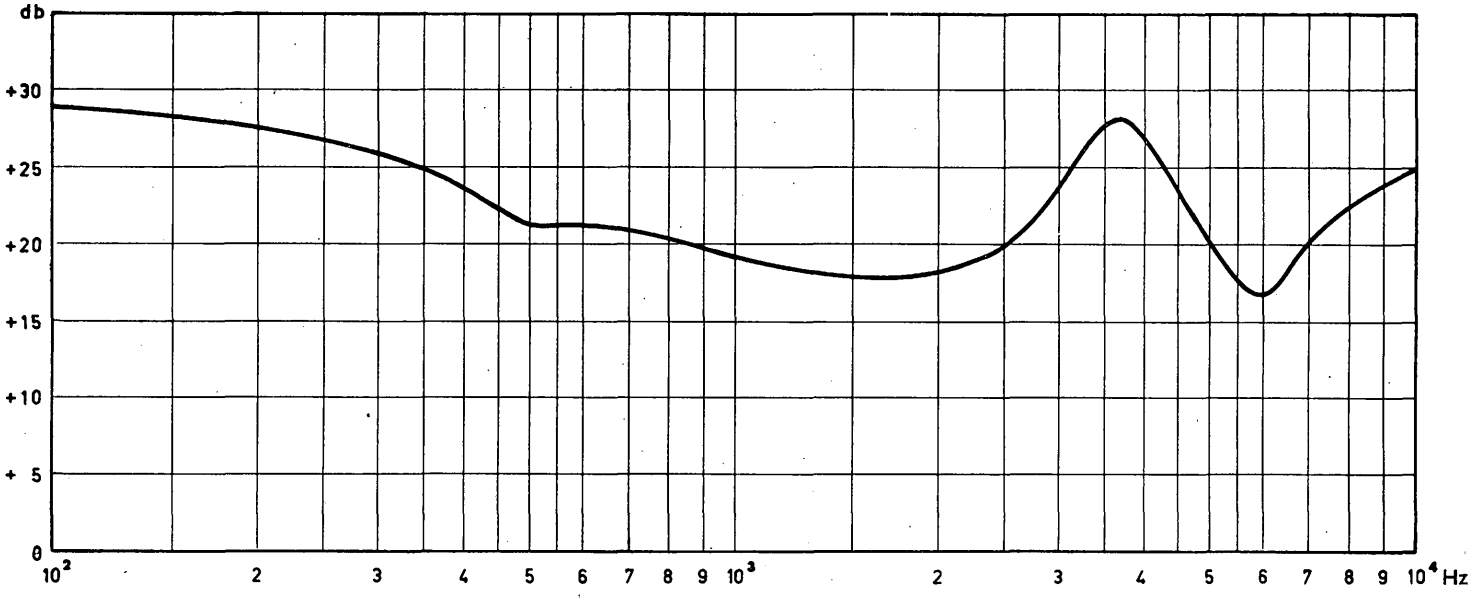



FIGURE 3. — **Courbe caractéristique de l'affaiblissement d'insertion (entre deux résistances pures de 600 ohms) du réseau correcteur du système récepteur du N.O.S.F.E.R.**

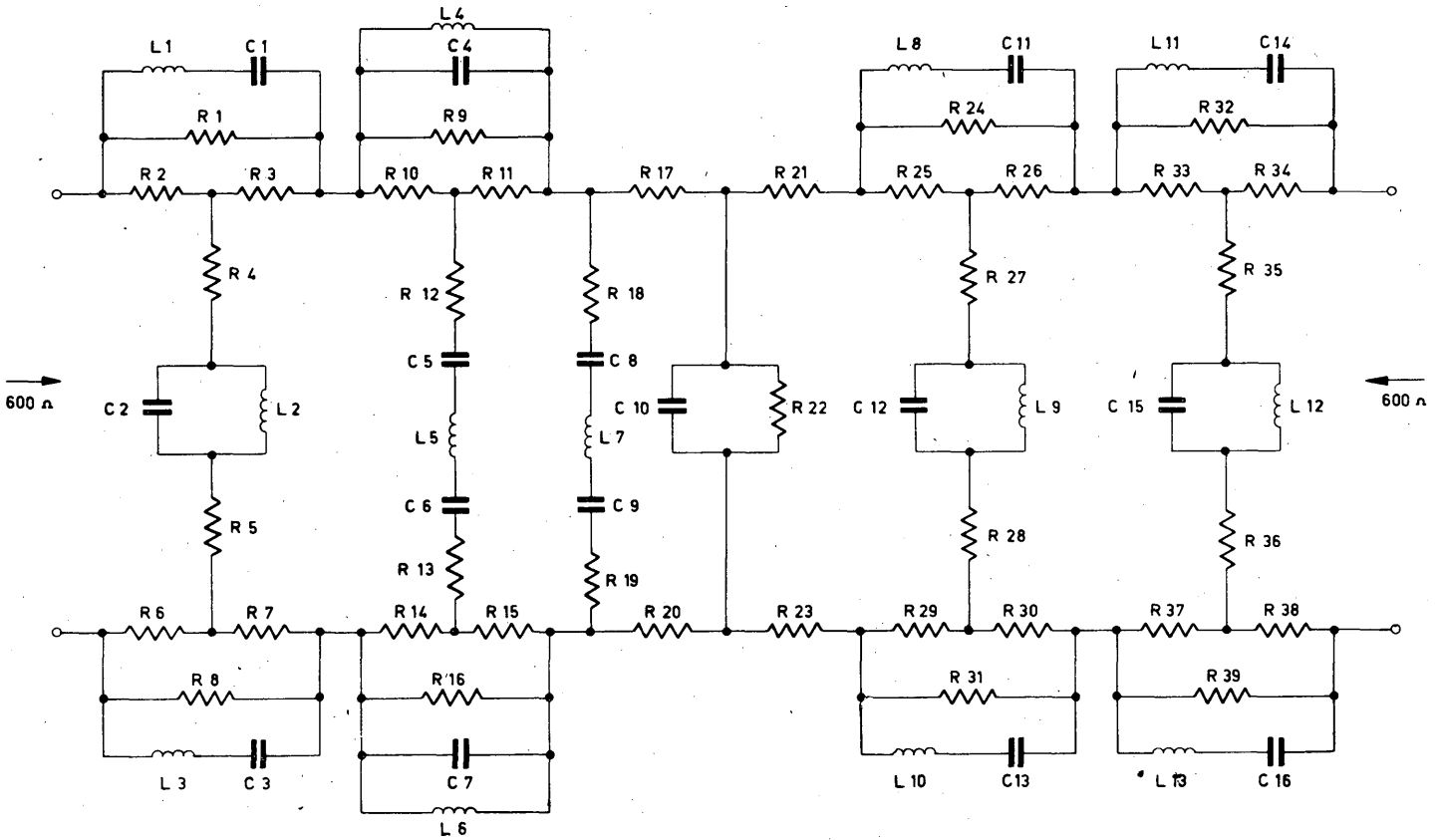



FIGURE 4. — **Schéma de principe du réseau correcteur du système récepteur du N.O.S.F.E.R.**

TABLEAU 3

*Affaiblissement d'insertion du réseau correcteur du système récepteur du N.O.S.F.E.R.*
(mesuré au Laboratoire du C.C.I.T.T., entre deux résistances pures de 600 ohms)

| Hz | dB | Hz | dB | Hz | dB |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 28,7 | 1200 | 18,3 | 4000 | 27,0 |
| 200 | 27,3 | 1300 | 18,0 | 4500 | 23,3 |
| 300 | 25,8 | 1400 | 17,9 | 5000 | 20,2 |
| 350 | 24,7 | 1500 | 17,8 | 5500 | 17,6 |
| 400 | 23,8 | 1800 | 17,8 | 6000 | 16,4 |
| 450 | 22,2 | 2000 | 18,0 | 6500 | 18,0 |
| 500 | 21,4 | 2200 | 18,6 | 7000 | 19,7 |
| 550 | 21,1 | 2500 | 19,8 | 7500 | 21,3 |
| 600 | 21,2 | 2700 | 21,0 | 8000 | 22,2 |
| 700 | 20,9 | 3000 | 23,3 | 8500 | 23,1 |
| 800 | 20,2 | 3200 | 25,3 | 9000 | 23,8 |
| 900 | 19,7 | 3400 | 27,0 | 9500 | 24,4 |
| 1000 | 19,0 | 3600 | 28,3 | 10000 | 24,7 |
| 1100 | 18,7 | 3800 | 28,2 | | |

TABLEAU 4

*Valeurs des éléments constituant le réseau correcteur du système récepteur du N.O.S.F.E.R. (fig.4)*

| R (non inductive) | | L | | | | | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ohm | | mH | Résistance en courant continu ohm | Facteur de qualité à la fréquence de résonnance ($f_r$) | ($f_r$) Hz | | µF |
| $R_1$ $R_8$ | 1071 | $L_1$ $L_3$ | 10,64 | 2,63 | 50,5 | 2 000 | $C_1$ $C_3$ | 0,5956 |
| $R_2$ $R_3$ | 300 | $L_2$ | 107,2 | 29,61 | 43,6 | 2 000 | $C_2$ | 0,05906 |
| $R_4$ $R_5$ | 84 | $L_4$ $L_6$ | 7,975 | 1,90 | 90 | 3 700 | $C_4$ $C_7$ | 0,2318 |
| $R_6$ $R_7$ | 300 | $L_5$ | 41,74 | 11,42 | 81,6 | 3 700 | $C_5$ $C_6$ | 0,08862 |
| $R_9$ $R_{16}$ | 764,5 | $L_7$ | 658 | 167,2 | 71 | 3 300 | $C_8$ $C_9$ | 0,00709 |
| $R_{10}$ $R_{11}$ | 300 | $L_8$ $L_{10}$ | 18,27 | 5,16 | 122 | 5 900 | $C_{10}$ | 0,022 |
| $R_{12}$ $R_{13}$ | 117,8 | $L_9$ | 7,171 | 1,78 | 136 | 5 900 | $C_{11}$ $C_{13}$ | 0,03984 |
| $R_{14}$ $R_{15}$ | 300 | $L_{11}$ $L_{13}$ | 91,2 | 23,6 | 12,1 | 500 | $C_{12}$ | 0,1015 |
| $R_{17}$ $R_{20}$ | 108,8 | $L_{12}$ | 200 | 54,34 | 11,4 | 500 | $C_{14}$ $C_{16}$ | 1,111 |
| $R_{18}$ $R_{19}$ | 1650 | | | | | | $C_{15}$ | 0,5068 |
| $R_{21}$ $R_{23}$ | 108,8 | | | | | | | |
| $R_{22}$ | 718,4 | | | | | | | |
| $R_{24}$ $R_{31}$ | 411,4 | | | | | | | |
| $R_{25}$ $R_{26}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{27}$ $R_{28}$ | 218,8 | | | | | | | |
| $R_{29}$ $R_{30}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{32}$ $R_{39}$ | 100,2 | | | | | | | |
| $R_{33}$ $R_{34}$ | 300 | | | | | | | |
| $R_{35}$ $R_{36}$ | 898 | | | | | | | |
| $R_{37}$ $R_{38}$ | 300 | | | | | | | |
| Tolérances | ± 0,5% | | ± 0,5% | | | | | ± 0,5% |

## B. Réglage normal du N.O.S.F.E.R.

L'A.R.A.E.N. ayant été réglé pour tenir compte des caractéristiques du microphone utilisé, on insère les réseaux correcteurs décrits ci-dessus au paragraphe A et on règle la distance de conversation à 14 cm. On augmente le gain de l'amplificateur de réception de 14 dB par rapport à son réglage dans l'A.R.A.E.N. (« normal » + 1 dB); il n'y a pas à modifier le gain de l'amplificateur d'émission.

1. *Efficacité du système émetteur du N.O.S.F.E.R.*

Comme il est indiqué ci-dessus, le réglage du gain de l'amplificateur d'émission n'est pas modifié lorsqu'on passe de la constitution « système émetteur de l' A.R.A.E.N. » à la constitution « système émetteur du N.O.S.F.E.R. ».

Le gain nominal de l'ensemble du préamplificateur du microphone (47 dB) et de l'amplificateur d'émission (42 dB), indépendant de la fréquence, est égal à 89 décibels.

Le gain de l'amplificateur d'émission peut varier légèrement pour tenir compte du microphone particulier utilisé.

Le réglage du gain de l'amplificateur est obtenu comme résultat des opérations suivantes mentionnées dans le tableau ci-après:

a) Prendre la moyenne arithmétique des trois valeurs de l'efficacité du microphone (exprimée en dB par rapport à 1 volt/barye) mesurées dans le champ acoustique libre aux fréquences 100, 300 et 900 Hz; en soustraire 6,1 dB représentant l'affaiblissement d'insertion moyen pour ces trois fréquences du réseau correcteur de distorsion du microphone.

b) Changer de signe le résultat obtenu sous a) (pour obtenir la valeur à laquelle doit être réglé le gain de l'amplificateur d'émission) et en retrancher 89 dB (réglage normal); on détermine ainsi la correction qui doit être apportée au réglage de l'amplificateur d'émission.

| Hz | Gain nominal de l'ensemble (préamplificateur du microphone-amplificateur d'émission) (dB) | Efficacité du microphone (n° 1292) en champ libre (dB par rapport à 1 volt/barye) | Affaiblissement du réseau correcteur du microphone (dB) | (2−3) | Correction à apporter au réglage de l'amplificateur d'émission (avec le microphone n° 1292) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 89,0 | −85,2 | 4,5 | −89,7 | |
| 300 | 89,0 | −81,1 | 8,0 | −89,1 | −(−89,2)−89 |
| 900 | 89,0 | −83,0 | 5,8 | −88,8 | |
| Moyennes | 89,0 | −83,1 | 6,1 | −89,2 | +0,2 |

Ces corrections ont été déterminées par l'Administration britannique. Dans le cas particulier du microphone n° 1292 la correction est de + 0,2 dB. Les deux cadrans de réglage du gain de l'amplificateur d'émission sont donc placés respectivement sur les positions « normal » et « + 0,2 ».

Le Laboratoire effectue des étalonnages périodiques des microphones sur un coupleur clos particulier, associé au dispositif spécial d'étalonnage du Laboratoire. Ces mesures permettent de contrôler la stabilité des microphones et de déterminer, le cas échéant, leur variation dans le temps. Si l'on constate une variation supérieure à 1 dB, le microphone est rejeté. Dans le cas où l'on constate une variation dans l'efficacité moyenne qui reste toutefois inférieure à 1 dB, il est nécessaire de modifier en conséquence le gain de l'amplificateur d'émission.

Le tableau 5 donne les valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du N.O.S.F.E.R., calculées à chaque fréquence à partir de la valeur moyenne (pour un certain nombre de microphones) de l'efficacité en champ acoustique libre.

TABLEAU 5

*Valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du N.O.S.F.E.R., calculées à partir des valeurs d'efficacité moyenne d'un certain nombre de microphones, mesurée en champ libre*

| Hz | Gain de la partie électrique du système émetteur (l'amplificateur d'émission est réglé sur normal + 0,4) | Efficacité moyenne d'un certain nombre de microphones mesurée en champ acoustique libre * (dB par rapport à 1 volt/barye) | Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre (dB volt/1/barye) (1 + 2) |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 80 | +73,2 | −86,8 | −13,6 |
| 100 | +72,9 | −85,6 | −12,7 |
| 120 | +72,4 | −84,6 | −12,2 |
| 200 | +70,8 | −82,4 | −11,6 |
| 300 | +69,5 | −81,6 | −12,1 |
| 400 | +69,6 | −81,7 | −12,1 |
| 500 | +70,4 | −81,7 | −11,3 |
| 600 | +71,5 | −81,5 | −10,0 |
| 700 | +72,6 | −82,0 | − 9,4 |
| 800 | +73,7 | −82,3 | − 8,6 |
| 900 | +74,5 | −82,7 | − 8,2 |
| 1000 | +75,4 | −83,4 | − 8,0 |
| 1500 | +77,9 | −85,8 | − 7,9 |
| 2000 | +79,2 | −86,6 | − 7,4 |
| 2500 | +79,9 | −87,4 | − 7,5 |
| 3000 | +80,2 | −86,5 | − 6,3 |
| 3500 | +80,2 | −86,0 | − 5,8 |
| 4000 | +79,1 | −85,9 | − 6,8 |
| 4500 | +77,2 | −85,6 | − 8,4 |
| 5000 | +74,5 | −85,4 | −10,9 |
| 5500 | +71,4 | −85,9 | −14,5 |
| 6000 | +67,5 | −85,6 | −18,1 |
| 6500 | +65,0 | −84,3 | −19,3 |
| 7000 | +62,9 | −84,7 | −21,8 |

* Valeurs extraites du rapport de recherches n° 13200 de l'Administration britannique (avril 1950).

Le tableau 6 donne les valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du N.O.S.F.E.R., déterminées à partir de l'efficacité du microphone n°1292, mesurée d'une part en champ libre (valeurs fournies

TABLEAU 6

*Valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du N.O.S.F.E.R., calculées à partir des valeurs d'efficacité d'un microphone particulier (n° 1292)*

| Hz | Gain de la partie électrique du système émetteur (l'amplificateur d'émission est réglé sur normal + 0,2) | Efficacité du microphone n° 1292 mesurée en champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/barye) | Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre pour le microphone associé n° 1292 (1 + 2) | Efficacité du microphone n° 1292 mesurée sur le coupleur clos (dB par rapport à 1 volt/barye) | Efficacité du système émetteur avec le microphone associé n° 1292 mesurée sur le coupleur clos (1 + 4) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 80 | +73,0 | −86,8 | −13,8 | −89,9 | −16,9 |
| 100 | +72,7 | −85,2 | −12,5 | −87,7 | −15,0 |
| 120 | +72,2 | −83,9 | −11,7 | −86,2 | −14,0 |
| 200 | +70,6 | −81,6 | −11,0 | −83,3 | −12,7 |
| 300 | +69,3 | −81,1 | −11,8 | −82,6 | −13,3 |
| 400 | +69,4 | −81,5 | −12,1 | −82,6 | −13,2 |
| 500 | +70,2 | −81,1 | −10,9 | −82,6 | −12,4 |
| 600 | +71,3 | −81,0 | − 9,7 | −82,6 | −11,3 |
| 700 | +72,4 | −81,7 | − 9,3 | −82,7 | −10,3 |
| 800 | +73,5 | −82,6 | − 9,1 | −82,8 | − 9,3 |
| 900 | +74,3 | −83,0 | − 8,7 | −83,0 | − 8,7 |
| 1000 | +75,2 | −83,2 | − 8,0 | −83,2 | − 8,0 |
| 1500 | +77,7 | −85,6 | − 7,9 | −84,6 | − 6,9 |
| 2000 | +79,0 | −86,7 | − 7,7 | −85,8 | − 6,8 |
| 2500 | +79,7 | −87,8 | − 8,1 | −86,2 | − 6,5 |
| 3000 | +80,0 | −86,6 | − 6,6 | −85,9 | − 5,9 |
| 3500 | +80,0 | −85,3 | − 5,3 | −85,3 | − 5,3 |
| 4000 | +78,9 | −85,0 | − 6,1 | −85,0 | − 6,1 |
| 4500 | +77,0 | −84,9 | − 7,9 | −84,6 | − 7,6 |
| 5000 | +74,3 | −84,7 | −10,4 | −84,1 | − 9,8 |
| 5500 | +71,2 | −86,0 | −14,8 | −83,0 | −11,8 |
| 6000 | +67,3 | −84,8 | −17,5 | −79,2 | −11,9 |
| 6500 | +64,8 | −83,2 | −18,4 | −76,6 | −11,8 |
| 7000 | +62,7 | −84,7 | −22,0 | | |

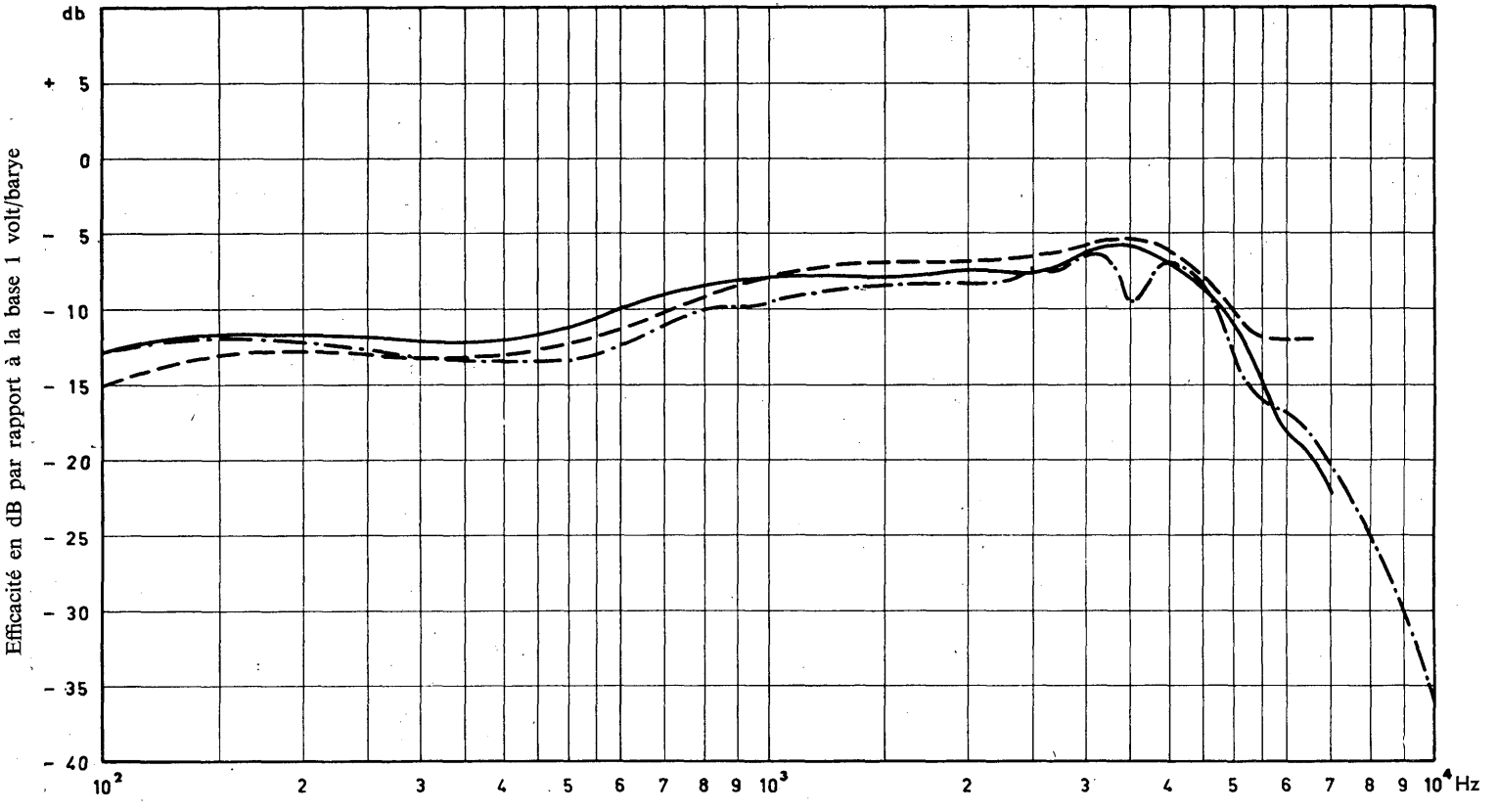
par l'Administration britannique) et, d'autre part, sur le coupleur clos. Le gain de l'amplificateur d'émission est réglé à la valeur correspondant à ce microphone (« normal », + 0,2).

Le tableau 7 donne à titre d'information l'efficacité du système émetteur déterminée à partir des mesures effectuées dans la chambre à parois absorbantes et avec la bouche artificielle de l'Administration suisse, le microphone étant placé à 14 cm de cette bouche avec sa grille horizontale. La pression acoustique était mesurée avant que le microphone soit mis en place.

La bouche artificielle est décrite dans l'Annexe 10 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

Ces mesures ont été effectuées dans la chambre à parois absorbantes de l'Administration suisse à Berne (juillet 1958).

La figure 5 donne les caractéristiques « efficacité-fréquence » du système émetteur du N.O.S.F.E.R., calculées à partir des valeurs d'efficacité du microphone mesurées dans diverses conditions d'étalonnage.




Valeurs calculées à partir de l'efficacité moyenne d'un certain nombre de microphones, mesurée en champ libre

Valeurs calculées à partir de l'efficacité du microphone n° 1292, mesurée sur coupleur clos

Valeurs calculées à partir de l'efficacité du microphone n° 1292, mesurée dans la chambre à parois absorbantes (Berne)

FIGURE 5. — **Courbe caractéristique de fonctionnement du système émetteur du N.O.S.F.E.R.**

TABLEAU 7

| Hz | Gain de la partie électrique du système émetteur (dB) | Efficacité du microphone n° 1292 mesurée en champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/barye) | Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre (1 + 2) (dB par rapport à 1 volt/barye) |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 100 | +72,7 | −85,6 | −12,9 |
| 200 | +70,6 | −82,9 | −12,3 |
| 300 | +69,3 | −82,4 | −13,1 |
| 400 | +69,4 | +82,9 | −13,5 |
| 500 | +70,2 | −83,6 | −13,4 |
| 600 | +71,3 | −83,7 | −12,4 |
| 700 | +72,4 | −83,6 | −11,2 |
| 800 | +73,5 | −83,6 | −10,1 |
| 900 | +74,3 | −84,4 | −10,1 |
| 1000 | +75,2 | −84,8 | − 9,6 |
| 1100 | +75,9 | −85,2 | − 9,3 |
| 1200 | +76,5 | −85,7 | − 9,2 |
| 1300 | +77,0 | −85,7 | − 8,7 |
| 1400 | +77,3 | −86,2 | − 8,9 |
| 1500 | +77,7 | −86,3 | − 8,6 |
| 1800 | +78,7 | −87,3 | − 8,6 |
| 2000 | +79,0 | −87,3 | − 8,3 |
| 2200 | +79,2 | −87,6 | − 8,4 |
| 2500 | +79,7 | −87,0 | − 7,3 |
| 2700 | +79,8 | −87,4 | − 7,6 |
| 3000 | +80,0 | −86,4 | − 6,4 |
| 3300 | +80,0 | −86,6 | − 6,6 |
| 3500 | +80,0 | −89,6 | − 9,6 |
| 4000 | +78,9 | −84,9 | − 6,0 |
| 4500 | +77,0 | −84,8 | − 7,8 |
| 5000 | +74,3 | −87,1 | −12,8 |
| 5500 | +71,2 | −87,2 | −16,0 |
| 6000 | +67,3 | −84,0 | −16,7 |
| 6500 | +64,8 | — | — |
| 7000 | +62,7 | −82,7 | −20,0 |
| 8000 | +62,4 | −87,0 | −24,6 |
| 10000 | +56,9 | −92,6 | −35,7 |

2. *Efficacité du système récepteur du N.O.S.F.E.R.*

Les deux cadrans de commande du gain de l'amplificateur de réception sont réglés respectivement sur les positions « + 14 dB » et « + 1 dB ». Le gain nominal de l'amplificateur de réception du système récepteur du N.O.S.F.E.R. est ajusté à la valeur fixe de 37 dB.

Le tableau 8 (colonne 5) donne les valeurs caractéristiques définissant l'efficacité du système récepteur du N.O.S.F.E.R. Les valeurs d'efficacité du récepteur dont il est tenu compte dans le calcul sont extraites du rapport de recherches n° 13200 (avril 1950) de l'Administration britannique.

Ces valeurs correspondent à l'efficacité moyenne, diminuée de 1 dB, d'un certain nombre de récepteurs. L'efficacité nominale moyenne d'un récepteur, aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz est fixée à + 43,7 dB par rapport à 1 barye par volt.

En pratique les quatre récepteurs utilisés ont des caractéristiques « efficacité-fréquence » qui diffèrent de la caractéristique moyenne définie ci-dessus. Généralement l'efficacité d'un récepteur est supérieure à cette valeur moyenne; en outre, une correction de 1 dB a été introduite ci-dessus; on pourra donc compenser au moyen d'affaiblisseurs les variations des récepteurs individuels par rapport à la valeur moyenne.

Lorsque la caractéristique d'un récepteur se trouve dans les limites fixées, on adapte au récepteur un affaiblisseur spécial variable par échelons de 0,25 dB, de façon que la valeur moyenne de son efficacité aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz soit égale à + 43,7 dB ± 0,4 dB par rapport à une barye par volt.

TABLEAU 8

| Hz | Gain de la partie électrique du système récepteur (terminé sur 88 ohms) | Correction de 12 dB à la sortie de l'adaptateur des impédances des récepteurs (quatre récepteurs en série) | Efficacité moyenne, — 1 dB, d'un récepteur (dB par rapport à 1 barye/volt) | Efficacité nominale du système récepteur (dB par rapport à 1 barye/volt) |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 80 | −12,5 | −12,0 | +45,4 | +20,9 |
| 100 | −12,2 | | +46,0 | **+21,8** |
| 120 | −12,0 | | +46,3 | +22,3 |
| 200 | −10,8 | | +46,6 | +23,8 |
| 300 | − 8,8 | | +46,1 | **+25,3** |
| 400 | − 6,9 | | +45,3 | +26,4 |
| 700 | − 4,0 | | +43,1 | +27,1 |
| 1000 | − 2,8 | | +41,2 | **+26,4** |
| 1500 | − 1,2 | | +40,0 | +26,8 |
| 2000 | − 1,1 | | +41,4 | **+28,3** |
| 2500 | − 3,0 | | +43,3 | +28,3 |
| 3000 | − 6,7 | | +45,9 | +27,2 |
| 3500 | −11,2 | | +47,8 | +24,6 |
| 4000 | −10,7 | | +47,9 | +25,2 |
| 4500 | − 7,0 | | +47,0 | +28,0 |
| 5000 | − 3,7 | | +45,5 | +29,8 |
| 5500 | − 2,0 | | +46,3 | +32,3 |
| 6000 | − 0,3 | | +48,2 | +35,9 |
| 6500 | − 1,9 | | +52,0 | +38,1 |
| 7000 | − 3,8 | −12,0 | +55,2 | +39,4 |
| Moyenne des efficacités aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz | | | +43,7 | +25,4 |

Le tableau 9 donne les valeurs caractéristiques définissant, pour chacune des quatre voies d'écoute, l'efficacité du système récepteur du N.O.S.F.E.R., avec le jeu des quatre récepteurs particuliers utilisés.

La figure 6 donne les caractéristiques « efficacité-fréquence » du système récepteur du N.O.S.F.E.R.

TABLEAU 9

| Hz | Gain de la partie électrique du système récepteur (terminée sur les 4 récepteurs en série) | Gain de la partie électrique du système récepteur relatif à chaque voie d'écoute (quatre récepteurs en série) — Récepteurs nos | | | | Efficacité des récepteurs (dB par rapport à 1 baryе/volt) — Récepteurs nos | | | | Efficacité du système récepteur avec chacun des quatre récepteurs (dB par rapport à 1 baryе/volt) — Récepteurs nos | | | | Moyennes des efficacités du système récepteur avec les 4 récepteurs (dB par rapport à 1 baryе/volt) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 936 | 946 | 1039 | 1140 | 936 | 946 | 1039 | 1140 | 936 | 946 | 1039 | 1140 | |
| 100 | −12,3 | −24,3 | −24,4 | −25,0 | −24,8 | **+45,0** | **+45,5** | **+45,5** | **+47,5** | **+20,7** | **+21,1** | **+20,5** | **+22,7** | **+21,2** |
| 200 | −11,0 | −22,7 | −22,8 | −23,2 | −23,1 | +46,1 | +46,9 | +46,6 | +46,4 | +23,4 | +24,1 | +23,4 | +23,3 | +23,5 |
| 300 | − 9,3 | −20,9 | −21,0 | −21,7 | −21,6 | **+45,5** | **+46,0** | **+45,1** | **+45,6** | **+24,6** | **+25,0** | **+23,4** | **+24,0** | **+24,2** |
| 400 | − 7,3 | −18,9 | −19,0 | −19,8 | −19,7 | +45,2 | +45,4 | +45,2 | +45,1 | +26,3 | +26,4 | +25,4 | +25,4 | +25,9 |
| 500 | − 5,0 | −16,6 | −16,7 | −17,3 | −17,2 | +44,5 | +44,5 | +44,5 | +43,5 | **+27,9** | +27,8 | +27,2 | +26,3 | +27,3 |
| 600 | − 4,8 | −16,4 | −16,6 | −17,1 | −17,0 | +43,9 | +44,0 | +43,8 | +43,5 | +27,5 | +27,4 | +26,7 | +26,5 | +27,0 |
| 700 | − 4,4 | −16,0 | −16,2 | −16,8 | −16,7 | +43,5 | +43,5 | +43,0 | +43,0 | +27,5 | +27,3 | +26,2 | +26,3 | +26,8 |
| 800 | − 3,8 | −15,4 | −15,6 | −16,2 | −16,1 | +42,7 | +42,7 | +42,4 | +42,0 | +27,3 | +27,1 | +26,2 | +25,9 | +26,6 |
| 900 | − 3,2 | −14,8 | −15,0 | −15,7 | −15,5 | +42,4 | +42,2 | +42,0 | +41,5 | +27,6 | +27,2 | +26,3 | +26,0 | +26,8 |
| 1000 | − 2,7 | −14,3 | −14,4 | −15,0 | −14,9 | **+42,0** | **+41,8** | **+41,5** | **+41,0** | **+27,7** | **+27,4** | **+26,5** | **+26,1** | **+26,9** |
| 1100 | − 2,3 | −13,9 | −14,0 | −14,7 | −14,6 | +41,5 | +41,5 | +41,0 | +40,7 | +27,6 | +27,5 | +26,3 | +26,1 | +26,9 |
| 1200 | − 1,8 | −13,5 | −13,6 | −14,3 | −14,2 | +41,0 | +41,0 | +40,7 | +40,5 | +27,5 | +27,4 | +26,4 | +26,3 | +26,9 |
| 1300 | − 1,6 | −13,2 | −13,3 | −14,0 | −13,9 | +41,0 | +41,0 | +40,6 | +40,1 | +27,8 | +27,7 | +26,6 | +26,2 | +27,1 |
| 1500 | − 1,1 | −12,8 | −12,9 | −13,6 | −13,4 | +40,7 | +40,8 | +40,5 | +39,4 | +27,9 | +27,9 | +26,9 | +26,0 | +27,2 |
| 1800 | − 1,0 | −12,7 | −12,8 | −13,4 | −13,3 | +40,7 | +40,5 | +39,7 | +39,0 | +28,0 | +27,7 | +26,3 | +25,7 | +26,9 |
| 2000 | − 1,2 | −12,7 | −12,9 | −13,6 | −13,5 | **+41,4** | **+41,2** | **+40,5** | **+39,9** | **+28,7** | **+28,3** | **+26,9** | **+26,4** | **+27,6** |
| 2100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2400 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2500 | − 2,8 | −14,8 | −14,5 | −15,1 | −15,0 | +42,9 | +43,1 | +42,2 | +41,8 | +28,1 | +28,6 | +27,1 | +26,8 | +27,6 |
| 2700 | − 4,0 | −15,6 | −15,8 | −16,4 | −16,3 | +44,0 | +44,5 | +43,5 | +43,0 | +28,4 | +28,7 | +27,1 | +26,7 | +27,7 |
| 3000 | − 6,5 | −18,0 | −18,2 | −18,9 | −18,9 | +45,8 | +46,2 | +45,2 | +44,5 | +27,8 | +28,0 | +26,3 | +25,6 | +26,9 |
| 3300 | − 9,2 | −20,7 | −20,9 | −21,6 | −21,6 | +47,5 | +48,0 | +47,0 | +46,5 | +26,8 | +27,1 | +25,4 | +24,9 | +26,0 |
| 3600 | −11,0 | −22,6 | −22,8 | −23,5 | −23,4 | +48,5 | +49,0 | +48,0 | +48,0 | +25,9 | +26,2 | +24,5 | +24,6 | +25,3 |
| 4000 | −10,0 | −21,7 | −21,9 | −22,6 | −22,3 | +48,8 | +48,7 | +48,2 | +48,7 | +27,1 | +26,8 | +25,6 | +26,4 | +26,5 |
| 4500 | − 6,8 | −18,4 | −18,6 | −19,2 | −18,9 | +48,0 | +48,1 | +47,5 | +48,7 | +29,6 | +29,5 | +28,3 | +29,8 | +29,3 |
| 5000 | − 3,8 | −15,4 | −15,6 | −16,2 | −16,0 | +46,2 | +46,3 | +45,8 | +47,8 | +30,8 | +30,7 | +29,6 | +31,8 | +30,7 |
| 6000 | − 0,2 | −11,8 | −12,0 | −12,6 | −12,4 | +49,9 | +49,9 | +48,8 | +52,4 | +38,1 | +37,9 | +36,2 | +40,0 | +38,0 |
| 7000 | − 3,4 | −15,0 | −15,1 | −15,8 | −15,7 | | | | | | | | | |
| | Moyennes des efficacités aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz . . . . . | | | | | +43,5 | +43,6 | +43,2 | +43,5 | +25,4 | +25,4 | +24,3 | +24,8 | +25,0 |
| | Affaiblisseur supplémentaire . . . . . | | | | | b=1,5dB | b=1,5dB | b=2,0dB | b=2,0dB | | | | | |

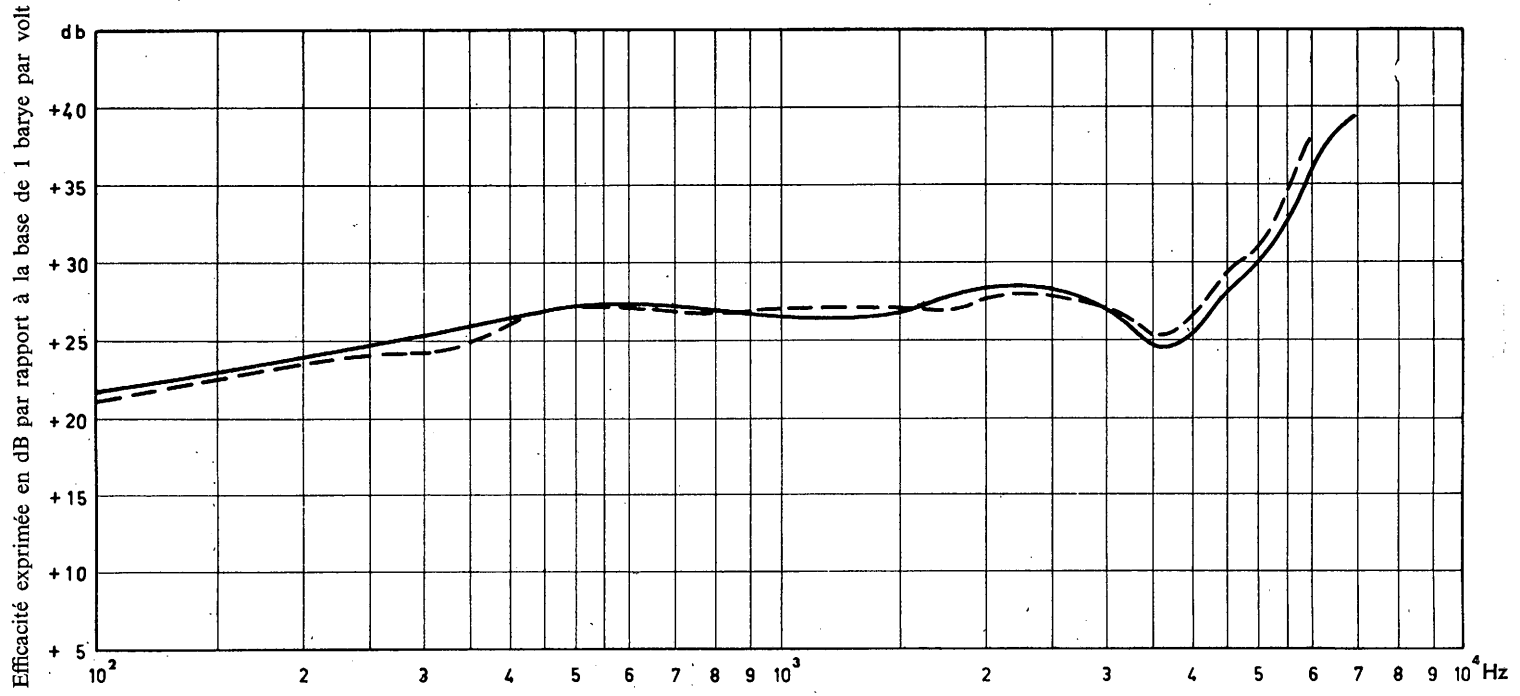



FIGURE 6. — **Caractéristiques « efficacité-fréquence » du système récepteur du N.O.S.F.E.R. (valeurs calculées à partir de l'étalonnage des récepteurs sur l'oreille artificielle de l'A.R.A.E.N.)**

3. *Hypsogramme du N.O.S.F.E.R.*

La figure 7 donne l'hypsogramme théorique du N.O.S.F.E.R.

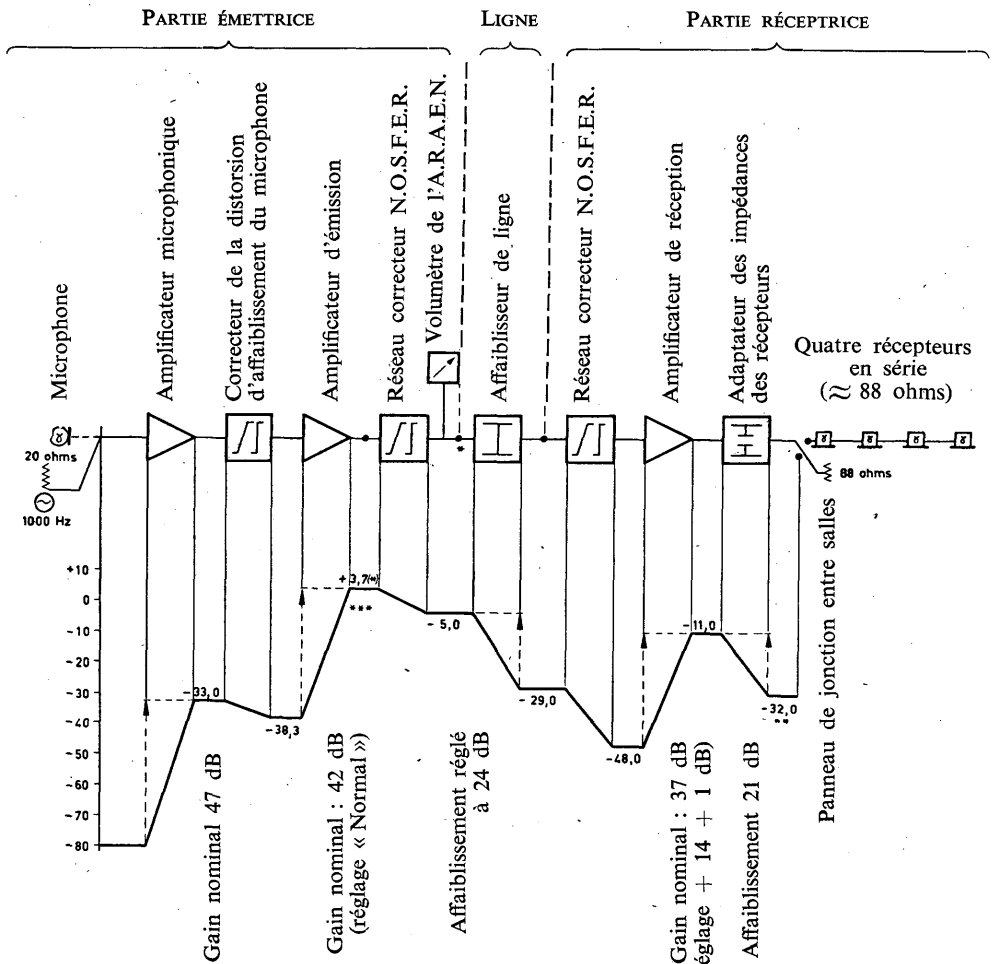



FIGURE 7. — **Hypsogramme du N.O.S.F.E.R. quand on applique au jack du microphone un générateur d'impédance interne de 20 ohms donnant un signal de mesure sinusoïdal à 1000 Hz an niveau — 80 dB par rapport à 1 volt dans les conditions de réglage suivantes :**

**amplificateur d'émission : « normal »**
**amplificateur de réception : « 14 dB + 1 dB »**
**affaiblisseur de ligne : 24 dB**

* Le volume mesuré en ce point avec le volumètre de l'A.R.A.E.N. est de −10 dB (par rapport à 1 volt) quand l'opérateur parle avec la puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques.

** Avec une tolérance de ±0,3 dB (valeur déterminée à partir de mesures de maintenance échelonnées sur une période de temps de six mois).

*** Cette valeur, ainsi que les valeurs des niveaux mesurés aux différents points suivants de la chaîne de transmission, dépendent du microphone utilisé. (Voir B.1 ci-dessus et dans le Supplément n° 9 au présent ouvrage le paragraphe 6, réglage du gain de l'amplificateur d'émission.)

## C. Puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques

Le volumètre de l'A.R.A.E.N. est relié à la sortie du système émetteur du N.O.S.F.E.R. Les commandes de sensibilité du volumètre doivent être réglées à −10 décibels et l'opérateur parle devant le microphone du système émetteur du N.O.S.F.E.R. en utilisant une puissance vocale telle que l'aiguille de l'instrument indicateur atteigne le repère. Cette puissance vocale est la « puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques ». Le « volume (des sons vocaux) » correspondant à cette « puissance vocale normale » est le « volume normal pour les mesures téléphonométriques ».

*Remarque 1.* — Dans les mêmes conditions, un v.u. mètre (voir le Supplément n° 11 au présent ouvrage), relié à la sortie du système émetteur du N.O.S.F.E.R., donnerait une indication de −9,4 v.u.

*Remarque 2.* — Le « volume normal pour les mesures téléphonométriques » était autrefois défini au moyen du « Volume Indicator » (voir l'Annexe 18 dans la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*) qui, relié à la sortie du système émetteur du S.F.E.R.T., devait donner une indication de −16 dB.

*Remarque 3.* — Les relations entre les indications du volumètre de l'A.R.A.E.N., du Volume Indicator et d'un v.u. mètre, qui résultent des remarques 1 et 2, ne sont valables que pour la détermination d'équivalents de référence. Des relations entre les indications de volumètres de divers types, au cours d'une conversation téléphonique, sont données dans le Supplément n° 14 au présent ouvrage.

## D. Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence

On appelle « Système primaire pour la détermination des équivalents de référence »:

a) un système constitué par une réplique du N.O.S.F.E.R.,

b) un système conforme à la description donnée dans la section 3.1.1.II du tome IV du *Livre Vert* du C.C.I.F. (pages 27 à 34).

On suppose:

1. qu'un tel système est défini par une description détaillée comportant la méthode propre d'étalonnage objectif des paramètres physiques du système;

2. que ce système a été comparé directement ou indirectement avec le « système fondamental pour la détermination des équivalents de référence ».

La vérification indirecte d'un Système primaire pour la détermination des équivalents de référence peut être faite en mesurant l'équivalent de référence de systèmes émetteurs ou récepteurs stables, d'une part à l'aide du système primaire considéré, d'autre part à l'aide du N.O.S.F.E.R.

## E. Systèmes étalons de travail

Il est admis pour l'application des avis du C.C.I.T.T. que l'on peut déterminer l'équivalent de référence d'un système commercial en prenant la somme de l'équivalent relatif de ce système commercial par rapport à un système étalon de travail et de l'équivalent de référence de ce système étalon de travail (voir l'Avis P.72).

A titre d'information, des systèmes étalons de travail sont décrits dans les annexes 1 et 2 au présent Avis

Avant d'être mis officiellement en service, tout système étalon de travail qui n'avait pas été déjà comparé au S.F.E.R.T. doit être comparé au N.O.S.F.E.R. ou à un Système primaire pour la détermination des équivalents de référence.

Cette comparaison a pour but de définir les qualités de transmission de l'élément du système étalon de travail considéré, par rapport à celles de l'élément correspondant du N.O.S.F.E.R., ou du Système primaire pour la détermination des équivalents de référence. Elle indique notamment de combien d'unités de transmission (népers ou décibels) le système émetteur ou le système récepteur du système étalon de travail est respectivement inférieur ou supérieur au système émetteur ou au système récepteur du N.O.S.F.E.R. (ou du Système primaire pour la détermination des équivalents de référence).

La méthode de mesure utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. est la méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret » (Voir l'Avis P.72).

La mesure s'effectue par comparaison téléphonométrique (à la voix et à l'oreille et par substitution de l'élément comparé (système émetteur ou système récepteur) à l'élément correspondant du N.O.S.F.E.R. Une ligne artificielle d'affaiblissement réglable que l'on ajoute en série avec le système le plus efficace permet de réaliser l'équivalence des efficacités des deux systèmes comparés.

Les schémas généraux de principe correspondant à l'étalonnage du système émetteur ou du système récepteur du système étalon de travail sont représentés sur les figures 8 et 9 respectivement.

La méthode de comparaison utilisée par le Laboratoire du C.C.I.T.T. repose sur l'exécution des essais (équilibres élémentaires, voir ci-après) par deux opérateurs seulement (un opérateur qui parle et un opérateur qui écoute) et sur l'emploi de trois lignes d'affaiblissement sans distorsion dont l'impédance caractéristique a un module de 600 ohms et un argument égal à zéro.

L'affaiblissement de la première de ces lignes *A* est fixé à 24 décibels au Laboratoire du C.C.I.T.T.; en tout cas la valeur de cet affaiblissement doit être supérieure à 1,8 néper ou 15 décibels, afin: 1) de ramener l'intensité des courants dans les systèmes récepteurs à une valeur telle que l'oreille soit placée dans de bonnes conditions pour les comparaisons auditives et 2) d'empêcher toute réaction électrique entre le système émetteur et le système récepteur.

La deuxième ligne *S* introduit un affaiblissement dit « secret » parce que sa valeur est inconnue de l'opérateur qui écoute, son affaiblissement peut varier de 0 à 10 dB par échelons de 1 dB.

La troisième ligne *E* dite « ligne d'équilibre » est à la disposition de l'opérateur qui écoute et sert à réaliser l'équilibre sonore.

Un ensemble de commutateurs (voir figures 8 et 9) commandés simultanément permet de réaliser la commutation nécessaire à la comparaison téléphonométrique.

Un volumètre (celui de l'A.R.A.E.N.) permet à l'opérateur qui parle de réaliser et de conserver le volume normal pour les mesures téléphonométriques défini ci-dessus sous C. Les équivalents de référence du système émetteur et du système récepteur du système étalon de travail considéré résultent de la moyenne d'un certain nombre de mesures téléphonométriques appelées « équilibres élémentaires ».

Pour l'exécution d'un équilibre élémentaire, on procède comme il suit:

a) *Mesure d'un système émetteur* (figure 8)

Chaque équilibre élémentaire est exécuté par deux opérateurs. L'opérateur qui

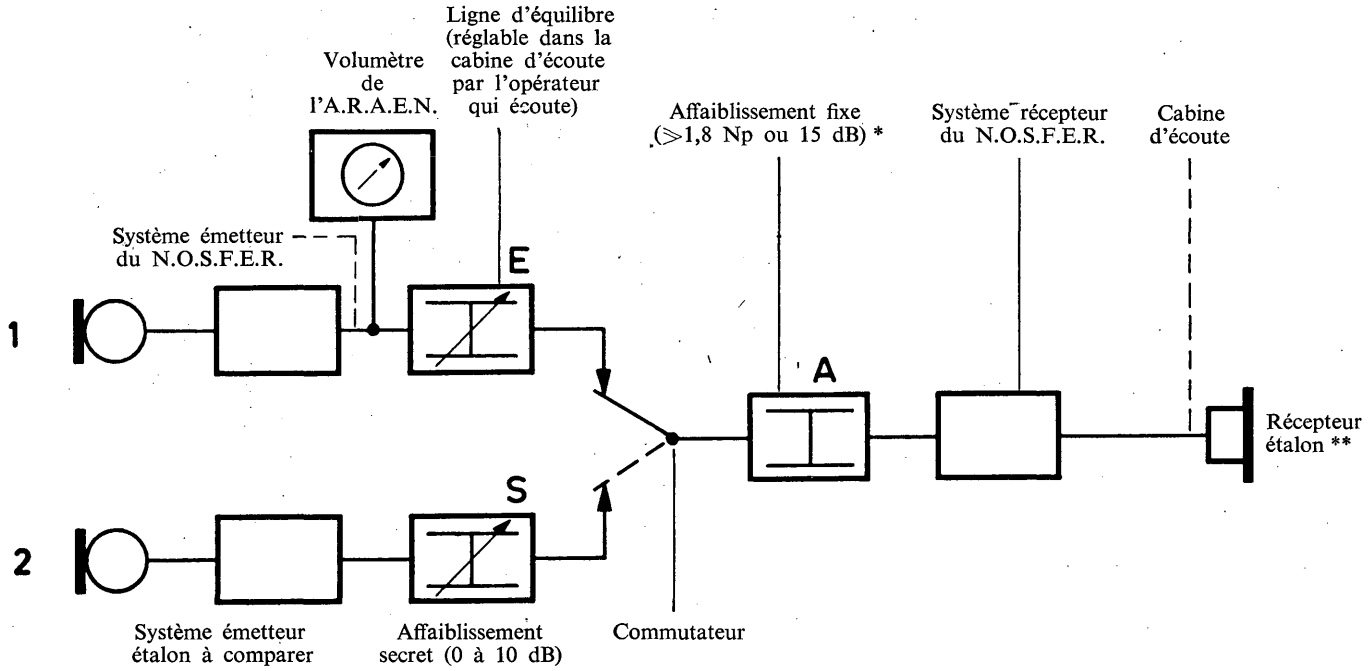



FIGURE 8. — **Comparaison d'un système émetteur étalon au système émetteur du N.O.S.F.E.R. (méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret »)**

* Au Laboratoire du C.C.I.T.T. cette valeur est fixée à 24 dB

** Dans le N.O.S.F.E.R. il y a quatre récepteurs montés en série. Au cours d'un équilibre élémentaire les trois autres récepteurs disponibles sont posés, mais restent connectés

parle (P) prononce alternativement, devant chaque microphone, une phrase conventionnelle[1]; l'affaiblissement secret est réglé à une valeur déterminée.

Dans la figure 8 on remarquera que la valeur totale de l'affaiblissement, inséré entre le système émetteur à mesurer et le système récepteur du N.O.S.F.E.R., varie entre 24 dB et 34 dB (selon la valeur de l'affaiblissement de la ligne « secret »). Une variante de cette méthode est maintenant utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. afin de laisser une plus grande marge de variation pour l'affaiblissement de la « ligne d'équilibre », ce qui est apparu nécessaire avec des appareils dont l'équivalent de référence est voisin de celui du système étalon: la somme $S + A$ des affaiblissements des lignes $S$ et $A$ varie entre 24 dB et 34 dB, ainsi l'affaiblissement de la ligne « secret » $S$ peut varier de 0 à 34 dB.

L'opérateur (P) s'efforce de parler sur un ton normal et avec la vitesse normale de conversation et de conserver le « volume normal pour les mesures téléphonométriques ». Il agit, en outre, synchroniquement sur les commutateurs de façon à réaliser les liaisons convenables correspondant au microphone devant lequel il parle. L'opérateur qui écoute (E) règle la ligne d'équilibre dont il dispose de manière à obtenir l'égalité des impressions sonores pour les deux ensembles de positions des commutateurs.

*b) Mesure d'un système récepteur* (figure 9)

Chaque équilibre élémentaire est exécuté par deux opérateurs. L'opérateur qui parle (P) répète sur un ton normal, avec la vitesse normale de conversation et en conservant le « volume normal pour les mesures téléphonométriques », les phrases conventionnelles devant le microphone du système émetteur du N.O.S.F.E.R. Il agit sur les commutateurs de manière à mettre successivement en relation avec le système émetteur du N.O.S.F.E.R., soit le système récepteur du N.O.S.F.E.R., soit le système récepteur du système étalon de travail. L'opérateur (E) écoute successivement avec les les deux récepteurs (récepteur du N.O.S.F.E.R., et récepteur du système étalon de travail en essai). Il règle, en outre, la ligne d'équilibre dont il dispose de manière à obtenir l'égalité des impressions sonores avec chacun des deux récepteurs. Le Laboratoire utilise dans cet essai la même technique qu'au point a) ci-dessus pour le réglage des lignes d'affaiblissement $S$ et $A$.

c) *Inscription des résultats et analyse statistique des essais*

Chaque séquence de mesures téléphonométriques comprend un certain nombre d'équilibres élémentaires. Le nombre des équilibres élémentaires dont l'ensemble constitue une « séquence d'essais» est au minimum de six; il est normalement de 12 au Laboratoire du C.C.I.T.T. avec une équipe normale de six opérateurs (dont trois participient simultanément aux essais) et peut être augmenté toutes les fois que cela est reconnu nécessaire.

Dans chaque séquence d'essais les résultats des mesures sont enregistrés sur des formules appropriées, sur lesquelles sont inscrites les valeurs des affaiblissements secrets et des affaiblissements d'équilibre respectivement pour chaque équilibre élèmentaire. La valeur de l'équivalent de référence pour une séquence d'essais est la valeur moyenne arithmétique des valeurs trouvées pour l'ensemble des équilibres élémentaires de cette séquence. Lorsqu'une séquence d'essais est insuffisante pour déterminer une valeur d'équivalent de référence, deux séquences d'essais sont effectuées à des périodes espacées d'une semaine environ. Les résultats des essais sont ensuite soumis à une analyse statistique.

[1] Au Laboratoire du C.C.I.T.T. la phrase conventionnelle est la suivante : Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun.

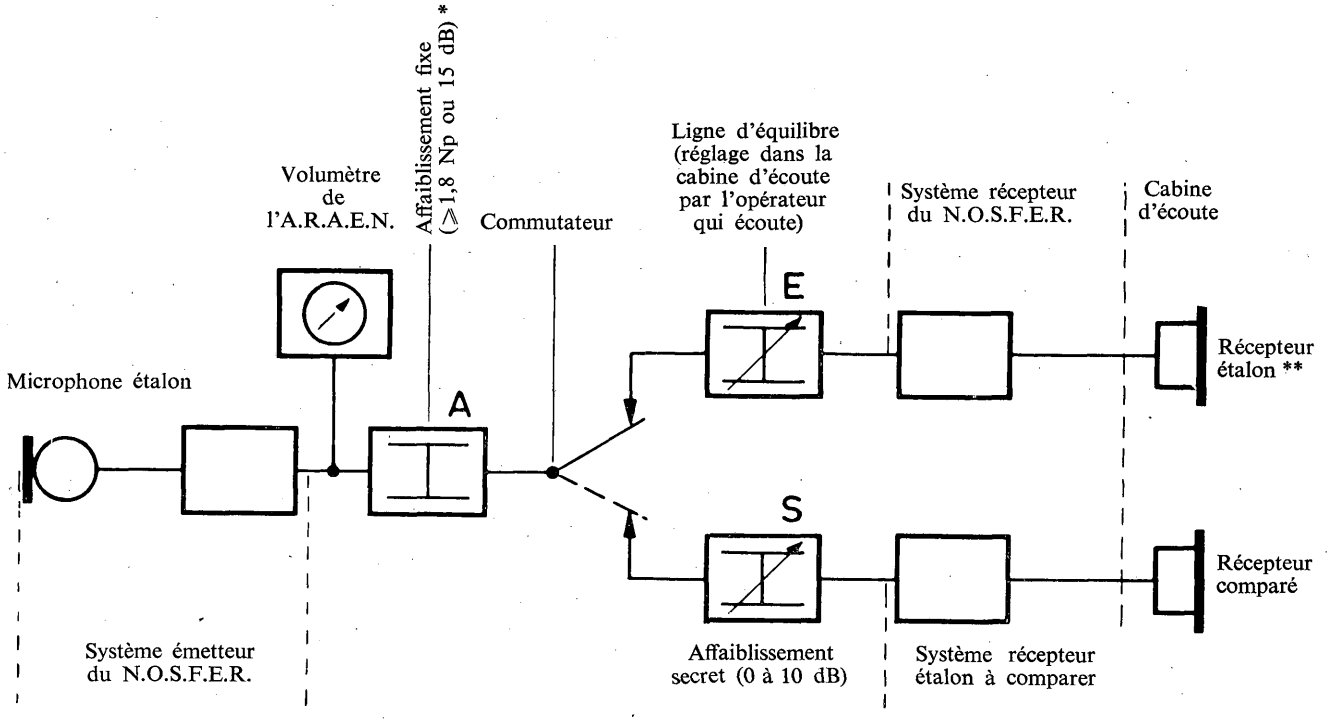



FIGURE 9. — **Comparaison d'un système récepteur étalon au système récepteur du N.O.S.F.E.R. (méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret »)**

*
** } Voir les notes de la figure 8

Les résultats des essais ainsi que de l'analyse statistique sont remis aux administrations et exploitations privées télépnoniques sous la forme d'un Rapport technique du Laboratoire du C.C.I.T.T., qui indique en particulier des « limites de confiance», telles qu'elles sont définies dans l'annexe 3 ci-après.

*Remarque.* — A titre d'information, l'Annexe 7 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*) décrit une autre méthode pour l'analyse de mesures d'efficacité de l'intensité sonore.

d) *Mesure de la résistance du microphone*

Lorsque le système émetteur à mesurer comporte un microphone à charbon (système S.E.T.A.B. ou système S.E.T.A.C.), la mesure de la résistance du microphone se fait pendant l'essai à la voix par la méthode du voltmètre-ampèremètre. Le voltmètre et l'ampèremètre utilisés sont d'un modèle présentant un grand amortissement.

On fait plusieurs observations pendant que l'on parle devant le microphone à mesurer et on prend la moyenne des valeurs de résistance obtenues au cours de ces diverses observations.

e) *Etalonnage périodique des systèmes étalons de travail*

Il est nécessaire de comparer périodiquement les systèmes étalons de travail avec la base téléphonométrique internationale constituée par le N.O.S.F.E.R., ou par un système primaire pour la détermination des équivalents de référence. Les recommandations pour l'envoi de ces appareils sont données dans l'Avis P.43.

## ANNEXE 1

(à l'Avis P.42)

**Directives concernant la constitution des systèmes étalons de travail avec appareils d'abonné (S.E.T.A.B.)**

Les systèmes étalons de travail avec appareils d'abonné comprennent un système émetteur, une ligne et un système récepteur. Le système émetteur et le système récepteur sont respectivement constitués par des postes d'abonné d'un type commercial associés à une ligne locale et à un système d'alimentation. Le courant d'alimentation doit être inférieur à la valeur correspondant à un risque de dommage ou d'instabilité du microphone.

La ligne insérée entre le système émetteur et le système récepteur doit avoir un affaiblissement minimum de 1,8 néper ou 15 décibels et une impédance de 600 ohms.

Le système doit être complété par un volumètre permettant de contrôler la puissance vocale utilisée au cours des essais téléphonométriques.

Il est naturellement indispensable que les microphones et les récepteurs satisfassent à certaines conditions afin de pouvoir être considérés comme étalons. A cet effet, les administrations et exploitations privées téléphoniques, qui ne l'ont pas déjà fait, pourront envoyer au Laboratoire du C.C.I.T.T. six appareils à combiné qui se seront avérés stables au cours d'essais préalables s'étendant sur une période de six mois.

Le Laboratoire du C.C.I.T.T. procédera d'abord à des mesures des caractéristiques « efficacité fréquence » pour apprécier la qualité de ces appareils; puis il effectuera, à des intervalles de deux semaines, cinq mesures d'équivalent de référence à l'émission et à la réception afin de vérifier la stabilité de ces appareils.

Après ces mesures préliminaires, le Laboratoire du C.C.I.T.T. choisira, dans les six appareils du même type qui lui auront été envoyés, trois appareils destinés à servir d'étalons à l'émission et trois appareils destinés à servir d'étalons à la réception. Il procédera à l'étalonnage des appareils étalons ainsi sélectionnés dans les conditions suivantes:

Détermination des équivalents de référence à l'émission et à la réception. On effectuera pour chaque mesure au moins 12 équilibres élémentaires afin d'obtenir des valeurs sûres d'équivalents de référence.

## ANNEXE 2

(à l'Avis P.42)

**Description d'un système étalon de travail avec microphone et récepteur électrodynamique (S.E.T.E.D.)**

Même dans un système étalon de travail comportant des appareils d'abonné modernes (S.E.T.A.B.), la stabilité que l'on peut obtenir est inférieure à ce qui est désirable et il reste la nécessité d'étalonner les systèmes étalons de travail par comparaison périodique avec le N.O.S.F.E.R. ou avec un autre système téléphonique plus stable.

Un système étalon de travail a donc été construit pour utiliser un microphone et un récepteur à bobine mobile fournissant un système téléphonique de haute qualité avec des caractéristiques stables.

Ce système étalon de travail a été établi pour la transmission de la parole avec une haute qualité, parce que l'on estime que l'étalon auquel on compare les systèmes commerciaux devrait toujours avoir une qualité de transmission meilleure que celle des systèmes commerciaux essayés; il y a aussi une autre raison, à savoir qu'ainsi on dispose d'un système étalon de travail stable auquel on peut comparer des systèmes commerciaux sur la base de la netteté, puisqu'il semble désirable que ceci devienne la base sur laquelle on établira les projets de transmission téléphonique, au lieu de les établir d'après les équivalents de référence basés sur le volume des sons vocaux.

Le nouveau système étalon de travail est pourvu des moyens nécessaires pour effectuer l'étalonnage absolu de ses microphones et de ses récepteurs téléphoniques. Il est assez simple pour être installé dans de nombreux laboratoires, et pourrait servir d'étalon primaire sur place, de sorte qu'il ne serait pas nécessaire, pour ceux qui disposeront de cet étalon de travail, d'envoyer ailleurs des microphones et des récepteurs pour étalonnage.

On dispose aussi des moyens nécessaires pour vérifier les caractéristiques acoustiques du système complet.

L'étalon de travail S.E.T.E.D. comprend:

1. un bâti fermé, avec des panneaux de 19 pouces (48 cm), ayant les dimensions suivantes:

| | | |
|---|---|---|
| hauteur | 6 pieds 5 pouces ½ | (195 cm) |
| largeur | 2 pieds 2 pouces | (66 cm) |
| profondeur | 2 pieds 6 pouces | (76 cm) |

Sur ce bâti sont montés un v.u. mètre; un amplificateur microphonique et un correcteur de distorsion d'affaiblissement; un panneau de commande qui comprend un affaiblisseur, un filtre, des boutons-poussoirs et des relais pour modifier les montages d'essais et des jacks pour les connexions externes; un amplificateur de réception avec un correcteur de distorsion d'affaiblissement et un dispositif d'alimentation en énergie électrique fonctionnant à partir du réseau de distribution d'électricité.

2. un microphone étalon à quartz piézoélectrique pour l'étalonnage par une mesure objective des instruments du système étalon de travail (microphones et récepteurs);

3. un microphone et un récepteur à bobine mobile;

4. des accessoires.

Le système étalon de travail comprend un volumètre du type « v.u. mètre » gradué en « unités de volume » américaines, pour le réglage de la puissance vocale de l'opérateur qui parle et aussi pour servir de voltmètre indicateur dans les mesures objectives d'étalonnage.

Un oscillateur destiné aux étalonnages dans toute la bande des fréquences de 100 à 5000 Hz est nécessaire, il ne fait pas partie de l'équipement.

Le microphone à bobine mobile est d'un type spécial construit pour que l'on parle près de ce microphone. Il est bien protégé contre les effets de l'humidité de la respiration.

Pour normaliser la position des lèvres, un anneau de garde est adapté au microphone, qui est monté sur un support réglable.

La caractéristique de fonctionnement aux diverses fréquences du microphone et de son correcteur de distorsion est telle que le rapport entre leur tension de sortie et la pression acoustique mesurée à l'emplacement des lèvres de l'opérateur qui parle est constant dans toute la bande de fréquences utilisée.

Le récepteur est muni d'un correcteur de distorsion tel que le rapport entre la pression acoustique produite dans une oreille humaine et la tension appliquée à l'entrée du correcteur varie en fonction de la fréquence suivant la courbe de réponse dite « orthotéléphonique ».

Le gain des amplificateurs est réglable de façon à obtenir les valeurs normales de 62,1 décibels pour l'amplificateur microphonique et de 17,5 décibels pour l'amplificateur de réception.

On effectue l'étalonnage d'un amplificateur en comparant son gain à l'affaiblissement d'une ligne artificielle formée de résistances fixes, en utilisant un signal sinusoïdal provenant d'un oscillateur extérieur et en utilisant le volumètre comme instrument indicateur de l'égalité de deux tensions. Cet amplificateur a un taux de contre-réaction prévu largement et d'ordinaire il n'y a pas besoin de spécifier que le dispositif d'alimentation en énergie électrique à partir du secteur de distribution soit stabilisé.

Un filtre passe-bande, laissant passer les fréquences de 300 à 3400 Hz, est introduit pour limiter la transmission à une bande de fréquences semblable à celle d'un circuit téléphonique ordinaire. Ceci est nécessaire parce que le nouveau système étalon de travail transmet en fait la large bande de fréquences qui s'étend de 50 à 9000 Hz et que sous cette forme il n'est pas approprié à la comparaison avec des systèmes transmettant une bande de fréquences étroite.

Le microphone à quartz piézoélectrique employé pour l'étalonnage est décrit ci-après. L'étalonnage du microphone à bobine mobile consiste en une comparaison directe entre la tension de sortie de ce microphone et celle du montage de cristaux de quartz, qui ne dépend pas de la fréquence. On étalonne le récepteur à bobine mobile en mesurant la tension qu'il faut lui appliquer pour qu'il excite le montage de cristaux de quartz de façon à obtenir une tension de sortie constante, c'est-à-dire pour que ce récepteur produise une pression acoustique constante.

Le montage de cristaux de quartz est associé à un préamplificateur à trois étages, alimenté par une batterie, suivi de l'amplificateur microphonique ayant un gain de 62,1 décibels mentionné ci-dessus. On emploie le volumètre, au cours de toutes les opérations d'étalonnage, uniquement pour indiquer une égalité de tensions.

La caractéristique « gain-fréquence » du préamplificateur est éliminée automatiquement de l'étalonnage par l'emploi d'un signal d'étalonnage appliqué directement en série avec l'élément de cristal piézoélectrique. La seule « inconnue » du système est donc l'effet piézoélectrique, qu'on peut calculer à partir des dimensions géométriques de l'élément de cristal et des lois fondamentales de la piézoélectricité.

Le réglage normal du préamplificateur, les étalonnages du microphone et du récepteur, et la réalisation d'autres combinaisons de circuits s'effectuent simplement au moyen d'un commutateur qui fait fonctionner les relais appropriés. Ces relais sont munis de contacts de platine ou d'or dans tous les circuits traversés par les courants vocaux. D'autres commutateurs font

fonctionner les relais nécessaires pour établir les montages d'essais pour régler les gains des amplificateurs et pour établir le système complet suivant les besoins, pour les essais basés sur des comparaisons de volumes ou pour les mesures d'A.E.N.

Dans les étalonnages du microphone et du récepteur, l'affaiblisseur est inséré dans le circuit d'étalonnage. On se sert de cet affaiblisseur pour amener à l'égalité deux indications du volumètre, de sorte que les réglages de l'affaiblisseur constituent une mesure de l'étalonnage électroacoustique en question.

Quelques points de l'étalonnage acoustique sont les suivants:

1. La relation entre la pression appliquée au microphone à cristal piézoélectrique et sa tension de sortie est indépendante de la fréquence et de la température.

2. Le milieu acoustique est l'air, à la pression et à la température de fonctionnement normal.

3. On a fait quelques mesures pour savoir jusqu'à quel degré le microphone et le récepteur à bobine mobile et l'équipement d'étalonnage subissent l'influence de la température. On a élevé de 16° à 40°C la température de l'équipement d'étalonnage complet, ainsi que du microphone et du récepteur à bobine mobile. D'une façon générale, l'efficacité du microphone diminua d'environ 0,7 décibel. L'efficacité du récepteur resta pratiquement inchangée, sauf dans des bandes de fréquences d'une octave de part et d'autre de la fréquence de résonance du diaphragme, la variation maximum étant une diminution à 2 décibels. Les deux étalonnages reprirent leurs valeurs primitives quand les appareils furent revenus à la température ambiante.

4. Les dispositifs de couplage acoustique sont assez petits pour assurer l'uniformité de la pression acoustique.

5. Les mesures d'étalonnage peuvent être répétées avec des résultats égaux à $\pm 0{,}5$ décibel près (ou encore mieux dans le milieu de la bande des fréquences transmises).

6. Le dispositif de couplage acoustique du récepteur se présente sous la forme d'une oreille artificielle dont l'impédance acoustique comprend des termes ayant respectivement les dimensions d'une raideur acoustique et d'une résistance acoustique.

7. Le microphone est étalonné à pression constante aux différentes fréquences. La courbe d'étalonnage ainsi obtenue est reliée à la caractéristique de fonctionnement dans le champ acoustique libre mentionné ci-dessus en faisant une correction qui dépend de facteurs géométriques; cette correction est déterminée une fois pour toutes au moyen d'un étalonnage dans le champ acoustique libre, par des mesures faites avec une bouche artificielle, dans une salle de caractéristiques acoustiques déterminées.

Le système étalon de travail S.E.T.E.D. a été construit en vue d'être employé comme système de référence pour des essais de netteté.

On peut aussi l'employer en réalisant des équilibres au point de vue du volume des sons vocaux reçus, pour déterminer des équivalents relatifs.

Dans les deux cas on peut établir les montages appropriés pour déterminer l'équivalent relatif (ou la valeur relative de l'affaiblissement équivalent pour la netteté) d'un système téléphonique commercial à la réception, à l'émission ou pour l'ensemble du système.

Les équivalents de référence du S.E.T.E.D., à l'émission, à la réception et pour le système complet d'après les déterminations directes effectuées au Laboratoire du C.C.I.T.T., ont les valeurs suivantes:

l'équivalent de référence à l'émission du S.E.T.E.D. est 3,3 dB meilleur que le S.F.E.R.T. (1953);

l'équivalent de référence à la réception du S.E.T.E.D. est 1,1 dB meilleur que le S.F.E.R.T. (1953);

l'équivalent de référence à l'émission du S.E.T.E.D. est 0,1 dB meilleur que le N.O.S.F.E.R. (1967);

l'équivalent de référence à la réception du S.E.T.E.D. est 2,8 dB meilleur que le N.O.S.F.E.R. (1967);

l'équivalent de référence du S.E.T.E.D. complet est 4,5 dB meilleur que le N.O.S.F.E.R. (1967).

On a aussi déterminé, par comparaison avec l'A.R.A.E.N., les A.E.N. du système complet, du système émetteur et du système récepteur:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| l'A.E.N. à l'émission | est | 3,3 ± 1,9 | dB | meilleur que l'A.R.A.E.N., |
| l'A.E.N. à la réception | est | 10,2 ± 2,3 | dB | meilleur que l'A.R.A.E.N., |
| l'A.E.N. du système complet | est | 17,3 ± 2,2 | dB | meilleur que l'A.R.A.E.N. |

Le S.E.T.E.D. est muni de dispositifs permettant d'injecter un bruit ou de produire un effet local à l'entrée de l'amplificateur de réception, mais les valeurs d'A.E.N. indiquées ci-dessus ont été déterminées en présence d'un bruit de salle transmis par voie aérienne, qui était aussi utilisé avec l'A.R.A.E.N. à l'époque où ces essais ont été effectués.

L'étalonnage du S.E.T.E.D. repose sur le microphone à cristaux de quartz qui utilise l'effet piézoélectrique direct dans une pile de cristaux de quartz taillés perpendiculairement à l'axe X (axe électrique) (voir la figure 10); une face de chaque cristal élémentaire est exposée à la pression acoustique, la face opposée est fixée d'une façon sûre à un bloc massif. Ainsi on est sûr que le déplacement de la face soumise à la pression acoustique est commandé par la raideur du système mécanique combiné jusqu'à la fréquence de résonance de ce système (estimée à 20 kHz). Six cristaux élémentaires semblables sont empilés de telle sorte qu'ils soient électriquement en parallèle. L'avantage sur un seul bloc de quartz, en forme de parallélipipède rectangle, de dimensions équivalentes, est que l'impédance du générateur de force électromotrice équivalent est plus petite. Ceci facilite la construction de l'étage d'entrée (tube à vide) du préamplificateur associé au microphone à quartz. Un avantage fortuit est une petite amélioration de l'écart entre signal et bruit quand le facteur qui limite cet écart est le bruit d'agitation thermique dans la résistance de fuite de la grille du tube à vide de ce premier étage d'amplification.

C'est une condition impérative, pour appliquer au quartz le principe de l'effet piézoélectrique direct, de s'assurer que le déplacement produit par la pression acoustique est limité à une seule surface. En même temps, le montage de cristaux doit être exempt de contraintes mécaniques pour que l'efficacité du microphone soit calculable à partir des lois fondamentales de la piézoélectricité. Le type de construction adopté satisfait à ces conditions, une composition qui ne durcit pas en fonction du temps étant utilisée pour boucher un intervalle d'air entre les cristaux de quartz et le métal qui les entoure. Ceci empêche les ondes acoustiques d'avoir accès aux faces latérales des cristaux de quartz et en même temps n'influence pas la vibration de ces cristaux.

Les cristaux ayant été choisis et préparés avec le maximum de soin, on calcule l'efficacité du microphone en faisant les hypothèses raisonnables de l'homogénéité des cristaux et d'un effet de compression simple parallèle à l'axe Y (axe mécanique) qui est uniforme et égal en tout point de ces cristaux à la pression acoustique appliquée. On obtient

$$\frac{e}{p} = \frac{4\pi L_1 d_{21}}{nK_{11}} \times 300$$

où $e$ = force électromotrice à circuit électrique ouvert, en volts, entre faces adjacentes des cristaux;

$p$ = pression acoustique en baryes;

$n$ = nombre de cristaux élémentaires empilés;

$K_{11}$ = constante diélectrique du quartz dans la direction de l'axe X (4,55);

$L_1$ = dimension parallèle à l'axe X de la pile de cristaux élémentaires (en centimètres) (voir la figure 10);

$d_{21}$ = constante piézoélectrique du quartz reliant l'effort de compression parallèle à l'axe Y à la polarisation électrique parallèle à l'axe X ($6{,}9 \times 10^{-8}$ unités électrostatiques de charge électrique par dyne).

On voit que la grandeur $\frac{e}{p}$ est indépendante de la fréquence, de sorte que la caractéristique de fonctionnement du microphone piézoélectrique aux diverses fréquences est vraiment uniforme. Ceci donne à ce microphone son caractère d'utilité comme étalon.

L'impédance du générateur de force électromotrice équivalent est celle d'un condensateur de capacité

$$C = \frac{1}{9\times10^{11}} \cdot \frac{n^2 K_{11} a}{4\pi L_1} \text{ farads}$$

où $a$ est l'aire de la partie revêtue de métal des faces principales (perpendiculaires à l'axe électrique X du cristal), aire légèrement inférieure à l'aire $L_2\ L_3$ de la face du cristal.

Des limites supérieures de l'efficacité $\frac{e}{p}$ et de $C$ sont fixées par les conditions suivantes:

1. la fréquence de résonance du montage de cristaux doit être supérieure à la plus élevée des fréquences utilisées (ce qui détermine $L_2$);
2. les dimensions linéaires de la face exposée à la pression acoustique doivent être petites devant la longueur d'onde des vibrations sonores dans l'air (ce qui détermine $L_1$ et $L_3$).

Les valeurs adoptées sont

$L_2 = 3{,}92$ cm
$L_1 = L_3 = 1{,}34$ cm
$a = 4{,}77$ cm$^2$
$n = 6$

d'après lesquelles on calcule l'efficacité:

$20 \log_{10}\left(\frac{e}{p}\right) = -97{,}9$ décibels par rapport à 1 volt par barye,

et la capacité $C =$ 51,5 micromicrofarads.

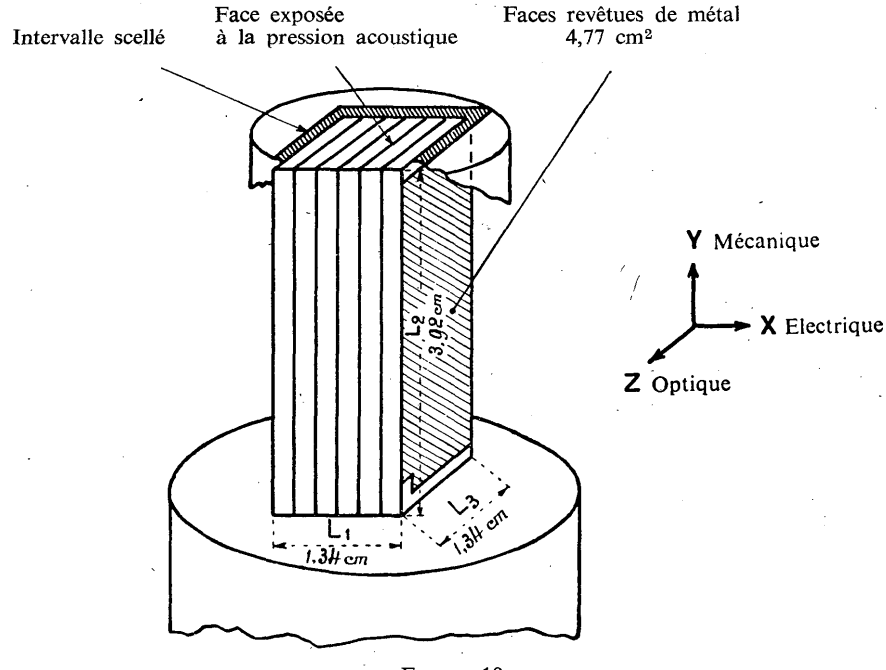



FIGURE 10

On maintient le gain du préamplificateur à une valeur suffisante pour des fréquences pouvant s'abaisser jusqu'à 100 Hz environ en employant une résistance de fuite de grille de 100 mégohms et un étage d'entrée comportant une pentode amplificatrice du type 155, dont la cathode est chauffée sous une tension inférieure à la tension normale de chauffage, ayant une capacité d'entrée d'environ 4 micromicrofarads. Toutefois les valeurs exactes des constantes des circuits de ce préamplificateur sont sans importance parce qu'elles sont éliminées par la méthode d'étalonnage, où l'on introduit une force électromotrice connue directement en série avec les cristaux piézoélectriques.

On a effectué des étalonnages secondaires du microphone à quartz en utilisant des microphones à sonde qui lui étaient couplés par un dispositif spécialement construit pour cet usage. Les étalonnages des trois microphones à sonde utilisés avaient été effectués directement par comparaison avec des étalons primaires. Les valeurs de l'efficacité du microphone à quartz déduites de ces étalonnages secondaires étaient —98,2 —98,0 —98,4 décibels par rapport à 1 volt par barye, à comparer à la valeur de —97,9 décibels obtenue par le calcul.

## ANNEXE 3

(à l'Avis P.42)

### Limites de confiance

Supposons que, par une analyse statistique de forme appropriée, on obtienne une évaluation $s_0^2$ pour la variance vraie de l'erreur et $s_D^2$ pour la variance vraie de l'« opérateur qui écoute » (ou $s_C^2$ pour la variance de l'« opérateur qui parle »), chacune ayant son propre nombre de degrés de liberté qui dépendra du nombre d'opérateurs ($n$) de l'équipe et du nombre de séquences ($r$). Une estimation de la valeur vraie de l'équivalent de référence est donnée par la valeur moyenne $\bar{x}$ de tous les résultats. Le terme « vraie » désigne les valeurs vers lesquelles les valeurs estimées tendraient si les essais étaient répétés indéfiniment, avec un nombre infini d'opérateurs.

Sur la base de ces estimations, on peut dire — avec une probabilité d'exactitude à long terme $P$ — que la valeur vraie de l'équivalent de référence $X$ se situe quelque part à l'intérieur de deux limites $x_1$ et $x_2$, c'est-à-dire: $x_1 \leqslant X \leqslant x_2$. Les valeurs numériques de $x_1$ et $x_2$ peuvent être déterminées, selon les cas avec un certain degré d'approximation, à partir de $s_1$, $s_2$ (compte tenu de leurs nombres de degrés de liberté) et de $\bar{x}$, la loi de distribution de la relation étant donnée par la fonction $t$ de Student. Les valeurs $x_1$ et $x_2$ sont connues comme étant les limites de confiance sur la moyenne et lorsque, comme dans le cas présent, elles se trouvent disposées symétriquement de part et d'autre de cette moyenne, elles sont représentées par $\pm L_P\%$.

Si les limites de confiance ne font intervenir que l'erreur, on parle alors de limites internes qui s'appliquent au cas de déterminations répétées, *dans les mêmes conditions d'essai*, avec la même équipe au Laboratoire du C.C.I.T.T. (Dans ce cas on ne tient compte que d'une seule variance estimée et les erreurs dues aux approximations sont négligeables.)

Si les limites sont fondées sur la variance de l'« opérateur qui écoute (ou qui parle) », ainsi que sur la variance de l'erreur, elles s'appliquent à des déterminations répétées, *dans les mêmes conditions d'essai*, au Laboratoire du C.C.I.T.T. mais avec une variété d'équipes indéfinie, chaque équipe étant formée de $n$ opérateurs pris dans la même population que l'échantillon d'opérateurs utilisés dans l'essai analysé.

(Dans ce cas les deux variances estimées interviennent, mais la valeur de $t$ à utiliser dépend seulement du facteur ($D$) car il a le plus *petit* nombre de degrés de liberté: le degré d'approximation est par conséquent plus grand.)

*Remarque.* — La méthode à utiliser pour l'analyse d'essais de volume sonore organisés selon la méthode normale est donnée dans le Supplément n° 15 (3e partie du présent ouvrage).

AVIS P.43

# RECOMMANDATIONS POUR L'ENVOI DE SYSTÈMES ÉTALONS ET DE SYSTÈMES COMMERCIAUX AU LABORATOIRE DU C.C.I.T.T. EN VUE DE MESURES D'ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE

Il est demandé aux administrations et exploitations privées de suivre les directives ci-après lors de l'envoi au Laboratoire du C.C.I.T.T. de systèmes pour la détermination des équivalents de référence ou de systèmes téléphoniques commerciaux en vue de procéder à des mesures d'équivalents de référence.

## A. Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence

Si une administration (ou exploitation privée) désire faire mesurer l'équivalent de référence de son système primaire pour la détermination des équivalents de référence, en supposant qu'un tel système soit transportable sans risque de détérioration, elle doit fournir au Laboratoire du C.C.I.T.T. la documentation nécessaire, ainsi que, le cas échéant, les indications nécessaires pour le contrôle du bon fonctionnement des différentes parties constituant ce système (amplificateur, ligne d'affaiblissement, etc.).

Si le volumètre associé à ce système ne possède pas les caractéristiques fondamentales du volumètre de l'A.R.A.E.N. (voir le Supplément n° 10 au présent ouvrage) il est essentiel que ce volumètre soit expédié au Laboratoire du C.C.I.T.T. en même temps que le système proprement dit. La méthode de lecture du volumètre doit être indiquée au Laboratoire du C.C.I.T.T.

## B. Systèmes étalons de travail

### 1. *Systèmes étalons de travail comportant des microphones autres que des microphones à charbon*

Si un système étalon de travail est conçu pour l'emploi d'un ou plusieurs récepteurs stables et principalement d'un microphone stable, il n'est pas nécessaire d'étalonner périodiquement de tels systèmes par comparaison avec le N.O.S.F.E.R. (ou avec un Système primaire pour la détermination des équivalents de référence).

L'administration (ou exploitation privée) désirant faire étalonner (ou réétalonner) son système par le Laboratoire du C.C.I.T.T. doit suivre les directives indiquées au paragraphe A ci-dessus.

### 2. *Systèmes étalons de travail comprenant des microphones à charbon*

2.1 *Systèmes étalons de travail avec appareils d'abonné (S.E.T.A.B.).* Lors de la constitution du système S.E.T.A.B., l'administration (ou exploitation privée) doit au préalable faire des essais préliminaires pour vérifier si les microphones et les récepteurs sont stables, si ces microphones ne sont pas sujets au « brûlage », et en outre si la qualité de transmission est acceptable. Ces mesures doivent être échelonnées sur un intervalle de temps assez long (six mois).

Après ces essais préliminaires, l'administration (ou exploitation privée) doit adresser au Laboratoire du C.C.I.T.T. six systèmes (une référence appropriée doit être indiquée sur chaque appareil) constitués par des appareils de même type:

— six appareils d'abonné à combiné équipés d'une capsule microphonique et d'une capsule réceptrice (portant chacune un numéro particulier);
— six maquettes d'alimentation (avec indication des caractéristiques de ces maquettes);
— le cas échéant six lignes artificielles d'abonné si ces systèmes comprennent de telles lignes;
— un anneau de garde pour les équivalents de référence;
— un anneau de garde pour les A.E.N., si éventuellement l'administration désire que le Laboratoire du C.C.I.T.T. procède à une mesure de netteté en utilisant la méthode spécifiée pour les A.E.N.;
— le volumètre associé.

La méthode de lecture de ce volumètre doit être indiquée au Laboratoire du C.C.I.T.T. Au cours des mesures, le Laboratoire pourra ainsi étalonner ce volumètre à la voix et fixer le réglage approprié correspondant à la « puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques ».

L'administration (ou exploitation privée) disposera ainsi de six systèmes qui pourront être utilisés selon ses besoins, par exemple:

— trois systèmes servant d'étalon à l'émission,
— trois systèmes servant d'étalon à la réception, dans le cas de mesures d'équivalents de référence ou bien,
— un système servant d'étalon à l'émission,
— quatre systèmes servant d'étalon à la réception dans le cas de mesures d'A.E.N.

Pour les réétalonnages périodiques par des mesures d'équivalents de référence, qui ont pour objet principal de vérifier la stabilité des microphones et des récepteurs, l'administration (ou exploitation privée) peut se dispenser d'adresser tous les appareils mentionnés ci-dessus. Les appareils nécessaires sont alors les suivants:

— trois postes d'abonné
— six microphones et six récepteurs
— une ligne artificielle d'abonné
— un pont d'alimentation
— un anneau de garde pour les équivalents de référence.

2.2 *Systèmes étalons de travail à microphone à charbon Solid Back et récepteur Bell (S.E.T.A.C.).* Le C.C.I.T.T. ne recommande plus l'emploi de tels systèmes comme systèmes étalons de travail; cependant, l'administration (ou exploitation privée) qui utilise encore de tels systèmes et qui désire faire réétalonner les microphones et les récepteurs doit adresser au Laboratoire du C.C.I.T.T. exclusivement les microphones et les récepteurs, le Laboratoire dispose des maquettes S.E.T.A.C. (voir le tome IV du *Livre Jaune* du C.C.I.F., Paris, juillet 1949).

*Remarque générale relative aux paragraphes A et B*

L'objet des recommandations générales mentionnées ci-dessus est de servir de guide aux administrations (ou exploitations privées). Lorsqu'une administration (ou exploitation privée) désire faire étalonner (ou réétalonner) un système pour la détermination des équivalents de référence, il est nécessaire qu'elle se mette en rapport avec le Laboratoire du C.C.I.T.T. avant l'expédition des appareils, afin de fixer par avance les conditions techniques et expérimentales des essais.

### C. Systèmes téléphoniques commerciaux

Les mesures d'équivalents de référence ne sont pas à proprement parler des mesures d'étalonnage; elles ont pour objet de déterminer directement, par comparaison avec le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.), des valeurs d'équivalents de référence. Dans ce cas, il est désirable que les conditions techniques soient définies après accord entre l'administration ou exploitation privée et le Laboratoire du C.C.I.T.T.

Les frais relatifs à la détermination des valeurs d'équivalents de référence (au Laboratoire du C.C.I.T.T.) font généralement l'objet d'une évaluation basée sur le nombre d'heures de travail de l'équipe du Laboratoire du C.C.I.T.T. Les renseignements y relatifs font l'objet de l'Avis P.47.

## AVIS P.44

## DESCRIPTION ET RÉGLAGE DU SYSTÈME DE RÉFÉRENCE POUR LA DÉTERMINATION DES AFFAIBLISSEMENTS ÉQUIVALENTS POUR LA NETTETÉ

Le système de référence pour la détermination des A.E.N. (S.R.A.E.N.) est un système composé des éléments suivants:

- l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (A.R.A.E.N.),
- un filtre passe-bande ayant des fréquences de coupure de 300 et 3400 Hz,
- un dispositif permettant d'injecter à l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N. un « bruit de fond électrique » (spectre de Hoth) ayant en ce point (point M de la figure 1) une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts.

Le schéma de principe du S.R.A.E.N. est donné par la figure 1.

a) *A.R.A.E.N.*

L'A.R.A.E.N. est décrit en détail dans l'Avis P.41, qui définit également son réglage normal.

b) *Filtre passe-bande 300-3400 Hz*

Le filtre passe-bande a des fréquences de coupure de 300 et 3400 Hz; il imite les caractéristiques de transmission de l'ensemble d'une voie téléphonique à courant porteur typique. Son affaiblissement d'insertion ne varie pas de plus de $\pm 0{,}5$ dB dans la bande des fréquences allant de 300 à 3400 Hz (voir la figure 2). Pour les fréquences supé-

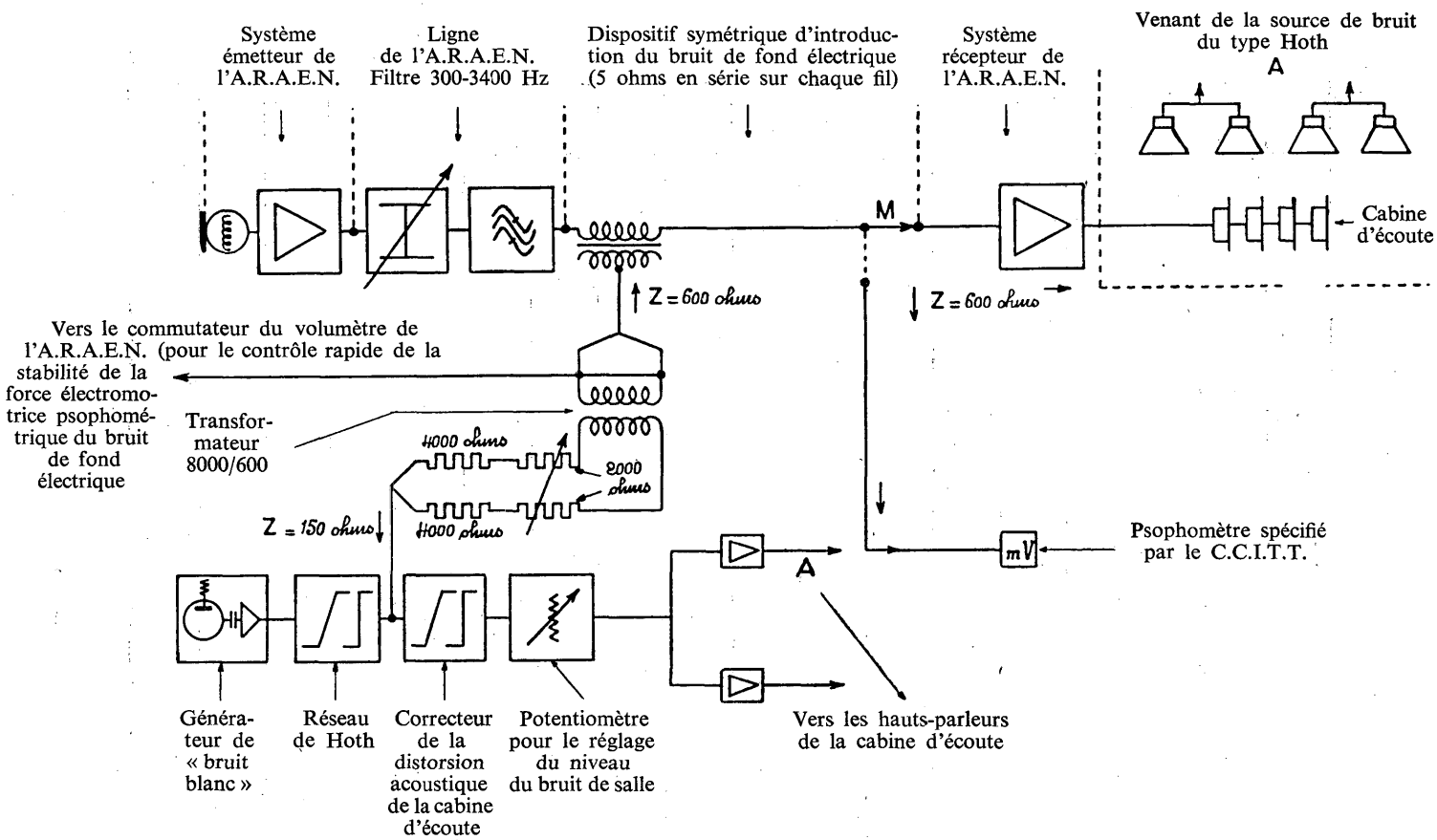



FIGURE 1. — **Schéma de principe du S.R.A.E.N. ainsi que du dispositif d'introduction du « bruit de fond électrique » dans l'A.R.A.E.N., et la mesure de la tension psophométrique relative à ce bruit**

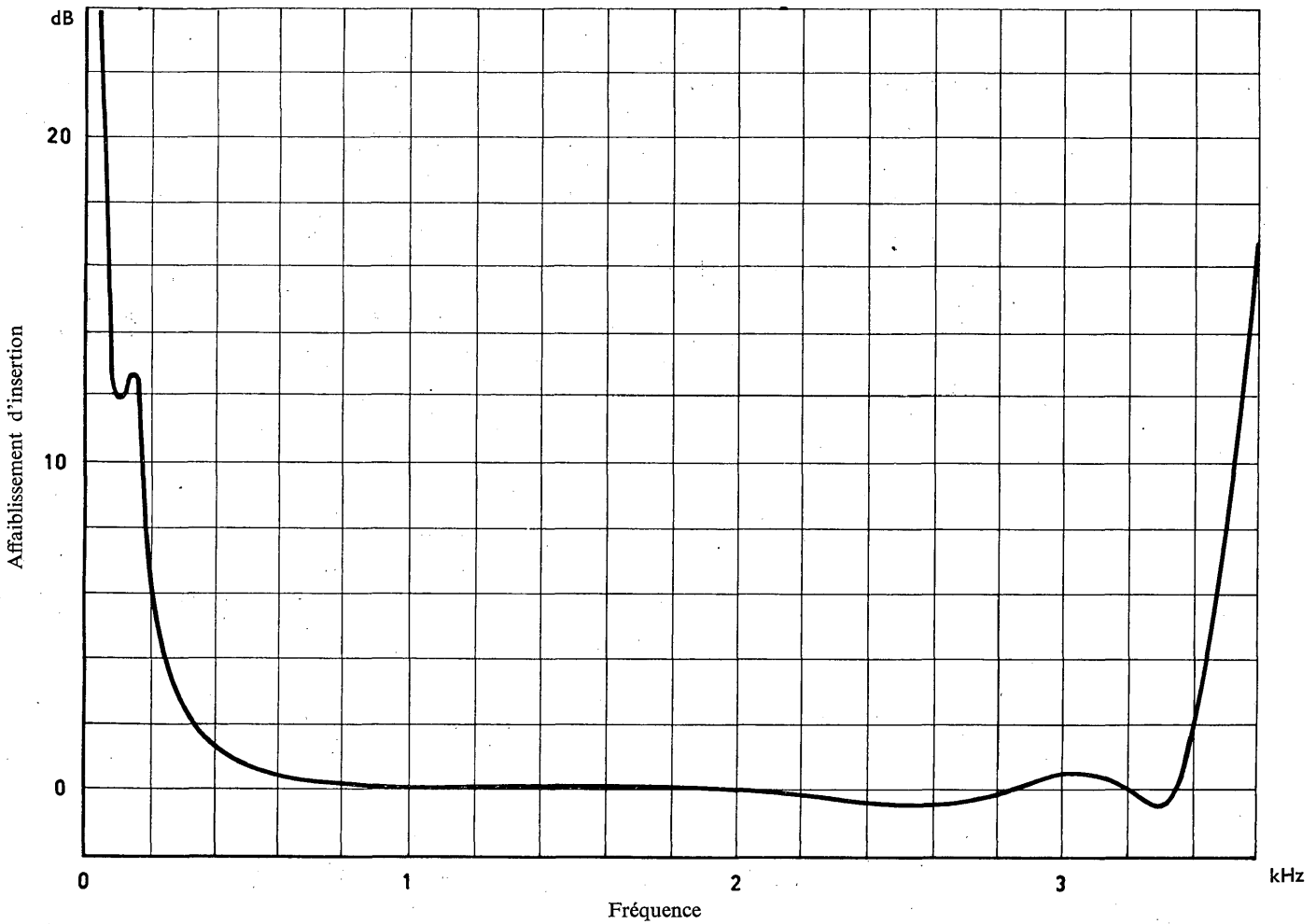


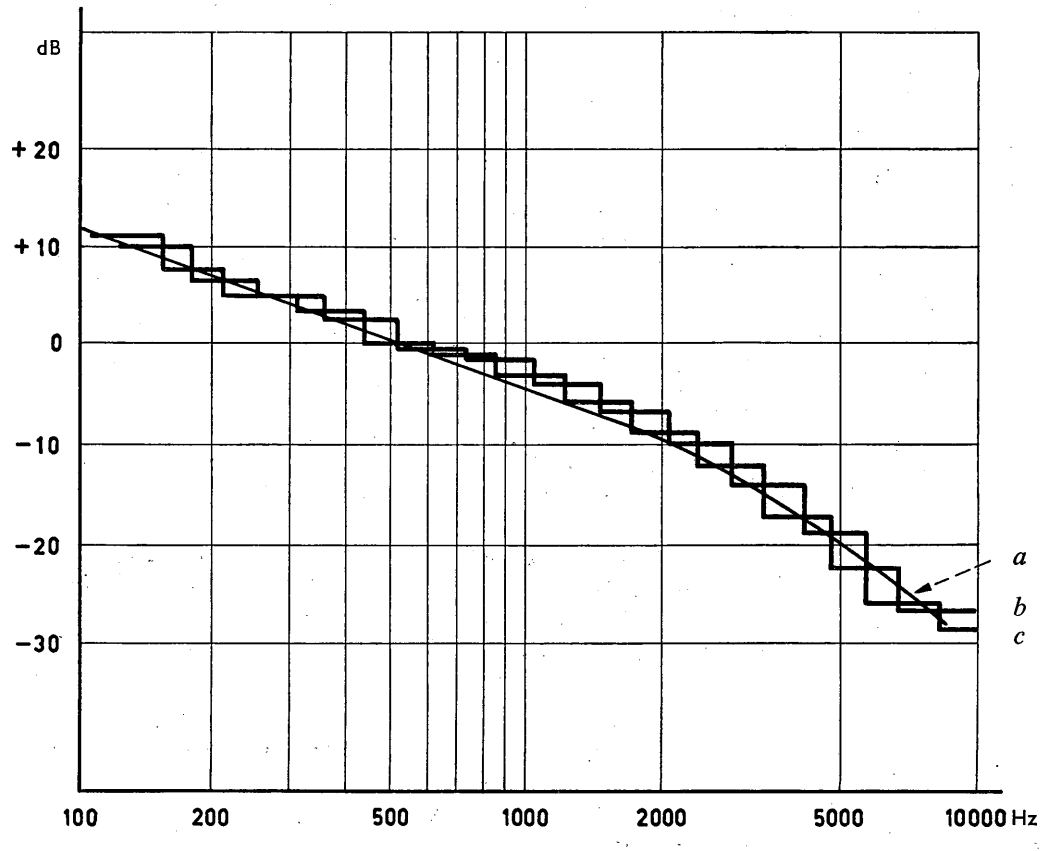

FIGURE 2. — **Affaiblissement d'insertion (mesuré entre des impédances de 600 ohms) du filtre passe-bande 300-3400 Hz**

rieures à 3400 Hz son affaiblissement d'insertion augmente pour atteindre une valeur d'au moins 30 dB à 4000 Hz et conserve cette valeur pour toutes les fréquences supérieures à 4000 Hz.

c) *Bruit de fond électrique*

A l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N. on injecte un « bruit de fond électrique » ayant le spectre de Hoth et une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts mesurée, en ce point, avec le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux spécifié par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis P.53 A). La figure 3 donne la courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent ces postes téléphoniques (spectre de Hoth) (courbe *a*) ainsi que des graphiques typiques *b* et *c* relevés au Laboratoire du C.C.I.T.T. avec deux jeux de filtres à demi-octaves.

*Remarque.* — Les administrations et exploitations privées peuvent envisager l'emploi d'autres systèmes étalons de travail pour la détermination des A.E.N., ces systèmes étant étalonnables par comparaison avec le S.R.A.E.N.




*a* ——— Courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques (publiée par Hoth)

*b* ——— } Graphique spectral énergétique typique du bruit de fond électrique injecté à l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N. (relevé au Laboratoire du C.C.I.T.T. avec deux jeux de filtres à demi-octaves)
*c* ——— }

FIGURE 3. — **Courbe spectrale énergétique du « bruit de fond électrique » injecté à l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N.**

AVIS P.45 (modifié à Mar del Plata, 1968)

## MESURE DE L'A.E.N. D'UN SYSTÈME TÉLÉPHONIQUE COMMERCIAL (A L'ÉMISSION ET A LA RÉCEPTION) PAR COMPARAISON AVEC LE S.R.A.E.N.

Cette méthode de mesure est décrite, à titre d'information, dans l'ancien texte de l'Avis P.45 (*Livre Rouge*, tome V, pages 69 à 114). Elle comporte, entre autres, les conditions de mesure suivantes, qui diffèrent des conditions de détermination des équivalents de référence.

a) *Distance de conversation*

La « distance de conversation » utilisée pour la mesure d'un A.E.N. à l'émission est déterminée par les valeurs moyennes des paramètres suivants (définis dans l'Avis P.72):

$$\alpha = 22° \qquad \beta = 12°54' \qquad \delta = 13{,}6 \text{ cm}$$

L'administration ou exploitation privée intéressée a donc à fournir en même temps que les cinq systèmes téléphoniques d'abonné, deux anneaux de garde au total, pour cette « distance de conversation », ainsi que deux anneaux de garde pour la mesure des équivalents de référence; les valeurs des paramètres définissant cette dernière « distance de conversation » sont indiquées dans l'Annexe à l'Avis P.72 et reproduite ci-après:

$$\alpha = 15°30' \qquad \beta = 18° \qquad \delta = 14 \text{ cm}$$

b) *Puissance vocale utilisée au cours des essais*

*La puissance vocale utilisée est la puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N.* — La puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N. est la puissance vocale qui, en un point situé à une distance de 33,5 cm des lèvres de l'opérateur qui parle et directement en face, produit une pression acoustique vocale donnant, pour chacune des trois syllabes: KAN, KON, BAJ, de la phrase de liaison (employée dans les essais de netteté) une déviation de l'aiguille de l'instrument indicateur d'un volumètre spécifié (voir le Supplément nº 10 au présent ouvrage) relié à un système microphone-amplificateur spécifié, égale à celle qui serait obtenue par l'application en ce même point en régime permanent d'une pression acoustique de 1 barye à 1000 Hz.

c) *Fixation des combinés*

Avec les valeurs ci-dessus de $\alpha$, $\beta$, $\delta$, il est possible de déterminer la position d'un anneau de garde qui fixe la position de la bouche de l'opérateur qui parle par rapport au combiné. Le plan de cet anneau est perpendiculaire au plan de symétrie du combiné et son centre est situé dans ce plan.

Sa position est définie par la construction géométrique suivante effectuée dans le plan de symétrie du combiné. On prend comme origine le point milieu du pavillon du récepteur. A partir de cette origine, on mène une droite faisant un angle $\alpha$ avec le tracé du plan du pavillon du récepteur sur le plan de symétrie du combiné, et sur cette droite on porte une longueur $\delta$. Le point ainsi déterminé est le centre de l'anneau de garde qui doit coïncider avec le point milieu des lèvres.

La trace du plan de cet anneau sur le plan de symétrie est une droite perpendiculaire à la direction de conversation définie précédemment, c'est-à-dire que la perpendiculaire à cette droite fait un angle $\beta$ avec la trace du plan du récepteur.

La position de l'anneau de garde est donc ainsi bien déterminée et fixée par rapport au combiné.

Il reste ensuite à déterminer la position de l'anneau de garde dans l'espace au cours des essais de netteté. On fait l'hypothèse que l'opérateur parle de telle manière que le plan de symétrie de sa figure soit vertical. Le centre de l'anneau est dans ce plan et le plan de l'anneau lui est perpendiculaire.

D'autre part, il a été décidé (par convention) que le plan de l'anneau de garde serait vertical.

L'administration ou exploitation privée intéressée est priée de fournir, pour chaque type de combiné, une jauge telle que, quand on la fixe sur le pavillon du récepteur, le plan de symétrie de la jauge coïncidant avec celui du combiné, des repères tracés sur cette jauge déterminent la position convenable de l'anneau de garde par rapport au combiné, telle qu'elle a été définie ci-dessus. D'autre part, cette jauge doit être munie d'un niveau à bulle d'air placé de telle sorte que le plan de l'anneau de garde soit vertical lorsque la bulle d'air occupe la position centrale marquée par un repère. A titre d'exemple, la figure 1 représente une jauge utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. avec un type particulier de combiné.

*Remarque.* — La position de l'anneau de garde par rapport au combiné est déterminée sans équivoque pour les mesures d'A.E.N. par les conditions définies ci-dessus. Provisoirement, pour chaque type de combiné, il convient de définir une jauge qui détermine la position de l'ensemble (combiné plus anneau de garde) satisfaisant simultanément aux deux conditions suivantes :

1) le plan de l'anneau de garde est vertical;

2) la position, par rapport à la verticale, du plan du diaphragme de la capsule microphonique est aussi voisine que possible de la position qu'a ce plan dans une conversation normale.

d) *Traitement préalable du microphone avant chaque essai élémentaire*

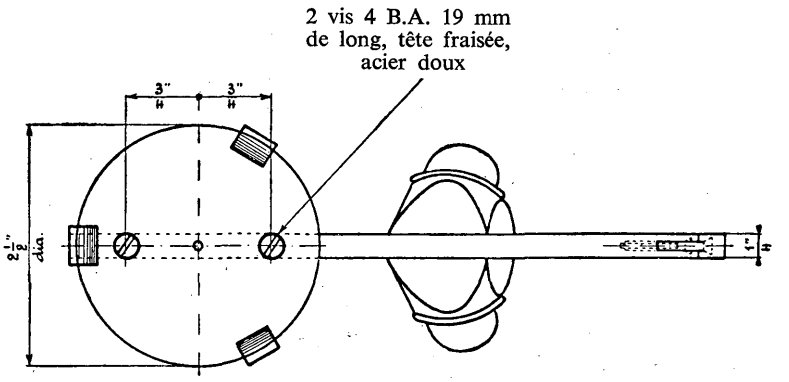
Avant chaque essai élémentaire, et une fois que le combiné est fixé sur son support de la manière appropriée, on le raccorde au circuit d'alimentation en énergie électrique, puis on le fait tourner doucement, une fois en avant et une fois en arrière, de trois quarts de cercle environ et ensuite on le fixe dans sa position en évitant tout choc.

(Les paragraphes e et f de l'ancien Avis n'ont pas été reproduits)

g) *Bruits introduits à la réception*

Dans les mesures pour la détermination de l'A.E.N. à *l'émission* d'un système téléphonique commercial, on injecte à l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N. un « bruit de fond électrique » ayant une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts mesurée avec le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux spécifiés par le C.C.I.T.T. (voir l'Avis P.53. A). La figure 1 de l'Avis P.44 donne le schéma de principe du montage pour l'introduction du « bruit de fond électrique » à l'entrée du système récepteur de l'A.R.A.E.N. et la figure 3 de l'Avis P.44 donne la courbe spectrale énergétique de ce circuit.

Dans les mesures où l'on utilise un *système récepteur commercial* (cas du système 3, voir l'Introduction ci-dessus), on utilise un bruit de salle à la réception seulement. Ce bruit de salle doit avoir une courbe spectrale énergétique conforme à celle publiée par Hoth et reproduite dans la courbe *a* de la figure 2; on a aussi indiqué sur cette figure




Dessin coté en pouces (1 pouce = 25,4 mm) Matériau : duralumin Fini : net

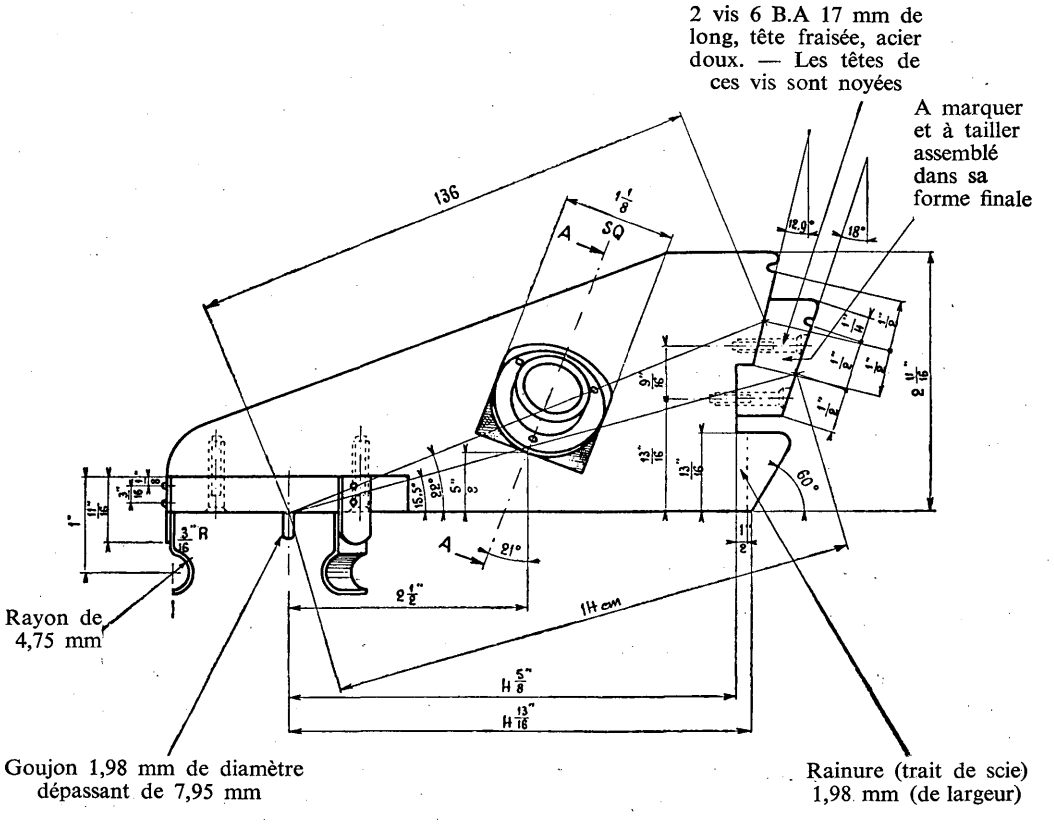



FIGURE 1. — **Type de jauge utilisée pour le réglage des combinés dans les essais de netteté au Laboratoire du C.C.I.T.**

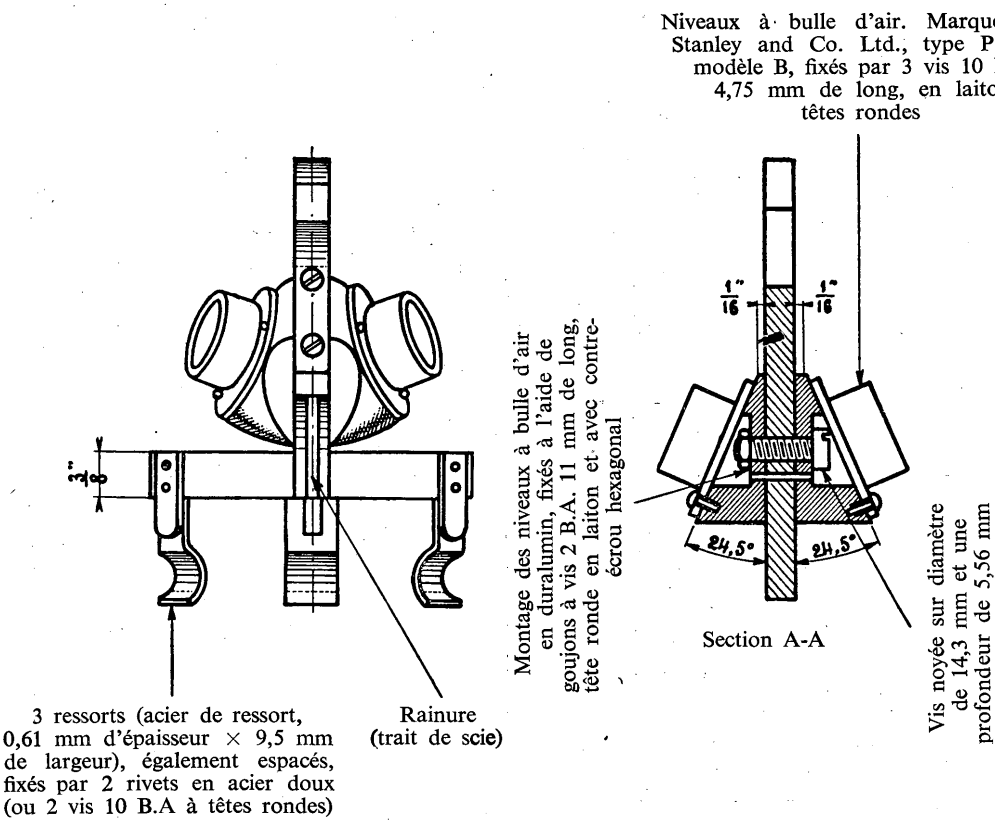



FIGURE 1 (suite)

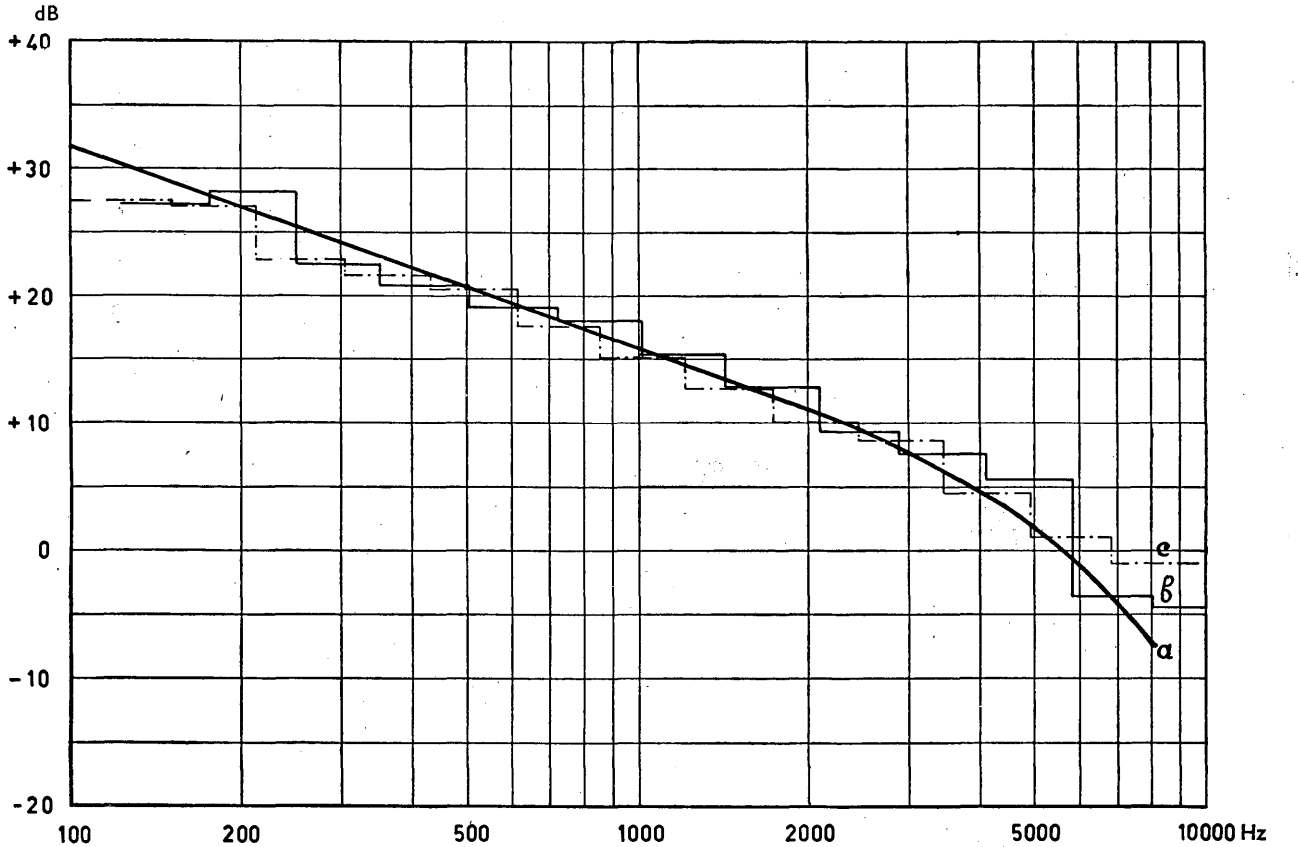
la composition spectrale d'un bruit de salle typique mesuré dans la cabine d'écoute du Laboratoire du C.C.I.T.T.; les graphiques *b* et *c* représentent respectivement les résultats des mesures de ce bruit, effectués avec deux jeux de filtres à demi-octaves.

L'intensité acoustique est de 60 dB au-dessus d'un point de référence défini par $2 \times 10^{-4}$ barye à 1000 Hz dans une onde progressive libre; cette intensité acoustique est mesurée avec le sonomètre américain muni de son réseau filtrant A (norme Z.24.3.1944 de l'American Standards Association, traduite dans l'Annexe 24 de la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*)

*Remarque.* — Avant la XVIIe Assemblée plénière du C.C.I.F. (Genève, octobre 1954), le Laboratoire du C.C.I.F. déterminait les A.E.N. avec dans tous les cas (émission et réception) un bruit de salle à la réception; la méthode actuelle introduit, par rapport aux valeurs mesurées antérieurement, une différence de −2 décibels sur l'indice de qualité de transmission d'un système téléphonique commercial à la réception.

h) *Ligne*

La ligne utilisée au cours des essais comprend le filtre passe-bande 300-3400 Hz et une ligne d'affaiblissement variable sans distorsion (ligne de l'A.R.A.E.N.); elle est toujours la même quel que soit le système téléphonique en essai, S.R.A.E.N. ou système commercial.




*a* ——— Courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques (publiée par Hoth)

*b* ——— } Graphiques typiques relevés au Laboratoire du C.C.I.T.T. avec deux jeux de filtres à demi-octaves

*c* - - - - }

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

AVIS P.47[1]

# FRAIS RELATIFS A LA DÉTERMINATION (AU LABORATOIRE DU C.C.I.T.T.) DES VALEURS D'ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE ET DES VALEURS D'A.E.N. (A L'ÉMISSION ET A LA RÉCEPTION) DE SYSTÈMES ÉTALONS DE TRAVAIL ET DE SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES COMMERCIAUX

Ces frais sont déterminés sur la base du nombre d'heures de travail du Laboratoire du C.C.I.T.T.; l'heure de travail de l'équipe (de cinq opérateurs ou opératrices techniques) du Laboratoire du C.C.I.T.T. est évaluée périodiquement en francs suisses (en ne comptant pas les frais généraux du Laboratoire du C.C.I.T.T., autres que l'éclairage et le chauffage).

1. Le nombre d'heures de travail correspondant aux mesures d'équivalents de référence dépend du type d'appareil mesuré mais aussi de l'objet des mesures par exemple, soit qu'il s'agisse d'un premier étalonnage ou d'un réétalonnage.

a) *Etalonnage de systèmes comprenant des microphones à charbon (S.E.T.A.B. ou S.E.T.A.C.)*

a.1 Mesure d'étalonnage à l'émission: 5 heures.

a.2 Mesure d'étalonnage à la réception: 5 heures.

b) *Réétalonnage de systèmes comprenant des microphones à charbon (S.E.T.A.B. ou S.E.T.A.C.)*

b.1 Mesure de réétalonnage à l'émission: 3 heures.

b.2 Mesure de réétalonnage à la réception: 3 heures.

c) En ce qui concerne l'étalonnage ou le réétalonnage de systèmes autres que ceux mentionnés ci-dessus, par exemple, pour la mesure des équivalents de référence de systèmes téléphoniques commerciaux (émission, réception et de l'effet local), le Laboratoire évalue le temps effectif passé pour l'exécution des mesures en accord avec l'administration ou l'exploitation privée.

2. Les nombres d'heures de travail correspondant aux mesures d'A.E.N. d'un système téléphonique commercial sont les suivants:

a) Mesure de l'A.E.N. à l'émission: durée 28 heures;

b) Mesure de l'A.E.N. à la réception: durée 28 heures;

c) Mesure de l'A.E.N. pour un système téléphonique complet: durée 35 heures.

---

[1] La IV[e] Assemblée plénière du C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) a supprimé les anciens avis suivants, qui figuraient dans le tome V du *Livre Rouge* :

P.46 — Recommandations pour l'envoi de systèmes téléphoniques commerciaux au Laboratoire du C.C.I.T.T. en vue de mesures d'A.E.N.

P.48 — Instructions pour effectuer l'expédition d'appareils devant faire l'objet de mesures d'équivalents de référence ou de mesures d'A.E.N.

# SECTION 5

## APPAREILS DE MESURES OBJECTIVES

AVIS P.51 (modifié à Mar del Plata, 1968).

## VOIX ARTIFICIELLES; BOUCHES ARTIFICIELLES; OREILLES ARTIFICIELLES.

### A. GÉNÉRALITÉS

Le C.C.I.T.T.

*considérant*

qu'il est très désirable de rechercher un appareil pour les mesures téléphonométriques conçu de telle manière qu'à l'avenir toutes ces mesures puissent être effectuées par cet appareil sans recourir à la bouche et à l'oreille humaines;

que la normalisation des voix, bouches et oreilles artificielles qui entreront dans la construction d'un tel appareil représente un sujet d'étude général pour le C.C.I.T.T.,

recommande provisoirement l'emploi de l'oreille artificielle décrite dans la section B du présent Avis.

*Remarque 1.* — Le C.C.I.T.T. ne pourra émettre une recommandation définitive au sujet de cette oreille artificielle que lorsque celle-ci aura été définitivement normalisée par la C.E.I.

*Remarque 2.* — Il est toujours entendu que l'on considère comme essentiel que toutes les mesures téléphonométriques auxquelles il est procédé au Laboratoire du C.C.I.T.T. continuent à être effectuées avec la bouche et l'oreille humaines.

*Remarque 3.* — Les administrations et exploitations privées téléphoniques pourront éventuellement utiliser, si elles le désirent, les dispositifs qu'elles auraient pu réaliser pour procéder aux essais en grande série des appareils téléphoniques livrés par les constructeurs, à condition que les résultats obtenus avec ces dispositifs concordent d'une manière satisfaisante avec les résultats obtenus en appliquant la méthode de mesure avec la bouche et l'oreille humaines.

*Remarque 4.* — L'Assemblée plénière de København (1936) a estimé qu'il y a intérêt à avoir des expressions distinctes pour désigner une source artificielle de sons vocaux d'une part, et un appareil destiné à produire un champ acoustique déterminé remplissant certaines conditions spécifiées et reproduisant artificiellement une bouche humaine, d'autre part. Il convient d'utiliser le terme « voix artificielle » dans le premier cas et le terme « bouche artificielle » dans le deuxième cas.

### B. L'OREILLE ARTIFICIELLE RECOMMANDÉE PROVISOIREMENT PAR LE C.C.I.T.T.

#### 1. *Introduction*

Le C.C.I.F. a étudié depuis longtemps la possibilité de normaliser sur le plan international une oreille artificielle, permettant d'effectuer des mesures téléphonométriques sans recourir à l'oreille humaine. En attendant une telle normalisation, l'Assemblée plénière de 1954 a recommandé aux Administrations et au Laboratoire du C.C.I.F. d'utiliser, pour permettre une comparaison entre les résultats de mesures objectives faites sur des récepteurs téléphoniques dans divers laboratoires, une « oreille artificielle de référence provisoire » constituée par un simple coupleur; par la suite, ce dispositif a été plus justement appelé « coupleur de référence du C.C.I.T.T. » [1].

[1] La description la plus récente de ce coupleur figure dans l'ancien Avis P.51 (*Livre Rouge*, tome V *bis*, p. 29-33) auquel était associée l'Annexe 17 du tome V du *Livre Rouge*.

D'autre part la Commission électrotechnique internationale (C.E.I.) a créé en 1960 un Groupe de travail chargé d'élaborer certaines spécifications et recommandations relatives à la réalisation d'oreilles artificielles, « appareils objectifs permettant de remplacer l'oreille humaine en vue de l'étalonnage de divers types d'écouteurs ».

Au cours de sa réunion à Liège en 1960, ce Groupe de travail a proposé de définir cinq types d'oreilles artificielles :

1 — Type simple conventionnel

2 — Type simple utilisé dans les applications téléphonométriques

3 — Type à large bande pour mesures audiométriques

4 — Type spécial pour étalonnage des écouteurs internes

5 — Type reproduisant fidèlement les caractéristiques de l'oreille humaine moyenne pour des usages en laboratoire.

L'oreille artificielle du type 1 (ou coupleur de référence) fait l'objet de la publication. . . de la C.E.I.; ce coupleur est différent du « coupleur de référence du C.C.I.T.T. ».

Le Groupe de travail de la C.E.I. s'est ensuite consacré à l'étude des spécifications relatives à l'oreille du type 3. Un accord a été obtenu sur la valeur de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne, ce qui a conduit le Groupe de travail à définir un réseau électrique équivalent à l'oreille humaine moyenne, puis à établir une spécification pour la réalisation de l'oreille artificielle du type 3. La IV[e] Assemblée plénière du C.C.I.T.T. (Mar del Plata, 1968) a décidé de recommander provisoirement l'emploi de cette oreille pour les mesures téléphonométriques, dans le cas où il n'y a pas lieu d'introduire de fuites acoustiques; on trouvera ci-après les passages de la spécification de la C.E.I. [1] qui s'appliquent à cet usage, avec quelques modifications de détail.

L'étude de l'oreille artificielle du type 2, ainsi que l'étude des fuites acoustiques, ont donc été supprimées du programme de travail de la C.E.I. et sont poursuivies par le C.C.I.T.T.

## 2. *Domaine d'application, but et définition*

### 2.1. *Domaine d'application et but*

La présente recommandation est relative à la spécification d'une oreille artificielle qui couvre la gamme de fréquences 20-10 000 Hz et est destinée à l'étalonnage d'écouteurs extérieurs normaux appliqués à l'oreille sans fuite acoustique.

### 2.2 *Définition*

L'oreille artificielle est un dispositif présentant dans son plan d'entrée une impédance acoustique égale à l'impédance acoustique de l'oreille externe humaine moyenne, telle qu'elle est donnée par l'annexe 1. L'oreille artificielle comprend un réseau acoustique et un microphone de mesure dont l'ensemble permet l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie et téléphonométrie.

## 3. *Descriptions de l'oreille artificielle pour mesures audiométriques*

### 3.1 *Données de base*

L'oreille artificielle est constituée par trois cavités couplées acoustiquement. Les dimensions du premier volume conique et les grandeurs des volumes des cavités cou-

---

[1] *Note du Secrétariat du C.C.I.T.T.* — L'Assemblée plénière de Mar del Plata 1968, disposait du Document 29C (Bureau central) 3 de la C.E.I., qui a été mis en circulation en septembre 1968 pour approbation suivant la règle des six mois. Le Secrétariat a remplacé les extraits de ce document par les passages correspondants du texte approuvé qui sera imprimé comme Publication de la C.E.I. sous le titre *Une oreille artificielle de la C.E.I., à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie.*

plées sont définies à la figure 1. Les éléments de couplage seront ajustés aux valeurs suivantes, définies en constantes localisées:

$$L_2 = 5 \times 10^2 \text{ Ns}^2 \text{ m}^{-5}$$
$$L_3 = 1 \times 10^4 \text{ Ns}^2 \text{ m}^{-5}$$
$$R_2 = 6{,}5 \times 10^6 \text{ Ns m}^{-5}$$
$$R_3 = 2 \times 10^7 \text{ Ns m}^{-5}$$

Ces valeurs sont définies dans les conditions atmosphériques normales.

*Remarque* — Le volume $V_1$ inclut le volume équivalent de la capsule microphonique; la présence d'une grille de protection entraîne une correction correspondante.

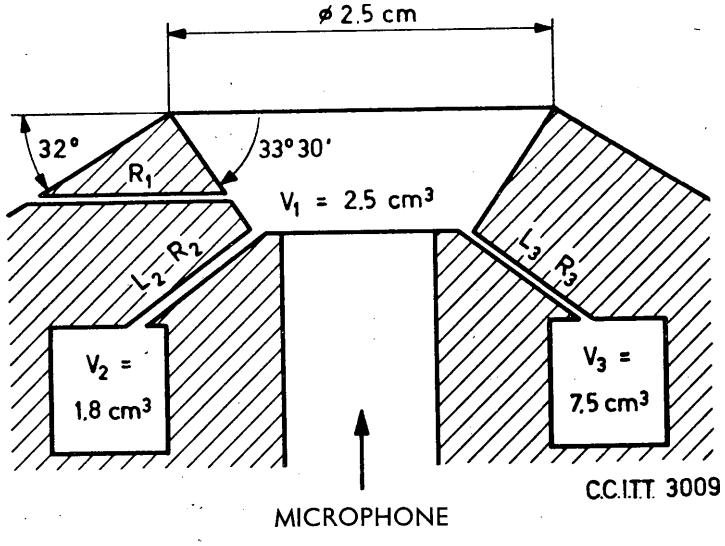



FIGURE 1

(Tolérances : voir paragraphe 3.2)

3.2 *Tolérances*

La dimension linéaire spécifiée doit être définie avec une tolérance de $\pm$ 0,02 cm, les valeurs des volumes des cavités couplées avec une tolérance de $\pm$ 1% et celles des éléments de couplage avec une tolérance de $\pm$ 5%. La tolérance sur l'angle de 33°30′ doit être de $\pm$ 00°30′.

*Remarque.* — Aucune tolérance sur l'angle de 32° n'a été spécifiée par le C.C.I.T.T. parce qu'il a été reconnu que lorsqu'on mesure des récepteurs téléphoniques, il peut être nécessaire de s'écarter notablement de cette valeur pour assurer une bonne application de l'écouteur sur l'oreille artificielle. A cet égard, les administrations peuvent s'inspirer de l'annexe 1 à la Question 12/XII.

3.3 *Fuite d'égalisation de pression*

Une fuite d'égalisation de pression est prévue qui devra avoir une résistance acoustique $R_1$ supérieure à $5 \times 10^8$ Ns m$^{-5}$ et inférieure à $10^9$ Ns m$^{-5}$. Cette fuite peut prendre naissance dans l'un quelconque des trois volumes.

3.4 *Microphone*

Un microphone constitue le fond de la cavité $V_1$. Le microphone utilisé doit avoir une grande impédance mécanique, le volume équivalent étant inférieur à 0,02 $cm^3$ dans toute la bande de fréquence spécifiée. L'efficacité en pression du microphone et de l'équipement de mesure associé dans toute la bande de fréquence spécifiée doit être connue avec une précision de $\pm$ 0,2 dB. Le couplage entre le microphone et le fond de la cavité $V_1$ doit être rigoureusement étanche.

3.5 *Matériaux*

L'oreille artificielle doit être construite en un matériau dur, stable, non magnétique tel que le laiton.

3.6 *Exemple de réalisation*

Un exemple d'une réalisation de l'oreille artificielle est donné à l'annexe 2.

4. *Mode d'utilisation*

L'écouteur à étalonner doit être appliqué à l'oreille artificielle sans aucune fuite acoustique avec une force comprise entre 4 N et 5 N, compte non tenu du poids de l'écouteur lui-même.

On notera que l'écouteur ne doit pas reposer sur la surface conique extérieure de l'oreille, mais sur le bord supérieur.

Si le pavillon de l'écouteur à étalonner est fait d'un matériau très dur, une pellicule de cire ou de graisse d'épaisseur la plus faible possible sera interposée entre l'écouteur et l'oreille artificielle afin d'éliminer toute fuite.

5. *Etalonnage*

Pour une oreille artificielle répondant aux spécifications ci-dessus, l'étalonnage est fondé sur la connaissance de l'efficacité globale en pression du microphone et de l'équipement associé.

On recommande que les constructeurs d'oreilles artificielles conformes à la présente spécification donnent, dans une notice d'emploi, une description de la méthode utilisée — ou des méthodes — pour déterminer la stabilité globale du dispositif.

LISTE DES RÉFÉRENCES

BRÜEL, P. V., FREDERIKSEN, E. et RASMUSSEN, G. : Artificial ears for the calibration of earphones of the external type; *B. & K. Tech. Rev.* N° 4 (1961) et N° 1 (1962).

DELANY, M. E. : The acoustical impedance of human ears; *J. Sound Vib. 1* (1964), 455.

DELANY, M. E., WHITTLE, L. S., COOK, J. P. et SCOTT, V. : Performance studies on a new artificial ear; *Acustica 18* (1967), 231.

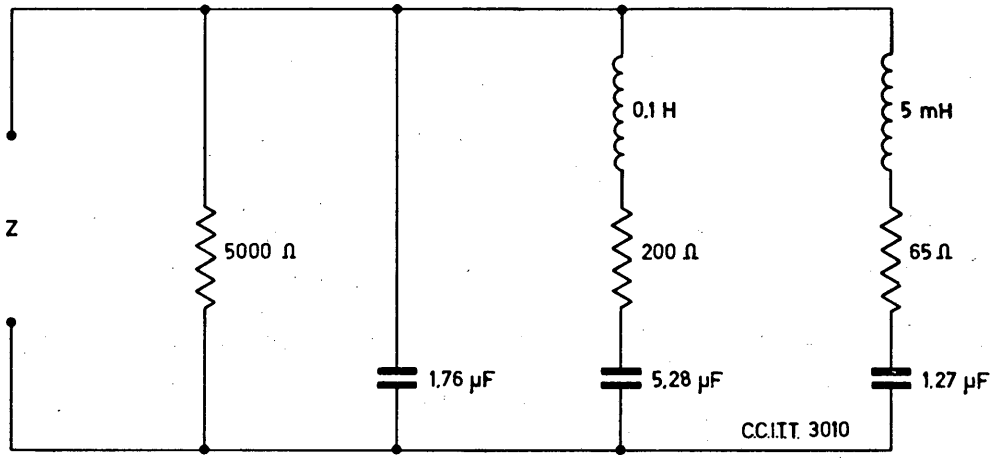
ITHELL, A. H. : A determination of the acoustical input impedance characteristics of human ears; *Acustica 13* (1963), 311.

ITHELL, A. H., JOHNSON, E. G. T., et YATES, R. F. : The acoustical impedance of human ears and a new artificial ear; *Acustica 15* (1965), 109.

## ANNEXE 1 a

**Réseau électrique à constantes localisées équivalent à l'oreille artificielle**

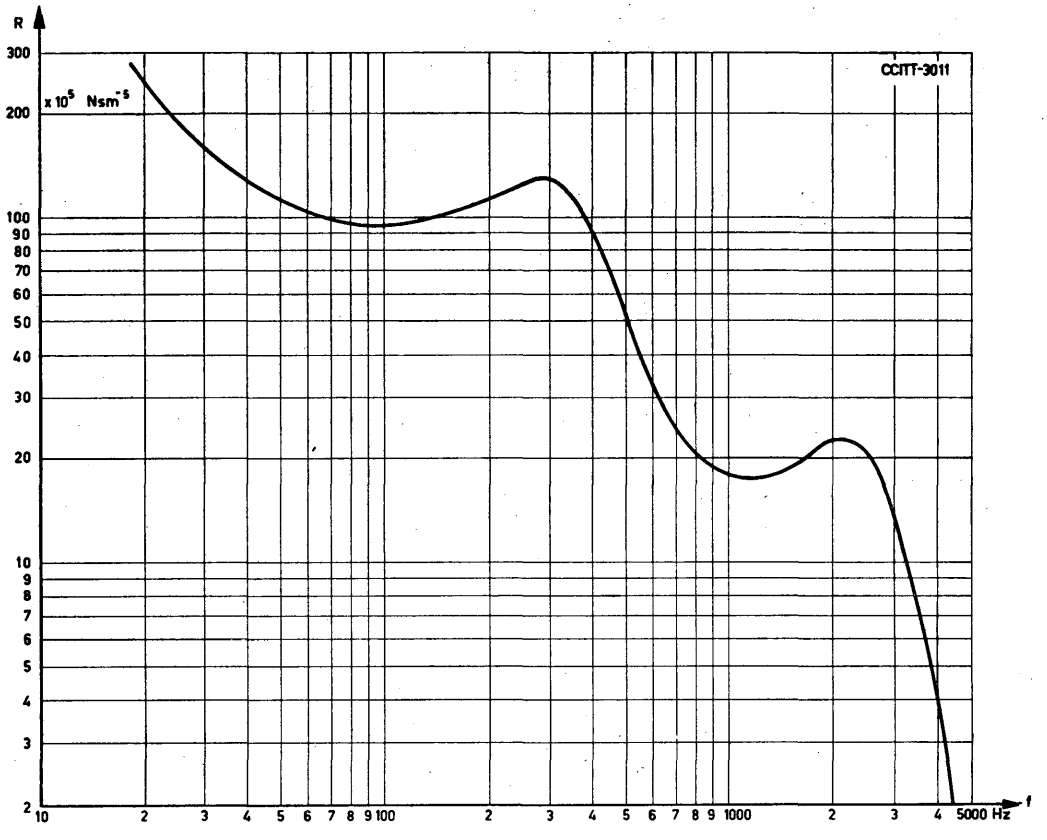
Dans cette équivalence, un ohm électrique correspond à $10^5 Ns\ m^{-5}$.




On a disposé (voir la bibliographie) de trois déterminations indépendantes de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne, en l'absence de fuites; ces déterminations s'appliquaient à des pavillons de différentes formes, utilisés sur des écouteurs audiométriques. Dans chaque cas, on a déterminé un réseau équivalent du type représenté sur la figure en fixant les valeurs des éléments de façon à obtenir la meilleure adaptation possible aux valeurs d'impédances mesurées. Les valeurs des éléments à constantes localisées qui sont indiquées sur la figure sont des valeurs moyennes correspondant à un pavillon plan.

ANNEXE 1 b1

**Partie réelle de l'impédance du réseau électrique équivalent**

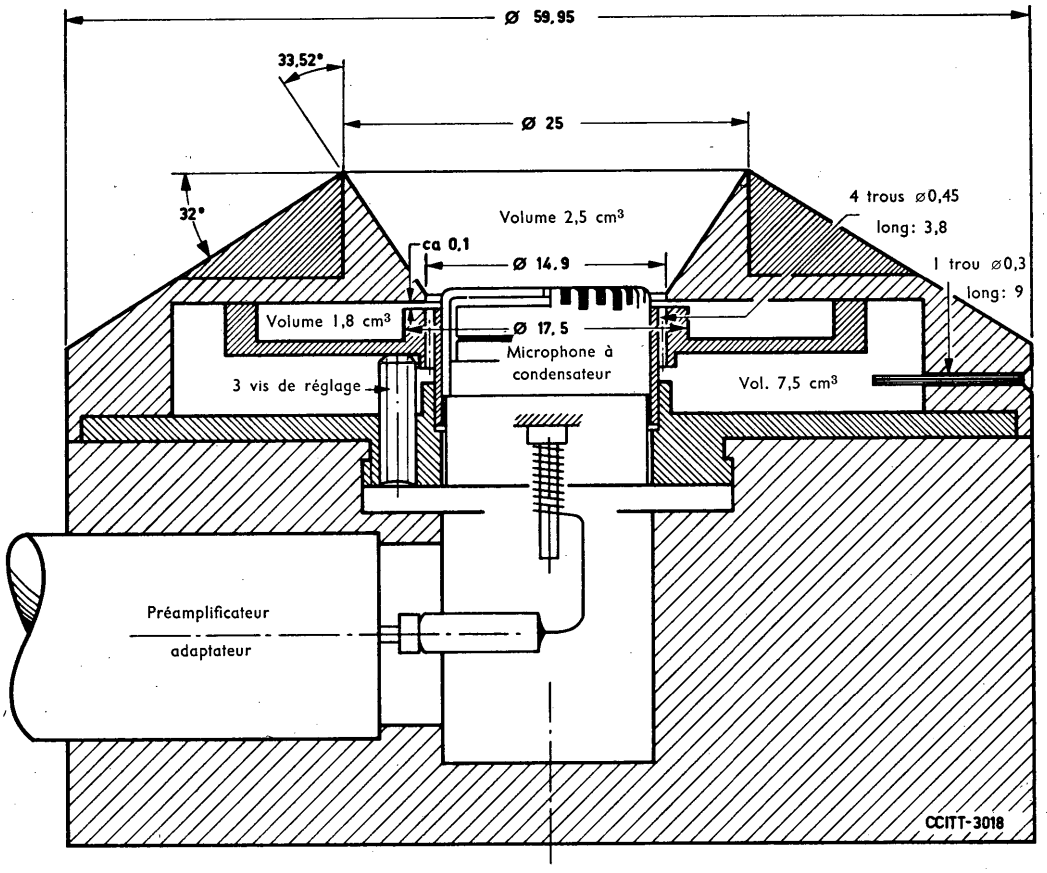


ANNEXE 1 b2

**Partie imaginaire de l'impédance du réseau électrique équivalent**

## ANNEXE 2

**Exemple d'une réalisation de l'oreille artificielle**




Toutes les dimensions linéaires sont en mm.

*Remarque.* — On ajuste les trois vis de réglage de telle façon que la résistance correspondante soit de $6{,}5 \times 10^6$ Ns $m^{-5}$.

## AVIS P.52

## VOLUMÈTRES

Le C.C.I.T.T. estime, qu'afin d'assurer la continuité avec la pratique antérieure, il n'est pas désirable de modifier la spécification du volumètre de l'A.R.A.E.N. employé au Laboratoire du C.C.I.T.T. Le tableau ci-après donne les 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.

*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 de 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 : | | pour les deux types : | | pour les deux types : |
| mesureur de niveau du type A | | moins de 300 ms pour les appareils à aiguille | $10 \pm 5$ | de 1,5 à 2 secondes à partir du point « 0 dB » placé à 30 % de la partie utile de l'échelle |
| mesureur de niveau du type B | | et moins de 150 ms pour les appareils à indication lumineuse | $60 \pm 10$ | |

*Remarque.* — On trouvera dans des suppléments au présent ouvrage les descriptions des appareils suivants :

Volumètre de l'A.R.A.E.N. ou « voltmètre vocal » (speech voltmeter) : Supplément n° 10

3. Volumètre normalisé aux Etats-Unis d'Amérique, appelé « v.u. mètre » : Supplément n° 11

4. Indicateur de crête utilisé par la British Broadcasting Corporation : Supplément n° 12

5. Indicateurs d'amplitude maximum des types U 21 et U 71 utilisés dans la République fédérale d'Allemagne : Supplément n° 13.

L'indicateur de volume du S.F.E.R.T. (Volume Indicator), qui était autrefois utilisé au Laboratoire du C.C.I.T.T., est décrit dans l'Annexe 18 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*)

*Essais comparatifs de divers types de volumètres*

Une note qui figure aux pages 270 à 293 du tome IV du *Livre Blanc* du C.C.I.F. (Budapest 1934) donne quelques indications sur les résultats d'essais préliminaires effectués au Laboratoire du S.F.E.R.T. pour comparer le Volume Indicator à différents indicateurs d'impulsions.

Les résultats d'essais comparatifs effectués en 1952 par l'Administration britannique figurent dans le Supplément n° 14 au présent ouvrage).

---

*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.

AVIS P.53

# PSOPHOMÈTRES (APPAREILS POUR LA MESURE OBJECTIVE DES BRUITS DE CIRCUIT)

## A. Psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Le C.C.I.T.,

*considérant*

que, depuis que le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux a été spécifié (*Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles*, Edition de Roma 1937, révisée à Oslo 1938), des progrès considérables ont été faits dans la construction des appareils téléphoniques d'abonné, notamment en ce qui concerne l'uniformité de l'efficacité en fonction de la fréquence,

que le « Joint Subcommittee on development and research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System » (*Engineering report* No. 45) [1] a procédé à de nombreux essais pour tracer la courbe à prescrire pour le réseau filtrant du psophomètre afin de tenir compte des qualités améliorées des appareils téléphoniques d'abonné,

que de nombreuses expériences et mesures faites au cours des dernières années ont montré que les qualités électroacoustiques des appareils téléphoniques d'abonné utilisés en Europe sont très semblables à celles des appareils américains et que, par suite, il n'y a pas lieu de recommencer en Europe des essais semblables aux essais précités du Joint Subcommittee,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

que les poids attribués aux diverses fréquences dans le réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures faites aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial doivent être ceux du tableau 1 (voir également la courbe de la figure 1); seules les valeurs en chiffres gras dans ce tableau doivent être considérées comme spécifiant le réseau filtrant du psophomètre et peuvent être prises en considération pour les essais de vérification de l'appareil; les autres valeurs, obtenues par interpolation, sont données pour faciliter les calculs éventuels.

Par convention, les valeurs numériques sont déterminées en attribuant à la fréquence 800 Hz la valeur 1000. Les expressions logarithmiques des poids sont déterminées en attribuant à la fréquence 800 Hz la valeur correspondant à 0 néper ou 0 décibel.

*Tolérances admissibles*

Les tolérances admissibles sont:

| | |
|---|---|
| 50 à 300 Hz . . . . . | ±2 décibels ou ±0,23 néper |
| 300 à 800 Hz . . . . . | ±1 décibel ou ±0,12 néper |
| 800 Hz . . . . . | ±0 décibel ou ±0 néper |
| 800 à 3000 Hz . . . . . | ±1 décibel ou ±0,12 néper |
| 3000 à 3500 Hz . . . . . | ±2 décibels ou ±0,23 néper |
| 3500 à 5000 Hz . . . . . | ±3 décibels ou ±0,35 néper |

[1] La traduction en français de ce rapport a fait l'objet du document « C.C.I.F. — 1947/1948 — 1re C.R. — Document no 2 ».

TABLEAU 1

*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 1 (suite)

*Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux*

| 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 1.* — 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 celle 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 | <−4,95 | <−43,0 |

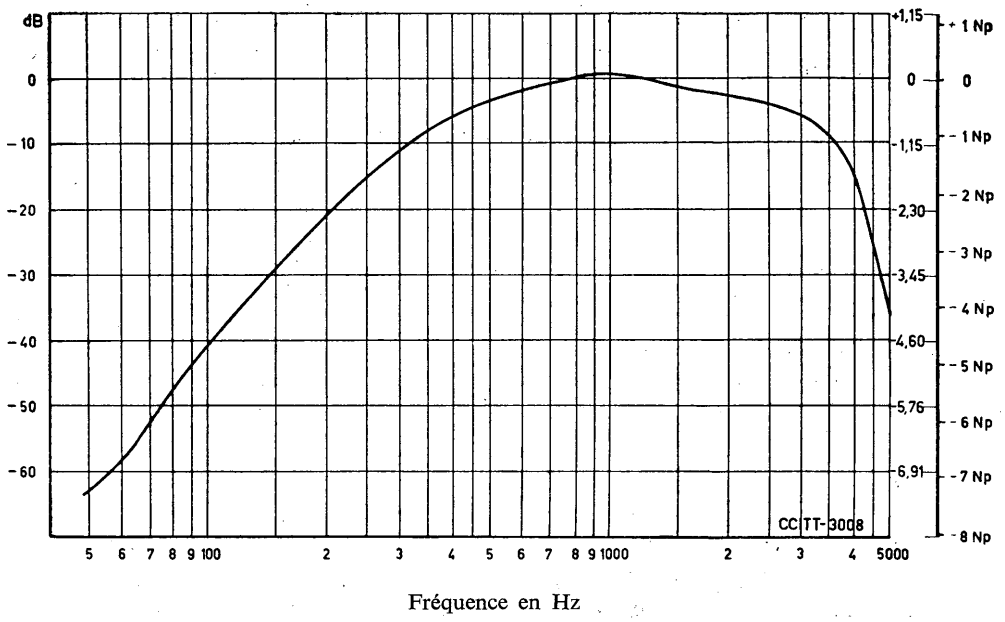



FIGURE 1. — **Courbe caractéristique du réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures faites aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial**

*Remarque 2.* — Au cours de sa XVI[e] Assemblée plénière (Firenze 1951), le C.C.I.F. a estimé qu'il était extrêmement désirable de ne plus apporter de modifications au tableau des poids et à la spécification du psophomètre, pendant une période aussi longue que possible, par exemple de dix ans.

*Mesures aux bornes du récepteur téléphonique d'abonné*

Le psophomètre qui a été normalisé par la XVI[e] Assemblée plénière du C.C.I.F. pour la mesure des bruits de circuit relativement stables comprend, pour l'emploi de ce psophomètre à l'extrémité d'un circuit téléphonique international (voir ci-dessus), un réseau filtrant qui tient compte des caractéristiques de fonctionnement d'un type assez moderne de poste téléphonique utilisé aux Etats-Unis d'Amérique et également des caractéristiques moyennes du réseau téléphonique national des Etats-Unis d'Amérique. Dans la pratique américaine, pour employer ce psophomètre aux bornes du récepteur téléphonique, on l'adapte à cet usage en supprimant la partie du réseau filtrant qui tient compte des caractéristiques des circuits téléphoniques commerciaux. Il ne semble pas essentiel d'avoir recours à une telle modification en Europe, puisque les caractéristiques de fonctionnement des postes téléphoniques employés en Europe sont très variées. Le choix d'une caractéristique unique pour le réseau filtrant, qui résulterait d'une modification de cette sorte, serait probablement aussi arbitraire que celui qui consisterait à employer, sans modification, pour des mesures aux bornes du récepteur téléphonique, le psophomètre avec le réseau filtrant spécifié par la XVI[e] Assemblée plénière du C.C.I.F. pour les mesures aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial (voir ci-dessus).

Quand on a seulement besoin de mesures comparatives, on peut très bien employer sans modification le psophomètre spécifié par la XVI[e] Assemblée plénière du C.C.I.F., comme un voltmètre dont les caractéristiques ont été fixées arbitrairement, pour effectuer des mesures aux bornes du récepteur téléphonique d'abonné.

Pour des études de caractère fondamental, les administrations peuvent très bien être désireuses d'employer des réseaux filtrants spécialement choisis de façon à être appropriés aux études considérées.

*Correspondance avec les indications des psophomètres américains*

Les bases actuellement utilisées par l'American Telephone and Telegraph Company pour évaluer la réduction de qualité de transmission due au bruit sont indiquées dans un article de D. A. Lewinski paru dans le numéro de mars 1964 du *Bell System Technical Journal* [1]. Dans cet article, le bruit est exprimé sous la forme des indications données par l'appareil 3A actuellement utilisé aux Etats-Unis, avec pondération C pour la téléphonie. Cette pondération n'étant pas la même que celle qui est liée à l'emploi de l'appareil 2B plus ancien ou à celui du psophomètre de 1951 du C.C.I.T.T., la relation entre les mesures faites avec ces appareils est influencée par le spectre du bruit mesuré. Si l'on applique à chaque appareil un bruit blanc ayant une puissance de 1 mW dans la bande comprise entre 300 Hz et 3400 Hz, on obtient à la lecture les indications suivantes:

| | |
|---|---|
| Appareil 3A (pondération C pour la téléphonie) . . . . . | 88 dBrn |
| Appareil 2B (pondération F1A) . . . . . | 81,5 dBa |
| Psophomètre du C.C.I.T.T. (pondération 1951) . . . . . | −2,5 dBm |

Compte tenu du fait que la relation sera différente pour d'autres spectres de bruit, les facteurs de conversion suivants (valeurs arrondies) sont proposés pour qu'il soit possible de faire des comparaisons réelles:

| Pondération 1951 du C.C.I.T.T. | | Appareil 3A Pondération C pour la téléphonie | | Appareil 2B Pondération F1A |
|---|---|---|---|---|
| 0 dBm | = | 90 dBrn | = | 84 dBa |
| −90 dBm | = | 0 dBrn | = | −6 dBa |
| −84 dBm | = | 6 dBrn | = | 0 dBa |

Ces facteurs de conversion tiennent compte de l'effet de la différence entre les fréquences de référence utilisées (800 Hz pour le psophomètre du C.C.I.T.T. et 1000 Hz pour les appareils américains).

Des renseignements détaillés sur les psophomètres actuellement utilisés aux Etats-Unis sont indiqués dans les références [2] et [3] ci-dessous.

BIBLIOGRAPHIE

[1] LEWINSKI, D. A. : A new objective for message circuit noise. *Bell System Technical Journal*, page 719, n° 43 (mars 1964).

[2] COCHRAN, W. T. & LEWINSKI, D. A. : A new measuring set for message circuit noise. *Bell System Technical Journal*, page 911, n° 39 (juillet 1960).

[3] AIKENS, A. J. & LEWINSKI, D. A. : Evaluation of message circuit noise. *Bell System Technical Journal*, page 879, n° 39 (juillet 1960).

*Mesure de bruits impulsifs*

(Voir l'Avis P.55)

*Clauses essentielles d'un cahier des charges types pour la fourniture d'un psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux*

Le C.C.I.T.T.,

*considérant, d'une part,*

que l'établissement d'un psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux permettant de faire des mesures aux fréquences inférieures à 40 Hz, et notamment 16,66 Hz, présenterait des difficultés de construction et conduirait à un appareil lourd et encombrant,

que les cas d'emploi de l'appareil à ces fréquences seraient relativement restreints,

que, lorsqu'on rencontre ces fréquences, il semble possible d'utiliser l'appareil en lui adjoignant un réseau correcteur approprié :

*considérant, d'autre part,*

que les clauses essentielles provisoires d'un cahier des charges pour la fourniture d'un psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux paraissent insuffisamment détaillées en ce qui concerne la mesure des tensions présentant des pointes,

qu'il paraît intéressant de prévoir un essai de vérification à cet égard,

que, toutefois, en raison de la diversité des modes de réalisation des psophomètres, il ne paraît pas possible de recommander des clauses uniformes de vérification, mais qu'il apparaît utile d'attirer l'attention sur ce point,

*émet, à l'unanimité, l'avis*

qu'il est recommandable que les psophomètres pour circuits téléphoniques commerciaux répondent aux conditions suivantes:

1. *Graduation.* — Le psophomètre doit être gradué de telle façon que, pour chacune des sensibilités, il donne par lecture directe (ou éventuellement après multiplication par un facteur caractérisant la sensibilité) la valeur exacte de la tension, quand on applique à l'entrée du psophomètre une tension à 800 Hz.

2. *Sensibilité.* — Le psophomètre doit permettre de faire une lecture nette dès qu'on applique à ses bornes d'entrée une tension à 800 Hz au moins égale à 0,05 millivolt. Il doit également permettre la lecture directe des tensions au moins jusqu'à 100 millivolts à la fréquence 800 Hz sans utilisation de dispositifs potentiométriques extérieurs.

3. *Mesures.* — Dans tout l'intervalle de mesure et dans toutes les conditions d'emploi de l'appareil, pour chacune des sensibilités et pour chacune des fréquences appliquées séparément, les valeurs lues doivent être égales au produit de la tension appliquée par le poids affecté à cette fréquence, divisé par 1000.

Lorsque la tension appliquée comprend un certain nombre de composantes de fréquences différentes, la lecture faite sur l'instrument indicateur doit être égale à la racine carrée de la somme des carrés des lectures correspondant aux composantes individuelles appliquées séparément.

Pour vérifier que cette condition est satisfaite, on peut utiliser, par exemple, le procédé suivant. On applique successivement deux tensions sinusoïdales de fréquences bien distinctes, non en relation harmonique entre elles et donnant la même déviation de l'aiguille de l'instrument indicateur; on applique ensuite la résultante de ces deux tensions au moyen d'un dispositif permettant de les affaiblir également et réglé

de manière à retrouver la même déviation que précédemment. L'affaiblissement ainsi introduit doit être égal à 0,35 néper ou 3 décibels avec une tolérance de $\pm$0,05 néper ou $\pm$0,5 décibel.

L'essai pourra être fait en utilisant diverses paires de fréquences, les unes voisines, les autres éloignées les unes des autres. Il pourra être répété pour diverses déviations de l'aiguille du psophomètre.

4. *Linéarité.* — Lorsque l'onde périodique de tension appliquée comporte des pointes telles que la valeur de crête est de beaucoup supérieure à la valeur efficace, la mesure de la tension pondérée correspondante doit être exempte, autant que possible, d'erreur causée par une surcharge de l'amplificateur ou d'autres organes. On peut vérifier que cette cause d'erreur est éliminée, par une des méthodes suivantes, indiquées à titre d'exemple.

*Première méthode.* — On applique au psophomètre une tension dont la fréquence est de l'ordre de 2000 Hz pendant des intervalles de 5 ms séparés les uns des autres par des intervalles de silence de 20 ms. Quand on fait décroître la tension appliquée, à partir de celle qui correspond à la plus grande valeur susceptible d'être mesurée par l'appareil, les lectures faites doivent être proportionnelles à la tension appliquée, avec une tolérance de $\pm$5% (soit $\pm$0,05 néper ou $\pm$0,5 décibel).

*Deuxième méthode.* — L'Administration britannique des téléphones a adopté la règle suivante :

Le psophomètre comprend un instrument indicateur pour courant continu, précédé d'un redresseur à caractéristique quadratique. La graduation de l'instrument est établie de manière que la condition 1 soit satisfaite.

Pour une tension sinusoïdale de fréquence donnée et pour un réglage fixe des dispositifs de commande du gain, le courant de commande de l'instrument indicateur doit être proportionnel au carré de la tension appliquée au psophomètre pour des valeurs de cette tension comprises entre 0,4 et 2,5 fois la valeur nécessaire pour produire une déviation correspondant au maximum de l'échelle graduée, avec une tolérance de $\pm$10%, ce qui correspond à une erreur de lecture d'environ $\pm$5% (soit $\pm$0,05 néper ou $\pm$0,5 décibel).

On adopte la méthode de vérification suivante : on insère entre le redresseur et l'instrument indicateur un réseau tel qu'une fraction connue du courant redressé traverse cet instrument, tandis que l'impédance présentée au redresseur reste égale à celle qui lui est présentée par l'instrument indicateur quand celui-ci est directement connecté. Par ce moyen, on peut ramener la déviation à une valeur inférieure ou égale au maximum de l'échelle graduée et, alors, vérifier que la condition imposée est satisfaite.

*Troisième méthode.* — Un autre essai reconnu convenable dans le cas d'un psophomètre comportant un instrument indicateur à courant continu, précédé d'un redresseur à caractéristique quadratique, consiste à effectuer l'essai décrit en 3, et comportant l'application d'une tension ayant deux composantes sinusoïdales, avec des valeurs égales à 0,4; 1; 1,5; 3 et 2,5 fois celle qui correspond à la déviation totale de l'instrument indicateur. On ramène la déviation à une valeur égale ou inférieure au maximum de l'échelle graduée en utilisant un réseau de réduction analogue à celui dont il a été question dans l'exposé de la deuxième méthode.

5. *Caractéristique dynamique.* — La caractéristique dynamique du psophomètre devra être telle qu'un bruit dont la durée est de l'ordre de 0,15 à 0,25 seconde produise la même déviation qu'un bruit continu, tandis que des bruits de plus courtes durée produiront des déviations proportionnellement plus petites. Cette durée est celle qui semble nécessaire pour que le bruit soit entièrement entendu.

6. *Impédance d'entrée.* — L'impédance d'entrée du psophomètre doit être aussi grande que possible dans toute la bande des fréquences de 15 à 5000 Hz. En particulier, dans la bande des fréquences de 40 à 5000 Hz, elle doit être au moins égale à 6000 ohms.

L'impédance existant entre les deux bornes d'entrée reliées entre elles et la masse du psophomètre doit être aussi élevée que possible à toutes les fréquences comprises entre 15 et 5000 Hz. En particulier, pour la fréquence de 800 Hz, elle doit être supérieure à 200 000 ohms.

7. *Symétrie.* — La symétrie du psophomètre par rapport à la masse devrait être telle que l'application entre le point milieu d'une résistance de 600 ohms branchée aux

bornes d'entrée et la masse (figure 2) d'une tension de 200 volts à 50 Hz ou d'une tension de 30 volts à 300 Hz ou d'une tension de 10 volts à 800 Hz ne donne pas une lecture supérieure à 0,1 millivolt.

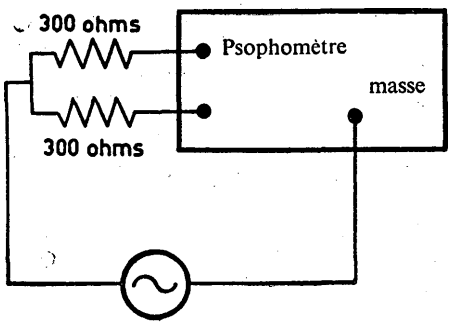



FIGURE 2

8. *Indifférence aux champs extérieurs.* — L'appareil doit être indifférent à l'égard des champs extérieurs magnétique et électrique, même quand on l'utilise au voisinage d'une installation industrielle. A cet égard, il faut noter que les champs extérieurs pourraient exercer leur action à l'intérieur de l'appareil, soit en aval, soit en amont du réducteur de tension (potentiomètre), et que par suite, suivant le cas, les effets de ces champs dépendent ou ne dépendent pas de la position du réducteur de tension.

Le psophomètre doit être blindé ainsi que les caisses contenant les sources d'alimentation; les diverses connexions extérieures doivent être réalisées avec des conducteurs câblés et cuirassés. Il est désirable de prévoir des bornes pour mettre à la terre toutes les parties de l'appareil et leurs caisses pendant l'utilisation du psophomètre.

*Remarque.* — A titre d'exemple, l'Administration britannique des téléphones effectue les essais suivants :

a) On produit un champ magnétique de 0,01 oersted (champ alternatif de 300 Hz) au moyen d'une bobine carrée dont les dimensions sont :

— côté du noyau, 40 pouces (101 cm);

— section transversale au plus égale à 1 pouce carré (environ 6,5 cm²) comportant $n$ spires et parcourue par un courant d'intensité $I$ ampère tel que $nI = 0{,}84$. On place le psophomètre à essayer au centre de cette bobine et on règle sa sensibilité à la valeur pour laquelle on a la déviation maximum de l'aiguille de l'instrument de mesure pour une tension appliquée à 0,2 millivolt. Dans ces conditions, le champ magnétique ne doit pas produire une déviation supérieure à 0,04 millivolt.

b) On donne ensuite au champ magnétique une valeur de 0,05 oersted, ce qui correspond à $nI = 4{,}2$. Dans ces conditions, pour toute sensibilité du psophomètre autre que celle mentionnée sous a), l'aiguille de l'instrument de mesure ne doit pas pouvoir atteindre la déviation maximum.

9. *Réglage.* — Quand l'amplificateur n'est pas suffisamment stable, on doit prévoir un dispositif de réglage approprié, afin de maintenir le gain de l'amplificateur à la valeur voulue avec une erreur inférieure à $\pm 5\,\%$.

10. *Réalisation pratique.* — Aucun inconvénient ne doit être éprouvé dans la pratique sous l'effet de vibrations mécaniques.

Les caractéristiques du psophomètre doivent être aussi stables que possible dans les conditions pratiques d'emploi, c'est-à-dire en dépit du transport, des variations de température, etc.

L'appareil doit être transportable et son poids aussi réduit que le permettent les conditions indiquées ci-dessus.

## B. Psophomètre utilisé sur les circuits pour transmissions radiophoniques

La constitution générale, ainsi que les caractéristiques principales indiquées ci-dessus pour le psophomètre utilisé sur les circuits téléphoniques commerciaux, sont valables également pour le psophomètre utilisé sur les circuits pour transmissions radiophoniques, à l'exception de la fréquence de référence et des données relatives au réseau filtrant qui, dans ce cas, doit avoir une courbe caractéristique conforme au tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2

*Courbe caractéristique du réseau filtrant du psophomètre utilisé sur les circuits pour transmissions radiophoniques*

(Voir la courbe de la figure 3)

| Fréquences Hz | Pondération par rapport à 1000 Hz | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Valeur nominale | | Tolérance | |
| | Np | dB | Np | dB |
| 20 et au-dessous | $\leqslant -4{,}6$ | $\leqslant -40$ | — | — |
| 50 | −3,95 | −34,3 | ± 0,17 | ±1,5 |
| 60 | −3,70 | −32,2 | » | » |
| 100 | −3,00 | −26,1 | » | » |
| 200 | −2,00 | −17,3 | » | » |
| 400 | −1,01 | − 8,8 | » | » |
| 800 | −0,22 | − 1,9 | » | » |
| 1 000 | 0 | 0 | — | — |
| 2 000 | +0,61 | + 5,3 | ±0,17 | ±1,5 |
| 4 000 | +0,94 | + 8,2 | » | » |
| 5 000 | +0,97 | + 8,4 | » | » |
| 6 000 | +0,94 | + 8,2 | » | » |
| 7 000 | +0,84 | + 7,3 | » | » |
| 8 000 | +0,59 | + 5,1 | » | » |
| 9 000 | −0,03 | − 0,3 | ±0,35 | ±3,0 |
| 10 000 | −1,12 | − 9,7 | » | » |
| 13 000 | $\leqslant -3{,}5$ | $\leqslant -30$ | — | — |
| 20 000 et au-dessus | $\leqslant -4$ | $\leqslant -35$ | — | — |

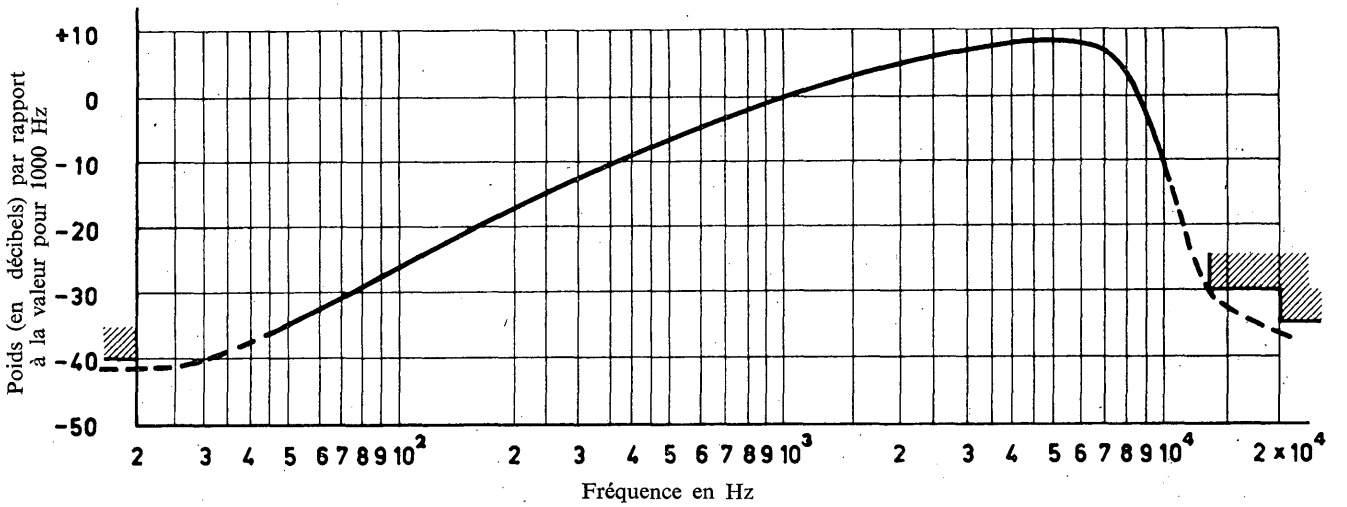



FIGURE 3. — **Courbe caractéristique du réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures sur les circuits pour transmissions radiophoniques**

AVIS P.54 (modifié à Mar del Plata, 1968)

## SONOMÈTRES

## (APPAREILS POUR LA MESURE OBJECTIVE DES BRUITS DE SALLE)

Le C.C.I.T.T. attire l'attention des administrations sur les publications suivantes de la Commission électrotechnique internationale (C.E.I.)

Publication 123 — Recommandations relatives aux sonomètres,

Publication 179 — Sonomètres de précision.

*Remarque.* — En attendant une normalisation internationale, le C.C.I.T.T. avait autrefois adopté provisoirement, comme spécification d'un appareil pour la mesure objective des bruits de salle, la spécification donnée dans la norme Z.24.3.1944 de l'American Standards Association (Sound level meter for measurement of noise and other sounds). Cette spécification est reproduite dans l'Annexe 24 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*); elle a été remplacée, comme norme de l'USASI (United States of America Standards Institute), par le Document S.1.4-1961 (American Standard Specification for General Purpose Sound Level Meters).

AVIS P.55 (Mar del Plata, 1968)[1]

## APPAREILS POUR LA MESURE DES BRUITS IMPULSIFS

L'expérience a montré que les clics, ou autres bruits impulsifs, qui apparaissent dans les conversations téléphoniques proviennent de diverses sources, par exemple construction défectueuse des installations de commutation, défauts dans les prises de terre des centraux, couplages électromagnétiques dans les centraux ou en ligne.

On ne peut pratiquement pas apprécier l'effet perturbateur sur les conversations téléphoniques d'impulsions isolées. Les séries d'impulsions brèves rapprochées l'une de l'autre sont surtout gênantes au début d'une conversation. Il est probable que ces séries d'impulsions brèves affectent la transmission de données plus que la conversation téléphonique, et que les communications capables de transmettre des données, d'après les critères de bruit en cours d'étude, seront aussi satisfaisantes pour la transmission de la parole.

Compte tenu de ces considérations, le C.C.I.T.T. recommande aux administrations d'utiliser, pour mesurer le nombre de fois où apparaissent des séries d'impulsions, sur les circuits téléphoniques aussi bien que sur les circuits pour transmissions de données, le compteur d'impulsions qui est défini dans l'Avis H.13 (tome III du *Livre Blanc*).

*Remarque.* — Les administrations pourront continuer à étudier sur le plan national si l'emploi de ces compteurs d'impulsions suffit à assurer que les conditions nécessaires pour obtenir une bonne qualité dans les communications téléphoniques sont satisfaites. Pour de telles études, les administrations peuvent utiliser les appareils de mesure qu'elles jugent les plus appropriés, par exemple un psophomètre dont le facteur de surcharge a été augmenté, mais le C.C.I.T.T. n'envisage pas de recommander l'emploi d'un tel appareil.

[1] L'Ancien Avis P.55 (*Livre Rouge*, tome V, page 134) est supprimé.

# SECTION 6

## MESURES ÉLECTROACOUSTIQUES OBJECTIVES

AVIS P.61

### MESURE DE L'EFFICACITÉ ABSOLUE D'UN SYSTÈME ÉMETTEUR OU D'UN SYSTÈME RÉCEPTEUR

Pour cette mesure, on a en général recours à l'une des méthodes suivantes:

a) *Méthode du thermophone*

Le principe et la description de cette méthode figurent dans les articles suivants:

H. D. ARNOLD et I. B. CRANDALL : *Physical Review*, vol. 10 (1917), p. 22.

E. C. WENTE : *Physical Review*, vol. 19 (1922), p. 333.

S. BALLANTINE : *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 3 (1932), p. 319.

*Remarque.* — Cette méthode était utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. pour l'étalonnage absolu du S.F.E.R.T. Cette méthode est décrite dans l'Annexe 5 du Livre d'Annexes au tome IV du *Livre Vert.*

*b) Méthode du disque de Rayleigh*

Le principe et la description de cette méthode figurent dans les articles suivants:

W. KÖNIG : *Annalen der Physik*, vol. 43 (1891), p. 43.

E. J. BARNES et W. WEST : *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 65 (1927), p. 871.

W. WEST : *Acoustical Engineering*, chap. XI (1932), Pitman éditeur, London (une traduction en français des principaux passages de ce chapitre relatifs à la méthode du disque de Rayleigh figure dans la section H du « Projet d'instruction sommaire pour l'utilisation et la maintenance du Laboratoire du C.C.I.F. »).

R. A. SCOTT : *Proceedings of the Royal Society A*, vol. 183 (1945), p. 296.

W. WEST : *Proceedings of the Physical Society B*, vol. 62 (1949), p. 437.

L'application de cette méthode au Laboratoire du C.C.I.T.T., pour l'étalonnage absolu de l'A.R.A.E.N., est décrite dans le Supplément n° 9 au présent ouvrage).

c) *Méthode de compensation et méthode d'entraînement par grille*

Le principe et la description de ces méthodes figurent dans les articles suivants:

E. GERLACH : *Wiss. Veröff. Siemens-Konzern*, vol. 3 (1923), p. 139.

M. GRÜTZMACHER et E. MEYER : *Elektrische Nachrichten Technik*, vol. 4 (1927), p. 203.

S. BALLANTINE : *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 3 (1932) p. 219.

d) *Méthode de réciprocité pour l'étalonnage de microphones à condensateur*

Le principe et la description de cette méthode figurent dans un article de R. K. Cook publié dans le *Journal of Research of the National Bureau of Standards* (Washington), volume 25, page 489 (novembre 1940). Des détails complémentaires sont donnés dans l'Annexe 25 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

Les bases physiques de cette méthode sont indiquées dans les ouvrages et articles suivants:

RAYLEIGH : *The Theory of Sound.* Macmillan & Co., London (1896).

W. VOIGT : *Lehrbuch der Kristallphysik.* B. G. Teubner, Leipzig (1910).

D. A. KEYS : *Philosophical Magazine,* vol. 46 (1923), p. 999.

S. BALLANTINE : *Proceedings of the Institute of Radio Engineers,* vol. 17 (1929), p. 929.

L. J. SIVIAN : *Bell System Technical Journal,* vol. 10 (1931), p. 96.

S. BALLANTINE : *Journal of the Acoustical Society of America,* vol. 3 (1932), p. 319.

H. OSTERBERG et J. W. COOKSON : *Review of Scientific Instruments,* vol. 6 (1935), p. 347.

W. R. MACLEAN : *Journal of the Acoustical Society of America,* vol. 12 (1940), p. 140.

## AVIS P.62

## MESURES EFFECTUÉES SUR LES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES D'ABONNÉ

### A. MESURE DE LA DISTORSION D'AFFAIBLISSEMENT D'UN APPAREIL TÉLÉPHONIQUE

La courbe des variations de l'efficacité absolue d'un appareil téléphonique (système émetteur ou système récepteur) en fonction de la fréquence ne renseigne pas complètement sur la manière dont cet appareil reproduit la voix humaine ou la musique, bien qu'une telle courbe soit souvent appelée « caractéristique de fonctionnement aux diverses fréquences ».

Cependant, la courbe des variations de l'efficacité absolue d'un appareil téléphonique en fonction de la fréquence donne des indications utiles au point de vue de la transmission de la parole humaine. D'autre part, pour les transmissions de morceaux de musique, en l'absence d'un critérium précis de la qualité de la transmission (jouant le rôle que joue la netteté ou le taux de répétition dans le cas des conversations téléphoniques commerciales), on doit se contenter de telles courbes pour apprécier la qualité des appareils terminaux (systèmes microphoniques ou haut-parleurs) que l'on utilise.

Pour tracer les caractéristiques « efficacité-fréquence », on dispose d'un certain nombre d'instruments modernes du commerce que l'on peut classer en deux catégories:

1. Les appareils enregistreurs qui permettent de relever automatiquement les caractéristiques de fonctionnement des appareils téléphoniques.
2. Les appareils qui utilisent un tube à rayons cathodiques et qui permettent de relever rapidement la courbe caractéristique du fonctionnement d'un appareil aux diverses fréquences.

Des renseignements relatifs à des méthodes de mesures utilisées par diverses administrations pour la maintenance des appareils téléphoniques et pour leur réception en usine sont donnés dans les Avis P.81 et P.82 ci-après.

## B. Mesure de la distorsion de non-linéarité d'un appareil téléphonique et du bruit des microphones

Tandis que les distorsions de non-linéarité des récepteurs téléphoniques sont en général négligeables, les microphones (et surtout les microphones à charbon du type généralement utilisé dans les appareils téléphoniques commerciaux) présentent une non-linéarité considérable: la relation entre la variation de la résistance du microphone et la pression acoustique s'exerçant sur le diaphragme n'est pas linéaire. Cette non-linéarité est d'autant plus importante que la variation de résistance est plus grande par rapport à la résistance totale du microphone, c'est-à-dire que le microphone est plus sensible. En outre, il y a deux effets supplémentaires:

1. Le microphone est parfaitement insensible aux pressions acoustiques inférieures à une certaine valeur (seuil d'excitation).
2. L'inertie mécanique des grains de charbon (ou le retard à l'établissement des contacts électriques entre ces grains) est cause que les divers régimes d'agitation du charbon sous l'influence des ondes acoustiques ne sont pas les mêmes pour toutes les fréquences de ces ondes (par exemple les battements lents entre deux sons sont en général favorisés dans la reproduction des sons par un microphone à charbon).

Les bruits microphoniques sont étroitements liés aux non-linéarités. Lorsqu'on mesure la distorsion de non-linéarité, on peut être amené à mesurer la distorsion harmonique ainsi que la variation de l'efficacité en fonction de l'amplitude. A titre d'exemple de telles mesures, on peut se reporter à une contribution de la République fédérale d'Allemagne décrite dans l'Annexe 26 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

## C. Mesure objective de l'équivalent de référence (a l'émission et a la réception) et de l'équivalent de référence de l'effet local

1. En ce qui concerne la mesure objective de l'équivalent de référence (à l'émission et à la réception) des appareils téléphoniques d'abonné, on peut signaler les appareils employés par les Administrations de France, de la République fédérale d'Allemagne, de Suisse et de Tchécoslovaquie qui sont décrits dans les Annexes 27 à 29 (2e partie du tome V du Livre Rouge) et dans l'Annexe G (2e partie du tome V *bis* du Livre Rouge).

2. En ce qui concerne la mesure objective de l'équivalent de référence de l'effet local d'un appareil téléphonique d'abonné, aucune méthode objective n'est recommandée, cette question dans son ensemble étant à l'étude au sein du C.C.I.T.T. (voir l'Avis P.63).

AVIS P.63 (modifié à Genève, 1964)

# MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION SUR LA BASE DE MESURES OBJECTIVES

Ces méthodes sont en cours d'étude au C.C.I.T.T.

Des méthodes qui ont été employées par l'Administration suisse et par l'Administration de l'U.R.S.S. sont décrites dans les Annexes 30 et 31 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

Une nouvelle méthode pour la détermination de la qualité de transmission est actuellement étudiée par l'American Telephone and Telegraph Company. L'appareillage fondamental de mesure est décrit dans l'annexe 1 à la Question 15/XII (2e partie du présent ouvrage).

# SECTION 7

## MESURES SUBJECTIVES A LA VOIX ET A L'OREILLE

AVIS P.71 (modifié à Mar del Plata, 1968)

### MESURE DU VOLUME DES SONS VOCAUX [1]

Chaque volumètre devrait être utilisé suivant les indications figurant dans sa spécification (voir l'Avis P.52). Pour utiliser la « puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques », on devrait tenir compte des indications fournies dans l'Avis P.42, C.

AVIS P.72

### MESURE DES ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE ET DES ÉQUIVALENTS RELATIFS

#### A. Mesure des équivalents de référence proprement dits

Cette mesure consiste dans une comparaison à la voix et à l'oreille avec le Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (en abrégé N.O.S. F.E.R.); c'est ce qu'on appelle une « mesure téléphonométrique ».

Cette comparaison peut être directe et donne alors directement l'équivalent de référence du système complet, ou du système émetteur, ou du système récepteur considéré. Mais, en général, on ne compare ainsi directement au N.O.S.F.E.R. que les systèmes étalons de travail, avant de les mettre en service, puis périodiquement dans un but de vérification (voir Avis P.42, E). Par conséquent, l'équivalent de référence d'un système ou partie de système est, en général, déterminé indirectement, c'est-à-dire qu'on mesure l'équivalent relatif de ce système (ou de cette partie de système) par rapport à un système auxiliaire (système étalon de travail) dont l'équivalent de référence a été préalablement déterminé par comparaison directe avec le système fondamental de référence.

#### B. Mesure des équivalents relatifs [1]

Les systèmes étalons de travail utilisés actuellement étant, soit du type à microphone à charbon (S.E.T.A.B.), soit du type à microphone et récepteur électrodynamiques

[1] Cet Avis contient des conseils aux administrations pour l'exécution d'essais subjectifs dans leurs propres laboratoires. Les essais effectués au Laboratoire du C.C.I.T.T., au moyen de systèmes étalons, sont décrits dans la Section 4 du présent ouvrage.

(S.E.T.E.D.), on indique ci-après les précautions spéciales à prendre lorsqu'on effectue une mesure téléphonométrique et notamment la mesure d'un équivalent relatif d'un appareil à combiné. Deux méthodes de mesure sont indiquées à titre d'exemples:

α) *Utilisation d'un système étalon de travail du type S.E.T.A.B.*

La mesure téléphonométrique à effectuer pour déterminer l'équivalent relatif d'un système ou d'une partie de système par rapport à un système étalon de travail avec microphone à charbon (S.E.T.A.B.) peut être effectué à volonté par l'une des deux méthodes suivantes:

α.1 *Méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret »*

Cette méthode repose sur l'utilisation simultanée de deux lignes d'affaiblissement réglables; une de ces lignes (ligne d'équilibre) sert à réaliser l'égalité des impressions sonores à la réception; la deuxième ligne (affaiblissement secret) permet de modifier à volonté, avant la mesure et à l'insu de l'opérateur qui écoute, la valeur apparente de l'efficacité de l'un des deux appareils comparés.

Le résultat doit être exprimé ainsi: $x$ unités de transmission (népers ou décibels) « meilleur » (M) ou « pire » (P) que le N.O.S.F.E.R., compte tenu de l'équivalent de référence du S.E.T.A.B.

Les indications ci-dessous se réfèrent à des détails de montage précis et sont données seulement à titre d'exemple.

α.1.1 *Comparaison, à un système émetteur étalon, d'un autre système émetteur*

Le schéma de principe, ainsi que les commutations nécessitées pour cette comparaison sont représentés sur la figure 1.

Pour l'exécution d'un équilibre élémentaire, un premier opérateur A donne à la ligne d'affaiblissement secret une certaine valeur; puis il parle alternativement devant le microphone 1 et devant le microphone 2, en répétant successivement, devant les deux microphones, une des phrases conventionnelles suivantes, choisies de manière à contenir chacune les principaux sons de voyelles:

Berlin, Hamburg, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund (utilisée en Allemagne).

One, two, three, four, five (utilisée en Grande-Bretagne).

Joe took father's shoe bench out<br>She was waiting at my lawn } (utilisées aux Etats-Unis d'Amérique).

Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun (utilisée en France et au Laboratoire du C.C.I.T.T.).

Il conserve, en parlant, le « volume normal pour les mesures téléphonométriques » défini ci-dessus « Etalons de transmission », Avis P.42, paragraphe C et place ses lèvres de manière à ce qu'elles soient sensiblement tangentes au plan du cercle limitant l'anneau de garde [1]. Simultanément, il agit sur le commutateur, pour aiguiller de façon convenable le système de commutation.

Un deuxième opérateur B reçoit dans le récepteur (toujours le même) les courants provenant des deux microphones comparés. Il les compare auditivement et ajuste la ligne artificielle de manière à obtenir la même impression sonore.

[1] La position de l'anneau de garde est définie dans la section C du présent avis.

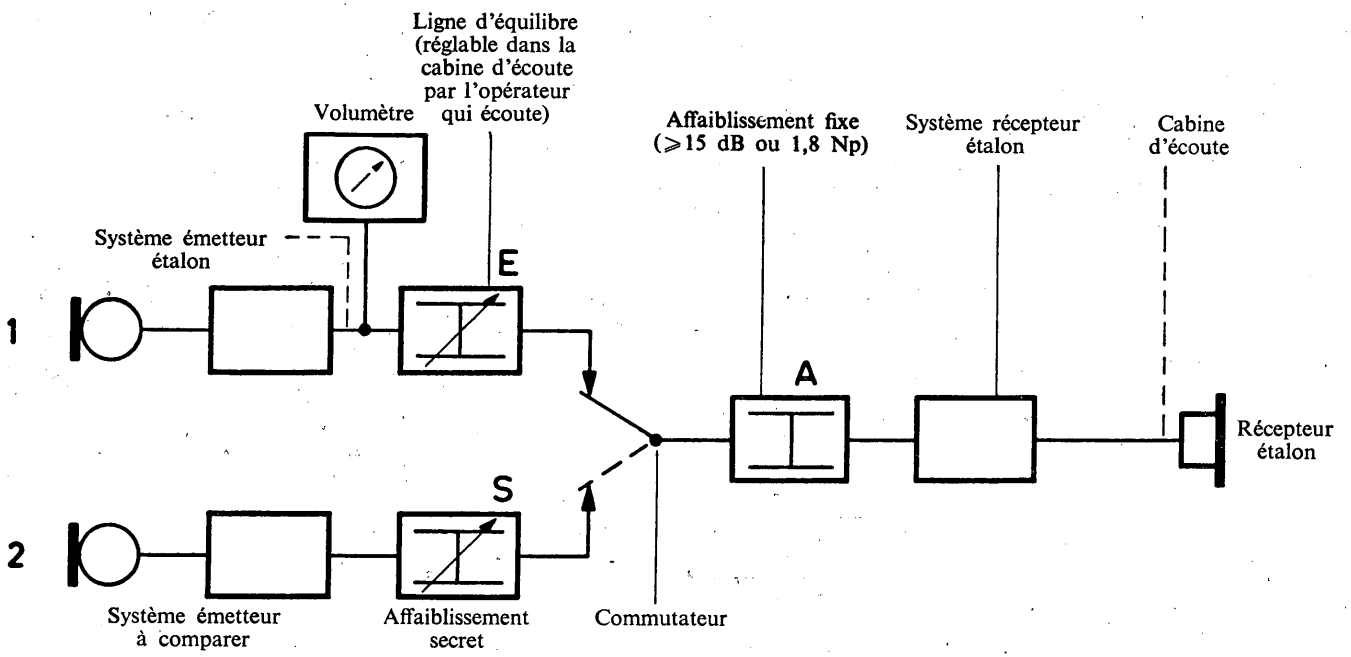



FIGURE 1. — **Comparaison, à un système émetteur étalon, d'un autre système émetteur (méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret »)**

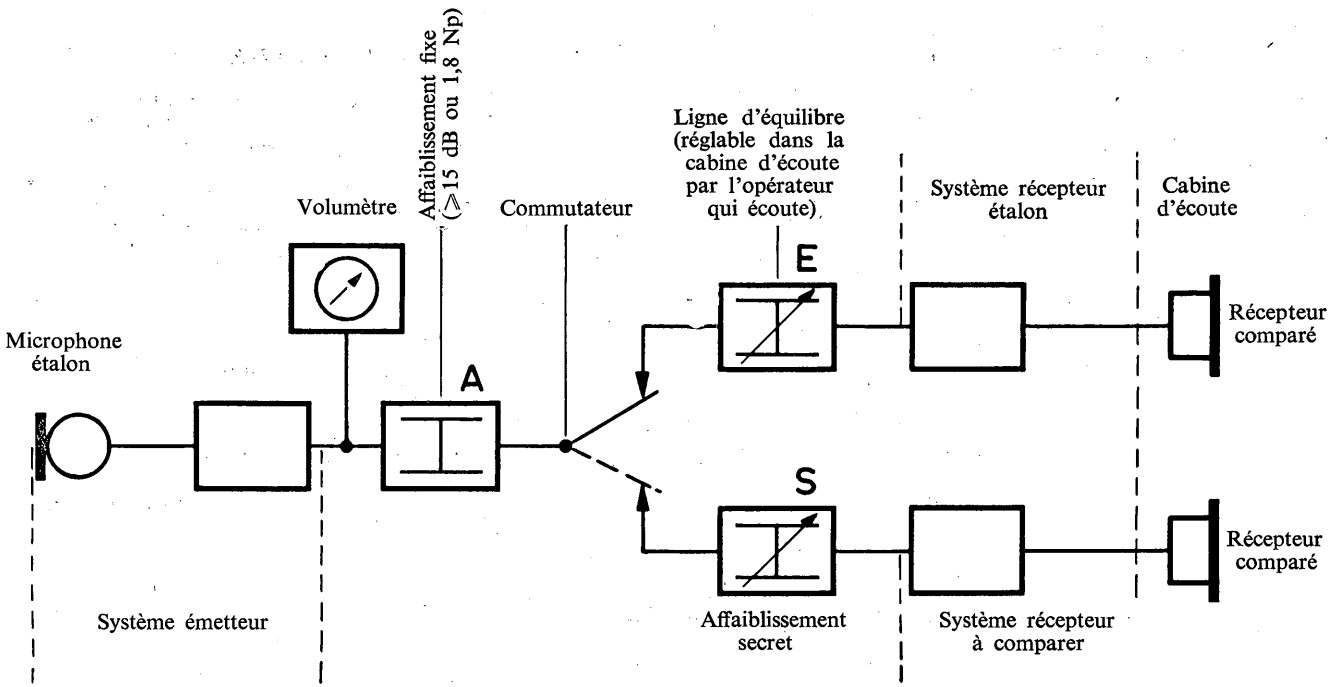



FIGURE 2. — **Comparaison, à un système récepteur étalon, d'un autre système récepteur (méthode dite « à deux opérateurs avec affaiblissement secret »)**

Pour permettre à l'opérateur qui écoute de suivre le rythme des commutations, il est recommandé d'utiliser une lampe dont le circuit d'allumage est commandé synchroniquement par le commutateur. Elle indique, par son allumage, que la ligne d'équilibre est insérée dans le circuit d'écoute. Quand l'équilibre est ainsi réalisé, l'essai est terminé, et il suffit de relever les indications portées par les deux lignes d'affaiblissement, et de les interpréter conformément à l'exemple donné ci-après.

α. 1.2 *Comparaison, à un système récepteur étalon, d'un autre système récepteur*

Le schéma de principe, ainsi que les commutations nécessitées pour cette comparaison sont représentés sur la figure 2.

Pour l'exécution d'un équilibre élémentaire, un premier opérateur A donne à l'affaiblissement secret une valeur, puis il parle devant le microphone étalon (toujours le même) en répétant, suivant un rythme convenable et à intervalles réguliers, la même phrase conventionnelle et en conservant le « volume normal pour les mesures téléphonométriques » (voir ci-dessus). Il agit synchroniquement sur le commutateur de manière à réaliser les commutations convenables.

Un deuxième opérateur B tient à la main les deux récepteurs et les place alternativement contre son oreille (dans la position qui donne la meilleure audition), en suivant dans ce mouvement le rythme de la commutation. Il ajuste alors la ligne d'équilibre, de manière à obtenir l'égalité des impressions sonores avec les deux récepteurs. Quand l'opérateur B ne peut obtenir l'égalité des impressions sonores, c'est-à-dire lorsque le système comparé est plus efficace que le système étalon, il demande à l'opérateur A (à l'aide d'un système de signalisation quelconque, par exemple un signal sonore convenu) de changer les positions respectives de l'affaiblissement secret et de l'affaiblissement d'équilibre.

Une lampe, dont le circuit d'allumage est commandé synchroniquement par le commutateur, indique, par son allumage, à l'opérateur B, que la ligne d'équilibre est insérée dans le circuit d'écoute; elle lui donne donc à tout moment la cadence de la commutation.

La détermination d'un équivalent de référence (ou d'un équivalent relatif) ne peut être fournie par une seule mesure. Elle résulte de la moyenne d'un nombre suffisamment élevé d'équilibres élémentaires exécutés suivant le procédé décrit ci-dessus. Ce nombre est, au minimum, de six et devra être normalement de douze. Dans le cas où l'on dispose de trois opérateurs, qui peuvent être groupés de six façons différentes, il sera donc nécessaire de faire exécuter au moins une, de préférence deux mesures, par chacune des combinaisons possibles d'opérateurs.

Il est recommandé d'enregistrer le résultat des essais sur des fiches spéciales, sur lesquelles sont inscrites les valeurs des affaiblissements secrets et des affaiblissements d'équilibre respectivement utilisés au cours des équilibres élémentaires, ainsi que les valeurs résultantes qui caractérisent les résultats définitifs de la mesure téléphonométrique. Le tableau ci-après donne un exemple de l'enregistrement d'une mesure téléphonométrique effectuée par une équipe de cinq opérateurs au Laboratoire.

*Système* (désignation du type de système télépnonique essayé) *Date*.....

| Opérateurs | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ..... | 4 | ..... |
| 2 | ..... | 5 | ..... |
| 3 | ..... | | |

Equivalent de référence (ou relatif) à l'émission (ou à la (réception)

Conditions de mesures (caractéristiques de la maquette d'alimentation avec ou sans ligne d'abonné, valeur de la tension d'alimentation et de l'intensité du courant microphonique)

*Essai n°* .....

Opérateurs qui écoutent

| Opérateurs qui parlent | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | Totaux | Moyenne pour l'opérateur qui parle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | s | eq | r | s | eq | r | s | eq | r | s | eq | r | s | eq | r | | |
| 1 | | | | 8 | 12 | +4 | 9 | 6 | −3 | 5 | 7 | +2 | 5 | 7 | +2 | +5 | +1,2 |
| 2 | 10 | 11 | +1 | | | | 6 | 10 | +4 | 10 | 8 | −2 | 7 | 11 | +4 | +7 | +1,7 |
| 3 | 4 | 9 | +5 | 4 | 9 | +5 | | | | 6 | 6 | 0 | 2 | 4 | +2 | +12 | +3,0 |
| 4 | 8 | 16 | +8 | 9 | 15 | +6 | 9 | 7 | −2 | | | | 10 | 12 | +2 | +14 | +3,5 |
| 5 | 6 | 13 | +7 | 3 | 7 | +4 | 9 | 7 | −2 | 9 | 11 | +2 | | | | +11 | +2,7 |
| Totaux | | | +21 | | | +19 | | | −3 | | | +2 | | | +10 | 49 | |
| Moyenne pour l'opérateur qui écoute | | | +5,2 | | | +4,7 | | | −0,7 | | | +0,5 | | | +2,5 | | |

Equivalent de référence + 2,45 dB (ou 2,45 dB pire)
Ecart quadratique moyen de la moyenne arithmétique :.....

*Légende* { « s » désigne la valeur de l'affaiblissement secret
« eq » désigne la valeur de la ligne d'équilibre
« r » désigne le résultat de la comparaison (« eq » − « s »)

Lorsqu'on veut déterminer l'équivalent de référence d'un système émetteur (ou récepteur) à partir d'une mesure de comparaison avec un système émetteur (ou récepteur) étalon de travail (dont l'équivalent de référence a été déterminé au Laboratoire du

C.C.I.T.T.), il y a lieu de tenir compte de la valeur de l'équivalent de référence de ce système émetteur (ou récepteur) étalon. L'équivalent de référence d'un système émetteur (ou récepteur) est alors déduit des résultats d'essais de la façon suivante, par exemple:

| | |
|---|---|
| Résultat brut moyen . . . . . | −5,0 (5 dB meilleur) |
| Equivalent de référence du système étalon de travail . . . . . | +1,3 (1,3 dB pire) |
| *Equivalent de référence du système essayé* . . | (−5,0) + (+1,3) = −3,7 dB ou (3,7 dB meilleur) |

α.2 *Méthode dite « à trois opérateurs sans affaiblissement secret »*

Cette méthode comporte trois positions d'opérateurs:

a) une position d'émission;

b) une position de réception (où se font les comparaisons téléphonométriques);

c) une position de réglage.

Les montages des positions d'émission et de réception sont identiques à ceux qui ont été décrits précédemment, la seule différence entre les deux méthodes résidant dans le nombre et la disposition des lignes artificielles. Le mode de comparaison à trois opérateurs ne nécessite, en effet, en dehors de la ligne d'affaiblissement fixe, qu'une seule ligne réglable. Cette ligne est commandée par l'opérateur C, qui occupe la position de réglage et qui reçoit les indications envoyées par l'opérateur B de la position de réception. La ligne d'affaiblissement secret est supprimée et remplacée par des connexions métalliques directes.

Le mode opératoire est alors le suivant:

α.2.1 *Comparaison, à un système émetteur étalon, d'un autre système émetteur* (figure 3)

L'opérateur C donne à la ligne artificielle réglable une première valeur $a_1$, puis il signale par lampe, par vibrateur ou directement à la voix, à l'opérateur A qu'il peut commencer à parler. Celui-ci prononce alors alternativement devant chacun des deux microphones la phrase conventionnelle adoptée une fois pour toutes, en conservant le volume normal pour les mesures téléphonométriques défini ci-dessus (Avis P.42, paragraphe C). L'opérateur B reçoit dans un récepteur étalon les courants provenant successivement des deux microphones. Une signalisation lumineuse commandée par le système général de commutation lui indique à tout moment le numéro (1 ou 2) du microphone devant lequel on parle. Si l'intensité sonore correspondant au microphone 2 est moins grande que l'intensité sonore correspondant au microphone 1 (étalon), B appuie sur le bouton de signalisation marqué P (pire). Un signal lumineux (l'allumage d'une lampe sur le capuchon de laquelle est inscrite la lettre P), accompagné au besoin d'un bruit de vibrateur, indique à l'opérateur C le résultat de la première appréciation. Une signalisation du même genre est également utilisée pour indiquer à l'opérateur A qu'il peut cesser de parler. L'opérateur C consigne immédiatement ce résultat sur un registre sous la forme $a_1$ P.

Le nombre $a_1$ peut être inscrit dans deux colonnes. Inscrit dans la première, il indique que l'affaiblissement est introduit dans le circuit en même temps que l'étalon, ce qui a pour effet d'affaiblir l'étalon; inscrit dans la seconde, il indique que l'affaiblissement est introduit dans le circuit en même temps que l'appareil comparé, ce qui a pour effet d'affaiblir ce dernier.

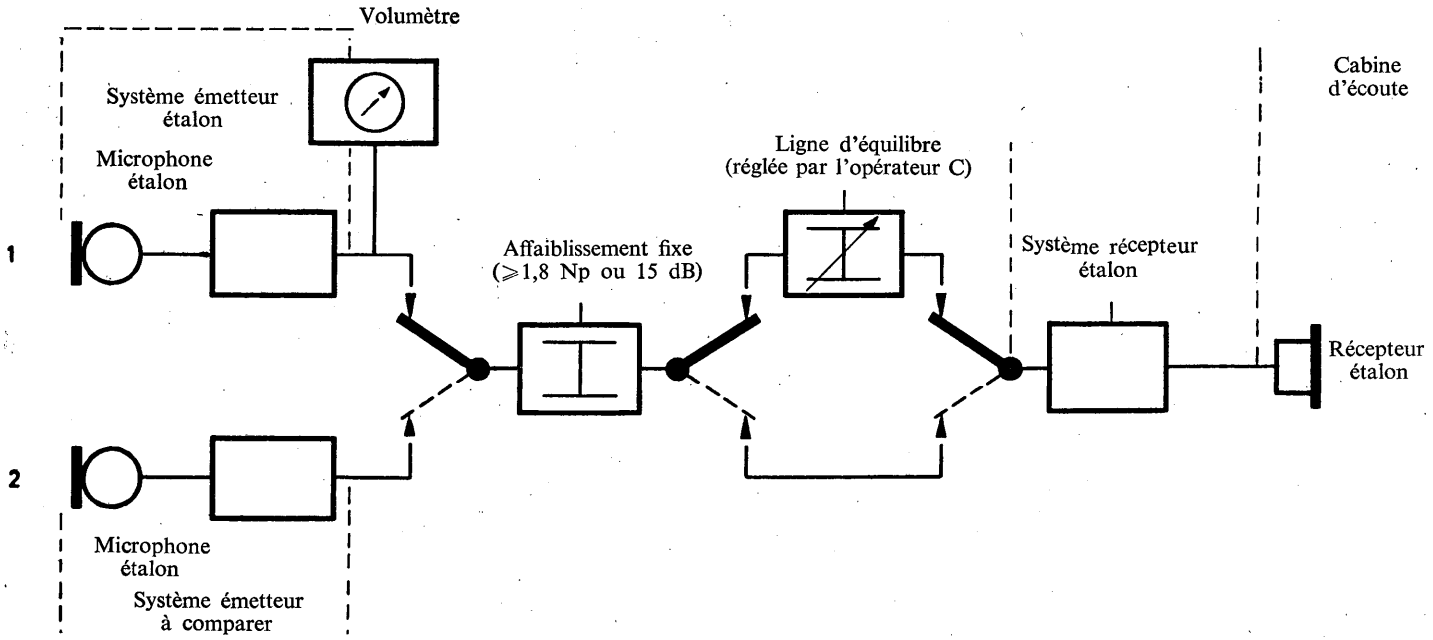



FIGURE 3. — **Comparaison, à un système émetteur étalon, d'un autre système émetteur (méthode à trois opérateurs, sans affaiblissement secret)**

Dans le cas contraire, si l'intensité sonore correspondant au microphone 2 est plus importante que l'intensité sonore correspondant au microphone 1 (étalon), l'opérateur B appuie sur le bouton de signalisation marqué M (meilleur). Un signal lumineux (allumage d'une lampe sur le capuchon de laquelle est inscrite la lettre M) accompagné au besoin d'un bruit de vibrateur, apparaît alors devant l'opérateur C. Dans le cas où le résultat de l'appréciation correspond à l'équilibre exact, l'opérateur B peut appuyer sur un troisième bouton commandant le circuit d'une troisième lampe réservée à la signalisation de l'équilibre exact.

Essai du système émetteur .....

Système émetteur étalon de comparaison n° .....

| A-B (parle) | | (écoute) | B-C | | | C-A | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Affaiblissement | | | Affaiblissement | | | Affaiblissement | | |
| Côté étalon | Côté appareil | | Côté étalon | Côté appareil | | Côté étalon | Côté appareil | |
| 6 | | M | 1 | | P | 1 | | M |
| 0 | | P | 5 | | M | | 3 | P |
| 3 | | M | 3 | | M | | 1 | P |
| 1 | | P | 1 | | P | 1 | | M |
| 2 | | M | 2 | | M | | 0 | P |
| | | | | | | 1 | | M |
| Moyenne 1,5 P | | | Moyenne 1,5 P | | | Moyenne 1,5 P | | |

| B-A | | | C-B | | | A-C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Affaiblissement | | | Affaiblissement | | | Affaiblissement | | |
| Côté étalon | Côté appareil | | Côté étalon | Côté appareil | | Côté étalon | Côté appareil | |
| 0 | | P | | 2 | P | 4 | | M |
| 2 | | M | 3 | | M | | 2 | P |
| 1 | | P | 0 | | M | 2 | | M |
| 2 | | M | | 1 | P | 0 | | M |
| | | | | 0 | M | | 1 | P |
| Moyenne 1,5 P | | | Moyenne 0,5 M | | | Moyenne 0,5 M | | |

| | |
|---|---|
| Résultat brut moyen . . . . . | 0,7 P |
| Equivalent de référence de l'étalon . . . . | 5,0 P |
| Equivalent de référence de l'appareil essayé | 5,7 P ou + 5,7 |

L'opérateur C qui règle, donne alors à l'affaiblissement réglable une deuxième valeur $a_2$. Puis il signale à l'opérateur A qu'il peut recommencer à parler. Le résultat de la mesure

sera une deuxième constatation, par exemple M, ce qui signifie que le microphone comparé apparaît comme meilleur que l'étalon, lorsque celui-ci est en série avec un affaiblissement de $a_2$ unités; l'opérateur C enregistre le renseignement correspondant sous la forme $a_2$ M.

Puis il donne à sa convenance à l'affaiblissement réglabe de nouvelles valeurs permettant de resserrer l'intervalle des deux valeurs pour lesquelles le résultat de l'équilibre change de sens. Lorsqu'on a déterminé par encadrements successifs (formant une série convergente), sinon le nombre correspondant à l'équivalence exacte des impressions sonores, du moins deux valeurs $a$ et $a'$ différant au plus de 1 ou 2 décibels ou de 0,1 ou 0,2 néper et pour lesquelles l'un des deux appareils paraît respectivement meilleur et pire que l'autre, l'essai est considéré comme terminé. L'opérateur C de la table de réglage signale la fin de l'essai aux deux autres opérateurs A et B, et un nouvel équilibre pour commencer.

Une seule appréciation d'égalité ne peut être considérée comme suffisante pour caractériser un équilibre et doit être confirmée par au moins deux appréciations (M et P) permettant de l'encadrer.

En vue de faciliter le relevé général des résultats, il est commode de disposer les résultats individuels de mesure d'une manière qui mette en évidence, d'une part, la position de l'affaiblissement d'équilibre (côté étalon ou côté appareil mesuré) et, d'autre part, l'appréciation correspondante donnée par l'opérateur qui écoute.

Le tableau ci-dessus est un exemple d'une telle disposition. Le résultat brut de l'équilibre est, soit le nombre correspondant à l'équivalence exacte des appréciations téléphonométriques (quand cette équivalence exacte aura pu être obtenue et confirmée par encadrement), soit la moyenne entre les deux nombres les plus voisins et affectés l'un du symbole d'appréciation M (meilleur) et l'autre du symbole P (pire). On écrit la moyenne en la faisant suivre de la lettre P ou de la lettre M, selon que le plus grand des deux nombres voisins qui l'encadrent est placé dans la colonne « côté étalon » ou dans la colonne « côté appareil ».

Le résultat brut de la série des six équilibres est la moyenne des résultats des six équilibres élémentaires. Le résultat net de la mesure téléphonométrique ou série de six équilibres est égal au résultat brut corrigé de l'équivalent de référence de l'étalon. Le résultat final pourra, au lieu d'être accompagné de la lettre M ou de la lettre P, être affecté du signe — ou du signe +.

α.2.2 *Comparaison, à un système récepteur étalon, d'un autre système récepteur*

Le mode opératoire est le même que dans le cas de la comparaison de deux systèmes émetteurs: la seule différence est naturellement dans la commutation qui porte sur le système récepteur au lieu de porter sur le système émetteur. Pour la disposition générale des résultats, il y a lieu d'observer la même consigne.

β) *Utilisation d'un système étalon de travail du type S.E.T.E.D.*

Le S.E.T.E.D. peut être utilisé pour mesurer l'équivalent de référence de tout système émetteur (ou récepteur), en particulier des systèmes normalement en service dans les relations téléphoniques.

La méthode de comparaison employée peut être une des deux méthodes précédemment décrites.

*Remarque.* — Dans le passé, le C.C.I.T.T. recommandait d'utiliser des systèmes étalons de travail, soit avec microphone à charbon du type S.E.T.A.C., soit avec microphone électromagnétique du type S.E.T.E.M. Les administrations ou exploitations privées téléphoniques qui utilisent encore ces systèmes étalons de travail trouveront des renseignements y relatifs dans le tome IV du *Livre Jaune* (Paris 1949), pages 254 à 266.

## C. Précautions a prendre lors des mesures téléphonométriques

*Volume à conserver.* — Le volume produit au cours des mesures téléphonométriques a une très grande importance dans l'exécution de ces mesures, car il influe sur les efficacités absolues et relatives des appareils mesurés (spécialement dans le cas des microphones à charbon). Ce volume doit correspondre à la « puissance normale pour les mesures téléphonométriques » utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. et déterminée comme il est indiqué ci-dessus (voir l'Avis P.42, point C).

Il y a lieu de contrôler ce volume au moyen d'un indicateur de volume, dont l'aiguille est placée sous les yeux de l'opérateur qui parle, et qui est inséré à l'entrée de la ligne d'affaiblissement fixe (et ayant une impédance d'entrée de 600 ohms). Il est nécessaire que cet indicateur de volume ait été comparé au Volume Indicator du S.F.E.R.T., en même temps que le système étalon de travail auquel il est associé (ou à un autre indicateur de volume du même type ayant déjà été comparé lui-même au Volume Indicator du S.F.E.R.T.).

*Effet de tassement.* — Pour prévenir l'effet de tassement du graphite des microphones à charbon essayés, il est recommandé de taper légèrement, avant chaque essai, sur le boîtier du microphone à charbon.

*Résistances parasites des contacts.* — En vue de réduire au minimum l'effet des résistances de contact, il est recommandé d'employer des lames-ressorts de très bonne qualité, exerçant une pression de contact suffisamment élevée.

Les points de contact doivent être en métal approprié, par exemple argent et or, ou platine, plusieurs lames étant prises en parallèle pour assurer un même contact dans le cas où l'on utilise des points de contact en argent et or.

Il est d'ailleurs indispensable de vérifier très fréquemment la qualité des contacts électriques du système de fiches et de commutation en mesurant l'équivalent de la partie électrique du système avec un courant de fréquence déterminée, par exemple 1000 hertz, et de très faible intensité.

*Position des lèvres par rapport au microphone.* — Non seulement il faut conserver le volume normal pour les mesures téléphonométriques, mais encore il est indispensable que la position des lèvres par rapport au microphone soit définie de façon rigoureuse. Dans le cas d'un microphone fixe, l'opérateur en parlant doit placer ses lèvres de manière qu'elles soient sensiblement tangentes au plan limitant extérieurement l'embouchure du microphone, et conserver cette position pendant toute la durée des essais. On peut employer à cet effet un dispositif dit « anneau de garde » consistant en un anneau circulaire de 2,5 cm de diamètre, fixé sur l'embouchure du microphone au moyen d'agrafes légères, et placé de telle façon que le plan de l'embouchure soit tangent au plan des lèvres de l'opérateur quand celui-ci, en parlant, appuie ses lèvres sur l'anneau. Dans tous les cas, la face avant du microphone doit être inclinée, en arrière, de 20° sur la verticale.

Dans le cas d'un appareil à combiné, on doit toujours utiliser un « anneau de garde » conformément aux indications ci-après.

On a tout d'abord précisé, par des mesures effectuées sur un grand nombre d'individus, les dimensions caractéristiques de la tête d'un abonné moyen et la manière dont cet abonné applique le combiné contre son oreille au cours d'une conversation téléphonique. De telles mesures ont été effectuées dans divers pays au moyen de l'appareil intitulé: « Dispositif de mesure des dimensions de la tête ».

Ce dispositif est représenté sur la figure 4, il comporte un récepteur téléphonique dans lequel on fait passer un courant à fréquence vocale complexe, et auquel est fixé un système de tiges graduées. Ce système est placé dans le plan passant par les centres des oreilles et le centre de la bouche, la personne appliquant le récepteur téléphonique contre son oreille comme elle a l'habitude de le faire. On lit sur les tiges graduées la distance $d_1$ entre le centre de l'oreille et la ligne des lèvres, et la distance $d_2$ d'écartement du centre de la bouche. Au moyen de l'abaque de la figure 5, on en déduit:

1. La distance $\delta$ entre le centre de l'oreille et le centre de la bouche;
2. L'angle $\alpha$ entre le plan du pavillon du récepteur téléphonique et la droite joignant le centre de ce pavillon au centre de la bouche.

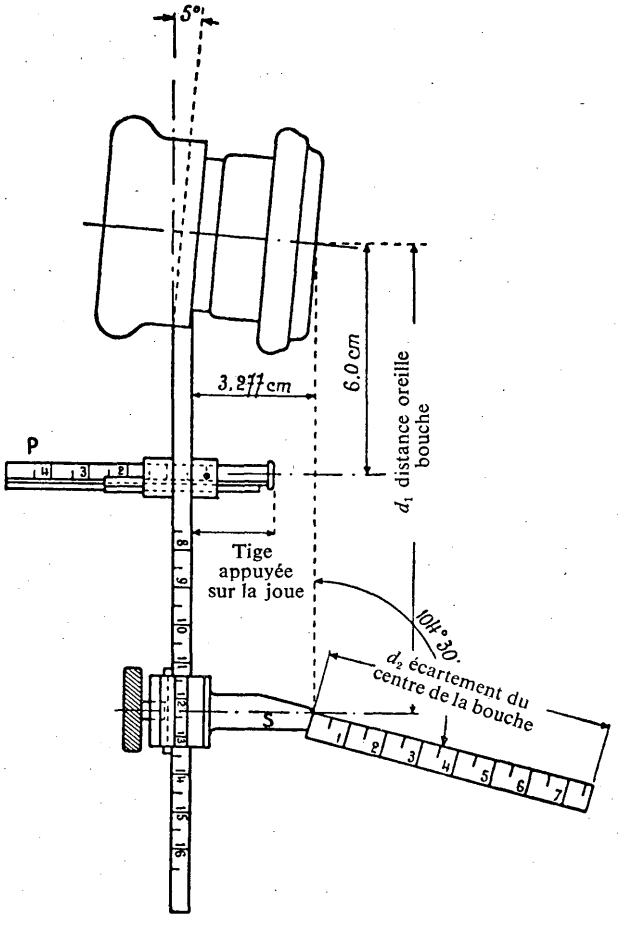



FIGURE 4. — **Dispositif de mesure des dimensions de la tête**

D'autre part, on mesure la distance $l$ entre les points milieux des pavillons de récepteurs téléphoniques qui seraient appliqués contre les deux oreilles respectivement (distance entre les centres des deux oreilles). On calcule l'angle $\beta$ que fait l'intersection du plan du pavillon du récepteur téléphonique appliqué contre l'oreille et du plan passant

par les centres des oreilles et le centre de la bouche, d'une part, et la « direction de conversation », d'autre part. On appelle « direction de conversation » la droite intersection du plan de symétrie de la tête et du plan passant par les centres des oreilles et le centre de la bouche.

Ce calcul s'effectue au moyen de la formule:

$$\beta = \text{arc sin} \frac{l}{2\delta} - \alpha$$

Le C.C.I.T.T. recommande de conserver les valeurs suivantes $\alpha$, $\beta$ et $\delta$, dans le cas des mesures d'équivalents de référence:

$$\alpha = 15°30'$$
$$\beta = 18°$$
$$\delta = 14 \text{ cm}$$

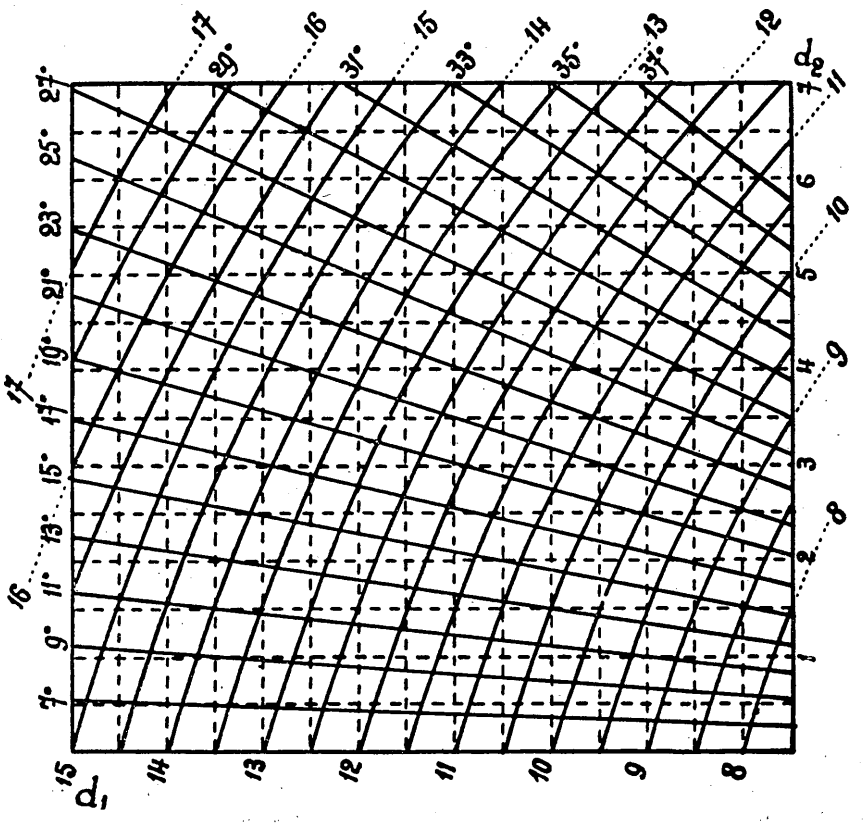



FIGURE 5. — **Abaque utilisé avec le dispositif de mesure des dimensions de la tête**

$d_1$ Distance entre le centre de l'oreille et la ligne des lèvres (cm)
$d_2$ Ecartement du centre de la bouche (cm)
15-15, 14-14, etc. Distance $\delta$ en cm
7°, 9°, etc. Angle $\alpha$ en degrés

Ces nombres sont les valeurs les plus probables trouvées aux Etats-Unis d'Amérique. Bien que diverses mesures des dimensions de têtes d'abonnés conduiraient à prendre des valeurs légèrement différentes, il est désirable de conserver les valeurs ci-dessus dans un but d'unification mondiale, et aussi parce que, sur la base de ces valeurs, ont été déjà déterminées de nombreuses valeurs relatives aux équivalents de référence des appareils téléphoniques commerciaux.

Avec les valeurs ci-dessus de $\alpha$, $\beta$, $\delta$, il est possible de déterminer la position d'un anneau de garde qui fixera la position de la bouche de l'opérateur qui parle par rapport au combiné. Le plan de cet anneau sera perpendiculaire au plan de symétrie de l'appareil et son centre sera situé dans ce plan.

Sa position sera définie par la construction géométrique suivante effectuée dans le plan de symétrie du combiné. On prend comme origine le point milieu du pavillon du récepteur. A partir de cette origine, on mène une droite faisant un angle $\alpha$ avec le tracé du plan du pavillon du récepteur sur le plan de symétrie du combiné, et sur cette droite on porte une longueur $\delta$. Le point ainsi déterminé est le centre de l'anneau de garde qui devra coïncider avec le point milieu des lèvres.

La trace du plan de cet anneau sur le plan de symétrie sera une droite perpendiculaire à la direction de conversation définie précédemment, c'est-à-dire que la perpendiculaire à cette droite fera un angle $\beta$ avec la trace du plan du récepteur.

La position de l'anneau de garde est donc ainsi bien déterminée et fixée par rapport à l'appareil.

Il reste ensuite à déterminer la position de l'anneau de garde dans l'espace au cours des mesures téléphonométriques. On fait l'hypothèse que l'opérateur parlera de telle manière que le plan de symétrie de sa figure soit vertical. Le centre de l'anneau sera dans ce plan et le plan de l'anneau lui sera perpendiculaire.

Il reste à déterminer l'inclinaison de l'anneau sur le plan horizontal. On la prendra égale à 45°, ce qui correspond à une position de conversation normale, la tête très légèrement inclinée en avant.

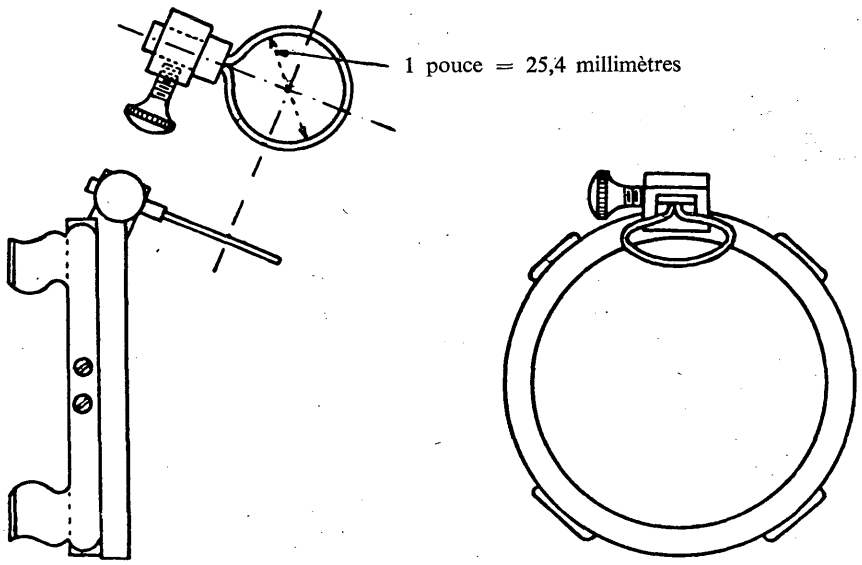
Il faut remarquer que la position ainsi définie pour l'anneau de garde a été déterminée sans prendre en considération l'inclinaison du diaphragme du microphone et ne correspond pas forcément aux conditions optima de fonctionnement de ce dernier.

Si, lorsque le combiné est placé dans la position indiquée ci-dessus, le récepteur se trouve juste sur l'oreille de l'opérateur, il convient de prendre des précautions pour que le volume demeure bien constant. En effet, le volumètre est placé sur l'étalon, et lorsque l'opérateur parle devant le combiné, il est tenté de changer la force de sa voix, à cause du bruit entendu dans son récepteur par effet local. Cet inconvénient est particulièrement à craindre pour les appareils non pourvus de dispositif antilocal.

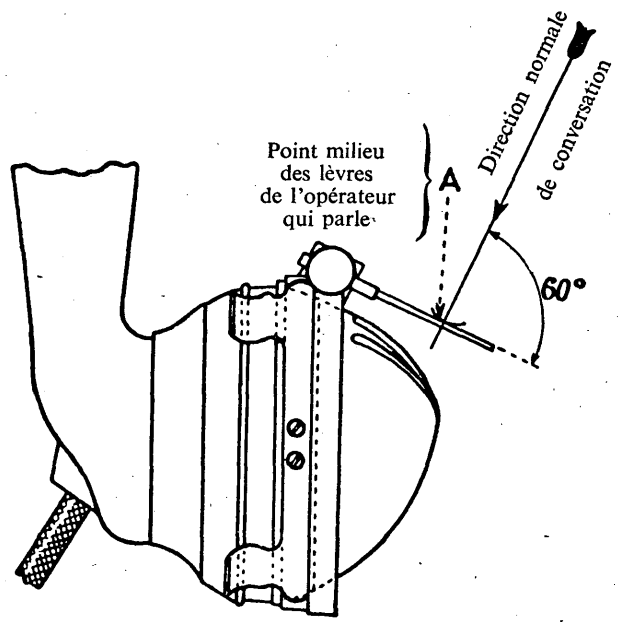
Pour éviter cet inconvénient, le récepteur du combiné doit être débranché et ne doit pas être pressé contre l'oreille de l'opérateur; en outre, dans le montage d'essai on doit insérer à la place de ce récepteur débranché, un récepteur analogue, mais placé la face sur la table de façon à présenter une impédance semblable à celle du récepteur placé contre l'oreille.

Il est indispensable que l'anneau de garde et sa monture soient construits très légèrement, de manière à ne pas perturber le champ acoustique devant le microphone. Il est également nécessaire que le serrage sur le boîtier n'affecte en rien les propriétés mécaniques et électriques du microphone.

Une disposition analogue à celle des figures 6 et 7 est recommandable.

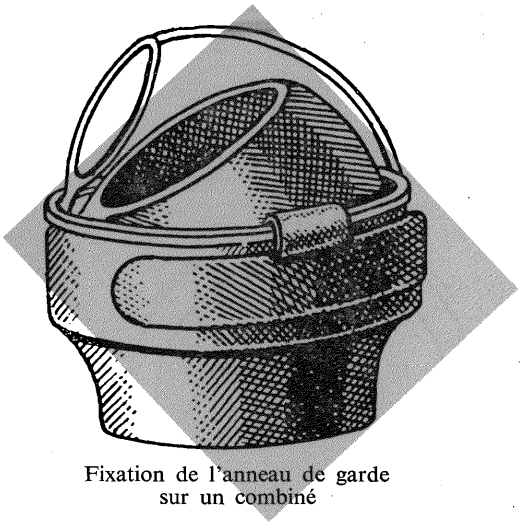



1. Exemple d'anneau de garde pour les essais de combinés

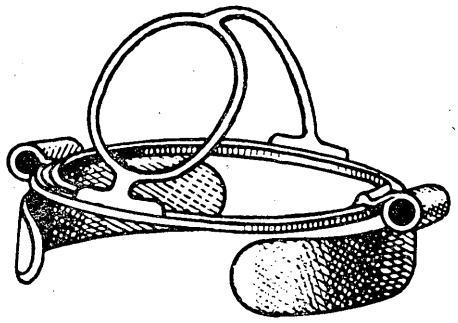



2. Fixation de l'anneau de garde sur un combiné

FIGURE 6



Fixation de l'anneau de garde sur un combiné



Croquis perspectif de l'anneau de garde

FIGURE 7. — **Anneau de garde utilisé par l'American Telephone and Telegraph Company pour les essais des combinés**

## ANNEXE

(à l'Avis P.72)

*Note concernant les mesures d'équivalents de référence*

Il convient de faire une distinction très nette entre, d'une part les mesures nécessaires à l'étude et à la construction d'appareils téléphoniques commerciaux destinés à satisfaire le mieux possible aux conditions du service, d'autre part l'échange entre administrations et exploitations privées de données numériques établissant une corrélation entre les divers types d'appareils, en ce qui concerne l'équivalent de référence considéré comme un des facteurs influant sur la qualité de la transmission.

Dans le premier cas, il est nécessaire de mesurer l'efficacité à l'émission et à la réception de l'appareil, dans un grand intervalle de variation, soit de la position de la bouche de l'abonné par rapport au microphone, soit du volume utilisé, soit encore de l'intensité du courant d'alimentation.

Dans le deuxième cas, il suffit de donner, pour chaque appareil, une valeur d'équivalent de référence à l'émission et à la réception, correspondant à une position conventionnelle de la bouche par rapport au microphone et à une valeur conventionnelle du volume, mesuré par un volumètre spécifié.

Le C.C.I.T.T. ne considère que ce deuxième cas, et c'est pourquoi il n'est pas absolument essentiel que la position conventionnelle de la bouche adoptée corresponde exactement à la position moyenne de la bouche des abonnés, ni que le volume normal pour les essais téléphonométriques coïncide exactement avec la valeur moyenne des volumes constatés en service.

Par contre, il y a un grand avantage à ce que cette position conventionnelle de la bouche et ce volume normal pour les essais téléphonométriques soient utilisés universellement quand il s'agit simplement de se communiquer, de pays à pays, les données générales sur les équivalents de référence.

Il en résulte évidemment que les valeurs des équivalents de référence à l'émission et à la réception, correspondant à cette position conventionnelle de la bouche et à ce volume normal pour les essais téléphonométriques, ne sont pas nécessairement les mêmes que celles données par ces mêmes appareils, en service réel.

D'après ces considérations, on peut admettre les conventions ci-dessus, en ce qui concerne la position de la bouche et le « volume normal pour les essais téléphonométriques », bien que les résultats de mesure des dimensions de têtes en Europe aient donné, surtout pour les angles $\alpha$ et $\beta$, des valeurs moyennes sensiblement différentes de celles qui figurent ci-dessus, tout en restant cependant dans l'intervalle de variation en service des valeurs mesurées. (En effet, les valeurs moyennes statistiques trouvées en Europe à la suite de nombreuses mesures effectuées dans divers pays et qui ont été adoptées pour les déterminations d'A.E.N. au Laboratoire du C.C.I.T.T. sont:

$$\alpha = 22° \qquad \beta = 12°54' \qquad \delta = 13{,}6 \text{ cm}$$

tandis que les valeurs conservées pour les mesures d'équivalents de référence sont:

$$\alpha = 15°30' \qquad \beta = 18° \qquad \delta = 14 \text{ cm.})$$

## AVIS P.73

## MESURE DE L'ÉQUIVALENT DE RÉFÉRENCE DE L'EFFET LOCAL[1]

Il y a lieu de considérer deux sortes d'effet local: l'effet local pour la parole et l'effet local pour les bruits de salle.

La détermination de l'équivalent de référence de l'effet local pour la parole doit être effectuée à la voix ou au moyen de dispositifs équivalents: la puissance vocale à utiliser pour ces essais est la « puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques ».

La détermination de l'équivalent de référence de l'effet local pour les bruits de salle doit être effectuée avec l'intensité acoustique subjective de référence pour les bruits de salle.

Quand on donne un résultat de mesure d'équivalent de référence de l'effet local d'un appareil téléphonique, on doit aussi indiquer la valeur de l'impédance à laquelle cet appareil téléphonique était raccordé pendant la mesure, l'intensité du courant d'alimentation microphonique et les équivalents de référence de cet appareil téléphonique à l'émission et à la réception.

a) S'il s'agit de l'effet local pour la parole, on effectue une mesure téléphonométrique de l'équivalent de référence de l'effet local (mesure à la voix et à l'oreille) en parlant, dans un local silencieux, dans le microphone du poste considéré, la bouche se trouvant à la « distance normale de conversation » du diaphragme du microphone (voir ci-dessus), tandis que le récepteur de ce poste est placé à distance dans la cabine silencieuse où l'on compare l'audition dans ce récepteur à l'audition dans le récepteur du Système fondamental de référence (ou dans le récepteur d'un système étalon de travail d'équivalent de référence connu).

L'égalité des impressions sonores est obtenue en agissant sur la « ligne d'équilibre ». Un affaiblisseur secret placé à proximité de la position d'émission permet de modifier à volonté, avant la mesure et à l'insu de l'opérateur qui écoute, la valeur apparente de l'efficacité du système N.O.S.F.E.R. complet. La valeur de l'équivalent

[1] Cet avis contient des conseils aux administrations pour l'exécution d'essais subjectifs dans leurs propres laboratoires. Les essais effectués au Laboratoire du C.C.I.T.T., au moyen de systèmes étalons, sont décrits dans la Section 4 du présent ouvrage.

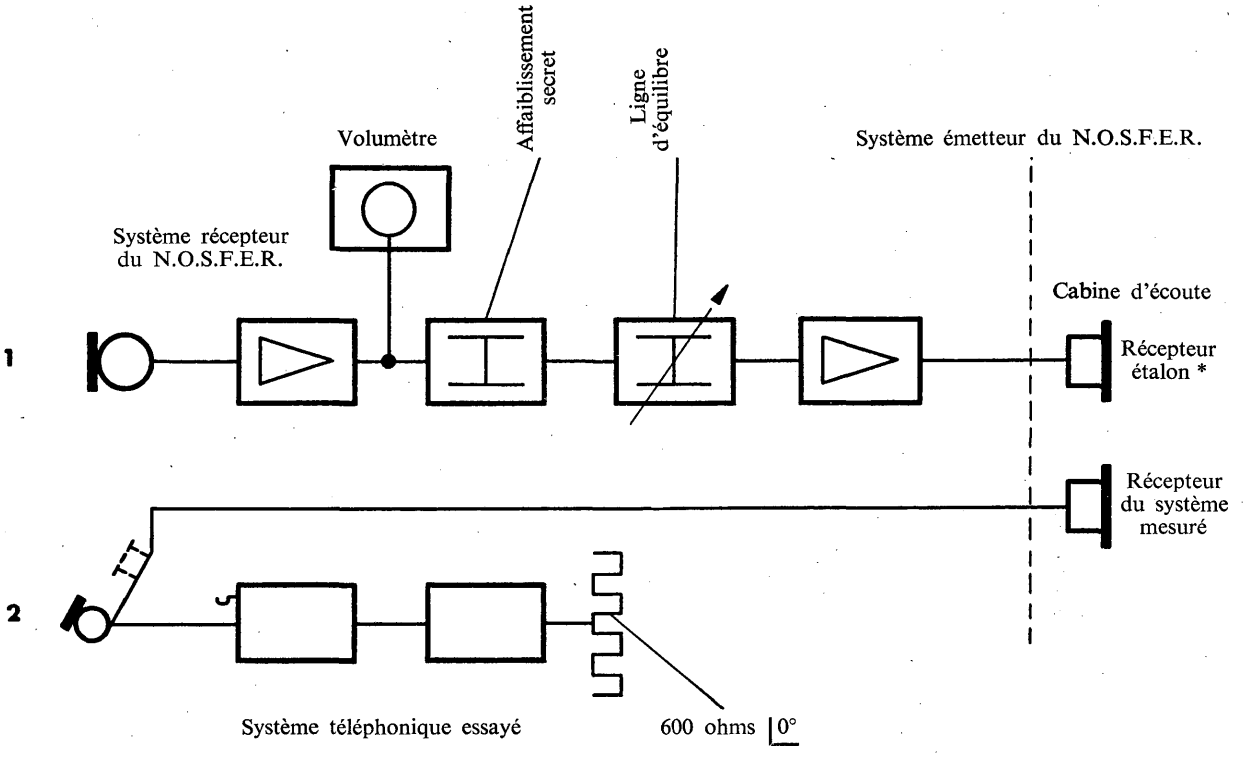



FIGURE 1. — **Mesure de l'équivalent de référence de l'effet local d'un système téléphonique commercial**

* Dans le N.O.S.F.E.R., il y a quatre récepteurs montés en série. Au cours d'un équilibre élémentaire, les trois autres récepteurs disponibles sont posés mais restent connectés.

de référence de l'effet local du système téléphonique est égale à la somme $S + Q$ des valeurs de l'affaiblissement des lignes « secret » et « équilibre ».

b) Pour la mesure de l'équivalent de référence de l'effet local d'un poste téléphonique pour les bruits de salle, on devrait en toute rigueur utiliser comme source sonore, dans la comparaison auditive entre le système fondamental de référence (ou un système étalon de travail calibré), d'une part, et le système local allant du microphone au récepteur à l'intérieur du poste téléphonique considéré, d'autre part, un « bruit de salle normal » produit par un haut-parleur placé à une distance spécifiée du microphone.

La source de bruit peut être constituée par exemple, par un lecteur électromagnétique (pick-up) parcourant un disque phonographique sur lequel des bruits de salle typiques ont été préalablement enregistrés. Le C.C.I.T.T., ayant adopté un bruit de salle de référence pour la détermination des A.E.N. (voir l'Avis P.45), conseille d'utiliser un tel bruit.

La technique de mesure utilisée au Laboratoire du C.C.I.T.T. est indiquée dans la figure 1 où on remplace la voix humaine par une source de bruit donnant à l'emplacement des deux microphones (1 et 2) le bruit de salle de référence.

La valeur de l'équivalent de référence de l'effet local du système téléphonique pour les bruits de salle est égale à $S + Q - 17$ décibels, où $S$ est l'affaiblissement de la ligne « secret », $Q$ est l'affaiblissement de la ligne d'équilibre, le terme correctif 17 décibels tient compte de ce que, dans les conditions de la mesure, le N.O.S.F.E.R. est plus efficace que le S.F.E.R.T. par rapport auquel ont été définis les équivalents de référence de l'effet local.

*Remarque.* — Le C.C.I.T.T. étudie à l'heure actuelle les conditions d'essai ainsi qu'une technique de mesure pour déterminer l'équivalent de référence de l'effet local pour la parole et pour le bruit de salle.

## AVIS P.74

# MÉTHODES DE DÉTERMINATION SUBJECTIVE DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION [1]

## A. Essais d'observation des répétitions

Un des critères utilisés pour apprécier la qualité de la transmission en service est basé sur l'observation des répétitions au cours des conversations téléphoniques échangées dans les conditions du service commercial.

Il n'existe pas de mesure directe des équivalents de transmission effective ayant fait l'objet d'un accord international.

En ce qui concerne les circuits téléphoniques interurbains, on se borne à la mesure individuelle des diverses « réductions de qualité de transmission » dues respectivement aux bruits de circuit, aux distorsions, etc., sans même être sûr que l'on puisse toujours

[1] Cet avis contient des conseils aux administrations pour l'exécution d'essais subjectifs dans leurs propres laboratoires. Les essais effectués au Laboratoire du C.C.I.T.T., au moyen de systèmes étalons, sont décrits dans la Section 4 du présent ouvrage.

obtenir d'une manière très approchée par le calcul la valeur de l'équivalent de transmission effective d'un circuit interurbain, par exemple en ajoutant l'« équivalent de référence » du circuit (lequel est approximativement égal à l'« équivalent » pour 800 ou 1000 Hz) aux réductions de qualité de transmission dues aux distorsions (distorsion d'affaiblissement, distorsion de phase, distorsion de non-linéarité) du circuit et aux réductions de qualité de transmission dues aux divers bruits (bruits induits, bruits de récepteurs, bruits de diaphonie, etc.), ces « réductions de qualité de transmission » étant définies comme il a été indiqué dans la première partie du présent ouvrage et mesurées comme il est indiqué ci-après.

Pour mesurer à l'aide du taux de répétition, la réduction de qualité de transmission due, par exemple, à un certain bruit de circuit existant sur un circuit téléphonique interurbain, la méthode employée est la suivante:

On note pendant une durée suffisamment longue (par exemple 50 000 à 100 000 secondes) les répétitions de l'un ou l'autre des correspondants causant sur un circuit d'essai d'équivalent de référence constant $q$ dans lequel on introduit successivement diverses valeurs d'un bruit artificiel de même constitution que le bruit de circuit considéré, mais d'intensité réglable; on trace la courbe du taux de répétition (nombre de répétitions par 100 secondes) en fonction de l'intensité du bruit de circuit artificiel.

D'autre part, on augmente l'équivalent de référence du circuit d'essai (lequel reste alors silencieux) à partir de la valeur $q$ et on trace la courbe du taux de répétition en fonction de l'accroissement $\Delta q$ de l'équivalent de référence du circuit d'essai.

En rapprochant ces deux courbes, on peut déterminer l'accroissement d'équivalent de référence du circuit d'essai qui produit la même augmentation du taux de répétition que le bruit de circuit d'intensité et de constitution déterminées que l'on considère: cet accroissement d'équivalent de référence $\Delta q$ est égal à la réduction de qualité de transmission due à ce bruit de circuit, exprimée en unités de transmission (népers et décibels).

Le circuit d'essai que l'on utilise pour les mesures dans cette méthode doit reproduire les conditions moyennes d'une communication commerciale interurbaine typique. Chaque administration ou exploitation privée le constitue en employant les systèmes émetteur et récepteur de son propre système étalon de travail (avec le bruit de salle typique) et en reliant ces systèmes émetteur et récepteur par un circuit (ou mieux une ligne artificielle) d'affaiblissement réglable et semblable à tous égards au circuit interurbain considéré (notamment au point de vue des diverses distorsions), sauf que ce circuit (ou ligne artificielle) utilisé pour les mesures est silencieux (sans bruit de circuit).

La méthode d'observation des répétitions indiquée ci-dessus peut être adaptée à la mesure de la réduction de qualité de transmission due à une certaine distorsion (par exemple: limitation de la bande des fréquences effectivement transmises, ou distorsion d'affaiblissement) du circuit interurbain considéré, à condition de prendre comme variable, non plus le bruit, mais la grandeur caractérisant l'importance de la distorsion considérée (dans l'exemple ci-dessus, la largeur de la bande des fréquences effectivement transmises par le circuit interurbain).

Dans le cas d'une telle mesure, le circuit d'essai utilisé comprendra (en dehors des systèmes émetteur et récepteur du système étalon de travail avec le bruit de salle typique) une ligne artificielle avec un bruit de circuit artificiel semblable à celui du circuit interurbain, et dont toutes les autres caractéristiques seront également semblables à celles de ce circuit interurbain, sauf que cette ligne artificielle ne présentera pas la distorsion du type considéré.

## B. Essais d'appréciation immédiate

La méthode des essais d'appréciation immédiate est décrite dans l'Annexe 32 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*)

## C. Autres méthodes

A titre d'exemple, le Supplément n° 8 au présent ouvrage), décrit une méthode employée par l'Administration britannique pour déterminer subjectivement la qualité de transmission téléphonique.

# SECTION 8

## MESURES EFFECTUÉES POUR LA MAINTENANCE DES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES D'ABONNÉ ET POUR LEUR RÉCEPTION EN USINE

AVIS P.81 (modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

### MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS D'ABONNÉ

En vue d'obtenir une bonne transmission dans les relations internationales, le C.C.I.T.T. recommande d'essayer périodiquement chaque équipement d'abonné.

Il existe différents procédés pour effectuer, à partir d'un central urbain, la vérification d'installations d'abonné en fonctionnement, à l'aide de mesures subjectives ou objectives.

Les principaux de ces procédés sont les suivants:

A. *Mesures subjectives.* — a) essai rapide de conversation; b) essai téléphonométrique complet.

B. *Mesures objectives.* — On peut envisager également une maintenance basée sur les procédés pour la réception en usine. (Cette forme de maintenance ne fait pas intervenir le central urbain.)

#### A. Mesures subjectives

a) *Essai rapide de conversation*

Cette méthode est employée notamment aux Etats-Unis d'Amérique (par l'American Telephone and Telegraph Company) et en Suisse. En outre, en Grande-Bretagne, on apprécie la qualité de transmission des appareils téléphoniques de cabines publiques et d'installations d'abonné avec postes supplémentaires par une conversation avec l'agent de la table d'essai au central téléphonique [1].

b) *Essai téléphonométrique complet*

Cette méthode ne semble plus être appliquée.

#### B. Mesures objectives

a) *Mesures à partir de la table d'essai*

En Suisse, la vérification de la qualité de transmission se fait d'une manière subjective par un échange de conversation avec la table d'essai que possède le service des

[1] L'Administration britannique estime que le coût de l'application d'une maintenance préventive ne serait pas justifié dans le cas d'appareils téléphoniques autres que les appareils de cabine publique et les installations d'abonné avec postes supplémentaires.

dérangements de chaque central téléphonique interurbain. A partir de cette table d'essai, on procède aussi aux mesures et vérifications des lignes d'abonné au point de vue de l'isolement, de la résistance ohmique, de la transmission des signaux de sélection, etc.

b) *Mesures électriques de caractère général*

Pour vérifier la qualité de transmission des appareils téléphoniques d'abonné en service, l'Administration néerlandaise utilise les mêmes appareils et méthodes de mesure que pour le contrôle en usine; toutefois, il est entendu que les limites admissibles sont un peu plus larges. Ces méthodes de mesure sont décrites dans l'Avis P.82 ci-après.

c) *Emploi d'appareils de mesure spéciaux pour le contrôle des appareils téléphoniques*

*Australie* — L'Administration australienne a mis au point un appareil d'essai des postes d'abonné à utiliser pour la maintenance de ces postes. L'appareil d'essai est de petites dimensions, portatif (il mesure environ 15 × 8 × 8 cm); on l'insère entre la ligne d'abonné et le poste téléphonique. Cette insertion est facilitée par les fiches et douilles de connexion des postes téléphoniques modernes. L'appareil contrôleur permet de vérifier les paramètres ci-après:

1) courant de ligne en mA (courant continu);
2) efficacité pour le volume des sons vocaux émis;
3) efficacité pour le volume des sons vocaux reçus;
4) affaiblissement d'insertion de la ligne d'abonné (terminée sur 600 ohms).

L'appareil contrôleur est excité par un oscillateur à tonalité hululée; on a obtenu une réduction sensible du volume et du poids du contrôleur en logeant l'oscillateur au central local. L'oscillateur, qui est un dispositif à état solide, émet une onde sinusoïdale à balayage linéaire dans le temps, sur la bande 300 — 3000 — 300 Hz, 25 fois par seconde. A l'intérieur de l'appareil contrôleur, un microphone électrodynamique à caractéristique de fréquence appropriée, sert selon le cas de voix artificielle ou d'oreille artificielle. On utilise un coupleur fermé pour chaque mesure et le microphone du poste téléphonique est soumis à une pression acoustique d'environ 95 dB par rapport à 0,0002 microbar au cours de l'essai d'efficacité de la transmission.

On utilise, en Australie, de nombreux types de postes d'abonné présentant une grande variété en ce qui concerne les embouchures et les capsules réceptrices. Chacun de ces postes donnera des valeurs de qualité légèrement différentes, et, pour éviter l'emploi nécessaire d'un commutateur à prises pour régler l'étalonnage de l'appareil de contrôle pour chaque type, on utilise un réglage commun d'étalonnage, et la note de mérite correspondant à la mesure est donnée sur une échelle graduée en décibels et établie comparativement à la valeur limite appropriée qui figure sur une carte fixée à l'appareil de contrôle. Une échelle graduée de 0 à 100 insérée dans le même appareil de mesure sert à indiquer directement, en mA, la valeur du courant de ligne. L'échelle en décibels est utilisée également pour la mesure de l'affaiblissement de la ligne d'abonné.

L'appareil de contrôle est étalonné sur place, en sorte que les indications qu'il fournit se rapprochent de celles que le poste d'abonné donnerait dans les conditions limites de ligne — qui sont les conditions dans lesquelles sont faits les essais de réception des postes téléphoniques neufs. On avait envisagé d'abord de mesurer l'efficacité, pour le volume des sons vocaux, du poste téléphonique avec sa ligne d'abonné, du fait que les postes donnant une qualité inférieure à la qualité initiale pouvaient encore don-

ner une qualité suffisante sur des lignes plus courtes. Cette possibilité a été rejetée parce que seule l'efficacité pour le volume est mesurée et, si celle-ci est très faible, d'autres défauts peuvent être présents (par exemple, le diaphragme du récepteur peut être déformé) et parce que les postes téléphoniques ayant des défauts de caractère marginal peuvent être insuffisants du point de vue de leur durée de vie.

Un prototype d'appareil de contrôle a reçu un accueil très favorable lors d'un essai en service. Tant les techniciens chargés de la maintenance que les abonnés ont exprimé leur satisfaction de ce que l'on pouvait plus facilement diagnostiquer les défectuosités et en démontrer la correction. On procède actuellement à la mise au point d'un programme d'essais en service à plus grande échelle, pour lequel 20 appareils de contrôle seront répartis sur un certain nombre de zones locales.

*Etats-Unis d'Amérique* — L'American Telephone and Telegraph Company projette d'évaluer la qualité de postes d'abonné avec un système de spécification électroacoustique (E.A.R.S.)[1]. Ce système est employé au laboratoire pour déterminer des indices relatifs, applicables à des maquettes de postes téléphoniques ou à des réseaux locaux construits selon certains plans de transmission, qui présentent une corrélation avec des indices pour la force des sons, déterminés subjectivement. A l'heure actuelle, on ne projette pas d'employer ce système pour évaluer la qualité de postes d'abonné en service, pour les besoins de la maintenance.

*République fédérale d'Allemagne* — L'Administration de la République fédérale d'Allemagne emploie la méthode suivante.

L'essai des appareils téléphoniques, pour vérifier la qualité de transmission des appareils téléphoniques d'abonné en service, s'applique principalement à la mesure des capsules microphoniques et réceptrices, parce que leur qualité de transmission dépend beaucoup du matériel employé et de la qualité de fabrication. Pour les capsules microphoniques et réceptrices on a fixé des spécifications et l'on vérifie si elles sont respectées au moyen de l'appareil pour la mesure objective des équivalents de référence décrit dans l'Annexe 28 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

L'appareil pour la mesure objective des équivalents de référence permet la mesure objective des équivalents de référence des capsules microphoniques et réceptrices. Pour les capsules microphoniques, on mesure, en même temps que l'équivalent de référence, la distorsion de non-linéarité et le bruit de microphone à l'aide de la tension parasite de modulation. En outre, il est possible de vérifier la caractéristique « efficacité-fréquence » à l'aide d'un hypsoscope.

Les capsules microphoniques sont, d'après leur sensibilité, divisées en groupes par échelons de 0,4 Np, et les capsules réceptrices en groupes par échelons de 0,3 Np. Ces groupes correspondent, d'une part, pour les capsules microphoniques, aux valeurs d'équivalent de référence à l'émission 0,9 à 0,5 Np, 0,5 à 0,1 Np, et 0,1 à — 0,3 Np, et d'autre part, pour les capsules réceptrices, aux valeurs d'équivalent de référence à la réception 0 à —0,3 Np, —0,3 à —0,6 Np et —0,6 à —0,9 Np. On utilise ensuite cette répartition en groupes pour associer les capsules aux groupes de lignes d'abonné correspondants (résistance de la ligne en boucle 0 à 250 ohms, 250 à 500 ohms et 500 à 750 ohms — voir dans la 3e partie du présent ouvrage le paragraphe « République fédérale d'Allemagne » du Supplément no 7)

Pour le groupement, les capsules sont caractérisées par les chiffres I, II ou III, marqués par estampage. De cette manière, il est possible non seulement de compenser des

[1] Voir l'Annexe 1 à la Question 15/XII dans la 2e partie du présent ouvrage.

valeurs trop élevées d'équivalent de référence des lignes d'abonné, mais aussi, lors du remplacement des capsules à l'occasion de la révision du poste téléphonique, de constater si les capsules n'ont pas subi de changement après leur mise en service. Dans ce but, l'agent chargé de localiser les dérangements doit toujours avoir sur lui des capsules des différents groupes; les capsules qu'il a enlevées des postes d'abonné sont vérifiées au moyen de l'appareil pour la mesure objective des équivalents de référence du dépôt de matériel de la Direction supérieure des postes, dans le but de déterminer si elles peuvent encore être utilisées.

La mesure et le groupement des capsules microphoniques et réceptrices à l'aide de l'appareil pour la mesure objective des équivalents de référence sont déjà introduits dans l'Administration fédérale allemande des postes et télécommunications depuis plusieurs années. Chaque Direction supérieure des postes a, dans son dépôt de matériel de télécommunication, un tel appareil de mesure desservi par du personnel féminin non spécialisé. La précision de mesure est si grande que lors de mesures de la même capsule avec différents appareils de mesure, les différences sont inférieures à 0,1 Np. Le groupement des capsules et leur adaptation exacte aux postes téléphoniques peuvent, ainsi que l'expérience l'a montré jusqu'à présent, être réalisés sans difficulté et sont considérés par le personnel du service téléphonique, surtout par les agents chargés de la localisation des dérangements, comme étant un grand progrès parce que tous ont pu s'assurer que par ce groupement il est possible de compenser les variations de l'intensité sonore à la réception pour différentes longueurs de la ligne d'abonné. Un pourcentage important des capsules en service (environ $^1/_3$ des capsules microphoniques et $^1/_6$ des capsules réceptrices) a dû être remplacé, ce qui a entraîné une grande amélioration de la qualité de transmission. On a pu constater que la plupart des capsules microphoniques en service ne répondaient plus aux conditions actuelles. Ceci s'applique aussi aux capsules réceptrices, mais dans des proportions moindres.

## AVIS P.82 (modifié à Genève, 1964)

## RÉCEPTION EN USINE DES APPAREILS D'ABONNÉ

Les méthodes utilisées dans divers pays sont décrites ci-après à titre d'information.

### DANEMARK

En dehors d'une inspection et d'un examen quant à la partie mécanique, l'appareil est soumis à l'essai de transmission suivant:

Le combiné est placé sur un support contenant une source sonore (bouche artificielle) et un microphone (oreille artificielle).

Avec un générateur de 800 ohms appliqué aux bornes de l'appareil, on mesure la pression acoustique produite par le récepteur téléphonique, et elle apparaît sur un oscillographe à rayons cathodiques, en fonction de la fréquence, dans la bande des fréquences de 300 à 3400 Hz. De cette manière est créé un contrôle simultané de la capsule réceptrice et du circuit électrique à la réception.

Un pont d'alimentation et une impédance de 800 ohms étant connectés aux bornes de l'appareil, la tension appliquée aux bornes est mesurée, pendant qu'une pression

acoustique constante de 20 baryes, provenant de la source sonore, est appliquée au microphone. La tension fournie apparaît sur un oscillographe à rayons cathodiques, en fonction de la fréquence, dans la bande des fréquences de 300 à 3400 Hz. De cette manière est créé un contrôle simultané de la capsule microphonique et du circuit électrique à l'émission.

L'oscillographe est muni d'un gabarit transparent sur lequel sont tracées les courbes limites pour l'émission et la réception respectivement, c'est-à-dire les courbes moyennes $\pm 2$ dB.

## ETATS-UNIS D'AMÉRIQUE

En dehors des mesures faites sur les diverses parties constitutives de l'appareil téléphonique, les principales mesures effectuées en usine sur les appareils téléphoniques d'abonné par l'American Telephone and Telegraph Company sont les suivantes:

1. Une fois que le montage du combiné est terminé:

a) on détermine à la fois la forme et le niveau des caractéristiques « efficacité-fréquence » du microphone et du récepteur au moyen d'un tube à rayons cathodiques sur l'écran duquel sont tracées des courbes correspondant aux limites de tolérance;

b) on mesure la résistance en courant continu du microphone à charbon, pour laquelle ont été fixées des limites supérieure et inférieure;

c) on mesure l'impédance à 60 Hz du varistor qui sert à protéger le récepteur et on la compare à une limite supérieure fixée.

2. Quand le poste téléphonique est complètement monté:

a) on essaye le fonctionnement de la sonnerie, une tension d'entrée donnée lui étant appliquée;

b) pour vérifier la continuité des circuits, plutôt que pour déceler des appareils défectueux, on applique par voie acoustique au microphone un son hululé destiné à l'agiter et l'on mesure:

1) la tension de sortie appliquée à une ligne artificielle représentant la ligne d'abonné;

2) la pression acoustique produite par le récepteur et transmise par la voie d'effet local.

c) on mesure l'isolement par rapport au sol du circuit téléphonique en appliquant une tension de claquage de 500 volts en courant continu.

Les essais et mesures énumérés ci-dessus sont effectués sur tous les postes et non par prélèvement.

## FRANCE

L'Administration française des postes et télécommunications a étudié et mis au point un ensemble d'appareillages destinés:

— au contrôle et à la maintenance des postes téléphoniques au domicile des abonnés;

— aux essais de réception en série en usine des lots d'appareils d'abonné présentés par les constructeurs à l'agrément de l'Administration et conformes à un type admis;

— à la maintenance dans les centres régionaux.

Les descriptions de ces divers types d'appareils sont données aux paragraphes II, III et IV de l'Annexe 27 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*).

## PAYS-BAS

L'Administration néerlandaise a mis à la disposition des fournisseurs un appareil de mesure à l'aide duquel ils doivent examiner l'efficacité de chaque capsule microphonique ou réceptrice, livrée à cette Administration.

En outre, il faut mesurer la résistance de chaque capsule microphonique, tandis que le microphone est soumis, dans une chambre acoustique, à un bruit blanc dont le spectre de fréquences est réduit à la bande de 300 à 3400 Hz. Le microphone se trouve dans un circuit électrique qui, tant pour le courant alternatif que pour le courant continu, est équivalent à la situation moyenne réelle dans laquelle le microphone se trouve dans le réseau téléphonique. La résistance est aussi mesurée dans la position en courant telle que celle-ci se présente dans la pratique. La tension de bruit fournie par le microphone est mesurée à l'aide d'un voltmètre à courant continu se trouvant dans un circuit Graetz. Le voltmètre indique approximativement la valeur efficace.

Pour mesurer le récepteur téléphonique, on applique le principe de réciprocité en appliquant par voie acoustique le bruit blanc au récepteur et en mesurant la tension engendrée par ce récepteur.

Dans ce cas aussi, le récepteur est placé dans un circuit qui a la même impédance nominale que celle de l'appareil téléphonique normal.

Les niveaux mesurés ainsi fournissent toujours une répartition statistique où l'Administration a exigé qu'aucune capsule microphonique ou réceptrice ne soit acceptée qui s'écarte de plus de $\pm 3$ décibels de la moyenne. Le niveau absolu de la moyenne est également fixé par l'Administration.

Quant à la caractéristique « efficacité-fréquence » les constructeurs sont obligés de garantir, pour chaque capsule, que celle-ci réponde aux tolérances précisées dans la norme de l'Administration. L'expérience a démontré que l'Administration néerlandaise pourra se borner à vérifier de temps en temps par sondage si lesdites prescriptions concernant la caractéristique « efficacité-fréquence » sont observées. En général, l'Administration emploie pour le contrôle les mêmes appareils de mesure qui sont utilisés en usine. Les instruments de mesure à utiliser par le fournisseur pour l'exécution du contrôle final en usine devront avoir été approuvés par l'Administration. En outre, l'Administration s'est réservé le droit de faire mesurer les microphones et récepteurs en usine.

Les qualités de transmission de chaque bobine d'induction devront être garanties par le constructeur. Celui-ci pourra effectuer son contrôle pendant la fabrication de la façon approuvée par l'Administration néerlandaise.

## RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Pour l'essai fait au point de vue de la technique de la transmission, l'Administration fédérale allemande des postes et télécommunications utilise, pour la réception des appareils téléphoniques d'abonné dans ses dépôts de matériel de télécommunication, l'appareil

pour la mesure objective des équivalents de référence décrit dans l'Annexe 28 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*). On a pu constater qu'en cas de bonne fabrication, il ne se présente guère de défauts de montage des appareils téléphoniques. Il suffit donc de faire des épreuves au hasard lors de la réception. Néanmoins à la livraison, toutes les capsules microphoniques et réceptrices sont encore mesurées et groupées comme il est indiqué ci-après. En outre, tous les appareils téléphoniques remis en état doivent être essayés, ce qui est facile à faire, étant donné qu'il s'agit généralement d'un petit nombre d'appareils.

Au cours de l'essai des appareils téléphoniques, on mesure, à l'aide de l'appareil pour la mesure objective des équivalents de référence, l'équivalent moyen à l'émission et à la réception entre les fréquences limites de 200 et de 4000 Hz. On remplace par une résistance de 600 ohms les résistances de la ligne, du récepteur et du microphone.

## ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD

*Principes généraux.* — Les procédés de fabrication et les mesures effectuées par le constructeur sont sujets à être inspectés à tout moment par le Service d'inspection. Des mesures de réception sont effectuées sur chaque appareil fabriqué, ou sur des échantillons prélevés au hasard, à la discrétion du Service d'inspection. La nature des mesures de réception est fixée par accord entre le service acheteur et le constructeur avant que la commande ne soit passée.

*Mesures électroacoustiques sur les microphones et récepteurs téléphoniques.* — L'Administration britannique invite tous les constructeurs à se doter d'un appareil de mesure répondant à des spécifications approuvées. Cet appareil fonctionne avec des bruits à spectre continu ayant des largeurs de bande bien déterminées. Pour être sûr que le même signal de mesure est utilisé par tous les constructeurs, l'Administration a fait enregistrer ces bandes de bruit sous la forme de pistes sonores optiques sur un disque de verre; tous les constructeurs reçoivent des disques qui sont des impressions positives faites à partir de l'étalon négatif.

Pour la mesure des microphones, le signal de bruit approprié alimente une bouche artificielle (voir l'Annexe 11 dans la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*) dont le niveau de sortie est réglé à une valeur spécifiée, à l'aide d'un microphone à sonde. Le microphone au charbon soumis aux essais a subi un traitement préalable; il est placé dans une position normalisée en face de la bouche artificielle et l'on observe au moyen d'un voltmètre la tension de sortie aux bornes d'un circuit normalisé. Des mesures spéciales sont faites pour vérifier l'étalonnage en pression de tous les microphones à sonde utilisés dans les divers ateliers de fabrication.

Le voltmètre indique les valeurs efficaces vraies; il est gradué en décibels par rapport à 1 volt et fonctionne avec un temps d'intégration de 1,4 seconde; ses indications, en cas d'application d'une onde sinusoïdale, sont indépendantes de la fréquence pour la gamme de fréquences comprises entre 300 et 3400 Hz.

On utilise les signaux de bruit de la façon suivante: premièrement, l'efficacité d'ensemble du microphone est mesurée par application d'un bruit à large bande (300-3400 Hz); pour le nouveau type de microphone (capsule microphonique n° 16), la tolérance permise est $\pm 2$ dB par rapport à la valeur spécifiée. Deuxièmement, on fait une mesure avec chacune des trois bandes étroites pour vérifier que la réponse en fréquence satisfait à cette tolérance.

Pour la mesure des récepteurs téléphoniques, la source de bruit alimente le récepteur mesuré, qui est placé sur une oreille artificielle (voir l'Annexe 11 dans la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*); on observe au moyen d'un voltmètre la tension à la sortie de l'oreille artificielle aux bornes d'un circuit normalisé. Pour le type de récepteur téléphonique d'abonné fabriqué normalement, on a spécifié des mesures de réception avec trois bandes de bruit étroites.

La qualité des appareils téléphoniques complets n'est pas mesurée. Toutes les pièces de base ayant été mesurées séparément avant montage, on estime qu'il suffit de procéder à une simple vérification, pour s'assurer que l'appareil fonctionne réellement.

## Suisse

Les appareils d'abonné et les pièces de rechange achetées par l'Administration suisse des téléphones sont soumis à un contrôle de réception. Ce travail est confié à la section de contrôle du matériel de la Division des recherches et des essais. Les essais en série sont exécutés avec des appareils de mesure appropriés. Quelques pièces détachées sont fournies aux fabricants des appareils téléphoniques après vérification par l'entreprise des P.T.T. qui contrôle par exemple la capacité et l'isolation des condensateurs, le combiné et divers cordons. La vitesse de retour et le rapport d'impulsions des cadrans d'appel et les contacts de court-circuit sont vérifiés en quelques secondes à l'aide de l'appareil SC12/SC14 (Sodeco).

L'appareil d'abonné (sans combiné) est essayé à la réception avec l'appareil de mesure TLPG3 (Zellweger) en une minute environ. Cet essai comporte le contrôle de l'isolation, de l'intensité du son de la sonnerie, de l'impédance en position de réception d'appel, des affaiblissements composites à l'émission, à la réception et pour l'effet local, à 400 et 1600 Hz, et si nécessaire pour deux courants d'alimentation différents; le contrôle peut s'étendre au déparasitage en haute fréquence, à l'impulsion d'occupation pour raccords collectifs et aux circuits auxiliaires éventuels de l'appareil d'abonné.

Le contrôle des microphones et des écouteurs s'effectue rapidement avec l'appareil de mesure KP51/MPG12 (Autophon/Zellweger) décrit dans l'Annexe 29 (deuxième partie du tome V du *Livre Rouge*). On y vérifie l'équivalent de référence, la courbe de fréquence, et en plus pour les microphones, la résistance et le bruit, et pour les écouteurs, le centrage du système de transmission.

Les fabricants d'appareils téléphoniques et de pièces détachées utilisent des appareils de mesure semblables.

Le matériel défectueux rejeté par les services d'exploitation est vérifié de la même façon que celui provenant des fournisseurs et par le même service de contrôle.

# DEUXIÈME PARTIE

## QUESTIONS RELATIVES A LA QUALITÉ DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE ET AUX RÉSEAUX LOCAUX CONFIÉES A LA COMMISSION D'ÉTUDES XII EN 1968-1972

*Remarques importantes*

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 de la Question 21/XII, dont l'étude a été confiée 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.

### Question 1/XII — Equivalents de référence des systèmes nationaux dans le nouveau plan de transmission

*(suite de la Question 1/XII, étudiée en 1964-1968)*

a) Quel est le pourcentage de communications internationales pour lesquelles il semble possible de satisfaire aux limites de 20,8 dB (24 dNp) et 12,2 dB (14 dNp) pour les équivalents de référence nationaux ? [1]

*Remarque.* — Un pourcentage minimum de 97 % a été recommandé à titre provisoire dans l'Avis P.11. L'annexe 2 indique comment on peut déterminer la valeur réelle de ce pourcentage.

b) Comment convient-il de tenir compte des variations en fonction du temps de l'équivalent des circuits nationaux (autres que les circuits à quatre fils interconnectés en quatre fils à la chaîne internationale), ainsi que du vieillissement des microphones et des récepteurs téléphoniques ? [1]

[1] Dans l'étude de ces parties de la question, on tiendra compte notamment des renseignements qui seront recueillis au sujet de la qualité de transmission de communications téléphoniques complètes et de prolongements nationaux, au cours des études qui font l'objet de suppléments au tome IV du *Livre Blanc*.



ARCHIVE U.I.T

c) Quelle est la valeur minimale [1] à recommander pour l'équivalent de référence nominal du système émetteur national ?

*Remarque.* — On ne pourra pas répondre à cette partie c de la Question 1/XII avant d'avoir répondu à la partie b de la Question 10/XII.

d) Quelle est la valeur minimale à recommander pour l'équivalent de référence nominal du système récepteur national ?

*Remarque.* — Les réponses aux parties c et d détermineront l'équivalent de référence minimal d'une communication internationale.

e) Quels devraient être, d'après les préférences des abonnés, les objectifs de planification à court et à long terme pour l'équivalent de référence d'une communication internationale et comment l'équivalent de référence global devrait-il être réparti entre les systèmes émetteur et récepteur nationaux ?

*Remarque.* — L'annexe 3 indique les motifs qui justifient l'étude de la partie e.

f) Quelles sont les valeurs maximales et minimales à recommander pour l'équivalent de référence nominal d'une liaison comprenant un poste d'opératrice ?

*Remarque.* — Dans la réponse à cette partie f, on tiendra compte de l'annexe 4.

*Remarque générale.* — L'annexe 1 ci-après reproduit la réponse faite aux diverses parties de cette question en 1967.

## ANNEXE 1

(à la Question 1/XII)

**Rapport (approuvé par la Commission XII en octobre 1967) du Groupe de travail présidé par M. D. L. Richards**

*Partie a de la Question 1/XII*

Le pourcentage de communications internationales pour lesquelles il semble possible de respecter les limites de 24 dNp et de 14 dNp pour les équivalents de référence nationaux est d'au moins 95 % et, pour certaines administrations ou exploitations privées, il atteint 97 %.

La Commission XII propose de modifier en conséquence le paragraphe B.a de l'Avis P.11.

Il convient de poursuivre l'étude de cette partie de la question en vue de clarifier l'ensemble de ce paragraphe, y compris la remarque 3, et d'arriver à des recommandations définitives. Dans cette étude on tiendra compte des considérations suivantes :

Le Groupe de travail a estimé que, pour une planification réelle, les administrations qui n'utilisent pas à cet effet des lois de distribution statistique [2] rencontreraient des difficultés à appliquer un pourcentage associé à ces limites. Dans la pratique, on doit déterminer le pourcentage ultérieurement sur la base d'une enquête sur le réseau réel, après avoir appliqué des règles de planification données. L'annexe 2 (notamment la figure 3) donne les résultats d'une

[1] Il est entendu que la documentation recueillie par la Commission XVI au sujet des équivalents de référence minimaux à l'émission fera partie de la documentation de la Commission XII en 1968-1972.

[2] L'A. T. & T. Co. est une des administrations qui ont déclaré qu'elles faisaient une grande partie du travail de planification de leur réseau en se basant sur des lois de distribution plutôt qu'en spécifiant des limites. Les articles suivants, publiés dans le *Bell System Technical Journal*, volume XLIII, n° 2, mars 1964, donnent des exemples de cette méthode :

I. NÅSELL : The 1962 survey of noise and loss on toll connections, p. 697-718.

D. A. LEWINSKI : A new objective for message circuit noise, p. 719-740.

telle enquête portant sur le réseau australien. Une discussion a eu lieu sur la possibilité de remanier l'Avis P.11 pour expliquer plus clairement ce à quoi les pourcentages étaient supposés se rapporter; il n'a pas été possible de se mettre d'accord sur ce remaniement, mais l'opinion générale a été que, en principe, la planification doit s'efforcer de respecter les limites spécifiées pour toutes les communications internationales et que la petite proportion d'exceptions doit être traitée comme une réserve.

On a fait remarquer que les fluctuations statistiques et certaines pratiques de planification peuvent entraîner des différences de plus de 10 dB, sur l'équivalent de référence global, entre les deux sens de transmission. On pourrait limiter cet effet en exigeant que la différence entre les équivalents de référence de tout système national, à l'émission et à la réception, ait une valeur constante, par exemple 1 Np (8,7 dB). Il a été suggéré qu'une clause soit ajoutée à cet effet dans l'Avis P.11. M. Boeryd a cité des faits tendant à prouver que ces asymétries de la transmission sont importantes.

Le Président a décidé que l'on examinerait les preuves de l'importance de cet effet avant de procéder à la rédaction d'une clause qualificative à associer à l'Avis P.11. Le Groupe de travail a été généralement d'avis que jusqu'ici les preuves des effets subjectifs de l'asymétrie ne sont pas concluantes et qu'il serait prématuré d'examiner dès maintenant une clause qualificative. Il a été estimé cependant que l'on devrait continuer d'étudier ce problème sous forme de la Question 3/XII.

*Partie b*

Le Groupe de travail estime que la qualité des récepteurs téléphoniques ne diminue pas notablement avec le temps en sorte qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte d'une dispersion de leur efficacité lors de la planification des réseaux. Par contre, on observe des variations plus importantes pour les microphones téléphoniques et il ne semble possible d'en tenir compte lors de la planification qu'en appliquant une marge appropriée lors du choix des règles de planification.

Aucun renseignement n'a été fourni sur la variation de l'affaiblissement des lignes qui relient les centraux locaux extrêmes au centre primaire de commutation.

*Partie c*

La discussion a montré qu'il n'est plus nécessaire de fixer une valeur minimale pour l'équivalent de référence nominal du système émetteur national, pourvu que les administrations effectuent de temps en temps des enquêtes statistiques sur le volume des sons vocaux émis dans leur réseau.

Le Groupe de travail a estimé qu'il conviendrait également de supprimer la référence à une valeur minimale pour la moyenne de l'équivalent de référence à l'émission. En conséquence, la réponse à cette partie faite par la Commission XII en 1966 est annulée. Voir également le rapport du Groupe de travail annexé à la Question 10/XII.

*Ancienne partie d* (devenue partie f)

On ne possède encore aucune description de la manière dont il convient de mesurer les équivalents de référence des postes d'opératrice, en sorte qu'il n'est pas possible de confirmer les valeurs maximales suggérées en 1966, qui sont les suivantes :

18 dNp (15,6 dB) pour l'équivalent de référence à l'émission et 8 dNp (7 dB) pour l'équivalent de référence à la réception lorsque la ligne d'abonné est connectée, l'équivalent de référence à l'émission et l'équivalent de référence à la réception étant calculés aux « extrémités virtuelles » du circuit international.

On a besoin de renseignements sur la distance qui sépare la bouche de l'opératrice du microphone et sur les niveaux des courants vocaux qu'il convient d'adopter pour ces mesures, ainsi que sur les dispositions à prendre pour la terminaison des bornes de ligne du poste. Les problèmes à résoudre sont exposés dans l'annexe 4.

## ANNEXE 2

(à la Question 1/XII)

**Equivalents de référence nationaux à l'émission et à la réception des communications internationales au départ de l'Australie**

(Contribution de l'Administration de l'Australie)

Un échantillon portant sur une journée et constitué par 1233 communications internationales au départ de l'Australie (voir l'appendice) a été analysé afin d'identifier quel était l'abonné d'où émanait l'appel et de déterminer la liaison par laquelle chaque abonné était relié au centre international de Sydney. Les renseignements analogues concernant les communications d'arrivée sont plus difficiles à obtenir et ne sont pas encore disponibles.

L'affaiblissement de chacune des liaisons entre le central local extrême et le centre international de Sydney a été calculé au moyen des plans des câbles, des valeurs estimées des pertes dues à la commutation, des documents de maintenance et de mesures de transmission.

L'équivalent de référence de cette liaison a été ensuite calculé pour les deux sens de transmission par rapport aux extrémités virtuelles (points de niveau relatif —3,5 dBr à l'émission et — 4 dBr à la réception dans le centre international). Ces lois de répartition, soit $D'_S$ à l'émission et $D'_r$ à la réception, sont représentées sur la figure 1.

Les équivalents de référence de chaque ligne et poste d'abonné n'ont pas été déterminés. Toutefois, une enquête par sondage faite antérieurement en Australie a fourni sur les systèmes locaux d'abonné des renseignements qui ont permis d'établir des courbes représentatives de leur répartition $D''_S$ (à l'émission) et $D''_r$ (à la réception). Ces répartitions sont représentées sur la figure 2.

Les sommes statistiques de $D'_S$ et $D''_S$ et de $D'_r$ et $D''_r$ sont représentées sur la figure 3; elles expriment les répartitions actuelles des équivalents de référence respectivement à l'émission et à la réception pour les communications internationales au départ du réseau national australien, rapportés aux extrémités virtuelles au centre international de Sydney.

Les caractéristiques de cette répartition sont les suivantes :

| | *Emission* | *Réception* |
|---|---|---|
| Médiane ..... | 13,8 dB | 2 dB |
| Pour 95 % des communications moins de ..... | 20,2 dB | 8,4 dB |
| Pour 97 % des communications moins de ..... | 21,2 dB | 9 dB |

Le réseau australien est donc bien dans les limites indiquées à l'Avis P.11/G.121 (Assemblée plénière de 1964) pour 95 % des communications et pour le cas d'un pays de grande étendue lorsque la chaîne nationale comporte quatre circuits à quatre fils : 21,3 dB à l'émission et 12,7 dB à la réception.

De plus, ces limites seront également respectées pour plus de 97 % des communications; il sera donc ainsi satisfait à la recommandation faite, à titre provisoire, dans l'Avis P.11 (tome V du *Livre Blanc*).

*Commentaires*

Les répartitions des équivalents de référence pour les systèmes locaux d'abonné supposent l'utilisation d'appareils téléphoniques munis de microphones et de récepteurs d'efficacité égale au minimum admis pour les postes téléphoniques nouveaux; aucun ajustement n'a non plus été opéré pour compenser l'effet des paires en câble présentant des dérivations.

Les efficacités moyennes des nouveaux appareils téléphoniques sont supérieures d'environ 2 dB, à l'émission comme à la réception, aux valeurs minimales admises et environ un quart seulement des microphones des postes d'abonné compris dans l'échantillon ont été trouvés d'une efficacité inférieure à l'efficacité minimale admise pour les appareils nouveaux, l'âge de certains des appareils contrôlés allant jusqu'à dépasser 20 ans.

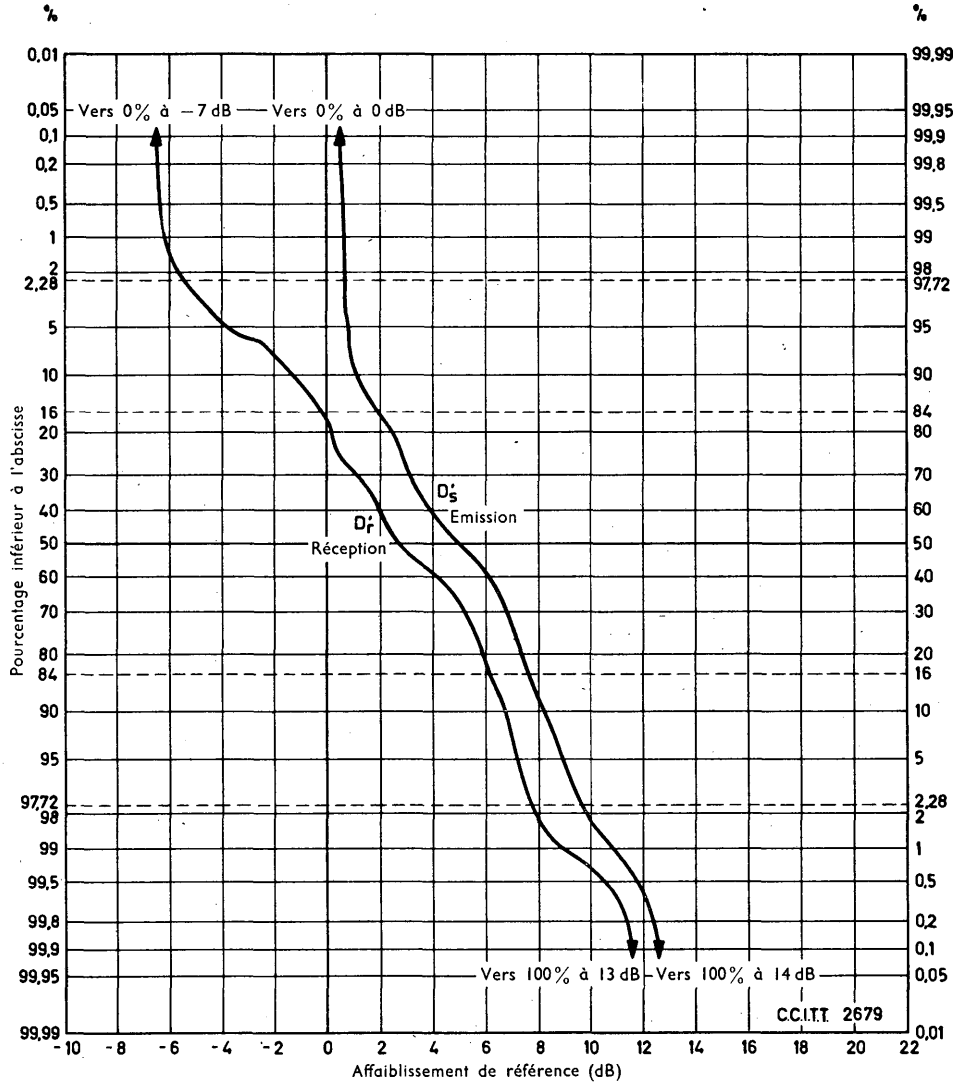



FIGURE 1. — **Affaiblissement de référence du réseau intercentraux entre le central local extrême et les extrémités virtuelles du circuit international**

(Communications internationales de départ le 10 mai 1967)

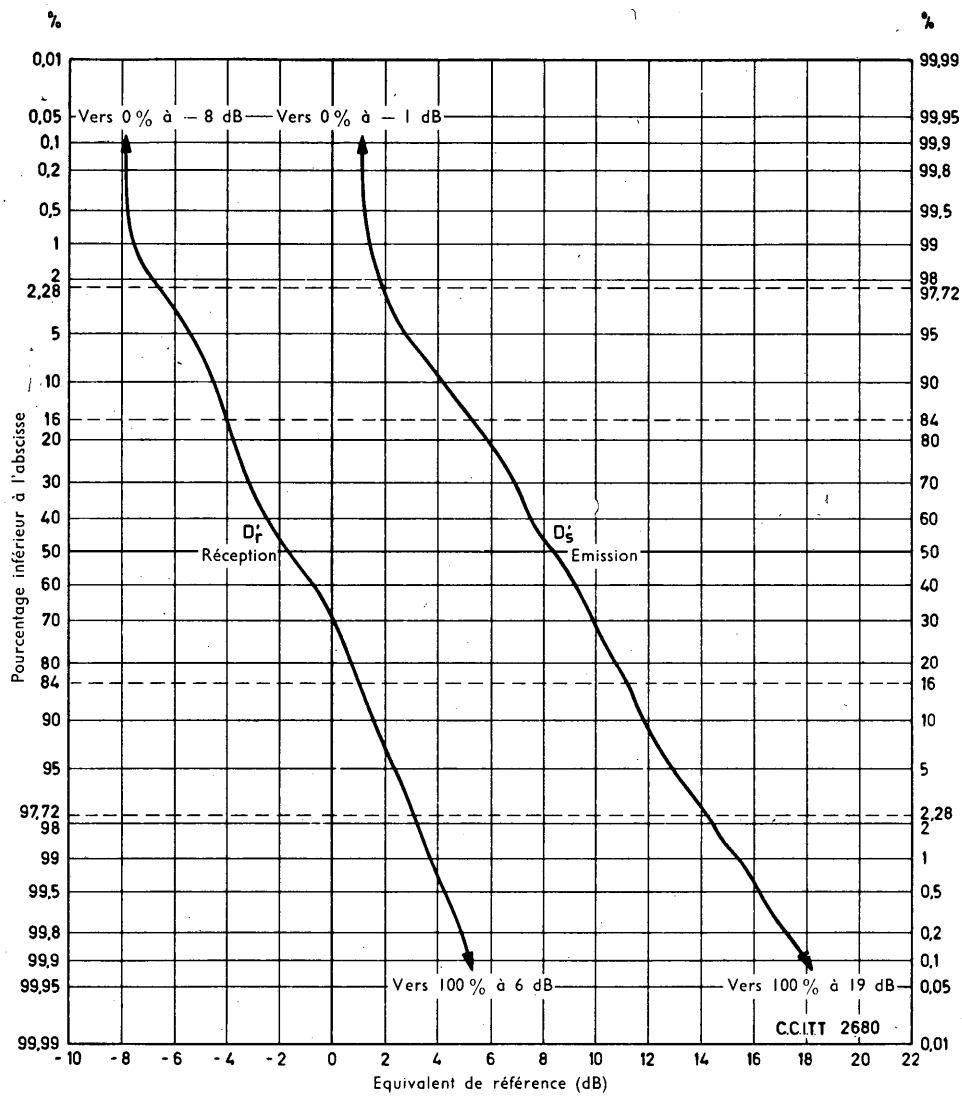
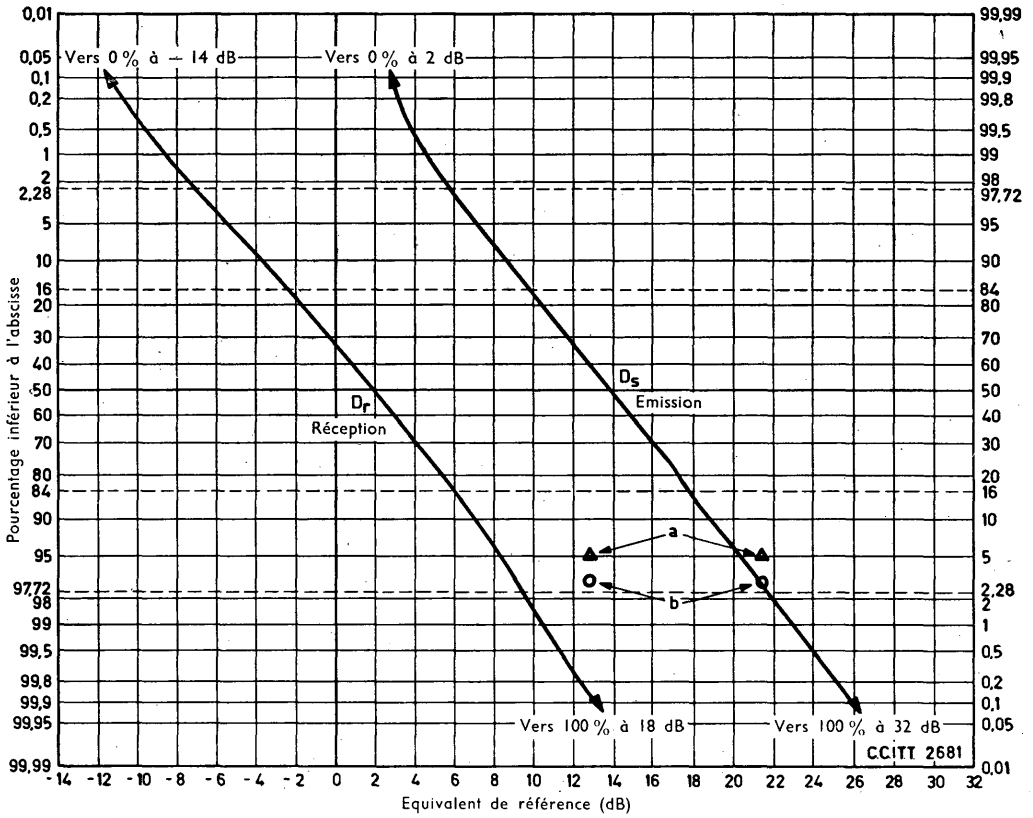



FIGURE 2. — **Equivalent de référence à l'émission et à la réception des systèmes d'abonné du réseau national**

(Enquête faite en 1965 sur le réseau des lignes d'abonné)




**a** = points correspondant aux 95% de l'ancien Avis G.121 (pour un pays de grande étendue)

**b** = points correspondant à 97%

FIGURE 3. — **Equivalents nominaux de référence à l'émission et à la réception du système national australien**
**Communications internationales au départ de l'Australie le 10 mai 1967 :**
**nombre de communications comprises dans l'échantillon = 1233**

A ce jour, on ne sait encore rien de la détérioration de l'efficacité d'un récepteur avec le temps.

Les paires en câble présentant des dérivations n'ont d'effet défavorable sur la qualité de transmission que sur moins de 4 % des lignes d'abonné, et plus de 60 % de ces lignes ne comportent pas de câbles à dérivations.

Si la répartition de la figure 2 tient compte de ces effets, cela ne change guère les conclusions précédentes.

APPENDICE (à l'Annexe 2)

*Composition d'un échantillon de 1233 communications internationales au départ de l'Australie*

Toutes les communications étaient acheminées par le centre de commutation interurbain principal de l'Etat d'origine vers le centre international de Sydney. Les distances entre ces centres ont été portées sur le tableau ci-dessous afin de donner quelque idée de la longueur des liaisons assurées par le réseau national australien.

| Etat | Communications émanant de la région de la capitale de l'Etat | | Communications émanant de régions rurales | | Total des communications | | Distance entre le centre de commutation interurbain principal de l'Etat et le centre international de Sydney (km) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nombre | % | Nombre | % | Nombre | % | |
| Nouvelle-Galles du Sud | 570 | 89,5 | 67 | 10,5 | 637 | 51,7 | Distance nominale 0 |
| Victoria ..... | 316 | 88,7 | 40 | 11,3 | 356 | 28,9 | 950 |
| Queensland ..... | 75 | 63,5 | 43 | 36,5 | 118 | 9,55 | 1045 |
| Australie du Sud ..... | 43 | 79,6 | 11 | 20,4 | 54 | 4,35 | 1750 |
| Australie occidentale ... | 44 | 89,8 | 5 | 10,2 | 49 | 3,96 | 4080 |
| Tasmanie ..... | 15 | 79 | 4 | 21 | 19 | 1,54 | 1590 |
| Totaux ... | 1063 | 86,1 | 170 | 13,9 | 1233 | — | |

## ANNEXE 3

(à la Question 1/XII)

**Valeurs maximales, minimales et préférées de l'équivalent de référence**

(Note de l'Administration australienne)

Selon l'expérience de plusieurs administrations, dans certaines communications comprenant des lignes courtes, des installations automatiques d'abonné avec postes supplémentaires et des communications locales, les sons reçus sont trop forts, sauf si des précautions spéciales ont été prises pour réduire le volume, c'est-à-dire pour augmenter l'équivalent de référence global. Plusieurs administrations adaptent des résistances pour compléter des lignes courtes sur certains types d'appareils téléphoniques; d'autres appareils comportent une régulation automatique qui commande l'équivalent de référence minimal.

De nouveaux matériels, qui apparaissent depuis peu, permettront de réduire les affaiblissements dans le réseau, souvent sans entraîner des dépenses considérables. On peut citer, à titre d'exemple, les matériels suivants : les lignes d'abonné à courants porteurs, les circuits de jonction M.I.C., les récepteurs et microphones amplifiés, la commutation et la transmission intégrées. Avec la diffusion de ce genre de matériels et quand les suppresseurs d'écho adaptables seront disponibles, le problème des sons trop forts, rencontré jusqu'ici seulement sur les courtes lignes d'abonné, pourra encore subsister même sur des communications faisant intervenir des centraux. Par conséquent, il faut fixer des objectifs de planification à court et à long terme pour les valeurs préférées des équivalents de référence globaux, ainsi que pour des limites minimales aussi bien que maximales.

## ANNEXE 4

(à la Question 1/XII)

**Réponse à la partie d de la Question 1/XII en 1967**

(Contribution de l'Administration du Royaume-Uni)

Les efficacités des postes d'opératrice, à l'émission et à la réception, ont été déterminées d'après les critères suivants :

*A l'émission*

Le volume des sons vocaux émis sur la ligne interurbaine, l'abonné local étant déconnecté et l'opératrice parlant à l'opératrice éloignée, devrait être à peu près le même que celui qui est émis sur cette ligne par un abonné local parlant à un abonné éloigné. Dans ces conditions ce volume, rapporté à l'entrée deux fils (point de niveau relatif zéro) est, pour les opératrices de — 14,4 dBm0 (écart type 3,4 dB) et, pour les abonnés, de — 19,3 à — 13,9 dB, selon l'emplacement de leur central local par rapport au centre de commutation interurbain où sont faites les mesures. (Pour les abonnés, les écarts types sont de l'ordre de 5,7 dB).

On ne peut pas donner de valeurs de l'équivalent de référence pour les postes d'opératrice dans le sens « émission » car il n'existe aucune directive quant à la distance à utiliser, au cours des mesures de l'équivalent de référence, entre les lèvres de l'opératrice et l'orifice de l'embouchure. Le besoin d'instructions à cet égard se fait sentir; il devrait être prescrit que l'on adopte la même distance que pour les opératrices en service réel. Il faut également des prescriptions correspondantes concernant le niveau des sons vocaux à utiliser.

Il importe de noter qu'en général les postes d'opératrice se prêtant à un large domaine d'ajustement de la distance de conversation dont les opératrices peuvent tirer parti pour améliorer l'efficacité à l'émission, en cas de difficultés de conversation; mais il n'est naturellement pas impossible que les opératrices fassent un mauvais usage de cette possibilité d'ajustement, ce qui aurait des conséquences fâcheuses sur la transmission. Il faut tenir compte de cela dans la spécification de conditions normalisées pour la distance ainsi que pour le niveau vocal à observer si l'on veut que les mesures d'équivalent de référence soient réalistes. Aussi faut-il déterminer la valeur médiane de ces grandeurs en service réel, par exemple au moyen de mesures du volume des sons vocaux ainsi que d'autres observations faites dans les conditions réelles d'emploi.

On peut parvenir comme suit à des évaluations indirectes de l'« équivalent de référence ». Dans les conditions de conversation au laboratoire, mais avec un milieu représentatif de l'utilisation ordinaire du téléphone, un système local d'abonné ayant un équivalent de référence à l'émission de 7 dB fournit un volume des sons vocaux d'environ —15 dBm. On pourrait donc s'attendre à ce qu'un volume de — 14,4 dBm0 fût produit par un poste ayant un équivalent de référence à l'émission de 6,4 dB. Cette valeur se rapporterait à l'entrée à deux fils du circuit interurbain et correspondrait à 9,9 dB lorsqu'on la rapporte à l'extrémité virtuelle. Il faut encore tenir compte d'une marge avant de comparer cette valeur à celle proposée à titre provisoire dans la partie d de l'annexe 1, à savoir 15,6 dB lorsque l'abonné local est connecté; cela imposera probablement un affaiblissement de dérivation d'environ 3 dB, ce qui, pour les postes d'opératrice du Royaume-Uni, conduit à une estimation de 12,9 dB, ce qui satisferait largement à la valeur proposée.

*A la réception*

Un poste d'abonné raccordé à une ligne de longueur négligeable a un équivalent de référence à la réception d'environ — 6 dB (appareil téléphonique 706 du Royaume-Uni). Utilisé par un abonné, un tel poste reproduit la parole dans des conditions d'audition qui ne

sont jamais pénibles; au contraire, le même indice basé sur la force du son, dans un poste d'opératrice, donnera lieu à une réception pénible dans le cas où le niveau des sons vocaux reçus est élevé; il faudra alors réduire l'efficacité de quelque 3 dB. L'équivalent de référence à la réception pour les postes d'opératrice du Royaume-Uni, rapporté à l'extrémité virtuelle (ajustement de 3 dB dans l'hypothèse d'un circuit interurbain présentant un affaiblissement de 7 dB entre extrémités à deux fils) et compte tenu de l'affaiblissement dû à la dérivation de la ligne de l'abonné local (par exemple 3 dB) sera de : $-6+3+3+3=3$ dB. Ce chiffre est une fois de plus en deçà de la valeur proposée à titre provisoire, à savoir 7 dB.

En conséquence, l'Administration du Royaume-Uni n'a aucune objection contre les valeurs proposées à titre provisoire, à la condition que l'on fixe de manière réaliste des directives, actuellement inexistantes, pour la mesure des équivalents de référence à l'émission. Ces directives doivent tenir compte de la manière dont les opératrices se servent effectivement de leur poste.

## Question 2/XII — Evaluation en service de la qualité de transmission

*(suite de la Question nouvelle A étudiée en 1967-1968)*

*Considérant*

qu'en raison de l'apparition de réseaux automatiques et semi-automatiques mondiaux, le personnel exploitant sera moins à même de déceler le moment à partir duquel les conditions de service ne sont plus satisfaisantes;

que les communications établies sur ces réseaux mondiaux seront plus complexes et comprendront davantage d'éléments susceptibles d'être à l'origine de difficultés de transmission;

que les abonnés s'attendront à trouver une meilleure qualité de service à mesure qu'ils utiliseront davantage les réseaux mondiaux;

Il y a lieu de mettre à l'étude la question suivante :

a) Quelles sont les méthodes d'évaluation de la qualité de service qui conviennent au point de vue de la qualité de transmission de la parole ?

b) Est-il souhaitable de normaliser des méthodes à appliquer pour obtenir un des éléments de l'appréciation d'ensemble de communications mondiales d'abonné à abonné ?

*Remarque 1.*— Parmi les modalités d'étude de cette question, il convient de signaler les observations faites par des tiers et les renseignements recueillis auprès des abonnés par des interrogatoires ou des questionnaires. L'annexe 1 décrit une telle méthode et l'annexe 2 donne un exemple de programme d'essais.

*Remarque 2.*— Diverses administrations ont constaté que certaines mesures de la qualité de service donnent des résultats variables au cours d'une conversation. On a observé, par exemple, que les demandes de répétition sont plus fréquentes au début d'une conversation (voir les annexes 3 et 4). Il convient de tenir compte de ce facteur lorsqu'on étudie les méthodes d'évaluation de la qualité de transmission.

*Remarque 3.*— On signale l'importance que présente l'emploi de méthodes appropriées pour établir les plans des expériences et pour analyser les résultats obtenus.

*Remarque 4.*— La présente question est liée à la partie a de la Question 7/XII qui demande quel critère on doit adopter pour déterminer si divers systèmes ont une qualité de transmission égale, avant de mettre au point des méthodes de mesures objectives.

*Remarque 5.*— La Commission XIII étudie des questions relatives à des aspects de l'appréciation du service autre que la qualité de transmission de la parole. On a eu dans le passé un exemple de coordination lorsque des questions relatives à la transmission ont été incluses dans un questionnaire expérimental utilisé dans une étude conduite par la Commission XIII; cette étude est poursuivie dans le cadre de la Question 12/XIII et il sera désirable de coordonner étroitement l'étude des Questions 2/XII et 12/XIII.

**TOME V — Questions 1/XII, p. 10; 2/XII, p. 1**

## ANNEXE 1

(à la Question 2/XII)

**Méthodes d'évaluation du service du point de vue de la qualité de transmission de la parole**

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

1. *Généralités*

Les méthodes à employer pour évaluer la qualité de transmission de la parole, telle que les abonnés en ont l'expérience, devraient fournir des renseignements qui soient représentatifs des conditions effectives d'utilisation. On peut parvenir à ce résultat de deux manières différentes. La première de ces méthodes, qui est la plus directe, consiste à apprécier la qualité des communications téléphoniques intercontinentales elles-mêmes; cette appréciation est faite par l'abonné, qui en indique lui-même le résultat. Une deuxième méthode, qu'on peut qualifier d'indirecte, repose sur l'utilisation de paramètres de transmission mesurés sur des communications intercontinentales et également sur l'utilisation de relations, déterminées indépendamment, entre ces paramètres et les résultats de l'appréciation de la qualité, afin de prévoir la qualité des communications intercontinentales. Il est évident que pour appliquer cette seconde méthode, il faut connaître les relations en question.

Les deux méthodes donnent des résultats utiles si on les applique de façon judicieuse. Cependant la seconde exige que l'on connaisse mieux les réductions de qualité possibles ainsi que l'effet de ces réductions, c'est-à-dire les relations mentionnées plus haut. Comme souvent ces éléments ne sont pas connus, cette méthode n'est pas toujours applicable. C'est la raison pour laquelle nous nous bornerons à étudier dans le présent document la méthode directe. Cela ne réduit en rien l'importance de la méthode indirecte dans les cas où l'on connaît bien les paramètres de transmission pertinents, où il existe des méthodes et appareils de mesure et où l'on dispose de résultats d'essai subjectifs. Par exemple, la méthode indirecte peut être particulièrement efficace pour apprécier la qualité de transmission de la parole sur ces circuits dans lesquels la réduction de qualité est due à un affaiblissement et à des bruits.

Avant d'accepter une méthode de mesure proposée comme satisfaisante pour mesurer la qualité de transmission, il convient de déterminer la valeur de cette méthode par référence à deux critères : la fiabilité et la validité. Certaines des méthodes couramment utilisées pour mesurer la qualité de transmission se révèlent inadéquates à l'un de ces points de vue, ou aux deux. Certaines méthodes ne sont pas sensibles à des changements ou différences connus qui interviennent dans la transmission, d'autres font apparaître des variations excessives lorsqu'on passe d'un observateur à un autre observateur, d'autres méthodes enfin n'ont pas permis d'obtenir des résultats cohérents même lorsque les conditions demeuraient inchangées.

Au paragraphe suivant, nous définirons les critères selon lesquels il convient de juger les méthodes de mesure. Au troisième paragraphe, nous décrirons les méthodes utilisées par l'A. T. & T. Company; enfin, au dernier paragraphe, on étudiera la valeur de plusieurs méthodes de mesure sur la base des critères définis au paragraphe 2.

2. *Caractéristiques nécessaires et souhaitables des méthodes de mesure de la qualité de transmission*

On doit examiner la valeur, au point de vue de la fiabilité et de la validité, de toute méthode de mesure destinée à fournir des renseignements sur la qualité de transmission de la parole, sur la base des réactions des abonnés, comme il est indiqué ci-après :

*Fiabilité* — La méthode doit donner les mêmes résultats ou valeurs, ou des résultats ou valeurs similaires, lorsqu'on répète les mesures dans les mêmes conditions. Les fluctuations des valeurs mesurées, sous l'effet de variations erratiques, doivent être faibles par comparaison avec les variations imputables aux changements qui affectent la transmission. Toute méthode, quelle qu'elle soit, doit satisfaire à ces deux conditions.

En outre, les méthodes envisagées pour une utilisation générale doivent satisfaire à des exigences plus strictes encore. S'il s'agit de comparer des résultats de mesure obtenus à des époques différentes ou en des lieux différents, la méthode doit donner les mêmes résultats ou valeurs, ou des résultats ou valeurs similaires, lorsque les paramètres essentiels de la transmission demeurent inchangés, même si l'on a fait varier des conditions qui ne se rapportent pas à la transmission (par exemple, en prenant des observateurs, des enquêteurs ou des usagers différents). En d'autres termes, la méthode doit être relativement insensible à des facteurs autres que la qualité de transmission. La fiabilité, ainsi définie de façon plus large, pourrait être appelée « robustesse » (robustness), ce terme étant utilisé dans cette acception en statistique.

*Validité* — Les résultats ou valeurs fournis par la méthode utilisée doivent rendre compte des changements connus de la qualité de transmission; ils doivent être en corrélation avec les résultats d'autres mesures efficaces de la qualité de transmission. La méthode doit être sensible aux changements connus de la qualité de transmission, si l'on doit l'employer pour mesurer une qualité de transmission inconnue.

3. *Méthodes et catégories de mesure*

L'A. T. & T. Co. a utilisé un certain nombre de méthodes différentes pour mesurer la qualité de transmission; ces méthodes portent sur des conversations naturelles, suivies d'enquêtes ou de questionnaires. On trouvera dans le tableau 1 les rubriques ou questions utilisées, avec quelques observations sur les facteurs qui ont guidé le choix de telle ou telle question.

Nous n'exposerons pas dans ce document, de façon détaillée, les méthodes utilisées pour transformer les répartitions des réponses des usagers en indices numériques univoques représentant la qualité de transmission. A cet effet, on emploie fréquemment deux méthodes simples : calcul du pourcentage de communications qui sont affectées par une condition donnée, et calcul d'une note moyenne d'opinion sur la base des notes données par les usagers. On peut aussi employer un certain nombre de méthodes plus compliquées.

4. *Exemples d'étude de la valeur de méthodes de mesure*

On trouvera ci-après un exemple d'application des critères de fiabilité et de validité aux mesures faites par les méthodes spécifiées dans le tableau 1. Ces exemples se fondent sur des résultats obtenus dans des expériences faites récemment par l'A. T. & T. Co.

On peut souvent déterminer la fiabilité en comparant les résultats fournis par des communications portant un numéro de série impair et par ceux fournis par des communications portant un numéro pair, ou en comparant des enquêtes effectuées des jours impairs avec celles effectuées des jours pairs. Si la différence révélée par ces sous-ensembles est petite par rapport aux différences correspondant à des types de circuits dissemblables, on peut dire que la méthode de mesure est fiable. Citons par exemple une série de mesures qui ont été faites sur des communications avec l'outre-mer et dans lesquelles les usagers étaient invités, au cours d'une enquête à répondre à une question concernant la difficulté de conversation. On faisait varier le paramètre de transmission et, pour chaque valeur de ce paramètre, on calculait le pourcentage de communications ayant donné lieu à des difficultés de conversation, d'une part pour des communications portant un numéro impair et d'autre part pour des communications portant un numéro pair. On a pu constater que la différence entre les communications paires et impaires, pour chaque valeur du paramètre, était nettement inférieure au pourcentage de différence imputable à la variation du paramètre.

Ces essais portant sur des communications avec l'outre-mer fournissent un exemple de « robustesse ». Au cours de ces essais, des enquêteurs en poste à Paris questionnaient les usagers, en français et en anglais, au sujet d'un échantillon de communications pour lequel des enquêteurs en poste à New York posaient les mêmes questions en anglais seulement. Pour chaque valeur des paramètres de transmission étudiés, on a calculé le pourcentage de communications ayant causé des difficultés, ce calcul étant fait respectivement sur la

TABLEAU 1

A. *Question générale concernant la transmission. On a posé cette question dans les cas où l'on ignorait la nature exacte des réductions de qualité, ou dans les cas où cet élément est d'importance secondaire.*

Vous-même, ou la personne avec laquelle vous vous êtes entretenu, avez-vous eu des difficultés pour parler ou pour entendre au cours de cette conversation ? (Si la réponse est « oui », faire préciser la nature de cette difficulté, *sans* toutefois mentionner les types de difficulté possible) par exemple, « Pourriez-vous décrire cette difficulté un peu plus en détail ? »

B. *Questions particulières concernant les caractéristiques de transmission. On a posé ces questions dans les cas où les types de difficulté pouvaient être spécifiés, et dans les cas où l'on avait besoin de classer les réponses des usagers dans l'une de ces catégories.*

Avez-vous constaté la présence de l'un des défauts suivants au cours de la communication : (chaque fois que la réponse est « oui », ajouter la question suivante :)

Le (ou la) ..... vous a-t-il (ou elle) gêné, pas du tout, un peu, passablement ou beaucoup ?

— Volume insuffisant ?
— Bruit et ronflement ?
— Distorsion ?
— Variations de niveau, coupure et réapparition succesives des sons ?
— Diaphonie ?
— Echo ?
— Coupure complète ?

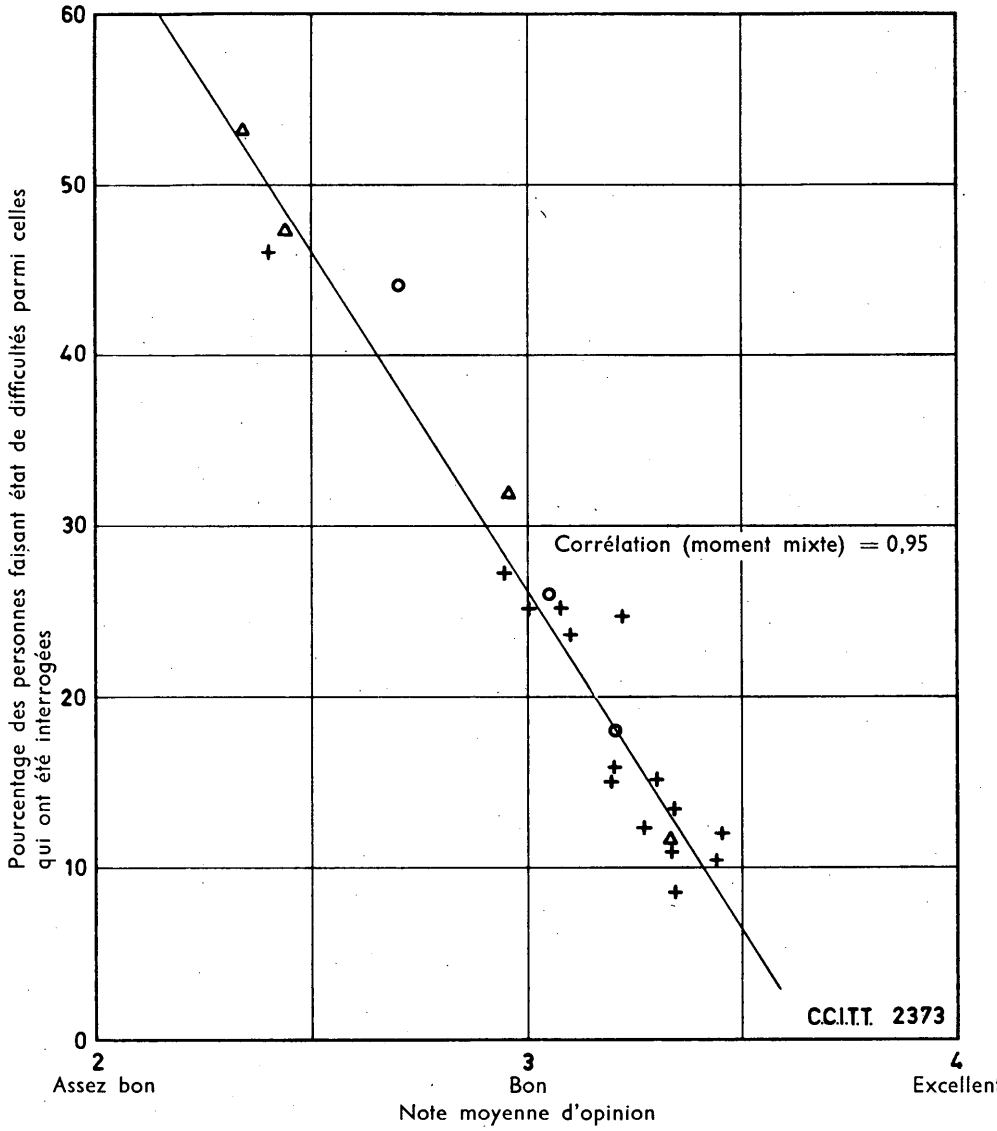
C. *Dans presque tous les questionnaires, on ajoutait l'évaluation d'ensemble de l'usager.*

« Selon vous, lequel de ces quatre termes décrit le mieux la qualité de la communication :

Excellente, bonne, assez bonne ou médiocre ? (Si les réponses révèlent une dégradation importante pour un grand pourcentage de la population de circuits étudiés, on peut ajouter une cinquième catégorie : mauvaise ou non satisfaisante.)

base des enquêtes effectuées à New York et à Paris. On a constaté que les différences de pourcentage entre les résultats de New York et de Paris étaient petites par comparaison avec les variations imputables au paramètre de transmission étudié.

La validité d'une mesure est beaucoup plus difficile à déterminer que sa fiabilité, car elle exige la définition d'une valeur mesurée ou d'une variable servant de critère, qui doit présenter une corrélation avec la mesure que l'on effectue. Dans de nombreux cas, cette mesure (par exemple, la note moyenne donnée par les usagers) a tout autant de droit d'être considérée comme *la* variable à utiliser comme critère que toute autre mesure (lorsqu'on mesure la qualité de transmission téléphonique). Néanmoins, comme il n'existe pas une valeur mesurée ou une variable unique servant de critère, on doit étudier la valeur d'une mesure quelconque, tout au moins en partie, d'après sa corrélation avec d'autres mesures et d'après sa sensibilité à des changements des circuits, changements dont on reconnaît généralement qu'ils modifient la qualité. Par exemple, on a démontré dans de nombreux cas qu'une note moyenne d'opinion fondée




+ Communications avec l'outre-mer

o Communications interurbaines nationales

Δ Communications à l'intérieur d'un P.B.X.

Le nombre de personnes interrogées varie de 77 à 524 par point

FIGURE 1

sur les notes données par les usagers varie d'une façon cohérente en fonction de l'affaiblissement et du bruit de circuit. Des expériences récentes ont montré que ces relations sont valables lorsqu'on détermine ces notes à la suite de communications téléphoniques naturelles, sur des circuits dont le bruit et l'affaiblissement peuvent être réglés avec précision.

La figure 1 illustre, à titre d'exemple, la corrélation qui existe entre deux mesures de la qualité de transmission. Dans cette figure, on a représenté la note moyenne d'opinion en fonction du pourcentage de réponses à une enquête qui signalaient des difficultés de conversation, les résultats étant tirés d'un certain nombre d'essais en service et d'essais de laboratoire. Chaque point de mesure correspond à un grand nombre de questions posées à la suite de conversations naturelles, mais ces résultats se rapportent à des types de circuits de longueur variable (à l'intérieur d'un P.B.X. [1], communications nationales, communications intercontinentales) et beaucoup de ces points correspondent à des circuits caractérisés par des valeurs différentes de plusieurs paramètres de transmission. On a, entre ces deux mesures de la qualité des circuits, une corrélation de 0,95, ce qui indique que les deux méthodes mesurent très sensiblement la même chose. La pente de la droite de régression montre qu'une variation de 0,25 de la note moyenne d'opinion équivaut à une variation de 10 % des réponses signalant des difficultés. On a une preuve de la « robustesse » de cette relation dans le fait que toutes les communications (P.B.X., nationales et intercontinentales) donnent à peu près la même pente, malgré des différences importantes en ce qui concerne la durée des conversations et ce que les usagers attendent.

*Avertissement*

Les exemples traités ci-dessus sont fondés sur des valeurs moyennes qui ont été obtenues pour un grand nombre de communications téléphoniques effectuées dans chaque condition. Si l'on veut être certain d'avoir une grande fiabilité et une grande validité pour des mesures fondées sur la réaction sur des usagers, il faut calculer les moyennes sur un grand nombre de communications et d'usagers, afin de réduire l'influence des différences erratiques qui peuvent surgir entre les circuits et entre les personnes. On peut montrer que des opinions données par un seul usager ont une très faible fiabilité et ne peuvent donc avoir qu'une faible validité dans la mesure des caractéristiques des circuits. A cet égard, nous appliquons une règle empirique qui consiste à demander un minimum de 50 communications ou enquêtes, ou plus souvent un minimum de 100, pour chaque condition que l'on cherche à analyser.

## ANNEXE 2

(à la Question 2/XII)

**Qualité de service sur les communications téléphoniques à plusieurs circuits**

(Contribution de la Telephone Association of Canada)

*Introduction*

L'un des facteurs qui sont à l'origine de l'adoption de la Question 2/XII est la préoccupation causée par le nombre relativement important de circuits connectés en tandem que l'on peut trouver sur une communication téléphonique établie conformément au Plan d'acheminement international. Cet aspect du Plan d'acheminement international a été étudié à Tokyo en 1967 par les Commissions d'études XIII et spéciale B qui ont à nouveau jugé souhaitable d'évaluer les réactions des abonnés aux communications à plusieurs circuits.

La Telephone Association of Canada partage cette préoccupation et propose, en conséquence, un programme d'essais pour évaluer les réactions des abonnés à ce type de commu-

[1] Installation d'abonné à postes supplémentaires.

nication. La présente contribution contient des renseignements sur ce programme d'essais, étant entendu qu'on se place dans les conditions de l'exploitation semi-automatique.

*Programme d'essais*

L'étude des principes et des plans d'acheminement, qui permettent de connecter un grand nombre de circuits en tandem dans un pourcentage important de communications, oblige à évaluer la réaction des abonnés à ce service. Un programme d'essais conçu pour fournir ce genre de renseignements doit être fondé sur l'expérience personnelle des abonnés, non sur des essais effectués au laboratoire ou dans d'autres conditions expérimentales simulées. Ces méthodes sont maintenant bien connues; elles ont servi à l'évaluation de la qualité des circuits par satellites à temps de propagation élevé. La Commission d'études XII a étudié ces méthodes au cours de sa réunion tenue en 1966 à Genève, et elle poursuit leur étude. La caractéristique essentielle de cette méthode consiste à recueillir l'avis de l'abonné en le questionnant par téléphone dès qu'il a terminé une communication sur le circuit à l'essai. On a constaté que l'analyse des réponses à l'aide d'un ordinateur permettait d'obtenir des données statistiques significatives sur les réactions des abonnés.

Le trafic normal doit être acheminé sur les circuits à l'essai de telle façon que ni l'abonné ni l'opératrice ne sachent quel est le but poursuivi. On peut y parvenir en utilisant des indicatifs arbitraires, composés au cadran par l'opératrice en service semi-automatique. Ces indicatifs remplaceront l'indicatif régional (indicatif interurbain) et détermineront l'acheminement de la communication. Au centre de départ, il est souhaitable que l'accès aux circuits soit automatique. Ces indicatifs arbitraires seront conçus de façon à connecter un ou plusieurs circuits en tandem, selon l'indicatif utilisé, pour l'établissement de la communication. Les communications établies sur ces circuits feront toujours intervenir des abonnés des mêmes villes terminales, sans acheminement détourné, de façon que l'on puisse faire une comparaison directe du service sur les voies d'acheminement correspondant à chaque indicatif spécial. A chaque point de transit, les traducteurs des appareils de commutation seront réglés pour recevoir les indicatifs spéciaux et déclencher les opérations voulues.

L'exemple ci-après illustre les explications qui précèdent. Au Canada, le trafic Montréal-Vancouver est acheminé sur un faisceau de circuits directs à utilisation élevée ou sur des circuits de dernier choix passant par le centre régional de Regina. On peut donc obtenir une communication à un ou deux circuits selon que l'on achemine un appel par la voie directe ou par la voie détournée. Toutefois, sur l'artère de 4800 km qui traverse le Canada, entre Montréal et Vancouver, il existe d'autres centres de commutation que l'on peut utiliser pour établir des communications à 3, 4 ou 5 circuits sans beaucoup augmenter la distance. En utilisant les indicatifs spéciaux, nous pouvons acheminer dans les conditions ci-après un appel normal entre Montréal et Vancouver :

1. Montréal-Vancouver en direct, sans débordement
2. Une commutation à Regina (2 circuits)
3. Commutations à Regina et Winnipeg (3 circuits)
4. Commutations à Regina, Winnipeg et Toronto (4 circuits)
5. Commutations à Calgary, Regina, Winnipeg et Toronto (5 circuits).
6. On peut également choisir d'autres trajets moins directs et plus longs comportant 6 et 7 circuits.

Il convient de noter que, dans chaque cas indiqué ci-dessus, on utilise des circuits normaux, n'ayant subi aucune préparation spéciale. La seule caractéristique particulière est une transformation effectuée dans le traducteur de chaque organe de commutation, pour pouvoir utiliser les indicatifs spéciaux.

Dans cette description succincte d'un programme d'essais, on a surtout mis l'accent sur l'évaluation des réactions de l'abonné vis-à-vis du service fourni au moyen de communications à plusieurs circuits, établies en service semi-automatique. Il est bien évident que l'on pourrait

inclure dans le programme des facteurs supplémentaires portant sur les réactions de l'abonné vis-à-vis du service automatique, par opposition au service semi-automatique. Nous pensons en l'occurrence au délai d'attente après numérotation, aux probabilités de blocage, au délai d'attente du signal de réponse et aux erreurs de commutation, les uns et les autres pouvant être mesurés et enregistrés par l'opératrice chargée d'établir la communication. L'analyse de ces facteurs supplémentaires, jointe à celle des réactions de l'abonné, permettrait de se rapprocher des conditions du service automatique.

## ANNEXE 3

(à la Question 2/XII)

**Accroissement de la qualité de transmission avec la durée d'une conversation téléphonique**

(Contribution de l'Administration tchécoslovaque)

Lors de nos mesures de la qualité de transmission téléphonique dans les réseaux locaux, nous avons constaté à maintes reprises une diminution du taux de répétition avec l'accroissement du temps d'occurrence des répétitions au cours de la conversation et avec l'accroissement de la durée de celle-ci. Le diagramme donné à la figure 1 montre, à titre d'exemple, une rela-

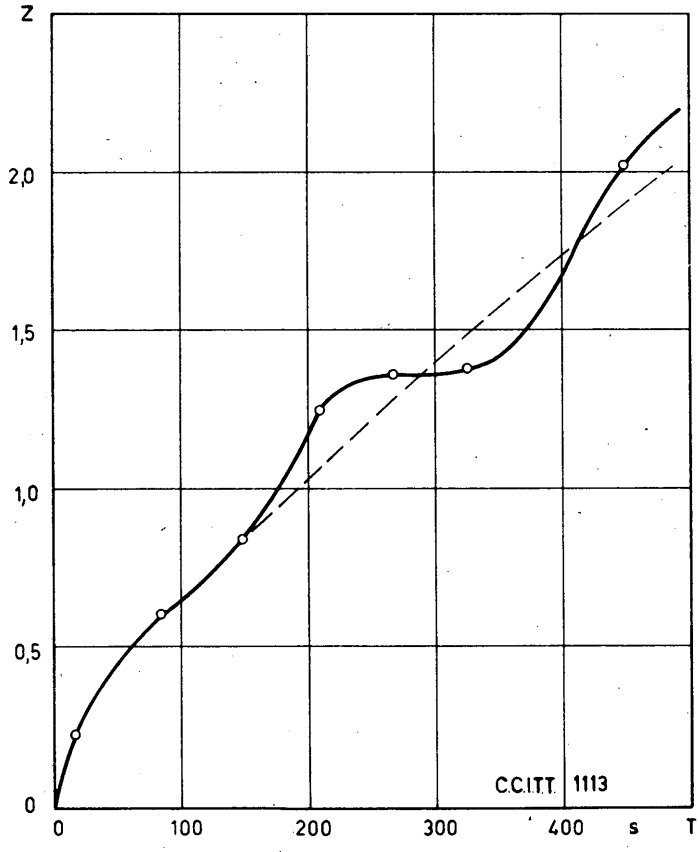



FIGURE 1. — **Relation entre le nombre moyen total des répétitions *Z* et la durée de la conversation téléphonique *T***

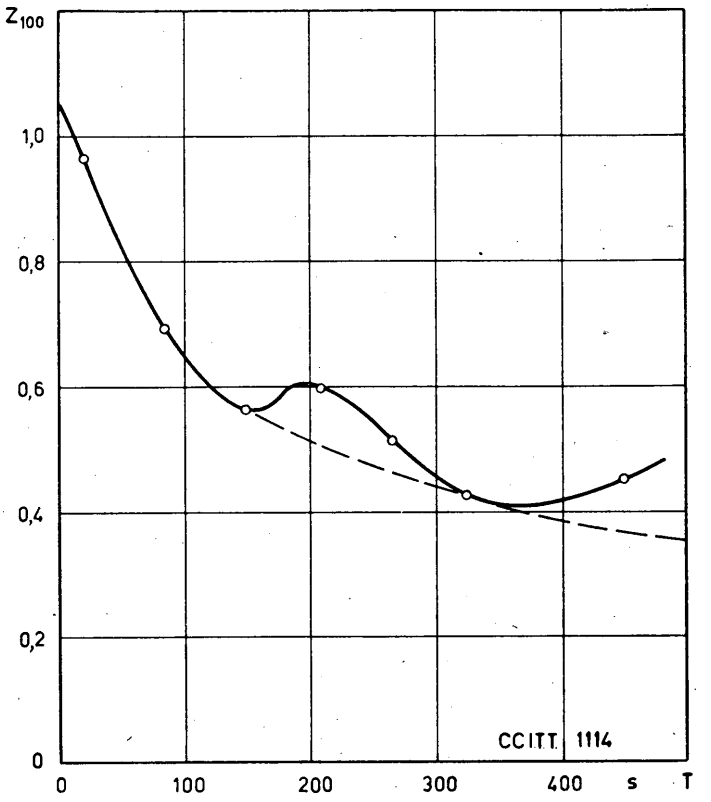



FIGURE 2. — **Relation entre le taux de répétition moyen $z_{100}$ et la durée de la conversation téléphonique $T$**

tion typique entre le nombre moyen total des répétitions $Z$ et la durée de la conversation téléphonique $T$ durant laquelle ces répétitions ont été observées. On donne à la figure 2 une courbe montrant comment le taux moyen de répétition $z_{100}$ dans une unité de temps de 100 secondes dépend de la durée de la conversation téléphonique $T$, et, finalement, le diagramme donné en figure 3 illustre l'interdépendance de la densité du taux de répétition $\xi_{100}$ et le temps $t$ d'occurrence des répétitions au cours de la conversation téléphonique.

Les valeurs $Z$, $z_{100}$ et $\xi_{100}$ sont reliées par les équations suivantes :

$$z_{100} = 100\frac{Z}{T}$$

$$\xi_{100} = 100\frac{\mathrm{d}Z}{\mathrm{d}t}$$

Les diagrammes donnés aux figures 1 à 3 ont été obtenus à l'aide de mesures faites dans un réseau téléphonique local comprenant environ 400 postes principaux d'abonné et 800 postes supplémentaires, reliés à un central automatique. Le temps de mesure total s'est élevé à environ 130 000 secondes, en sorte que chaque point des diagrammes n$^{os}$ 1 et 2 a été obtenu par une mesure faite sur 18 500 secondes en moyenne.

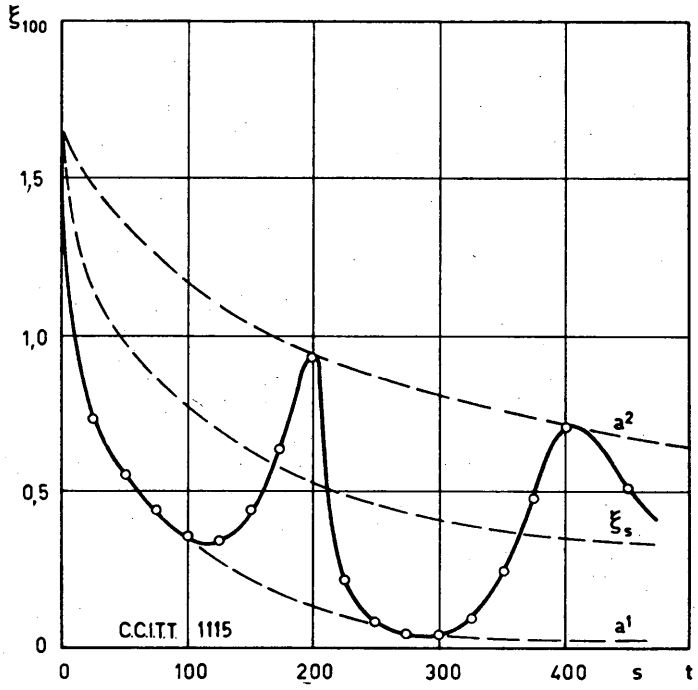



FIGURE 3. — **Relation entre la densité du taux de répétition $\xi_{100}$ et le temps d'occurrence $t$ au cours de la conversation téléphonique**

La décroissance du taux de répétition avec l'accroissement de la durée de la conversation téléphonique et avec l'accroissement du temps d'occurrence des répétitions indique une augmentation progressive de la redondance en cours de conversation, ce qui peut s'expliquer par le retrécissement du sujet de la conversation, à la fois dans sa conception et dans son thème, après la phase initiale au cours de laquelle ce sujet a été plus ou moins nettement défini.

Le diagramme donné en figure 3 montre des maxima caractéristiques, adjacents à 200 et 400 secondes, dont le temps d'occurrence correspond approximativement à la période moyenne de tassement du microphone à charbon. Ainsi, dans une certaine mesure tout au moins, les maxima peuvent être expliqués comme dus à une augmentation sensible de l'équivalent de référence de la voie de transmission résultant du tassement du charbon du microphone.

La forme de la courbe donnée à la figure 3 pourrait éventuellement résulter du fait que l'équivalent de référence du microphone à charbon s'améliore temporairement si l'on frappe à petits coups sur le combiné ou si on le secoue — ce qui est d'ailleurs une réaction habituelle de la part de l'abonné en présence d'une dégradation marquée de la qualité de transmission téléphonique. Il en résulte que la densité du taux de répétition décroît de nouveau jusqu'à ce qu'un nouveau tassement du microphone se produise — lequel à son tour entraîne une nouvelle augmentation de la densité du taux de répétition, et, en conséquence, une répétition plus ou moins exacte du cycle complet décrit ci-dessus.

La zone des densités de taux de répétition, donnée par les enveloppes $a_1$, $a_2$ de la courbe réelle, ainsi que la valeur moyenne $\xi_s$ montrent une diminution très nette avec l'accroissement de la coordonnée temps.

## ANNEXE 4

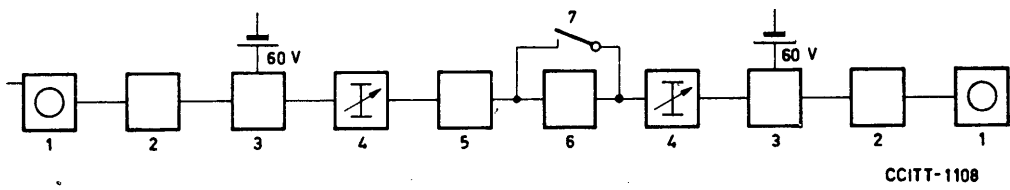
(à la Question 2/XII)

**Variation de la qualité des conversations téléphoniques au cours de leur durée, lorsque la bande transmise est variable avec le temps**

(Contribution de l'Administration tchécoslovaque)

Dans les laboratoires de l'Administration tchécoslovaque des télécommunications, on a effectué des essais concernant l'influence de la limitation — dans le temps — de la bande de fréquences d'une voie de transmission sur la qualité de la conversation téléphonique en cours.

La qualité des conversations téléphoniques dans les conditions du service, évaluée par la méthode du taux de répétitions, a démontré (voir une autre contribution tchécoslovaque) qu'après le début d'une conversation, lorsque le thème de la conversation a été fixé, le taux de répétitions baisse très vite, ce que l'on peut expliquer par la redondance toujours croissante de l'information dans la conversation. Ce fait peut être exploité pour réduire la bande de fréquences de la voie de transmission un certain temps après le début de la conversation, mais de telle sorte que la qualité des conversations téléphoniques ne soit pas sensiblement réduite. La bande de fréquences, ainsi épargnée, pourrait être utilisée pour la constitution de nouvelles voies temporaires pour la télégraphie ou pour la transmission de données.




1 Poste téléphonique
2 Ligne d'abonné
3 Pont d'alimentation microphonique
4 Affaiblisseur variable
5 Filtre passe-bas 0-4 kHz
6 Filtre passe-bas 0-2,3 kHz
7 Mise hors circuit du filtre

FIGURE 1. — **Le modèle d'une communication téléphonique**

La recherche portant sur la variation de la qualité d'une conversation téléphonique fut réalisée sur une maquette d'une communication téléphonique (voir la figure 1), en se servant de la méthode des opinions des abonnés typiques au téléphone — d'après la méthode recommandée par le C.C.I.T.T.

La maquette contenait des appareils téléphoniques automatiques de construction moderne, des lignes d'abonné en câble, représentées par des lignes artificielles, chacune ayant une longueur de 5 km et des fils de cuivre de 0,5 mm de diamètre; elle comportait aussi des éléments permettant de régler l'affaiblissement de la ligne. La bande de conversation était limitée à 4 kHz. Dans cette liaison, on insérait — 30 secondes ou une minute après le début de la conversation et pour le reste de toute la durée de la conversation — un filtre passe-bas à fréquence limite de 2300 Hz. (Ledit filtre passe-bas est caractérisé par un affaiblissement de 1,051 dB dans la bande passante, et un affaiblissement de 52,12 dB à partir de la fréquence de 2400 Hz.) L'équipe de mesure fut couramment examinée par des méthodes audiométriques et instruite sur les essais à cinq degrés exprimés par les notes 0 à 4 (B, P, F, G, E); elle comprenait des hommes aussi bien que des femmes, d'un âge de 18 à 25 ans, avec un nombre total de 40 per-

sonnes. La conversation sur un thème libre, avec la dynamique naturelle de la parole, durait 3 minutes. Le nombre des mesures était : $20 \times 5 \times 3 = 300$ mesures.

Les résultats des expériences sont exprimés sous forme de graphique dans les figures 2, 3 et 4.

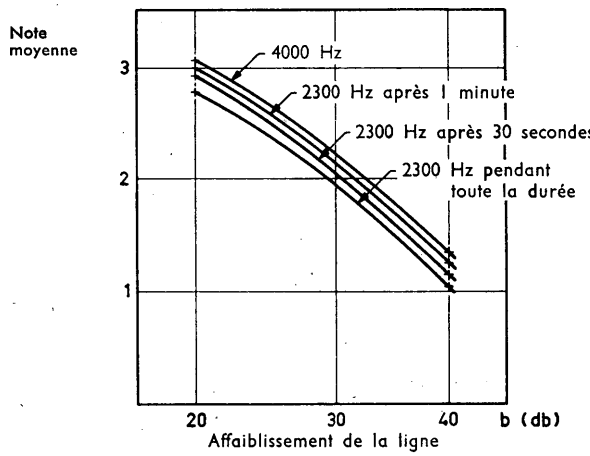



FIGURE 2. — **Variation de la note moyenne en fonction de l'affaiblissement de la ligne**

*Remarque.* — La fréquence limite du filtre passe-bas et le temps d'insertion du filtre servent de paramètre des courbes.

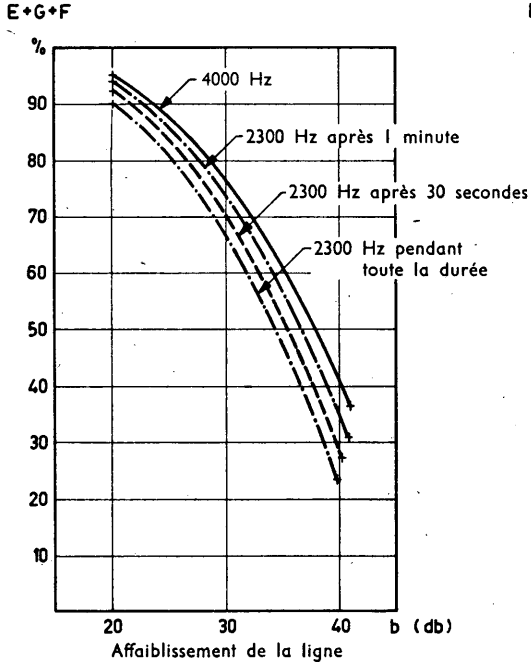



FIGURE 3. — **Pourcentage d'usagers « satisfaits » E + G + F en fonction de l'affaiblissement de la ligne**

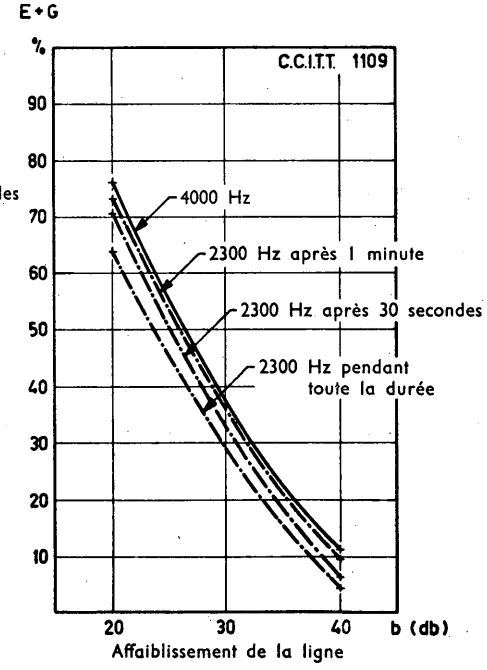



FIGURE 4. — **Pourcentage d'usagers « satisfaits » E + G en fonction de l'affaiblissement de la ligne**

*Conclusion*

On a vérifié les considérations théoriques en vue de la constitution de voies supplémentaires temporaires pendant la durée d'une conversation stéréophonique. Nous supposons que des différences plus petites dans la qualité de la transmission, en fonction du temps d'insertion du filtre passe-bas de 2300 Hz, pourraient être obtenues pour une incertitude plus grande des thèmes de conversation — avec une redondance initiale de la conversation relativement réduite.

## Question 3/XII — Asymétrie entre les deux sens de transmission

*(question nouvelle)*

*Etant admis* que les dispositions de l'Avis P.11, dans sa forme actuelle, sont satisfaites et

*vu* que divers facteurs physiques et certaines pratiques de planification peuvent entraîner des différences excédant 10 dB entre les équivalents de référence globaux correspondant aux deux sens de transmission,

a) Les asymétries résultantes sont-elles importantes du point de vue des abonnés qui utilisent de telles communications ?

b) Si la réponse à la partie a est affirmative, quelle sorte de recommandation pourrait-on formuler pour limiter cette asymétrie ?

*Remarque.*— La réponse à cette question doit être transmise à la Commission XVI pour lui permettre d'étudier la Question 5/XVI.

## Question 4/XII — Effet de bruits de circuit sur la qualité de transmission

*(suite de la Question 4/XII étudiée en 1964-1968)*

Quelles sont les familles de courbes donnant la réduction de qualité de transmission due au bruit de circuit en fonction de l'indication du psophomètre normalisé par le C.C.I.T.T. et pour différentes valeurs de l'équivalent de la chaîne des circuits internationaux et interurbains utilisés ?

*Remarque 1.*— Il conviendrait de poursuivre l'étude, notamment celle des points suivants :

a) Recherche d'une méthode simple pour permettre de calculer, à partir des résultats obtenus avec un certain type de poste téléphonique, les résultats qu'on obtiendrait avec un poste d'efficacité différente. On signale à ce propos l'article de F. MARKMAN publié dans le n° 2, année 1960, de la revue *Ericsson Technics*. Il serait désirable que les administrations qui proposeraient une telle méthode effectuent des essais afin d'en vérifier la validité.

b) Les administrations qui ont effectué des essais d'opinion sont priées d'indiquer les valeurs du volume des sons vocaux mesurées au cours de ces essais, si elles ont effectué de telles mesures.

*Remarque 2.*— La méthode employée par l'Administration du Royaume-Uni est décrite dans l'article suivant : D. L. RICHARDS : Transmission performance assessment for telephone network planning. *I.E.E. Proceedings*, pages 931-940, mai 1964.

## Question 5/XII — Spécification de sonomètres

*(question nouvelle)*

Les sonomètres qui font l'objet des publications 123 et 179 de la C.E.I. sont-ils satisfaisants au point de vue du C.C.I.T.T. ?

Dans la négative, le C.C.I.T.T. doit-il étudier une nouvelle spécification ?

*Remarque.*— Le C.C.I.T.T. a déjà émis à ce sujet l'Avis P.54.

## Question 6/XII — Tolérance des abonnés aux échos et au temps de propagation

*(suite de la Question 6/XII étudiée en 1964-1968)*

a) D'après les résultats d'essais d'opinion, quelle est la courbe moyenne indiquant la tolérance des abonnés aux échos, en cas d'emploi de postes téléphoniques de types modernes et quel est l'écart type des variations de cette tolérance, pour des abonnés considérés individuellement, par rapport à cette courbe moyenne ?

b) Pour l'emploi de la courbe de tolérance aux échos, comment doit-on calculer l'affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho, à partir de la courbe de variation de l'affaiblissement d'équilibrage en fonction de la fréquence, de façon à obtenir une mesure de l'affaiblissement de l'écho qui corresponde à l'effet subjectif produit par cet écho ?

c) Quelle est la valeur maximale du temps de propagation pour laquelle des suppresseurs d'écho répondant aux spécifications énoncées dans l'ancien Avis G.161 (tome III du *Livre Bleu*) donneraient satisfaction ? Pour l'étude de cette question, il conviendra d'envisager les effets de tous les facteurs pertinents qui peuvent intervenir, par exemple les affaiblissements de transmission, les affaiblissements d'équilibrage, les niveaux de bruit de circuit et les types de postes et de lignes d'abonné.

d) Quel est l'effet des facteurs suivants sur la qualité de transmission pour des communications téléphoniques présentant des temps de propagation de 150 ms ou plus ?

1) Présence de plusieurs circuits interconnectés comportant chacun une paire distincte de suppresseurs d'écho. Des renseignements sont en particulier nécessaires pour les cas où il y a trois circuits de ce genre ou davantage, l'attention se portant sur les cas précis définis par la Commission d'études XVI dans l'annexe 1 ci-après.

2) Interaction entre le retard aux extrémités et l'affaiblissement d'équilibrage. Cette interaction devrait être étudiée en coopération avec les Commissions d'études XII et XV pour une gamme de valeurs comportant le retard aller-retour de 36 ms aux extrémités.

3) Effets exercés par l'asymétrie des niveaux des courants vocaux dans les deux sens de transmission pour les suppresseurs d'écho.

4) Affaiblissements d'équilibrage de valeurs plus élevées que permettent d'atteindre des techniques spéciales [1].

5) Présence de suppresseurs d'écho de types différents aux deux extrémités du circuit international. Il va de soi que les deux types doivent être conformes à la spécification élaborée par la Commission d'études XV.

*Remarque.*— L'annexe 2 ci-après indique l'état de cette Question en 1968.

---

[1] De telles techniques sont décrites dans les articles suivants :

BECKER, F. K. et RUDIN, H. R. : B.S.T.J. Brief — Application of automatic transversal filters to the problem of echo suppression; *B.S.T.J.*, décembre 1966, volume XLV, n° 10, page 1847.

SONDHI, M. M. : An adaptive echo canceller; *B.S.T.J.*, mars 1967, volume XLVI, n° 3, page 497.

THIES, A. W. et ZMOOD, R. B. : New ways of echo suppression; *Australian Telecommunication Research*, novembre 1967, volume 1, n$^{os}$ 1 et 2, page 14.

ANNEXE 1

(à la Question 6/XII)

**Etudes à poursuivre dans le cadre du point d.1 de la Question 6/XII**

(Extrait du rapport de la Réunion de la Commission XVI en juin 1966)

La Commission XVI a défini, dans les figures 1, 2 a et 2 b, diverses dispositions de circuits et suppresseurs d'écho qui pourront se rencontrer en service réel et qui semblent susceptibles de créer des difficultés.

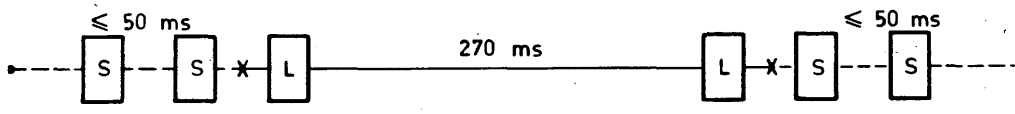



Figure 1

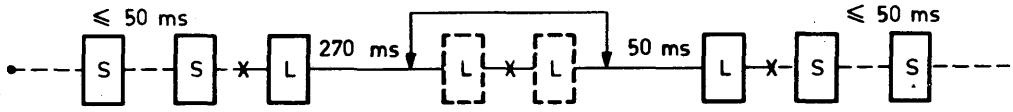
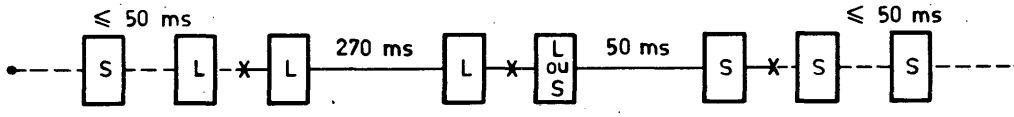



Figure 2a




C.C.I.T.T. 2371

Figure 2b

Légende

Circuit international

Circuit national

(temps de propagation dans un sens en ms)

X Point de commutation

S L Demi-suppresseur d'écho

Deux demi-suppresseurs d'écho éliminés par commutation

Dans ces figures :

*L* est un demi-suppresseur d'écho conçu pour fonctionner avec de longs temps de propagation, tels que celui que l'on peut rencontrer sur un circuit par satellite à haute altitude, par exemple le type américain 3A.

*S* est un demi-suppresseur d'écho satisfaisant à la spécification du C.C.I.T.T. en vigueur en 1966 (*Livre Bleu*, tome III, Avis G.161), ou un demi-suppresseur d'écho moderne, pour temps de propagation modérés, par exemple le type simplifié déduit du type 3A.

*Remarque 1.*— Dans un réseau national, on peut remplacer deux demi-suppresseurs d'écho par un suppresseur d'écho complet.

*Remarque 2.*— On devrait admettre que, sur chaque circuit, l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission est au moins égal à 5 Np ou 43 dB, conformément à l'Avis G.151.D.b.2 du C.C.I.T.T.

Il est demandé aux administrations, dans leurs nouvelles contributions à l'étude du point d.1 de la Question 6/XII, d'étudier la qualité de communications présentant des dispositions et en particulier le fonctionnement des suppresseurs d'écho de divers types qui s'y trouveraient associés.

## ANNEXE 2

(à la Question 6/XII)

**Réponse de la Commission d'études XII, en septembre 1968, à la Question 6/XII**

*Partie a*

Cette partie de la question doit rester à l'étude; pour le moment la Commission XII n'a rien à ajouter aux annexes 1 et 2 au libellé de cette question figurant dans le tome V *bis* du *Livre Rouge* (pages 153 à 158).

*Partie b*

La Commission XII signale à la Commission XVI que, pour l'application de l'Avis G.122.B et des calculs décrits dans l'annexe 2 du tome III du *Livre Bleu*, on peut provisoirement calculer l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho comme correspondant à la moyenne non pondérée des rapports de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz. Il revient au même de prendre le quart de la somme des rapports de puissance aux fréquences suivantes, avec la pondération indiquée :

500 — poids = $\frac{1}{2}$
1000 — poids = 1
1500 — poids = 1
2000 — poids = 1
2500 — poids = $\frac{1}{2}$

L'annexe 3 au libellé de la Question 6/XII dans le tome V *bis* du *Livre Rouge* (pages 158 à 162) décrit une autre méthode de calcul dont les résultats ont été également comparés à ceux d'essais subjectifs; on invite les administrations à faire des mesures et des calculs comparatifs pour permettre à la Commission XII de recommander finalement une seule méthode.

*Partie c*

La Commission XII estime que, pour des temps de propagation ne dépassant pas 50 ms dans un sens, on peut employer sans modification les suppresseurs d'écho existants qui répondent aux caractéristiques de l'Avis G.161.B du tome III du *Livre Bleu*.

Pour des temps de propagation allant de 50 à 150 ms on peut encore employer ces suppresseurs d'écho existants à condition de modifier leur montage, notamment en augmentant la sensibilité et l'affaiblissement de blocage.

Au-delà de 150 ms, on devra toujours employer les suppresseurs d'écho conformes à la nouvelle spécification formulée par la Commission XV (Avis G.161, tome III du *Livre Blanc*). La Commission XII a noté que, d'après l'orientation prise par les travaux de la Commission XV, ces suppresseurs d'écho pour temps de propagation élevés pourront aussi être utilisés pour des temps de propagation modérés.

*Partie d*[1]

1. *Présence de plusieurs circuits munis de suppresseurs d'écho*

Des essais ont été faits par la Telephone Association of Canada [1], l'Administration du Royaume-Uni [3] et l'A. T. & T. Co [4] au cours desquels deux circuits ont été reliés en tandem, chaque circuit ayant une paire particulière de suppresseurs d'écho.

Au cours de chacun de ces essais, le temps de propagation correspondant à l'un des circuits a été porté à la valeur du temps de propagation d'un circuit par satellite synchrone et ces circuits ont été munis de suppresseurs d'écho appropriés pour cette condition. Le temps de propagation sur le deuxième circuit avait une valeur relativement faible (pouvant atteindre 30 ms) et, dans tous les cas, ce circuit était muni de suppresseurs d'écho conçus pour ces temps de propagation. Dans ces conditions, on n'a pas observé de diminution statistiquement notable de la qualité en plus de celle qui pouvait résulter de la longueur du temps de propagation.

Il n'a pas été fourni de renseignements sur un nombre de circuits interconnectés égal ou supérieur à trois et qui auraient comporté chacun des suppresseurs d'écho.

2. *Retard aux extrémités*

La spécification concernant un nouveau suppresseur d'écho formulée par la Commission d'études XV prévoit des retards aux extrémités pouvant atteindre 25 ms et un affaiblissement d'équilibrage d'une valeur aussi basse que 0 dB.

Si ces deux paramètres sont nettement moins favorables dans un cas particulier, il en résulte une diminution de la qualité.

On peut établir une compensation entre le retard aux extrémités et l'affaiblissement d'équilibrage, une valeur moins favorable de l'un étant acceptable si l'autre est améliorée en conséquence. Il convient de fixer les valeurs numériques qui définissent ce rapport avec l'aide de la Commission d'études XV, particulièrement pour un retard aller-retour en extrémité de 36 ms qui intéresse la Commission d'études XVI.

3. *Affaiblissement des circuits de prolongement*

Des études avec fixation du niveau des courants vocaux ou avec fixation de l'affaiblissement [2] montrent que la diminution de la qualité est aggravée par l'asymétrie de ces paramètres.

Il est nécessaire de recueillir de nouveaux renseignements à cet égard et de couvrir à cet effet une gamme pratique de volumes des courants vocaux en provenance de chaque extrémité. Une contribution du Royaume-Uni [5] décrit une méthode dont l'application devrait être envisagée pour ces recherches.

4. *Affaiblissement d'équilibrage*

Le rapport entre le retard aux extrémités et l'affaiblissement d'équilibrage a été étudié sous le point 2. On peut ajouter qu'un affaiblissement d'équilibrage plus important pourrait permettre d'envisager une méthode plus efficace de lutte contre l'écho. Des méthodes appro-

[1] Les points 1 à 6 correspondent à l'ancien libellé de cette partie (*Livre Rouge*, tome V *bis*, page 153)

priées sont étudiées par un certain nombre d'administrations; ces dernières sont invitées à fournir de plus amples renseignements à ce sujet.

5. *Bruit de circuit*

La spécification relative aux nouveaux suppresseurs d'écho formulée par la Commission d'études XV doit assurer un fonctionnement satisfaisant pour les niveaux de bruit susceptibles d'être rencontrés sur les circuits internationaux constitués conformément aux Avis du C.C.I.T.T.

6. *Suppresseurs d'écho de types différents*

Les essais conjoints effectués par l'Administration du Royaume-Uni [3] et par l'A. T. & T. Co. [4] ont montré que des suppresseurs d'écho conçus séparément pour des circuits à temps de propagation élevés peuvent être appliqués aux deux extrémités d'un circuit international et donner des résultats qui ne diffèrent pas fondamentalement de ceux que l'on obtient avec des suppresseurs du même type.

L'objectif des travaux de la Commission d'études XV était tel qu'il assure la compatibilité des nouveaux suppresseurs d'écho. Il est souhaitable que l'on mette au point des méthodes permettant de mesurer la valeur de combinaisons de suppresseurs d'écho dans des conditions de laboratoire afin de vérifier si cet objectif est bien réalisé.

Des contributions de la Commission d'études XII [5], [6], décrivent deux moyens spécialement étudiés pour ces mesures.

7. *(Point supplémentaire)*

Le Groupe de travail n'a rien à ajouter aux conclusions antérieures selon lesquelles l'expérience acquise par les usagers des circuits par satellite n'a aucun effet statistiquement notable sur la façon dont ils évaluent la qualité d'un circuit par satellite qu'ils sont en train d'utiliser, ce qui est dit au dernier paragraphe de la page 5 du document COM XII — n° 39 (1964-1968) et qui est confirmé par les indications données dans les références [3] et [4].

RÉFÉRENCES

[1] Supplément n° 1 du tome V du *Livre Blanc* (Tel. Assoc. of Canada)

[2] Supplément n° 2 du tome V du *Livre Blanc* (K. D. D., Japon)

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

ou RICHARDS, D. L.: Transmission performance of telephone circuits having long propagation times; *HET PTT Bedrijf* (édition anglaise), Volume XV, p. 12, mai 1967.

[4] HELDER G. K.: Customer evaluation of telephone circuits with delay, *B.S.T.J.* 45, septembre 1966, pp. 1157-1191.

ou KARLIN, J. E.: Measuring the acceptability of long delay transmission used during the "Early Bird" transatlantic tests in 1965; *Het PTT-Bedrijf* (édition anglaise), mai 1967.

[5] COM XII — n° 113 (COM XV — n° 149), annexe 3 (Royaume-Uni)

[6] COM XII — n° 52 (COM XV — n° 93), annexe 6 (A. T. & T. Co.)

## Question 7/XII — Détermination de la qualité de transmission à partir de mesures objectives

*(suite de la Question 7/XII, étudiée en 1964-1968)*

a) Quel critère doit-on adopter pour déterminer si divers systèmes ont une qualité de transmission égale ?

b) Quelle méthode pratique basée sur des mesures objectives, doit-on spécifier pour la détermination de la qualité de transmission des systèmes téléphoniques locaux ?

*Remarque 1.*— L'annexe ci-après donne des directives sur la méthode à suivre pour l'étude de cette question.

*Remarque 2.*— On signale l'importance que présente l'emploi de méthodes appropriées pour établir les plans des expériences et pour analyser les résultats obtenus.

*Remarque 3.*— Les problèmes liés aux méthodes d'évaluation des indices basés sur la force des sons font l'objet de la Question 15/XII en sorte que la Question 7/XII doit être limitée à l'étude de méthodes autres que celles fondées sur les indices basés sur la force des sons. On signale également la Question 2/XII.

### ANNEXE

(à la Question 7/XII)

**Directives pour l'étude de la Question 7/XII**

*Partie a*

La condition primordiale à exiger d'une méthode de mesure de la qualité d'une liaison téléphonique est qu'elle donne des résultats conformes à l'expérience d'un usager quelconque qui se sert du téléphone dans le cours ordinaire de ses affaires; une autre condition à demander à cette méthode est qu'elle soit simple et pratique.

Les méthodes d'essais subjectifs actuellement recommandées ou étudiées par le C.C.I.T.T. sont basées sur les critères suivants :

a.1 *Comparaison du volume des sons vocaux*

La seule méthode de ce type recommandée par le C.C.I.T.T. est celle des équivalents de référence; elle ne satisfait peut-être pas aussi bien qu'il le serait désirable à la première condition exprimée ci-dessus. La possibilité d'améliorer cette méthode sera étudiée dans le cadre de la Question 15/XII.

a.2 *Méthode des A.E.N.*

Cette méthode n'est plus la base des recommandations internationales, parce qu'elle n'est pas assez sensible dans le cas de postes modernes. Toutefois, on fait encore des essais de netteté pour étudier certains cas particuliers (voir Question 21/XII).

a.3 *Essais d'opinion*

Cette méthode, sans faire l'objet d'un avis du C.C.I.T.T., a déjà été employée pour étudier l'effet du bruit de circuit et de compresseurs-extenseurs (voir les annexes B et D du tome V *bis* du *Livre Rouge*) et la Commission d'études XII a conseillé son emploi, ou certaines administrations l'ont employée, dans des études en cours (Questions 6.a, 13 et 21/XII).

a.4 Méthodes d'évaluation en service de la qualité, envisagées dans la Question 2/XII, par exemple observations faites par des tiers ou interrogatoires, avec comme critères les répétitions, les difficultés signalées, etc. Certaines de ces méthodes ont déjà été employées pour l'étude

de la Question 6/XII (voir la documentation citée dans l'Avis P.14). Des méthodes de ce type sont également décrites dans les annexes à la Question 2/XII.

*Partie b*

On a cherché à mettre au point des méthodes de mesure objective donnant les mêmes résultats que certaines des méthodes énumérées en a; pour cela il faut établir d'une part une théorie pour relier les résultats de mesure au facteur subjectif pris comme critère, d'autre part des procédés pratiques pour la mesure correcte des grandeurs physiques considérées. On ne peut pas espérer une solution générale sur ce dernier point avant d'avoir répondu aux Questions 12 et 8/XII.

Il existe aussi des méthodes générales de mesure objective de la qualité de transmission, qui ne sont pas liées à l'une des méthodes d'essais subjectifs existantes.

On expose ci-après l'état actuel des travaux sur les méthodes de mesure objective de la qualité de transmission, en suivant, dans la mesure du possible, l'ordre des paragraphes de la partie a.

b.1 *Méthodes basées sur la force des sons*

b.1.1 La théorie des « équivalents de référence objectifs » est connue depuis longtemps ([1], [2]). On cherche à établir, sur le plan international, une relation entre les résultats mesurés, objectivement et subjectivement, sur divers types de postes (Question 15/XII).

b.1.2 On peut aussi chercher à établir, sur la base de la force des sons, une méthode absolue comparable au calcul des affaiblissements pour les lignes. De telles méthodes sont exposées dans [3], [10] et l'annexe 6 à la Question 15/XII; on pourrait s'en inspirer pour établir des méthodes analogues applicables au cas b.2.

b.2 *Méthodes basées sur la netteté ou le flux d'information*

b.2.1 Il existe plusieurs théories, à peu près équivalentes, pour le calcul de la netteté ([5] à [8]). Les constantes des formules théoriques ont été déduites des essais de netteté, ce qui conduit en pratique à des méthodes « sur mesure » applicables chacune à un type de poste téléphonique. Des méthodes de mesure de la netteté, déduites de ces théories, ont été décrites dans [10] et [11].

b.2.2 Au lieu de chercher à calculer la netteté pour les logatomes ou pour les sons, on peut chercher à évaluer l'information transportée par des éléments de la parole. Une méthode de mesure objective basée sur ce principe est décrite dans la contribution COM XII — n° 87 (période 1964-1968).

b.2.3 La méthode décrite dans [12] peut être considérée comme une méthode absolue, puisqu'elle vise à calculer l'information transmise, à partir des résultats de mesures objectives. Bien que cette théorie s'applique à une voie de transmission unilatérale, on a trouvé qu'elle donnait des résultats en corrélation avec ceux d'essais d'opinion pour un type de poste pour lequel on disposait de mesures effectuées en relation avec une théorie du type b.2.1. On ne pourra pas s'affranchir de cette limitation avant d'avoir répondu aux Questions 12 et 8/XII.

L'Administration britannique a mis au point une méthode de mesure objective sur les lignes et sur le montage électrique d'un poste qui, pour un type donné de microphone et de récepteur, donne des résultats en corrélation avec les mesures d'A.E.N. et des essais d'opinion [13]. On peut montrer que la pondération des diverses fréquences employée dans cette méthode est voisine de celle qui a été calculée dans [12].

b.3 Il semble très difficile d'imaginer une méthode de mesure objective basée sur le principe des essais d'opinion, qui sont effectués dans des conversations bilatérales et tiennent compte des réactions mutuelles des deux personnes qui échangent une conversation.

b.4 Les considérations indiquées en b.3 s'appliquent aussi aux méthodes d'essais subjectifs mentionnées en a.4.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] BRAUN, K. : Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus der Restdämpfungskurve (Frequenzkurve) eines Übertragungssystems; *T.F.T.*, volume 28, pages 311-318, août 1939.

[2] BRAUN, K. : Theoretische und experimentelle Untersuchung der Bezugsdämpfung und der Lautstärke; *T.F.T.*, Volume 29, pages 31-37, nº 2, 1940.

[3] BLYE, P. W., COOLIDGE, O. H. et HUNTLEY, H. R. : Un plan revisé de spécification de la qualité de transmission téléphonique; *B.S.T.J.*, volume 34, pages 453-472, mai 1955 (reproduit dans le *Livre Rouge* du C.C.I.T.T., tome I, pages 636-651 et tome V, pages 607-624).

[4] BRAUN, K. : L'affaiblissement sur images de capsules microphoniques et réceptrices; *N.T.Z.*, 1960 nº 8, pages 365-370 (traduit dans le *Livre Rouge*, tome V *bis*, p. 255-265).

[5] FRENCH, N. R. et STEINBERG, J. C. : Factors governing the intelligibility of speech sounds; *J.A.S.A.*, volume 19, page 89, janvier 1947.

[6] RICHARDS, D. L. et ARCHBOLD, R. B. : Perfectionnements apportés à la méthode de Collard pour le calcul de la netteté; *Livre Rouge*, tome I, pages 681-707, Genève 1956 (traduction d'un article paru dans *P.I.E.E.*, volume 103, partie B, septembre 1956: A development of the Collard principle of articulation calculation).

[7] Contribution de l'Administration italienne à l'étude des méthodes de mesures objectives de l'équivalent de référence et de l'affaiblissement équivalent pour la netteté; *Livre Rouge*, tome I, p. 660-680, Genève, 1956.

[8] FLETCHER, H. et GALT, R. H. : The perception of speech and its relation to telephony; *J.A.S.A.*, volume 22, mars 1950, page 89, (reproduit dans [9], chapitres 15-17).

[9] FLETCHER, H. : *Speech and hearing in communication*; D. Van Nostrand, New York, 1953.

[10] Méthode de tonalité étudiée par l'Administration de l'U.R.S.S. pour la détermination de la netteté; *Livre Rouge*, tome V, pages 516-524.

[11] Méthode d'évaluation de la qualité de transmission, sur la base de mesures objectives, employée par l'Administration suisse; *Livre Rouge*, tome V, pages 496-516.

[12] LALOU, J. : Calcul de la qualité de transmission téléphonique par la théorie de l'information; *Livre Rouge*, tome V *bis*, pages 168-199.

[13] Méthodes employées par l'Administration britannique des téléphones pour évaluer la qualité de transmission de liaisons téléphoniques; *Livre Rouge*, tome V, pages 167-173.

*B.S.T.J.* = Bell System Technical Journal

*J.A.S.A.* = Journal of the Acoustical Society of America

*N.T.Z.* = Nachrichtentechnische Zeitschrift

*P.I.E.E.* = Proceedings of the Institution of Electrical Engineers

*T.F.T.* = Telegraphen-, Fernsprech-, Funk-und Fernseh-Technik

## Question 8/XII — Mesure de l'efficacité d'un microphone ou d'un récepteur

*(suite de la Question 8/XII étudiée en 1964-1968)*

L'allure de la courbe caractérisant l'efficacité (aux diverses fréquences) d'un système émetteur dépend beaucoup de la bouche artificielle employée, mais aussi de la méthode de mesure utilisée.

Egalement l'allure de la courbe caractérisant l'efficacité (aux diverses fréquences) d'un système récepteur dépend de l'oreille artificielle employée, mais aussi de la méthode de mesure utilisée.

Quelles méthodes de mesure doit-on recommander pour tracer ces courbes et quelle précision doit-on recommander pour ces mesures ?

*Remarque 1.*— A titre d'information, l'annexe ci-après indique les principales conditions expérimentales qu'il serait bon de prendre en considération lorsqu'on relève la caractéristique « efficacité-fréquence » d'un système émetteur comprenant un microphone à charbon.

*Remarque 2.*— Les méthodes décrites dans les annexes 27 à 31 (2e partie du tome V du *Livre Rouge*) devraient être appliquées aussi à d'autres systèmes téléphoniques que ceux auxquels elles ont été appliquées.

*Remarque 3.*— Dans le cadre de l'étude de la Question 12/XII, des essais ont été effectués au laboratoire du C.C.I.T.T. avec diverses bouches et oreilles artificielles (voir l'annexe 2 à la Question 12/XII).

*Remarque 4.*— On attire l'attention des administrations sur les documents suivants (période 1964-1968):

COM XII — n° 28 (Australie, Suède) — avec les corrections suivantes au texte anglais: Aux pages 2 et 3, remplacer partout Kc/s par Hz et indiquer comme valeurs de pression : 0,1; 1; 3; etc.

COM XII — n° 76 (Compagnie des téléphones d'Helsinki).

La norme provisoire figurant dans le document n° 269 de l'*I.E.E.E.*, mai 1966, intitulé « Proposed method for measuring transmission performance of telephone sets ».

*Remarque 5.*— On attire l'attention des administrations sur l'importance que présente la durée qui s'écoule entre le traitement préalable du microphone à charbon et le début des mesures. L'expérience de l'A.T.T. à ce sujet est résumée dans le passage suivant de la norme citée dans la remarque 4 (passage reproduit dans COM XII — n° 95, (1964-1968) page 7) :

« 5.2.2 La mesure à l'émission s'effectue de la façon suivante :

. . . . . .

3) faire tourner le microphone dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens opposé en décrivant un arc de 180° (retour à la position de mesure);

4) mesurer le signal de sortie de l'appareil téléphonique pour la valeur spécifiée du niveau de pression acoustique à l'entrée; les mesures peuvent être effectuées dans l'une quelconque des trois conditions suivantes ou dans les trois :

. . . . . .

b) mesures avec balayage lent : les mesures doivent commencer dans les 30 secondes qui suivent le traitement du microphone (voir le paragraphe 5.2.2.3). L'ensemble des mesures ne doit pas durer plus de 4 minutes. Si les résultats sont douteux, on répétera le traitement du microphone et on recommencera l'ensemble des mesures, . . . »

On invite les administrations, dans leurs futures contributions, à indiquer les résultats d'expériences qu'elles ont obtenus en prenant de telles précautions.

## ANNEXE

(à la Question 8/XII)

**Principales conditions expérimentales qu'il serait bon de prendre en considération lorsqu'on relève la caractéristique « efficacité-fréquence » d'un système émetteur comprenant un microphone à charbon**

(Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne)

La distorsion d'affaiblissement du microphone (système émetteur) d'un poste d'abonné (caractéristique « efficacité-fréquence ») est la distorsion de la force électromotrice du poste d'abonné en fonction de la fréquence dans le cas de rayonnement acoustique. Etant donné qu'il s'agit dans le cas présent d'un microphone à charbon, cette distorsion d'affaiblissement est influencée par

1. le champ acoustique (la bouche artificielle),

2. la grandeur de la pression acoustique,

3. la vitesse de l'enregistrement,

4. le traitement préalable du microphone,

5. le système de mesure employé.

1. Afin que des mesures répétées et des mesures effectuées à différents endroits donnent le même résultat, il est nécessaire que le champ acoustique auquel est soumis le microphone ait des caractéristiques connues et exactement définies. Il convient d'avoir un champ acoustique sphérique; une petite dimension de la source sonore et une faible distance du point de mesure sont nécessaires pour cela. On utilise comme source, pour créer le champ acoustique sphérique, une « bouche artificielle ». Une salle avec une forte absorption acoustique n'est pas nécessaire pour effectuer les mesures avec la bouche artificielle, mais il faut éviter que dans le voisinage ne se trouvent des surfaces réverbérant le son. Il est important que la pression acoustique varie en fonction inverse de la distance de la source, et cela pour toutes les fréquences se trouvant dans l'intervalle de mesure et dans un angle de rayonnement d'environ 90°.

La mesure avec une bouche artificielle offre sur la mesure dans le champ acoustique plan l'avantage de reproduire avec une bonne approximation les conditions existant lorsqu'une personne parle, parce que le son rayonné par la bouche humaine forme aussi un champ acoustique sensiblement sphérique.

Pour la mesure, on place le microphone dans le combiné (avec l'embouchure) et on l'introduit dans le champ acoustique de façon que le plan de son diaphragme soit vertical.

2. Etant donné qu'il existe une relation non linéaire entre la force électromotrice d'un microphone à charbon et la pression acoustique, il est nécessaire d'effectuer la mesure à une pression acoustique de 10 baryes, constante pour toutes les fréquences. La bouche artificielle devrait donc être construite de façon à produire la même pression acoustique à toutes les fréquences se trouvant dans l'intervalle de mesure ou bien on doit, en cas de variation de la fréquence, pouvoir effectuer un réglage correspondant de la tension appliquée. Pour mesurer la pression acoustique, on emploie un microphone à condensateur dont les dimensions doivent être très petites, de façon qu'il ne se présente aucune accumulation notable de pression acoustique devant son diaphragme, même aux plus hautes fréquences de mesure. La pression acoustique de 10 baryes correspond à peu près au volume des sons vocaux dans la mesure de l'équivalent de référence effectuée avec le S.F.E.R.T.

3. Afin de permettre de déterminer exactement toutes les résonances et toutes les antirésonances dans la caractéristique efficacité-fréquence, cette dernière devrait être enregistrée avec une variation continue de la fréquence sur un appareil enregistreur ou être rendue visible sur un tube à rayons cathodiques (et éventuellement photographiée). La durée au cours de laquelle toute la bande de fréquences à mesurer est explorée ne doit pas être trop courte, afin qu'il n'en résulte pas de phénomènes transitoires. Elle ne doit pas non plus être trop longue, afin qu'il ne se présente pendant cette période aucune variation de la sensibilité du microphone en fonction du temps.

4. Pour obtenir des résultats de mesure susceptibles d'être reproduits, il est nécessaire de soumettre le microphone à un traitement préalable déterminé. Par ce traitement, on veut obtenir qu'à chaque mesure les grains de charbon constituent dans la chambre à grenaille la même résistance électrique et exercent la même influence sur les électrodes et le diaphragme. La méthode suivante a fait ses preuves :

a) on place la capsule microphonique dans le combiné;

b) on met en circuit les courants d'alimentation;

c) on fait tourner le combiné de 270° trois fois en avant et en arrière à partir de la position de départ (le diaphragme étant vertical), et cela de telle façon que la position

verticale du microphone soit immédiatement suivie de la position horizontale dans laquelle la couche de grenaille de charbon se trouve au-dessous du diaphragme. On doit faire tourner le combiné de façon que seulement une variation du sens de la force de gravitation agisse sur la couche de grenaille de charbon; des accélérations, impulsions et chocs sont à éviter;

d) on met en fonctionnement la source sonore rayonnante. Le réglage de la pression acoustique à la valeur de 10 baryes doit avoir eu lieu avant l'opération a), afin d'éviter que le microphone ne soit soumis à une pression acoustique plus élevée;

e) on fait varier la fréquence de mesure plusieurs fois de la valeur la plus basse à la valeur la plus haute et vice versa;

f) on enregistre la caractéristique « efficacité-fréquence »;

g) on arrête le fonctionnement de la source sonore;

h) on répète les opérations c à g.

Avec l'application de cette méthode, on a constaté qu'il ne se présente en général aucune différence supérieure à 2 dB entre les deux courbes extrêmes.

5. La mesure s'effectue suivant le montage normal de l'installation d'abonné et du central. Normalement un câble d'abonné ne doit pas être intercalé.

## Question 9/XII — Limites appliquées dans les réseaux urbains et interurbains nationaux

*(suite de la Question 9/XII étudiée en 1964-1968)*

*(question documentaire)*

Quelles sont les limites appliquées par votre administration aux réseaux urbains et aux réseaux interurbains de votre pays pour assurer une qualité satisfaisante aux communications nationales, étant entendu que la recommandation du C.C.I.T.T. relative aux équivalents de référence est satisfaite pour les communications internationales ?

*Remarque.*— La documentation déjà recueillie est mentionnée dans l'Avis P.21 et reproduite dans un supplément au tome V du *Livre Blanc.*

## Question 10/XII — Augmentation d'efficacité des systèmes locaux

*(suite de la Question 10/XII, étudiée en 1964-1968)*

*(question documentaire)*

a) Considérant que les développements modernes ont permis d'améliorer considérablement l'efficacité des postes d'abonné et qu'il paraît aisé d'améliorer encore cette efficacité, il est désirable d'examiner les conséquences de ces augmentations d'efficacité et la manière dont on peut en tirer les meilleurs avantages.

Si l'efficacité à l'émission et à la réception des postes d'abonné est augmentée et dépasse les niveaux généralement rencontrés actuellement, quelles en seront les conséquences au point de vue :

1) du comportement de l'abonné;

2) de la qualité des systèmes de transmission ?

b) Quelle est la relation entre le volume des sons vocaux, mesuré en un point approprié d'une communication téléphonique, et l'équivalent de référence à l'émission entre l'abonné qui parle et le point de mesure ?

*Remarque 1.*— Afin d'obtenir une présentation uniforme dans les réponses à cette question, il est recommandé d'exprimer les niveaux vocaux en v.u. La détermination de ces niveaux, ainsi que la loi de distribution statistique que l'on considère comme acceptable actuellement à l'émission, doivent être obtenues à partir de mesures effectuées soit au central urbain, soit au centre international, soit en ces deux points [1].

*Remarque 2.*— Il est désirable d'étudier l'effet produit sur le volume des sons vocaux en service et sur sa distribution statistique quand on donne aux abonnés des postes téléphoniques plus efficaces que ceux auxquels ils ont été habitués. A titre d'information, les caractéristiques de transmission qui risquent d'être affectées par l'introduction de postes d'abonné plus efficaces sont les suivantes :

a) distorsion de non-linéarité et d'intermodulation dans les systèmes de transmission à grand nombre de voies;

b) diaphonie sur les lignes, qu'elles soient en câble ou en fils aériens;

c) gêne par l'effet accru de l'écho;

d) signalisation intempestive;

e) effet local et amorçage d'oscillations par suite du couplage entre le microphone et le récepteur;

f) réduction de la qualité de transmission due au bruit de salle.

*Remarque 3.*— L'annexe 1 ci-après donne des indications sur l'effet que pourrait avoir l'augmentation de l'efficacité des postes téléphoniques d'abonné au point de vue du comportement des abonnés. La section fournie par la Compagnie des téléphones d'Helsinki, dans le supplément au tome V du *Livre Blanc* relatif aux réseaux nationaux, contient des remarques sur l'emploi de postes à régulation automatique.

*Remarque 4.*— L'annexe 2 donne les résultats d'essais effectués par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne.

*Remarque 5.*— L'annexe 3 reproduit la réponse de la Commission XII à cette question en 1967. L'annexe 4 indique les relations qui existent entre les travaux de la Commission XII et ceux de la Commission XVI dans ce domaine.

## ANNEXE 1

(à la Question 10/XII)

### Influence de l'efficacité des postes téléphoniques sur le comportement des abonnés

L'effet, au point de vue du comportement de l'abonné, de l'augmentation de l'efficacité à l'émission et à la réception des postes téléphoniques d'abonné au-delà des valeurs généralement rencontrées peut être examiné sous les deux aspects suivants :

a) l'effet produit par ces augmentations sur le volume des sons vocaux émis en ligne,

b) l'effet sur l'opinion de l'abonné utilisant la liaison.

*Effet sur le volume des sons vocaux*

Les variations du volume des sons vocaux doivent être examinées en tenant compte de l'influence des facteurs suivants :

I. Efficacité du microphone.

II. Efficacité de la voie d'effet local.

*Remarque.*— L'efficacité de la voie d'effet local dépend de l'efficacité du microphone, de l'efficacité du récepteur et aussi de l'affaiblissement du circuit antilocal. Ce dernier dépend de l'équilibreur et de l'impédance de la ligne (donc de sa constitution et de sa longueur).

[1] *Note du Secrétariat.*— Ces mesures seront coordonnées en étudiant la Question 11/C (voir la circulaire C.C.I.T.T. nº 10 du 28 janvier 1969).

III. Intensité des sons vocaux reçus.

*Remarque.*— Cette intensité dépend de l'efficacité à l'émission du poste de l'abonné qui parle, de l'affaiblissement total de la liaison et de l'efficacité à la réception du poste de l'abonné qui écoute.

IV. Bruit de circuit perçu par l'abonné qui écoute.

V. Niveau du bruit de salle, principalement à l'extrémité de la liaison où se trouve l'abonné qui parle.

*Effet sur les opinions des abonnés*

Un effet local excessif, résultant d'une augmentation d'efficacité à l'émission et à la réception, et une augmentation excessive du volume des sons vocaux reçus, affecteront défavorablement les opinions exprimées par les usagers de telles liaisons.

## ANNEXE 2

(à la Question 10/XII)

### Conséquences de l'augmentation de l'efficacité des capsules microphoniques

(Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne)

Pour examiner les conséquences de l'augmentation de l'efficacité des capsules microphoniques, il est recommandé d'employer, dans les postes téléphoniques utilisés pour les essais, des capsules microphoniques ayant des efficacités différentes, sans que les abonnés aient été avisés de l'échange des capsules. Le volume des courants vocaux produits par les abonnés lorsqu'ils parlent peut être déterminé par observation au volumètre. La valeur moyenne statistique obtenue par ces mesures permet d'établir la relation entre le volume et l'efficacité (équivalent de référence à l'émission) de la capsule microphonique.

Le volume des courants vocaux émis par le poste téléphonique équipé des capsules d'essai doit être mesuré aux bornes de la ligne de raccordement du poste téléphonique. Afin de pouvoir échanger les capsules microphoniques sans que l'abonné soit prévenu, on a choisi des postes supplémentaires raccordés au central d'un grand bureau de l'Administration fédérale allemande. Les usagers de ces postes ne s'occupaient pas de technique téléphonique dans leur service.

Ces postes téléphoniques furent équipés de capsules microphoniques ayant des valeurs de l'équivalent de référence comprises entre $-1$ dB et $+9$ dB. Les usagers des postes téléphoniques en question n'échangèrent en général que des conversations à l'intérieur du bâtiment et des conversations interurbaines. Le pourcentage des conversations interurbaines échangées fut de l'ordre de 40 à 60 % (en moyenne environ 55 %). Le pourcentage des conversations locales fut très petit, c'est-à-dire inférieur à 5 %. L'équivalent de référence des communications interurbaines, mesuré avec les capsules microphoniques ayant un équivalent de référence élevé (pire), était inférieur à environ 30 à 35 dB. La différence de volume entre les conversations interurbaines et celles échangées à l'intérieur du bâtiment fut petite ($< 1$ dB). Ce résultat s'explique bien par le fait que les conversations interurbaines furent échangées, elles aussi, avec une intensité acoustique relativement élevée.

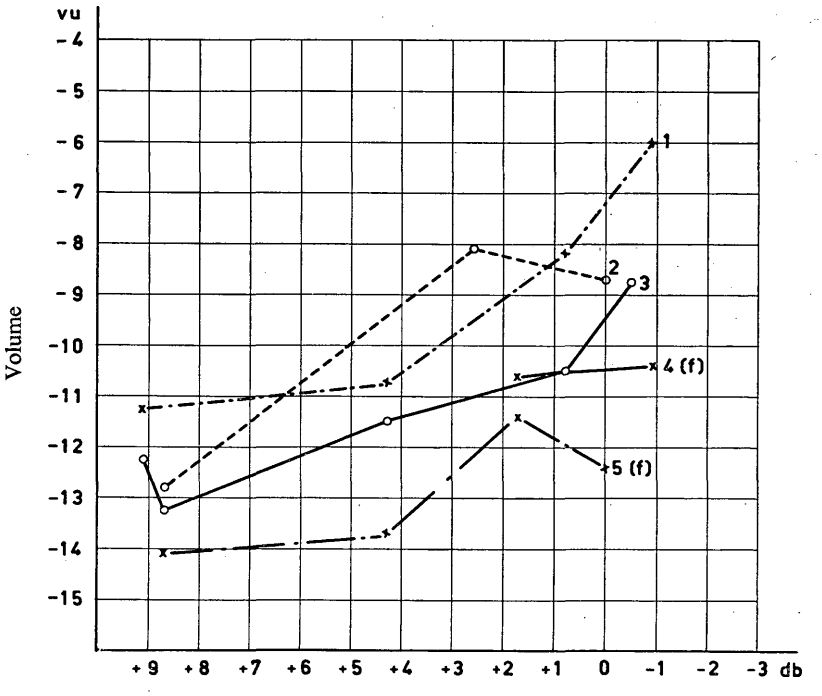
Dans la figure ci-après sont reproduites les valeurs statistiques pour 50 % des résultats de mesure du volume, en fonction de l'équivalent de référence à l'émission pour différents postes téléphoniques. L'équivalent de référence des capsules microphoniques utilisées dans l'équipement des postes téléphoniques est indiqué par un point ou une croix. Les usagers des postes téléphoniques 1, 2 et 3 étaient des hommes et ceux des postes téléphoniques 4(f) et 5(f) des femmes.

L'allure des courbes montre des irrégularités, dont certaines proviennent probablement des différences qui existent entre les fabrications et entre les capsules microphoniques de type

ancien et de type nouveau; on avait employé aussi pour les observations des capsules de type ancien qui étaient déjà en service dans les postes téléphoniques. Malgré cela, l'augmentation du volume en fonction de l'augmentation de l'efficacité (diminution de l'équivalent de référence à l'émission) est très nettement apparente. Dans le cas d'une puissance vocale constante et de caractéristiques de transmission égales des capsules, à l'exception de la sensibilité différente, on pourrait s'attendre à obtenir une droite inclinée à 45°. Les mesures ont montré en général une augmentation plus faible. Celle-ci peut provenir de ce que, dans le cas de capsules plus efficaces, l'usager parle plus bas par suite de l'augmentation de l'effet local ou par suite d'une autre réaction à la réception de la parole de l'abonné éloigné, car dans les communications observées l'intensité sonore à la réception a été en général encore bonne.

Si l'on prend pour tous les sujets masculins qui ont parlé la valeur moyenne du volume pour l'équivalent de référence à l'émission zéro, on trouve −8,3 dB, ce qui correspond bien au volume normal du S.F.E.R.T. (environ −9 dB). La valeur moyenne du volume pour les sujets féminins qui ont parlé est, pour l'équivalent de référence à l'émission zéro, environ 3 dB inférieure à celle des sujets masculins. Pour l'ensemble de toutes les personnes qui ont parlé, le volume normal du S.F.E.R.T. fut obtenu assez exactement.

Les mesures montrent bien clairement que, par suite de l'augmentation de l'efficacité d'environ 10 dB (c'est-à-dire par suite de la réduction de l'équivalent de référence à l'émission) dans le cas de communications relativement bonnes, on ne doit pas s'attendre à une augmentation inadmissible du volume, qui pourrait causer des distorsions dans les systèmes à courants porteurs ou de la diaphonie dans des lignes adjacentes. En ce qui concerne le bruit de salle, on ne doit pas s'attendre non plus à une réduction de la qualité de transmission, parce que le bruit de salle produit par l'échange de conversations téléphoniques dans des salles où se trouvent plusieurs postes téléphoniques est diminué du fait que l'abonné parle moins fort s'il dispose de capsules microphoniques efficaces.




**Relation entre le volume de sortie et l'équivalent de référence à l'émission pour différents postes téléphoniques**

## ANNEXE 3

(à la Question 10/XII)

**Réponse d'un Groupe de travail, approuvée par la Commission XII, octobre 1967**

*Augmentation d'efficacité des postes d'abonné*

L'augmentation de l'efficacité des postes d'abonné tend à être utilisée pour augmenter l'affaiblissement des lignes d'abonné qu'il est possible d'admettre sans dépasser les valeurs maximales de l'équivalent de référence d'un système national. Cependant, une augmentation de $\Delta a$ de l'affaiblissement de la ligne doit être accompagnée d'augmentations égales à 2 $\Delta a$ de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'effet local et de l'affaiblissement diaphonique. Cette nécessité limitera vraisemblablement à l'avenir la mesure dans laquelle il sera possible d'augmenter l'efficacité des postes d'abonné.

*Mesures de puissance vocale*

1. Il est indispensable de posséder de plus amples informations sur la relation entre le volume des sons vocaux, mesuré en un point approprié d'une communication téléphonique, et l'équivalent de référence à l'émission entre l'abonné qui parle et le point de mesure. Dans une certaine mesure, ce rapport dépend d'autres caractéristiques de la communication complète, mais les renseignements publiés — qui se rapportent au réseau du Royaume-Uni [1] — montrent que le niveau de puissance moyen pour un abonné médian actif est de −15 dBm lorsque l'équivalent de référence à l'émission est de + 7 dB. (Ceci est valable lorsque l'équivalent de référence global de la communication se situe dans la gamme de 15 à 25 dB.) En ce qui concerne la République fédérale d'Allemagne, on trouvera des données exprimées en v.u. dans l'annexe 2 ci-dessus. Le Groupe de travail estime qu'il convient d'inviter les administrations à fournir davantage de renseignements sur cette relation. Ces renseignements peuvent être fournis sur la base de mesures du volume des sons vocaux au cours de conversations en laboratoire ou d'enquêtes portant sur des conversations téléphoniques réelles. Ces renseignements sont nécessaires dans le cadre du programme de mesure de la puissance vocale [2] et à d'autres fins (voir la remarque 1.b de la Question 4/XII).

2. Les résultats déjà recueillis — dans le cadre du programme de mesure de la puissance vocale exécuté au cours de la période 1964-1968 — ont été étudiés (voir le document COM XII — n° 96 (1964-1968). Le Président du Groupe de travail a précisé que les résultats donnés pour le Royaume-Uni sont les niveaux de puissance moyenne pour un abonné qui parle, correspondant à la médiane de la loi de distribution et non les niveaux de puissance moyenne calculée sur toute l'étendue de la distribution des volumes. Le Président a demandé aux représentants des autres administrations dont les résultats sont également donnés dans le document COM XII — n° 96 de dire s'il en était de même pour les résultats fournis par leurs administrations (il demeure encore des doutes à ce sujet [3]). Pour permettre d'évaluer la charge des systèmes multivoies, il faut également disposer des écarts types correspondants pour la distribution du volume des sons vocaux et des facteurs d'activité, ainsi que des définitions utilisées pour distinguer les périodes d'activité et d'inactivité pour la parole. La définition utilisée par l'A.T.T. pour ces mesures figure dans le document COM XII — n° 46 (1964-1968). Le Président a précisé qu'elle diffère de celle que l'on utilise au Royaume-Uni en sorte que les facteurs d'activité ne sont pas les mêmes. Il a été convenu que les administrations devraient fournir des renseignements supplémentaires sur ces questions avant que l'on puisse se baser sur les données afin d'évaluer la charge des systèmes multiplex par les courants vocaux.

---

[1] D. L. RICHARDS: Transmission performance assessment for telephone network planning; *Proc. I.E.E., 111*, 1964, p. 931-940.

[2] Voir la note du Secrétariat au bas de la page Question 10/XII, p. 2 ci-dessus.

[3] Voir l'appendice ci-après.

Le problème que pose la liaison des résultats des mesures de la puissance vocale à une base de comparaison commune a été étudié mais le Groupe de travail n'a pu formuler de conclusions (voir cependant la suggestion faite par le Président [1]).

*Equivalent de référence du système émetteur national*

Dans le document COM XII — n° 38 (1964-1968), il est suggéré que la valeur nominale moyenne de l'équivalent de référence d'un système émetteur national devrait, de préférence, être supérieure ou égale à 14 dB. Cette opinion est appuyée par N.V. Philips dans la contribution COM XII — n° 58 (1964-1968) où l'on estime que cette valeur correspond à une puissance moyenne à long terme de 22 microwatts par voie dans le cas d'un système multiplex (voir l'Avis G.223). Par ailleurs, le document COM XII — n° 89 (1964-1968) contient des évaluations de la valeur moyenne de l'équivalent de référence à l'émission pour le système national du Royaume-Uni calculé sur la base de mesures du volume des sons vocaux. Ces valeurs de l'équivalent de référence à l'émission sont de l'ordre de 10 à 12 dB. Il n'y a pas de preuves que de telles valeurs moyennes entraînent une surcharge des équipements multiplex du Royaume-Uni conçus conformément aux dispositions de l'Avis G.223, en sorte que l'on a conclu que ces valeurs étaient acceptables. La raison de cette apparente contradiction a été discutée et on a conclu qu'il était impossible de répondre sans étudier davantage les méthodes appliquées pour évaluer la charge des systèmes multivoies. Le cadre mathématique et statistique utilisé pour évaluer la capacité de charge requise, compte tenu des résultats de mesures de la puissance des sons vocaux et des facteurs d'activité, implique un certain nombre d'hypothèses fondées sur des renseignements relativement anciens quant à la structure statistique des signaux vocaux émis par les microphones téléphoniques au cours d'une conversation et aux caractéristiques des systèmes multivoies au voisinage de leur niveau de saturation. Le Groupe de travail a estimé que les renseignements fondamentaux devaient être mis à jour et qu'il convenait de réviser dans sa totalité le cadre mathématique et statistique des études, spécialement dans les cas où les systèmes ne comportent qu'un nombre de voies relativement peu important.

## APPENDICE (à l'Annexe 3)

Les observations ci-après, présentées par le Président du Groupe de travail, seront peut-être d'une certaine utilité pour l'interprétation des mesures de la puissance vocale.

Des mesures de la puissance vocale ont été effectuées par diverses administrations selon un certain nombre de méthodes différentes, dont quelques-unes sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

A. Volume des sons vocaux émis par un abonné particulier dans une conversation. Le résultat s'exprime, en dBm, par le niveau de la puissance moyenne pour cet abonné parlant, lorsqu'il est actif. Il faut définir ce terme « actif » et également donner des précisions sur le facteur d'activité « au cours d'une conversation ». Les résultats d'une série de mesures faites sur une voie téléphonique où des personnes différentes parlent successivement, ou les résultats d'une série de mesures faites sur différentes voies d'un système multiplex, permettent de définir une distribution des volumes vocaux; on constate que cette distribution est généralement de type gaussien, définie par sa valeur moyenne et son écart type. Il faut déterminer séparément la proportion du temps pendant laquelle la voie est reliée à des abonnés.

B. Puissance moyenne de tous les signaux vocaux qui apparaissent au cours d'un intervalle de temps donné sur une voie téléphonique donnée. On peut choisir cet intervalle de temps de manière qu'il englobe uniquement soit la durée « d'occupation de la voie », soit la durée de « conversation entre les abonnés », soit encore la durée de la « parole active ». Dans tous les cas, les résultats peuvent s'exprimer sur la base de la valeur moyenne des résultats de lecture (en dBm) et de l'écart type de ces lectures. Il faut aussi déterminer les facteurs d'activité appropriés.

[1] Voir l'appendice ci-après.

C. Puissance moyenne pour un système multiplex à plusieurs voies téléphoniques (moyenne calculée sur une durée totale donnée). Si cette durée totale est suffisamment longue, ou si les voies sont en très grand nombre, cette grandeur est la même que celle pour laquelle l'Avis G.223 indique une valeur de 22 microwatts. Si la durée totale correspondant à chaque lecture n'est pas très longue (par exemple quelques minutes, ou moins) et si l'on a affaire à un petit nombre de voies, les résultats des lectures seront nettement dispersés, et il faudra appliquer des corrections appropriées pour obtenir la puissance moyenne à long terme.

Il n'est pas possible de comparer directement les lois de distribution des résultats de lecture fournis par les méthodes A et B, et il n'est pas possible non plus de passer des résultats d'une de ces catégories aux résultats de l'autre catégorie sans faire certaines hypothèses. On peut toutefois se servir de ces deux catégories de résultats pour estimer la puissance moyenne à long terme d'un système multiplex transmettant des signaux vocaux (grandeur fournie directement par C). Cela exige, dans les deux cas, certaines hypothèses additionnelles qui peuvent être exprimées au moyen de formules mathématiques et statistiques. Lorsqu'il s'agit de systèmes comportant un très grand nombre de voies, on obtient une approximation valable en ajoutant, à la valeur moyenne des niveaux exprimés en dBm, la quantité 0,115 (écart type)$^2$, et en retranchant un terme correctif pour tenir compte de la valeur totale appropriée du facteur d'activité. Lorsqu'on applique cette approximation aux résultats fournis par la méthode A, il faut inclure dans le facteur d'activité le pourcentage du temps total pendant lequel le circuit est disponible pour la conversation des abonnés; cette valeur correspond approximativement à la durée taxable pour le circuit, elle est inférieure à la durée pendant laquelle le circuit est marqué « occupé ».

A titre d'exemple, les résultats fournis dans le document COM XII — n° 89 (1964-1968) et obtenus selon la méthode A donnent un niveau moyen de — 15,8 dBm0 et un écart type de 5,7 dB. Le facteur d'activité « au cours de la conversation » est d'environ 0,43 et la proportion du temps total, au cours de l'heure chargée, pendant laquelle une voie donnée est effectivement utilisée par les abonnés pour la conversation est d'environ 0,62[1]. De ce fait, la proportion du temps total pendant laquelle une voie est occupée par des signaux vocaux actifs est de 0,27. Dans l'hypothèse où le système multiplex comporte un très grand nombre de voies, le niveau de la puissance moyenne à long terme sera donné par :

$$-15{,}8 + 0{,}115\ (5{,}7)^2 + 10\ \log_{10}\ 0{,}27$$
$$= -15{,}8 + 3{,}7 - 5{,}7 = -17{,}8\ \text{dBm0}$$

ce qui correspond à 16,6 microwatts.

Cette valeur ne tient pas compte des sons vocaux des opératrices.

Il semblerait prudent de transformer les résultats des mesures faites par d'autres méthodes, pour obtenir des estimations appropriées de la puissance moyenne à long terme par voie, dans l'hypothèse de systèmes multiplex comportant un très grand nombre de voies.

Pour évaluer la capacité de charge nécessaire à un système multiplex destiné à transmettre un petit nombre de voies seulement, il faut tenir compte également des fluctuations à court terme de la charge moyenne. En tout cas, on doit tenir compte de ce que la charge de crête est beaucoup plus grande que les valeurs, même les plus élevées, de la charge moyenne à court terme. On a besoin d'un cadre mathématique et statistique plus élaboré (avec des hypothèses) pour faire ces estimations. Voir, par exemple, D. L. RICHARDS : Statistical properties of speech signals, *Proc. I.E.E., 111*, 1964, pages 941-949.

## ANNEXE 4

(à la Question 10/XII)

### Extrait de la réponse de la Commission d'études XVI (Genève, 24-31 octobre 1967) au point 6 de la Question 1/XVI

1. La Commission XVI a pris connaissance du document COM XVI — n° 86 (1964-1968), ainsi que de la réponse apportée en octobre 1967 par la Commission XII à sa Question 10/XII (annexe 3 ci-dessus), qui contient des commentaires sur l'ensemble du problème.

[1] La proportion correspondant aux sons vocaux de l'opératrice est de 0,12; celle correspondant à la signalisation est de 0,13; inactivité complète, 0,13.

Des mesures de puissance des signaux transmis sur les circuits téléphoniques peuvent être effectuées pour atteindre des buts différents, par exemple :

— 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 spéciale C, au profit de la Commission XV; le second concerne essentiellement la Commission 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.

. . . . . .

4. D'une façon générale, la Commission XVI envisage de transférer, en ce qui la concerne, le problème à la Commission spéciale C qui pourrait décider, en accord avec la Commission XII, d'un programme de mesures dans des conditions bien définies pour la prochaine période du C.C.I.T.T. Il est suggéré que ce programme de mesures permette d'obtenir simultanément les renseignements qui intéressent spécifiquement chaque commission [1].

## Question 11/XII — Limites d'études pour la diaphonie intelligible

*(question nouvelle)* [2]

A. Est-il possible de déterminer, pour l'affaiblissement diaphonique entre deux circuits téléphoniques, un seuil au-dessous duquel la diaphonie produite par un signal vocal perturbateur unique puisse être considérée comme intelligible ?

*Remarque 1.*— La réponse à cette question servira à réviser les objectifs fixés pour l'affaiblissement diaphonique (du point de vue de l'intelligibilité) dans les câbles, les circuits, les systèmes de transmission et les centraux.

*Remarque 2.*— Pour répondre à cette question, on doit prendre en considération au moins les facteurs suivants :

a) le niveau du signal vocal désiré;

b) le niveau psophométrique du bruit associé au signal vocal désiré;

c) le niveau du signal perturbateur;

d) l'équivalent de référence, à la réception, de la ligne et de l'appareil de l'abonné qui écoute;

e) la distorsion d'affaiblissement sur le trajet de diaphonie;

f) la méthode de mesure ou de calcul, qui doit être associée au seuil de l'affaiblissement diaphonique.

B. Dans l'attente d'une réponse complète à la partie A, peut-on considérer comme acceptables les valeurs ci-après de l'écart diaphonique *entre circuits internationaux*, en supposant que des appareils téléphoniques modernes sont utilisés dans les réseaux locaux :

a) 58 dB en présence de bruit ayant une puissance psophométrique, rapportée à un point de niveau relatif zéro, de 500 pW (−63 dBm0p);

b) 62 dB en présence de bruit ayant une puissance psophométrique, rapportée à un point de niveau relatif zéro, de 200 pW (−67 dBm0p) ?

Si ces valeurs ne sont pas acceptables, quelles valeurs pourrait-on proposer ?

[1] Voir la note du Secrétariat au bas de la page Question 10/XII, p. 2 ci-dessus.

[2] Réponse à transmettre à la Commission d'études XVI.

*Remarque 1.*— La valeur de l'écart diaphonique indiquée en a) est fondée sur l'Avis G.151, paragraphe D.a. On suppose que la diaphonie intelligible introduite par un circuit perturbateur unique doit se produire tout entière dans une seule section homogène d'un circuit fictif de référence, aussi ne peut-on pas être sûr que le bruit qui masque la diaphonie sera plus fort que celui produit dans cette seule section homogène. Durant l'heure chargée, d'après l'Avis G.222, il est toléré que ce bruit ait une valeur maximale de 10 000/9 pW, soit 1100 pW, mais dans les périodes de faible trafic, et compte tenu des marges du projet de construction du système, le bruit peut pratiquement fort bien s'abaisser jusqu'à 500 pW.

*Remarque 2.*— La valeur indiquée en b) a été déterminée en considérant un circuit très court du type envisagé dans l'Avis G.125. On peut supposer dans ce cas que la diaphonie dépend en grande partie des deux équipements terminaux. Si ces derniers contiennent des modulateurs de voie, chacun d'eux satisfaisant tout juste aux dispositions de l'Avis G.232, paragraphe J.a, et si les bruits de ces modulateurs s'additionnent en puissance, on obtient la valeur mentionnée. Le bruit maximal qui se produit dans les conditions de l'heure chargée est défini dans l'Avis G.125.A (révisé, tome III du *Livre Blanc*), mais pendant les périodes de faible trafic, et compte tenu des marges du projet de construction, il pourrait s'abaisser jusqu'à 200 pW.

## Question 12/XII — Réalisation de voix, bouches et oreilles artificielles

*(suite de la Question 12/XII étudiée en 1964-1968)*

a) Comment convient-il de compléter l'Avis P.51, relatif à l'oreille artificielle recommandée par le C.C.I.T.T. ?

b) Quelles sont les caractéristiques générales à fixer pour les voix et bouches artificielles ?

*Remarque 1.*— Des précisions concernant l'emploi de l'oreille artificielle et des indications pour l'étude de la partie a) de cette question sont données dans l'annexe 1. La contribution COM XII — n° 53 (1964-1968) contient des résultats d'essais sur l'influence des fuites acoustiques.

*Remarque 2.*— Une abondante documentation concernant les bouches et oreilles artificielles est donnée dans les annexes 8 à 16 du tome V du *Livre Rouge* (p. 241-415), dans l'annexe G du tome V *bis* du *Livre Rouge* (p. 119-131) et dans les annexes 1 à 5 à l'ancien libellé de la Question 12/XII (*Livre Rouge*, tome V *bis*, p. 202-244).

### ANNEXE 1

(à la Question 12/XII)

**Emploi de l'oreille artificielle recommandée par le C.C.I.T.T.**

Le paragraphe B.4. « Mode d'utilisation » de l'Avis P.51 (tome V du *Livre Blanc*) préconise une méthode d'emploi de l'oreille artificielle dans laquelle le pavillon de l'écouteur mesuré est appliqué étroitement à l'oreille artificielle, sans fuite acoustique.

La Commission XII, d'après les résultats d'expérience qui lui ont été présentés, estime que ceci représente une condition limite dont on se rapproche, dans les conditions pratiques d'utilisation, lorsque l'équivalent de référence total de la communication est voisin de la limite recommandée par le C.C.I.T.T., ou lorsqu'il y a un bruit de salle assez important; dans ces conditions limites, l'abonné qui écoute a tendance à appliquer aussi étroitement que possible le récepteur à son oreille. Une telle condition d'emploi, sans fuite acoustique, est adoptée comme condition de référence.

Toutefois, dans d'autres conditions, par exemple si l'on veut étudier la qualité de transmission de communications qui n'atteignent pas les limites inférieures de qualité tolérables, il peut être souhaitable d'introduire une fuite acoustique artificielle bien déterminée, sans toutefois modifier l'oreille artificielle elle-même, pour que les résultats de mesures correspondent à ceux que l'on pourrait obtenir par les essais subjectifs appropriés à de telles conditions. Il convient de poursuivre les études à ce sujet.

En ce qui concerne le paragraphe B.3.1 — « Données de base » de l'Avis P.51, il est proposé à titre provisoire que les mesures soient effectuées en appuyant le récepteur téléphonique commercial à mesurer sur l'arête vive de la cavité d'entrée de l'oreille artificielle. Les dispositions nécessaires devront être prises au Laboratoire du C.C.I.T.T. pour qu'on puisse appliquer n'importe quel type de récepteur commercial sur l'oreille artificielle en respectant cette condition. Chaque administration est libre de modifier l'angle (fixé à 32° dans l'Avis P.51) de façon que la condition indiquée ci-dessus soit satisfaite lorsqu'on pose sur l'oreille artificielle le récepteur qu'elle utilise couramment.

Pour assurer une bonne adaptation du pavillon du récepteur à l'oreille artificielle, on peut aussi assurer l'étanchéité avec un petit anneau de caoutchouc, ou avec de la plasticine, ou par toute autre méthode qui ne modifie pas le volume de couplage. On pourrait employer les mêmes méthodes pour mesurer des récepteurs à pavillon asymétrique.

## ANNEXE 2

(à la Question 12/XII)

**Essais effectués sur des bouches artificielles**

Le programme d'essais sur les bouches artificielles mentionné au paragraphe 2.2 de l'ancienne annexe 2 à la Question 12/XII (pages 212 à 215 du tome V *bis* du *Livre Rouge*) a été effectué par le Laboratoire du C.C.I.T.T. Les résultats de ces essais figurent dans les contributions COM XII — nos 54, 81, 90, 106 et les documents temporaires nos 1 et 4 (période 1964-1968).

L'augmentation de pression acoustique résultant de la présence d'un obstacle placé devant les lèvres de la bouche artificielle du Royaume-Uni est représentée à la figure 1.

Les mêmes mesures effectuées sur différents modèles de bouches artificielles sont en bonne concordance avec celles effectuées sur la bouche artificielle du Royaume-Uni.

La Commission XII a décidé qu'en attendant la normalisation d'une bouche artificielle, les essais effectués par le Laboratoire du C.C.I.T.T. sur les bouches artificielles seront entrepris uniquement sur la bouche artificielle du Royaume-Uni qui existe en plusieurs exemplaires et qui, en particulier, est disponible en permanence au Laboratoire du C.C.I.T.T.

## Question 13/XII — Distorsion de non-linéarité des appareils téléphoniques

*(suite de la Question 13/XII étudiée en 1964-1968)*

*(question documentaire)*

Recueil d'informations :

1. sur les effets que la distorsion de non-linéarité d'un appareil téléphonique d'abonné produit sur la qualité de la transmission téléphonique;

2. sur les méthodes de mesure de la distorsion de non-linéarité d'un appareil téléphonique d'abonné, et

3. sur les effets du bruit du microphone à charbon d'un appareil téléphonique d'abonné sur la qualité de la transmission téléphonique.

*Remarque.*— La documentation recueillie jusqu'ici fait l'objet de l'annexe 26 (tome V du *Livre Rouge*, 2e partie). L'annexe ci-après reproduit une contribution plus récente à l'étude de cette question. A titre d'informations complémentaires les administrations pourront se reporter à la contribution COM 12 — no 38 (période 1957-1960) qui est une contribution de l'Administration japonaise examinant les facteurs susceptibles d'affecter le timbre naturel de la voix dans un système de transmission.

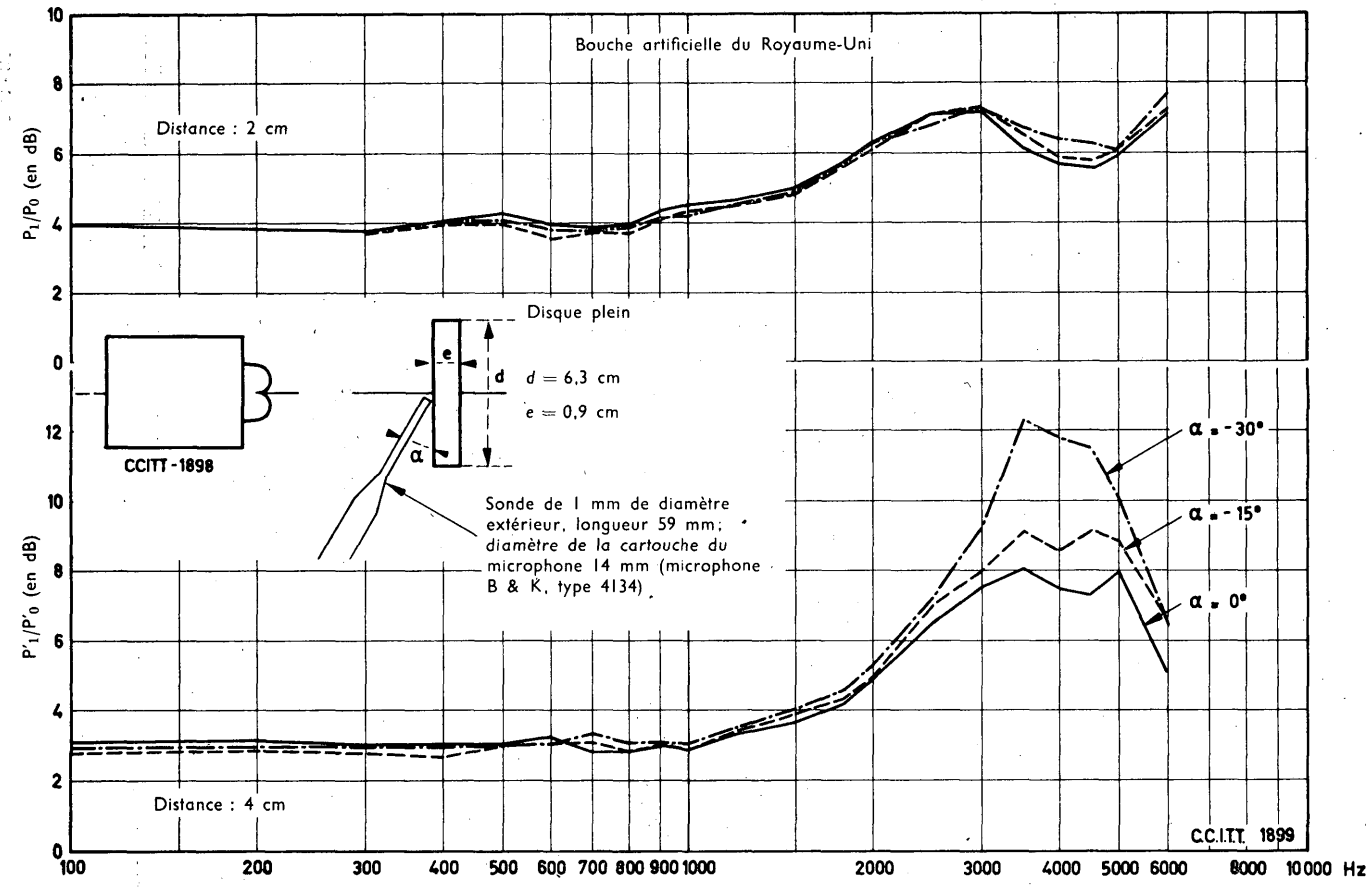



FIGURE 1. — **Augmentation de la pression acoustique résultant de la présence d'un disque de 6,3 cm de diamètre** ($20 \log_{10} P_1/P_0$)

ANNEXE

(à la Question 13/XII)

**Contribution de l'Administration italienne**

*Point 1*

On a effectué des essais de qualité de transmission sur une communication téléphonique complète dans laquelle on pouvait modifier la distorsion de non-linéarité et l'équivalent de référence. Le schéma du montage employé est indiqué dans la figure 1, de laquelle il résulte que le microphone à charbon a été remplacé par une capsule réceptrice téléphonique convenablement amplifiée et corrigée.

Dans la figure, on voit aussi le circuit qui produit la distorsion, réalisé avec un redresseur inséré dans un troisième enroulement d'un transformateur. La distorsion dépend du niveau du signal selon les courbes indiquées dans la figure 2. Un affaiblisseur à l'entrée du circuit de distorsion, en connexion avec un amplificateur et un affaiblisseur à la sortie de ce circuit, permet de modifier la distorsion indépendamment de la valeur choisie pour l'équivalent de référence du circuit complet.

Les essais d'opinion ont été effectués avec un bruit de salle de 50 dB (spectre de Hoth) et les résultats obtenus sont représentés dans la figure 3 qui donne la note moyenne pour différentes valeurs de l'équivalent de référence et de la distorsion. La figure 4 donne la réduction de qualité de transmission, en dB, en fonction de la distorsion pour différentes valeurs de l'équivalent de référence.

*Point 2*

On a étudié ce point pour ce qui concerne la distorsion de non-linéarité produite par quatre types de capsules microphoniques à charbon couramment employées, alimentées par un cou-

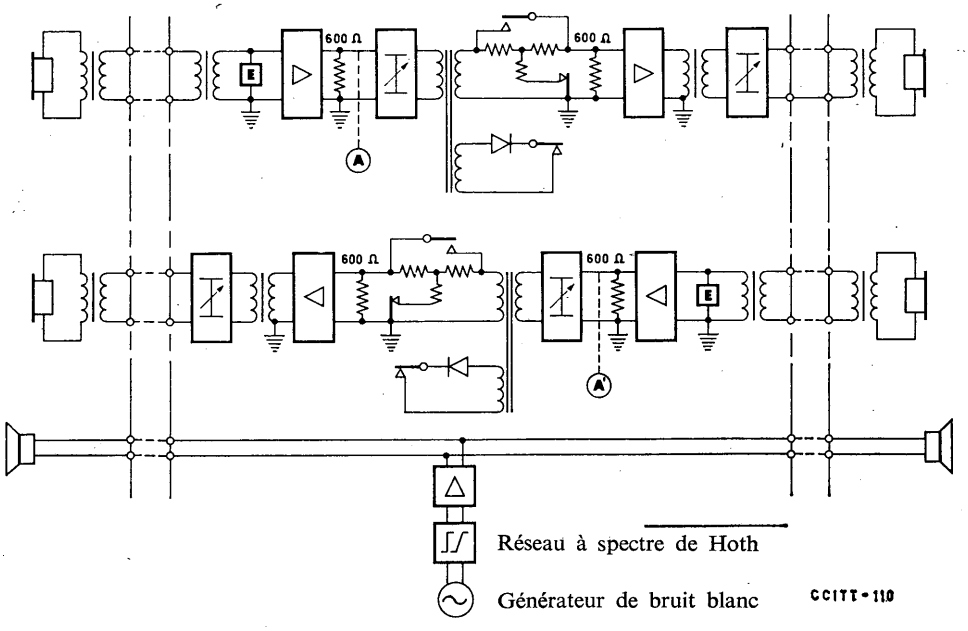



FIGURE 1

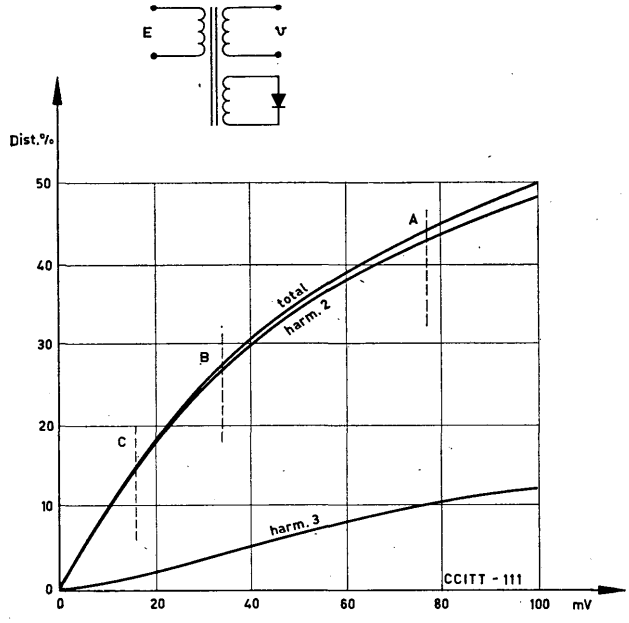



FIGURE 2

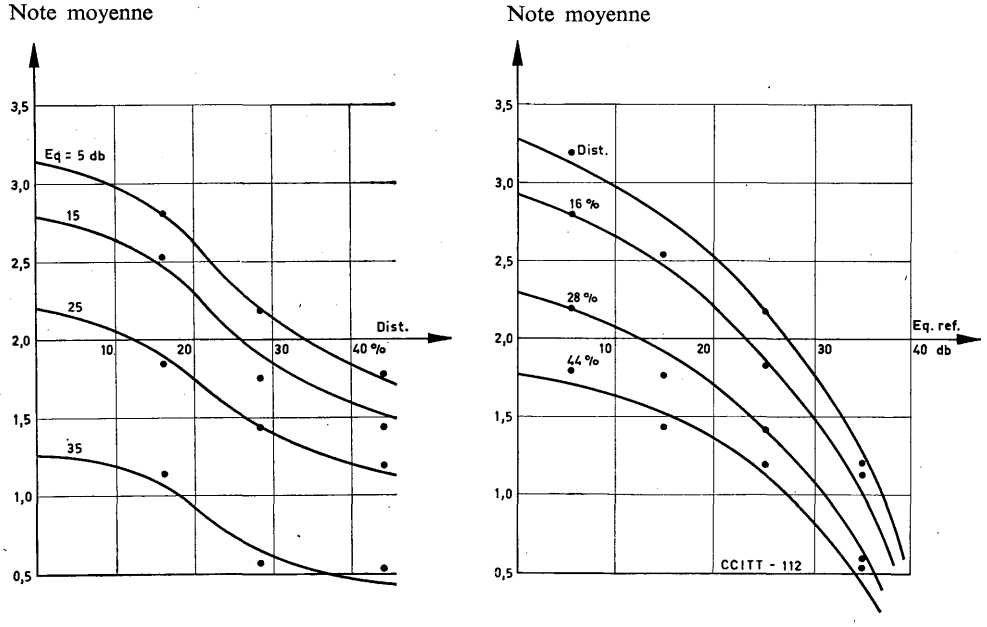



FIGURE 3

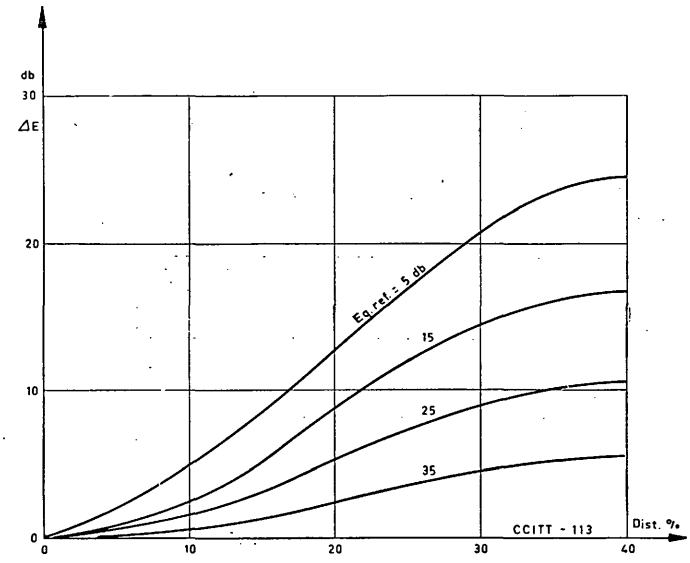



FIGURE 4

rant correspondant aux conditions d'emploi dans l'appareil téléphonique branché à la maquette d'alimentation avec ligne nulle.

Les microphones ont été excités avec une source à pression acoustique constante aux diverses fréquences et à laquelle on a donné les valeurs 10, 30, 100 baryes. Le schéma du montage expérimental est indiqué dans la figure 5.

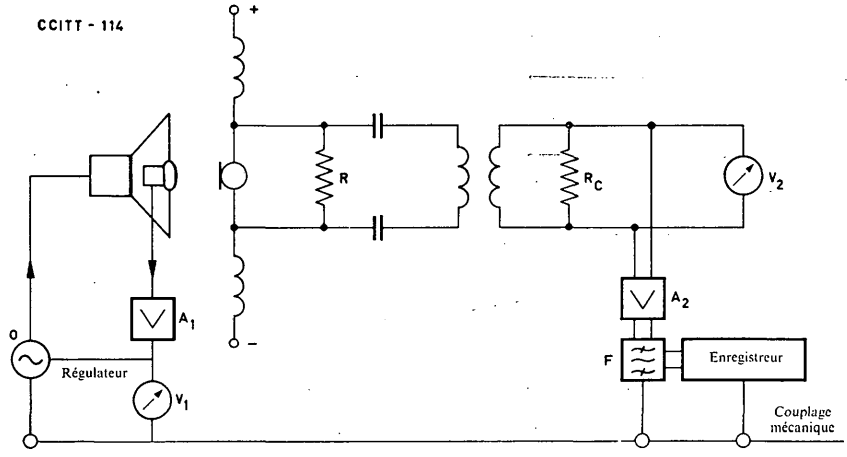



FIGURE 5

On a utilisé les deux méthodes suivantes :

1) Microphone excité avec les fréquences fixes de 300, 500 et 1000 Hz, en ayant le soin de taper d'une manière uniforme le microphone au début de chaque mesure effectuée le plus rapidement possible. A la sortie du circuit on a mesuré la tension de la fréquence fondamentale et des harmoniques 2 et 3.

2) Microphone excité avec balayage continu des fréquences, entre 100 et 5000 Hz, d'une durée de 10 secondes environ. Dans ce cas, aucun traitement mécanique préalable du microphone n'a été nécessaire. La sortie du circuit a été connectée à un enregistreur graphique précédé par un filtre passe-bande de fréquence variable en synchronisme avec le balayage et coïncidente ou bien espacée d'une octave et de deux octaves. On obtenait donc trois courbes représentatives respectivement de la fondamentale, de l'harmonique 2 et de l'harmonique 3.

Les résultats obtenus avec ces deux méthodes sont suffisamment constants et coïncident assez bien pour le type A, tandis que pour les types B, C et D la deuxième méthode seulement a donné des résultats suffisamment constants. En outre, le type A a donné des valeurs de distorsion plus élevées que les types B, C et D qui coïncident à peu près. Les résultats sont indiqués dans la figure 6.

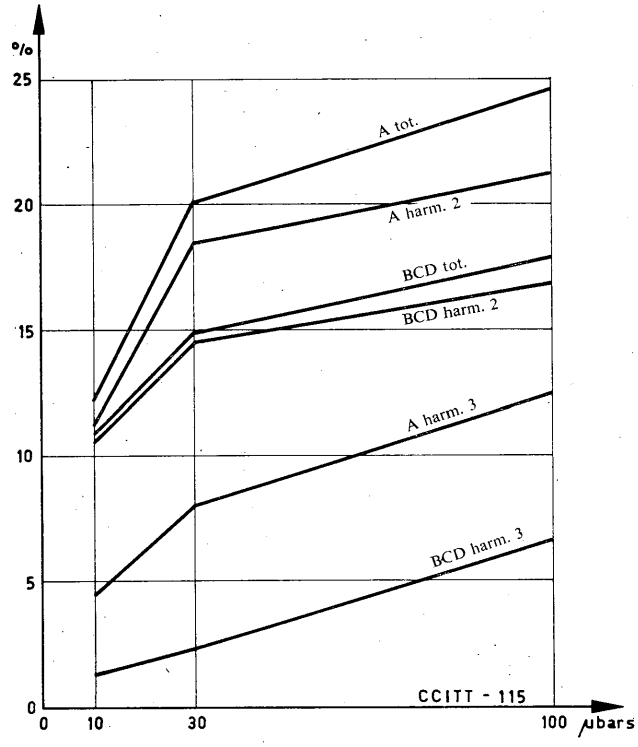



FIGURE 6

*Point 3*

On a mesuré le niveau du bruit engendré par le microphone à charbon dans les conditions d'essai susdites et on a trouvé une valeur moyenne de —76 dBmp avec un écart type de 2 dB.

On pense que ce bruit, au point de vue de son influence sur la qualité de transmission, peut être considéré comme un bruit de circuit, compte tenu soit de son niveau, soit du niveau des sons vocaux.

A cet égard on peut se référer à la contribution déjà donnée par l'Administration italienne et qui figure dans l'ancienne annexe 1 à la Question 4/XII (*Livre Rouge*, tome V, pages 579 à 594).

## Question 14/XII — Elargissement vers le bas de la bande des fréquences transmises

*(suite de la Question 24/XII étudiée en 1964-1968)*

Quelle amélioration de la qualité de transmission peut-on obtenir en diminuant la distorsion d'affaiblissement dans la partie inférieure de la bande des fréquences transmises par les circuits internationaux et par les circuits interurbains nationaux ?

*Remarque.*— Pour l'étude de cette question, il convient de tenir compte des facteurs suivants :

1. Si on réalisait une telle diminution de la distorsion d'affaiblissement, cela provoquerait une augmentation de la sensibilité aux perturbations produites par des bruits à basse fréquence et en particulier par des harmoniques du courant industriel.

2. La puissance vocale qui doit être transmise par les systèmes à courants porteurs serait augmentée et ses propriétés statistiques seraient modifiées.

3. Il y aurait des effets nuisibles de distorsion de phase, causés par la nécessité d'une coupure très brusque, lorsqu'on emploie des systèmes de signalisation hors bande.

4. L'accroissement de puissance dans la partie basse fréquence se manifesterait sur les fréquences auxquelles il est difficile d'assurer de bonnes valeurs de l'affaiblissement d'équilibrage.

## Question 15/XII — Mesure d'indices basés sur la force des sons

*(suite des Questions 5/XII et 15/XII étudiées en 1964-1968)*

1. Plusieurs méthodes sont utilisées par diverses administrations pour mesurer dans leurs laboratoires des indices basés sur la force des sons, par exemple :

a) l'équivalent de référence défini par le C.C.I.T.T. et utilisé au Laboratoire du C.C.I.T.T.;

b) l'équipement O.B.D.M. utilisé par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne et dans les laboratoires d'autres administrations;

c) l'équipement E.A.R.S. utilisé par l'American Telephone and Telegraph Company;

d) la méthode de mesure sur la base d'un trajet de 1 mètre d'air, fondée sur l'A.R.A.E.N. et utilisée par l'Administration britannique.

2. Peut-on établir des relations entre les résultats obtenus par ces diverses méthodes à l'aide de considérations théoriques, en ce qui concerne les grandeurs suivantes :

a) indice global d'un poste et d'une ligne d'abonné reliés par un affaiblisseur au poste et à la ligne d'un autre abonné;

b) indice à l'émission d'un poste et d'une ligne d'abonné;

c) indice à la réception d'un poste et d'une ligne d'abonné;

d) indice de l'effet local d'un poste d'abonné relié à une ligne déterminée ?

Dans l'affirmative, quelles devraient être ces relations ?

3. Si l'on peut établir des relations théoriques, il serait très souhaitable aussi de vérifier que leur application est suffisamment précise dans la pratique. Cette exigence serait satisfaite au mieux par une collaboration entre les laboratoires des administra-

tions et le Laboratoire du C.C.I.T.T. en vue d'obtenir la mesure, par toutes ces méthodes, d'un certain nombre de postes d'abonné de types différents.

4. Si l'on ne peut établir aucune relation théorique, la seule méthode par laquelle on pourrait obtenir une relation empirique utile dans la pratique consisterait à faire une série de mesures de postes d'abonné de types différents. La Commission XII, en octobre 1967, a établi un plan d'échange de postes téléphoniques stables entre divers laboratoires.

5. Les méthodes énumérées au paragraphe 1 et d'autres méthodes similaires, qui ne sont pas spécifiquement mentionnées, présentent toutes des avantages et des inconvénients; elles devraient être étudiées en vue de définir une seule méthode réunissant leurs caractéristiques les meilleures. En cherchant ces caractéristiques les meilleures, il convient de tenir compte du fait que si, dans de nombreux cas, il peut être nécessaire de mesurer les indices par des méthodes subjectives, le but ultime est de parvenir à une méthode objective. L'annexe 7 ci-après donne des renseignements sur les caractéristiques d'une méthode d'évaluation d'indices basés sur la force des sons et, de l'avis de la Société L M Ericsson, de l'Administration du Royaume-Uni et de l'Administration australienne, il conviendrait de lui accorder une attention particulière.

6. Il est souhaitable que la méthode finalement choisie à la suite des travaux décrits dans le paragraphe précédent donne des résultats aussi précis que possible faciles à reproduire dans divers laboratoires. A cette fin, il convient de définir des procédés d'application garantissant la plus haute précision. Par exemple, dans le cas de mesures subjectives, il convient d'étudier les meilleurs moyens d'assurer la stabilité de l'équipe de mesure. De même, dans toutes les méthodes, la stabilité des appareils téléphoniques commerciaux, spécialement celle des appareils à microphone à charbon, affecte la précision des résultats et il convient de veiller à la méthode de traitement préalable des combinés avant leur utilisation (voir les remarques 1 et 5 de la Question 8/XII) ainsi qu'à l'utilisation d'un nombre d'appareils assez grand pour assurer des limites de confiance raisonnablement étroites. Pour la même raison, on attire l'attention sur l'importance que présente l'utilisation de méthodes appropriées pour établir les plans des expériences et pour analyser les résultats obtenus.

7. Comme étape intermédiaire, il a été proposé de définir une nouvelle méthode d'essais subjectifs dont les résultats soient plus faciles à comparer à des mesures objectives que les équivalents de référence. En particulier, l'équivalent de référence est défini actuellement, dans des conditions d'essai où le niveau des sons vocaux reçus varie; un rapport technique du Laboratoire du C.C.I.T.T. donnera des renseignements sur l'influence que cette situation peut exercer sur les valeurs mesurées.

*Remarque 1.*— A titre d'information, les annexes 1, 2, 3 et 4 décrivent des méthodes pour déterminer à partir de mesures objectives, des grandeurs analogues à l'équivalent de référence. Dans les Annexes 27 à 29 de la 2e partie du tome V du *Livre Rouge*, sont décrits des appareils pour la mesure objective des équivalents de référence utilisés respectivement par les Administrations de France, de la République fédérale d'Allemagne et de Suisse. L'Annexe H (2e partie du tome V*bis* du *Livre Rouge*) décrit le téléphonomètre portatif utilisé par l'Administration tchécoslovaque.

*Remarque 2.*— L'annexe 5 donne la description de la méthode étudiée par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne pour déterminer l'affaiblissement sur images de capsules microphoniques et réceptrices; elle est complétée par l'annexe 6 ci-après.

ANNEXE 1

(à la Question 15/XII)

**Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company**

(Voir pages 250-254 du tome V *bis* du *Livre Rouge*)

ANNEXE 2

(à la Question 15/XII)

**Contribution de l'Administration italienne à l'étude des méthodes de mesures objectives de l'équivalent de référence**

(Voir pages 624-637 du tome V du *Livre Rouge*)

ANNEXE 3

(à la Question 15/XII)

**La fonction « force des sons » et le calcul des équivalents relatifs pour la langue japonaise**

(Note de l'Administration des téléphones du Japon)

(Voir pages 637 à 662 du tome V du *Livre Rouge*)

ANNEXE 4

(à la Question 15/XII)

**Contribution de l'Administration française**

(Voir pages 663-665 du tome V du *Livre Rouge*)

ANNEXE 5

(à la Question 15/XII)

**L'affaiblissement sur images de capsules microphoniques et réceptrices**

(Voir pages 255 à 265 du tome V *bis* du *Livre Rouge*)

ANNEXE 6

(à la Question 15/XII)

**Mesure d'indices basés sur la force des sons**

(Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne)

Dans une communication téléphonique, le microphone et le récepteur sont les éléments terminaux d'une chaîne de quadripôles électriques qui se compose de circuits et d'équipements de commutation. Pour la planification et la mesure des éléments électriques on prend pour base les affaiblissements caractéristiques de la théorie des quadripôles.

Pour la détermination de la transduction électroacoustique par l'appareil téléphonique, on a introduit la notion d'équivalent de référence. L'équivalent de référence résulte d'une comparaison par des essais à l'oreille de l'appareil téléphonique avec un système de référence employé comme système étalon normal lorsqu'on transmet la parole. Le système de référence était autrefois celui qui était appelé SFERT. Il a été remplacé il y a quelque temps par le système NOSFER, qui lui est équivalent au point de vue de la technique de la transmission.

Tandis que l'affaiblissement sur images est une mesure abstraite et objective, l'équivalent de référence est une mesure relative et subjective, qui est déterminée par comparaison dans des essais à la voix et à l'oreille effectués par plusieurs personnes sur le système de référence.

On a déjà indiqué autrefois une méthode au moyen de laquelle l'affaiblissement sur images d'un transducteur peut être déterminé [1]. Comme pour les quadripôles électriques, on peut définir aussi pour des transducteurs un exposant de transfert électroacoustique à partir du rapport existant entre la puissance amenée et la puissance prise, mais pour le transducteur les puissances ont différentes formes. Elles se composent notamment d'énergie électrique ou acoustique.

Supposons que, du côté électrique du transducteur, $U$ est la tension en volts, $J$ le courant en ampères et $Z = \frac{U}{J}$ l'impédance électrique en ohms et que, du côté acoustique du transducteur, $p$ est la pression acoustique en $N/m^2 = 10$ µbars, $q$ est le flux acoustique en $m^3/s = 10^6$ $cm^3/s$ et $Z_a = \frac{p}{q}$ l'impédance acoustique en nouveaux ohms acoustiques ($\Omega^x$) $= 10^5$ anciens ohms acoustiques ($\Omega$). L'exposant de transfert (sur images) $g = a + jb$, où $a$ est l'affaiblissement (sur images) et $b$ le déphasage (sur images), est alors le logarithme du rapport entre la puissance électrique $UJ$ et la puissance acoustique $pq$.

On a pour le récepteur $e^{2g} = \frac{UJ}{pq} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e}$;

et pour le microphone $e^{2g'} = \frac{p'q'}{U'J'} = \frac{p'^2}{U'^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_a}$.

En général, seul l'affaiblissement $a$ présente de l'intérêt; il apparaît seul lorsqu'on ne considère que les modules des grandeurs $U$, $p$ et $Z$. L'affaiblissement $a$ en décibels est donné par la relation

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e}.$$

L'affaiblissement $a$ dépend donc non seulement du facteur de transfert $\frac{U}{p}$, mais aussi du rapport entre l'impédance acoustique et l'impédance électrique. Deux transducteurs ayant le même facteur de transfert, mais des impédances différentes, peuvent donc avoir des affaiblissements électroacoustiques différents.

Pour déterminer un affaiblissement pour un système de référence, il ne suffit donc pas de fixer le facteur de transfert (d'après la méthode de thermophone ou de Rayleigh), mais on doit aussi fixer l'impédance acoustique.

Si, par contre, en plus du facteur de transfert et de l'impédance électrique on connaît aussi l'impédance acoustique, on peut calculer l'affaiblissement $a$ à partir de la relation indiquée ci-dessus. Il faut, à la vérité, observer qu'aux fréquences plus élevées il peut se présenter une différence calculable [2] entre la pression acoustique à l'entrée et celle à la membrane du microphone lorsque la distance n'est plus petite par rapport à la longueur d'onde. Toutefois, pour des raisons de simplification, il n'est pas tenu compte de cette différence dans les considérations suivantes. Les valeurs d'affaiblissement calculées peuvent être vérifiées expérimentalement en montant acoustiquement en cascade deux transducteurs identiques et en formant ainsi un quadripôle électrique dont l'affaiblissement sur images peut être mesuré. Cet affaiblissement électroacoustique est égal au demi-affaiblissement sur images mesuré. Comme cela sera montré dans une contribution ultérieure, la valeur expérimentale concorde très bien avec la valeur d'affaiblissement calculée.

Avec les systèmes de référence SFERT et NOSFER, les impédances acoustiques ne sont pas connues; par contre, lors de l'étalonnage de l'appareil de mesure objective d'équivalent de référence, des impédances acoustiques fixées sont reliées au microphone de mesure. Le microphone est prévu avec l'embouchure de microphone de SFERT pour l'émission et avec le coupleur (suivant Braun) pour la réception. L'impédance acoustique du coupleur a été mesurée au Laboratoire du C.C.I.T.T. [3]. L'impédance acoustique de l'embouchure de microphone du SFERT peut être calculée sur la base de ses dimensions. Il est donc possible de calculer l'affaiblissement électroacoustique pour l'équivalent de référence zéro. La relation suivante est valable à la réception :

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U^2}{p^2} \cdot \frac{Z_a}{Z_e},$$

où $U = 0{,}285$ V, $p = 1{,}6$ N/m$^2$, $Z_e = 600$ ohms. On trouve ainsi

$$10^{\frac{a}{10}} = 5{,}23\ Z_a \cdot 10^{-5}.$$

Les valeurs sont groupées dans le tableau 1 pour les différentes fréquences.

TABLEAU 1

| $f$ (Hz) | 300 | 600 | 800 | 1000 | 1500 | 2000 | 2400 | 3000 | 3600 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Z_a \cdot 10^{-5}$ | 173 | 80 | 58,9 | 44,8 | 23 | 17,3 | 17,4 | 14,3 | 26,1 |
| $a$ (dB) | 29,5 | 26,2 | 24,9 | 23,7 | 20,8 | 19,6 | 19,6 | 18,8 | 21,3 |

Pour 800 Hz, $a \approx 25$ dB.

La relation suivante est valable à l'émission : $10^{\frac{a'}{10}} = \frac{p^2}{U^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_a}$, où $p = 1{,}07$ N/m$^2$, $U = 0{,}285$ V, $Z_e = 600$ ohms. Pour la pression barométrique $P = 760$ torrs $= 1{,}013 \cdot 10^5$ N/m$^2$, $\kappa = 1{,}4$ et avec le volume de l'embouchure de microphone

$V = \pi \cdot 2{,}14^2 \cdot 1{,}4 = 20{,}3$ cm$^3$, on obtient $Z_a$ à partir de la relation simplifiée

$$Z_a = \frac{\kappa}{\omega} \frac{P}{V} = \frac{1{,}42 \cdot 10^5}{2\pi f \cdot 20{,}3 \cdot 10^{-6}} = \frac{1{,}1 \cdot 10^6}{(f \text{ en kHz})}.$$

On trouve ainsi $10^{\frac{a'}{10}} = 0{,}776 \cdot 10^{-2}$ ($f$ en kHz)

Les valeurs calculées sont groupées dans le tableau 2.

TABLEAU 2

| $f$ (Hz) | 300 | 600 | 800 | 1000 | 1500 | 2000 | 2400 | 3000 | 3600 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a'$ (dB) | −26,3 | −23,3 | −22,1 | −21,1 | −19,3 | −18,1 | −17,3 | −16,3 | −15,5 |

Pour 800 Hz, $a' = -22$ dB.

L'équivalent de référence des appareils téléphoniques modernes est négatif, c'est-à-dire que l'affaiblissement électroacoustique est plus petit que 25 ou −22 dB. Sans le montage de l'appa-

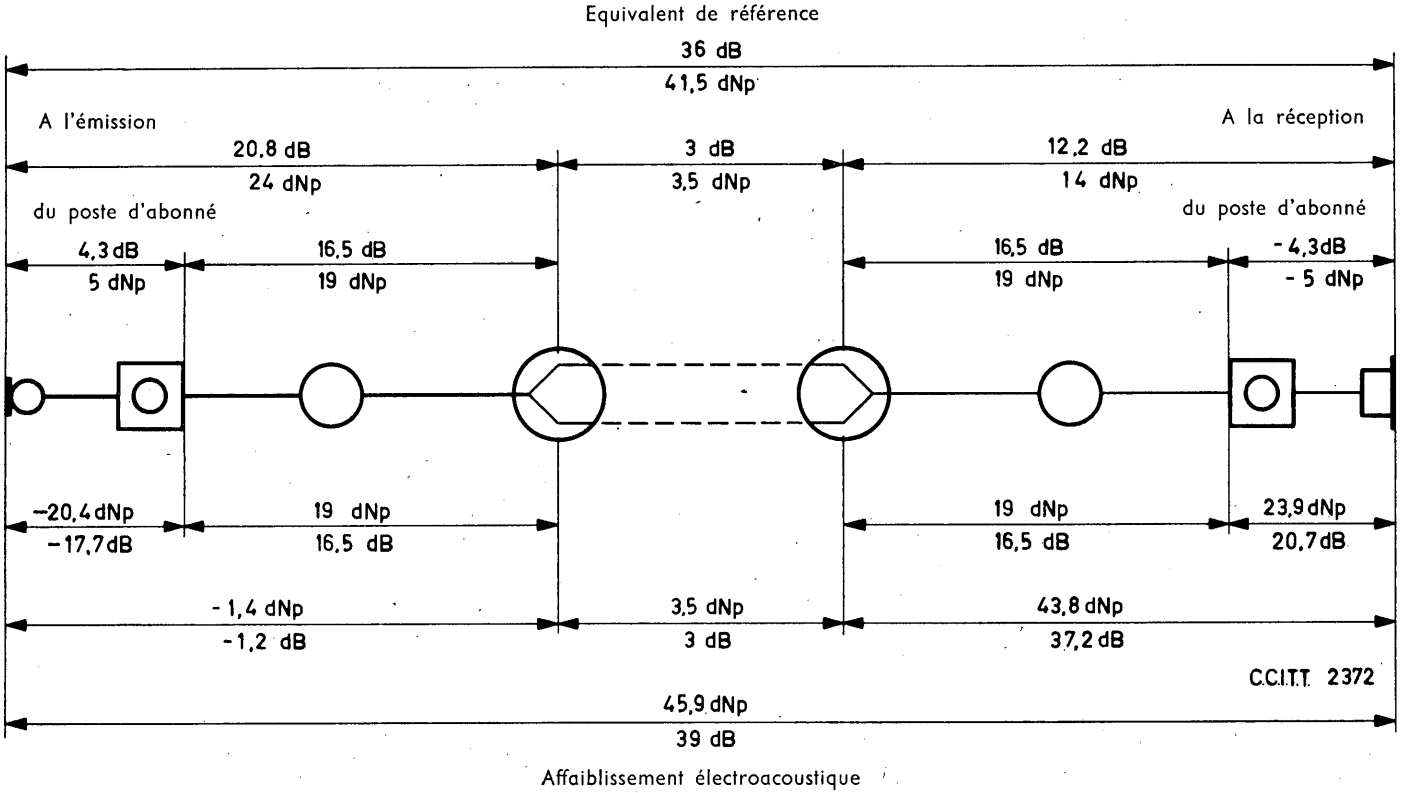



FIGURE 1. — **Répartition des équivalents de référence et des affaiblissements électroacoustiques**



ARCHIVE U.I.T.

reil, l'affaiblissement électroacoustique d'un microphone sensible peut seulement s'abaisser au-dessous de −35 dB et celui d'un récepteur au-dessous de 20 dB. Le signe moins pour l'affaiblissement électroacoustique signifie, au lieu d'un affaiblissement, un gain électroacoustique, ce qui correspond aussi à la réalité physique mais n'apparaît pas dans la notion d' « équivalent de référence à l'émission ». Avec le gain ou l'affaiblissement électroacoustique, le plan d'affaiblissement peut être accordé au mode de désignation usuel en technique des lignes. Etant donné que l'équivalent de référence à l'émission résulte de l'addition de 22 dB ou 25 dNp à l'affaiblissement électroacoustique et l'équivalent de référence à la réception de la soustraction de 25 dB (29,8 dNp) de l'affaiblissement électroacoustique, le raccordement à la fixation de la répartition de l'affaiblissement de référence reste garanti. La figure 1 montre le plan d'affaiblissement d'une communication internationale établie entre deux appareils téléphoniques avec un équivalent de référence à l'émission de + 5 dNp et un équivalent de référence à la réception de −5 dNp. A l'équivalent de référence à l'émission de + 5 dNp (4,3 dB) correspond un affaiblissement électroacoustique de −20,4 dNp (−17,7 dB), donc un gain, et à l'équivalent de référence à la réception de −5 dNp (−4,3 dB) un affaiblissement électroacoustique de 23,8 dNp (20,7 dB).

On peut donc en principe déterminer le transfert électroacoustique d'un appareil téléphonique par la notion d'affaiblissement électroacoustique. On choisira les impédances terminales électriques et acoustiques nécessaires pour cette détermination telles qu'elles se présentent en moyenne dans la transmission téléphonique. En technique des lignes, pour la mesure de l'équivalent, il est usuel de prendre pour base une résistance $Z_e = 600$ ohms $\angle 0°$ comme impédance terminale. On peut facilement concevoir de prendre aussi cette valeur comme base pour l'impédance électrique pour déterminer l'affaiblissement électroacoustique, comme c'est le cas aussi pour la mesure de l'équivalent de référence, bien que l'impédance des lignes d'abonné s'en écarte dans la plupart des cas.

Lors de l'emploi pratique de l'appareil téléphonique, le récepteur est terminé par l'impédance acoustique de l'oreille. L'impédance acoustique de l'oreille a été maintenant normalisée par la C.E.I. [4] et pour cet usage a été indiqué un coupleur qui ne simule toutefois exactement que l'impédance d'entrée de l'oreille. On a abandonné ici le principe de la simplicité appliqué en technique des lignes lors du choix de la résistance électrique de 600 ohms; une simple capacité acoustique suffirait aussi pour la détermination de l'affaiblissement électroacoustique. Ce fait est montré par la comparaison des affaiblissements électroacoustiques qui résultent des valeurs d'impédance acoustique différentes entre le coupleur de l'appareil de mesure objective d'équivalent de référence et le coupleur de la C.E.I. La différence d'affaiblissement est, pour les basses fréquences, plus petite que 1 décibel. L'impédance d'entrée électrique nécessaire pour déterminer l'affaiblissement électroacoustique à la réception est en général connue et peut être aussi mesurée de manière simple. Etant donné que la puissance électrique absorbée par le transducteur dépend encore de la résistance interne du générateur, donc de la résistance de la ligne d'abonné, il est utile d'alimenter l'appareil téléphonique au moyen d'un générateur ayant une résistance interne $Z_e = 600$ ohms et une force électromotrice $U_0$. L'affaiblissement électroacoustique $a$ à la réception est alors le rapport entre la puissance maximale que le générateur peut céder $\frac{U_0^2}{4Z_e}$ et la puissance débitée à l'oreille avec l'impédance acoustique $Z_0$, c'est-à-dire $\frac{p^2}{Z_0}$. Ce rapport est donc

$$10^{\frac{a}{10}} = \frac{U_0^2}{p^2} \cdot \frac{Z_0}{4Z_e}$$

L'impédance acoustique du microphone entrant dans l'affaiblissement électroacoustique à l'émission dépend de la fréquence et n'est pas connue. Il vient s'y ajouter que les distances entre la bouche et l'embouchure du microphone varient pour les différents combinés. Il est facile à concevoir d'utiliser, au lieu d'un générateur normal, une bouche artificielle simulant

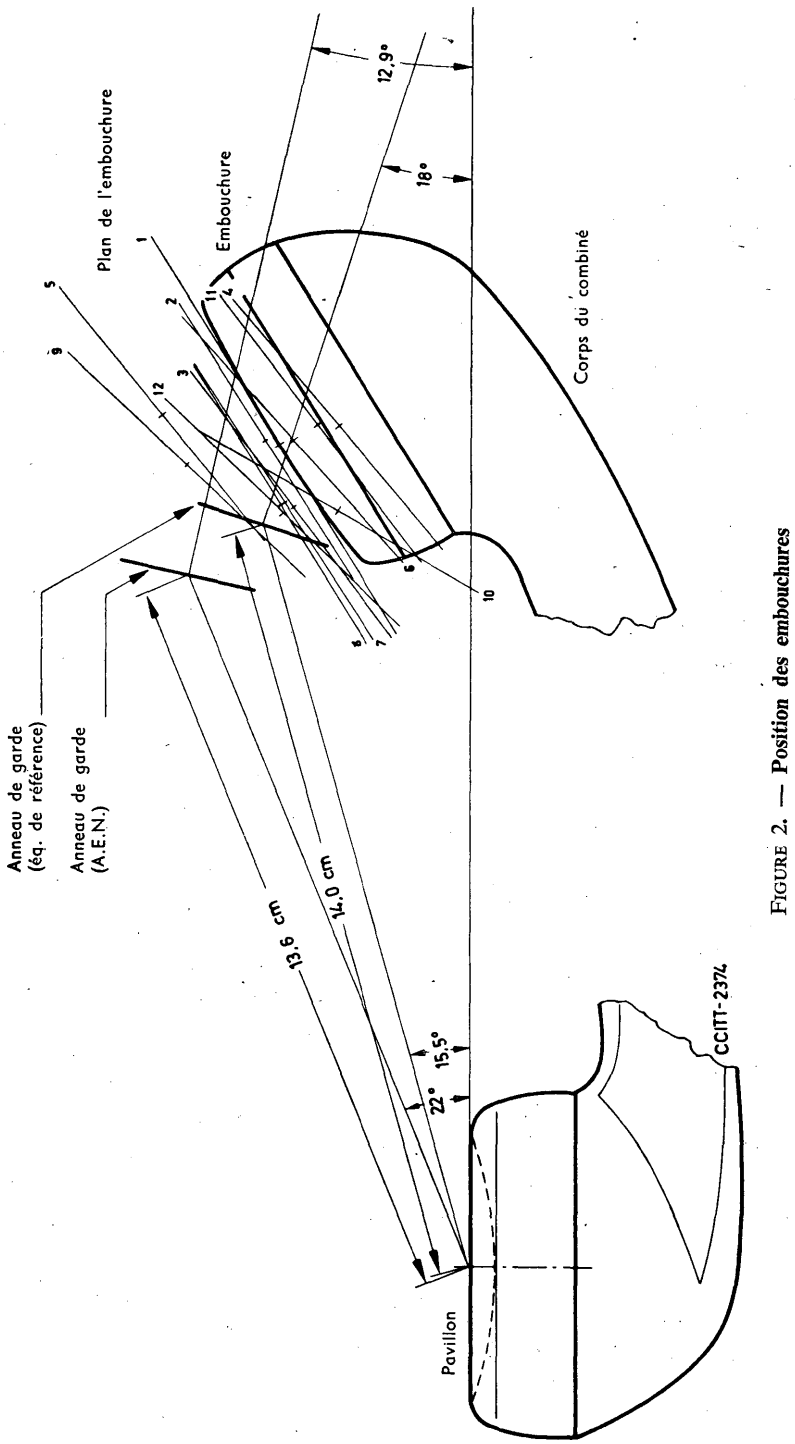



FIGURE 2. — **Position des embouchures**

la bouche humaine. Pour l'étalonnage de la bouche artificielle, il est nécessaire de disposer d'une impédance acoustique étalonnée sous forme d'un microphone normal. Il est également facile à concevoir d'utiliser pour cet usage la même impédance acoustique que pour l'oreille artificielle, parce que l'affaiblissement de toute la communication est égal au rapport des pressions acoustiques. En général, les impédances acoustiques des embouchures des microphones des combinés sont beaucoup plus petites.

La distance entre la bouche et le microphone normal devrait être choisie telle qu'elle résulte en moyenne des dimensions des combinés modernes et sur la base de la position de la bouche fixée pour la détermination des A.E.N. La figure 2 montre la position des embouchures de microphone pour un grand nombre de combinés modernes. Le pourtour du microphone normal devrait correspondre aux dimensions de l'embouchure de microphone d'un combiné. Cette condition est remplie en pratique par le coupleur de la C.E.I.

L'affaiblissement électroacoustique $a'$ à l'émission est utilement fixé comme étant le rapport entre la puissance acoustique reçue par le microphone normal lors de l'emploi de la bouche artificielle $\frac{p'^2}{Z_0}$ et la puissance électrique $\frac{U^2}{Z_e}$ cédée à la résistance terminale électrique $Z_e = 600$ ohms; ce rapport est donc

$$10^{\frac{a'}{10}} = \frac{p'^2}{U^2} \cdot \frac{Z_e}{Z_0}$$

Les relations indiquées pour $a$ et $a'$ fixent sans équivoque l'affaiblissement électroacoustique d'un appareil téléphonique à la réception et à l'émission. La force électromotrice $U_0$ et la pression acoustique $p'$ doivent être choisies de telle façon qu'elles correspondent à peu près aux valeurs qui se présentent dans l'appareil téléphonique, donc

$$\frac{U_0}{2} \approx 0{,}285 \text{ V et } p' \approx 1 \text{ N/m}^2.$$

La parole est un mélange de fréquences qui n'est pas ressenti par l'oreille comme valeur efficace, mais d'après une loi en racine carrée. Pour une indication de l'affaiblissement moyen valable pour la transmission de la parole, il faut donc considérer le spectre de la parole et la loi valable pour l'addition de puissance sonore avec l'exposant normalisé 0,6. La simulation du spectre de la parole et celle du rapport de puissance sonore sont relativement faciles à exécuter lorsqu'on utilise en remplacement de la parole un son hululé dont la fréquence varie à peu près logarithmiquement à amplitude constante. De cette manière, il est possible d'enregistrer directement les caractéristiques de fréquence d'un appareil téléphonique.

Les principes y relatifs peuvent être déterminés à l'aide de la combinaison d'un microphone normal et d'un récepteur moderne lorsqu'on fait varier la bande transmise par insertion de différents filtres passe-bas et passe-haut. Des mesures analogues ont déjà été exécutées [5]. Il a été tenu compte de leurs résultats dans l'O.B.D.M.

## Bibliographie

[1] Tome V *bis* du *Livre Rouge*, pages 255-265, annexe 5 à la Question 15/XII.

[2] K. Braun : *N.T.Z.* 1964, pages 191 à 196; 230 à 236.

[3] Rapport technique n° 315 du Laboratoire du C.C.I.T.T., page 26.

[4] Voir l'Avis P.51 dans la 1re partie du présent ouvrage.

[5] K. Braun: *T.F.T.* 1939, pages 311 à 318.

## ANNEXE 7

(à la Question 15/XII)

**Considérations sur le choix d'une méthode de mesure d'indices basés sur la force des sons**

*Remarque.*— Ce texte est tiré de renseignements contenus dans les documents suivants (période 1964-1968) :

COM XII — nº 71, annexe 2 à la réponse au point D (page 15) (note présentée par l'Administration du Royaume-Uni et la Société L M Ericsson),

COM XII — nº 91, page 2 (contribution de l'Administration australienne).

Pour choisir une méthode à normaliser pour la mesure d'indices basés sur la force des sons, il convient de porter une attention particulière aux caractéristiques souhaitables énumérées ci-dessous.

1. *Caractéristiques efficacité/fréquence du système de référence*

Le système de référence (ou, dans le cas d'une méthode de mesure objective, le dispositif de mesure) doit être tel qu'il assure que, lors des mesures d'indices à l'émission ou à la réception, aucune importance indue n'est donnée à des éléments particuliers de la bande de fréquences normalement transmise par les voies téléphoniques et que les composantes situées en dehors de cette bande sont exclues.

2. *Distance entre les lèvres et le microphone du système de référence*

La distance entre les lèvres de la personne qui parle et le microphone (ou, dans le cas d'une méthode de mesure objective, entre la bouche artificielle et le point auquel la pression acoustique de référence est fixée) doit être telle que, d'une part, de faibles inexactitudes de position ne présentent pas d'importance, et que, d'autre part, le milieu acoustique n'exerce qu'une faible influence.

3. *Spécification du système de référence*

Après avoir fixé, en principe, les caractéristiques particulières du système de référence, il convient de les définir de manière suffisamment détaillée pour permettre de constituer sans ambiguïté des systèmes concrets. Il convient d'utiliser des éléments électroacoustiques facilement disponibles et, de préférence, les conditions spécifiées doivent pouvoir être respectées en utilisant des éléments provenant de constructeurs différents et ayant des formes extérieures légèrement différentes. Dans la mesure du possible, les dispositions concernant l'étalonnage devraient être basées sur des méthodes et un appareillage de mesure faisant l'objet d'une normalisation internationale (bouches et oreilles artificielles, par exemple). Le type d'écouteurs, et, le cas échéant, des éléments de caoutchouc qui lui sont associés, devrait être choisi de manière à limiter autant que possible la variabilité lorsqu'il est utilisé avec des oreilles humaines. Il devrait également assurer que la méthode d'étalonnage du récepteur indique la même efficacité avec les oreilles artificielles et avec les oreilles humaines.

4. *Puissance vocale, textes parlés et prononciation*

La puissance vocale devrait être choisie en tenant dûment compte de la nécessité pour les personnes qui parlent de maintenir un niveau constant pendant de longues périodes. Les mots et les sons utilisés doivent convenir à des personnes de langues maternelles différentes et le mode d'énonciation devrait être précisé.

5. *Distance entre les lèvres de la personne qui parle et le combiné mesuré*

Lors de la mesure d'un combiné, la distance de conversation doit convenir à l'emploi de combinés modernes. En particulier, cette distance doit être approximativement conforme à la distance normalement utilisée par des usagers lors d'une conversation normale.

6. *Méthode utilisée pour tenir le combiné*

Il convient de spécifier la position dans laquelle le combiné doit être tenu au cours des essais pour assurer que les microphones à charbon sont employés dans une position correcte. La fixation par mâchoire à un support fixe assure un contrôle précis mais, si l'on tient le combiné à la main, on peut éviter ou diminuer l'utilisation de méthodes de traitement préalable.

## Question 16/XII — Maintenance des postes d'abonné

*(suite de la Question 25/XII étudiée en 1964-1968; Question Afrique H posée par la Commission du Plan pour l'Afrique)*

a) Comment doit être organisé un service satisfaisant visant à la maintenance des installations téléphoniques et des lignes, plus spécialement sous le rapport des qualités téléphonométriques : types d'appareils à utiliser, possibilité de faire des mesures simples de téléphonométrie, notamment efficacité des systèmes émetteurs (y compris les microphones), mesures de bruit sur les lignes ?

b) Définition des méthodes de mesure.

*Remarque.*— Les contributions à l'étude de cette question devraient être fournies sous la forme d'additions ou modifications à l'Avis P.81.

## Question 17/XII — Postes téléphoniques à haut-parleur

*(suite de la Question 17/XII étudiée en 1964-1968)*

Quelles sont les conditions (au point de vue de la transmission téléphonique) auxquelles doivent satisfaire les postes téléphoniques d'abonné, susceptibles d'échanger des conversations internationales et comportant, soit des haut-parleurs, soit des microphones du type radiodiffusion associés à des amplificateurs ?

*Remarque 1.*— L'annexe 1 énonce les principes retenus pour l'étude des conditions auxquelles devraient satisfaire les postes téléphoniques avec haut-parleur au point de vue de la transmission téléphonique.

*Remarque 2.*— Il semblerait utile d'étudier en particulier les points suivants :

1. Méthode à recommander pour la mesure de l'efficacité d'un poste téléphonique à haut-parleur (une méthode employée par l'Administration du Royaume-Uni est décrite dans l'annexe 2 ci-après).

2. Influence du bruit et du temps de réverbération dans la pièce où se trouve le poste à haut-parleur; y a-t-il lieu de fixer pour ces grandeurs des limites au-delà desquelles on ne devrait pas utiliser le haut-parleur ni le microphone à grande distance de conversation ? Des observations relatives à ce sujet figurent dans l'annexe 3.

*Remarque 3.*— L'Avis P.33 répond partiellement à cette question. La Commission XII estime nécessaire d'accélérer les études afin qu'une réponse définitive à cette question puisse être établie à la fin de la période d'études 1968-1972.

Dans ce but, on attire l'attention des administrations sur la méthode de mesure de l'efficacité d'un poste téléphonique à haut-parleur décrite dans l'annexe 2 ci-après. Les administrations sont invitées à faire des essais en employant cette méthode ou d'autres méthodes qui puissent donner des résultats

comparables, par exemple en employant comme système de référence le NOSFER au lieu de l'A.R.A.E.N. Il est particulièrement important de déterminer le volume émis en ligne correspondant à une valeur déterminée de l'indice pour la force des sons à l'émission, mesurée par cette méthode.

*Remarque 4.*— Les annexes 4, 5 et 6 donnent des renseignements complémentaires fournis par les Administrations de la République fédérale d'Allemagne, de Suède et de Pologne.

## ANNEXE 1

(à la Question 17/XII)

**Principes retenus pour l'étude des conditions auxquelles devraient satisfaire les postes téléphoniques avec haut-parleur au point de vue de la transmission téléphonique**

(Voir le tome V du *Livre Rouge*, pages 703 et 704.)

## ANNEXE 2

(à la Question 17/XII)

**Une méthode de mesure de l'efficacité d'un poste téléphonique à haut-parleur**

(Contribution de l'Administration du Royaume-Uni)

L'Administration du Royaume-Uni procède actuellement à des études en vue de déterminer les caractéristiques de qualité de transmission que doivent posséder de bons postes téléphoniques à haut-parleur. Ces études portent sur les éléments suivants :

1. La puissance vocale utilisée quand on parle dans un microphone plus éloigné que ne l'est le combiné normal. On s'est aperçu que les sujets parlent de quelques dB plus fort.

2. La pression acoustique préférée pour l'écoute de paroles reproduites par haut-parleur. Quand l'écoute est exempte de bruit de salle, la pression acoustique nécessaire dans l'oreille du sujet est bien moindre (de 20 dB environ) pour l'écoute par haut-parleur que pour l'écoute au récepteur téléphonique. En revanche, d'après les notes d'opinion, la qualité de l'écoute par haut-parleur est grandement détériorée par la présence d'un bruit de salle de, par exemple, 50 dB. En outre, il ne paraît possible de compenser cette détérioration de la qualité par aucune augmentation de la pression acoustique; l'impression serait que l'on parle trop fort, avant que ce résultat soit atteint.

3. On est également en train d'étudier quelle forme devrait présenter la caractéristique d'efficacité globale d'air à air en fonction de la fréquence. Cette forme n'est pas nécessairement celle d'une courbe de réponse plate; une augmentation d'environ 6 à 8 dB par octave de 200 à 3200 Hz paraît préférable bien que ce puisse ne pas être la forme la meilleure. Il semblerait bon d'en tenir compte dans le système émetteur et de laisser le système récepteur sensiblement plat. Avec les formes habituelles de réponse en fréquence des types de combinés modernes, on assurera ainsi un fonctionnement satisfaisant.

Si les conclusions préliminaires indiquées aux paragraphes 1 et 2 se trouvent confirmées, il n'y a certainement pas lieu de chercher à obtenir, tant à l'émission qu'à la réception, des efficacités aussi élevées que celles des appareils avec combiné. De telles efficacités sont d'ailleurs sans doute impossibles à obtenir d'un téléphone à haut-parleur.

On rassemble actuellement des résultats expérimentaux obtenus à l'aide de ce que l'on appelle un « téléphone à haut-parleur étalon de travail ». Composé d'éléments de haute qualité, il ne comporte pas de dispositif de commutation à la voix mais possède une efficacité globale suffisante, grâce à des microphones directionnels et à un équilibrage soigneux.

L'efficacité, tant à l'émission qu'à la réception, est mesurée et exprimée en valeurs par rapport aux parties correspondantes de l'A.R.A.E.N. (sans filtre). Le principe est le suivant :

On se sert d'un enregistrement parlé de haute qualité. Pour l'émission, cet enregistrement est reproduit à partir d'une bouche artificielle et la grandeur électrique à la sortie d'un téléphone à haut-parleur est comparée avec celle de la partie émettrice de l'A.R.A.E.N., au moyen d'un volumètre qui mesure la valeur efficace sur une période de temps assez longue (en excluant des pauses). Pour la réception, le signal vocal est injecté aux bornes de ligne du poste téléphonique à haut-parleur et on compare la pression acoustique en un point défini, pas trop éloigné du haut-parleur, avec celle qui aurait été créée dans l'oreille d'un auditeur si la même grandeur électrique avait été appliquée à la partie réceptrice de l'A.R.A.E.N. On voit, sur les figures 1 et 2, les positions et distances qui ont été adoptées par convention. Pour mesurer la pression acoustique du poste téléphonique à haut-parleur, il est commode d'utiliser la partie émettrice de l'A.R.A.E.N. avec un voltmètre vocal. Toutes les mesures sont faites, les postes téléphoniques à haut-parleur étant posés sur une table, dans une pièce normale, afin que cela corresponde aux conditions normales d'utilisation.

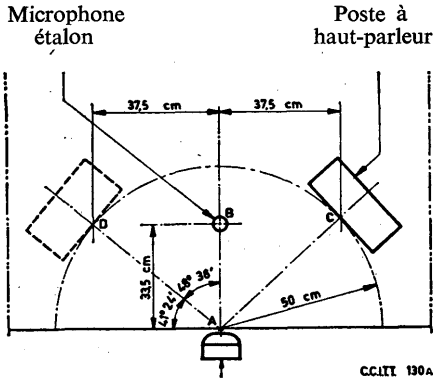



FIGURE 1. — **Efficacité à l'émission**

1. Toutes les dimensions sont prises parallèlement à la surface de la table.

2. La source ponctuelle de la bouche artificielle, en A, se trouve à l'aplomb du bord de la table et à 35 cm au-dessus de celle-ci.

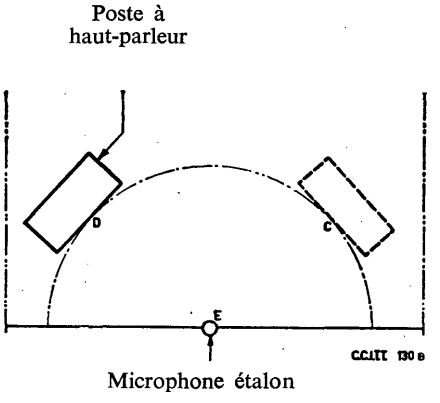



FIGURE 2. — **Efficacité à la réception**

3. La hauteur de l'écran acoustique du microphone étalon, en B ou en E, est de 35 cm au-dessus de la surface de la table.

Des résultats typiques de telles mesures sont donnés ci-après :

| Poste téléphonique à haut-parleur | Dispositif de commutation à la voix | Efficacité en dB par rapport à l'A.R.A.E.N. | |
|---|---|---|---|
| | | à l'émission | à la réception [1] |
| A | non | − 30,0 | − 12,2 à + 1,7 |
| B | oui | − 19,0 | − 10,8 à + 6,9 |
| C | oui | − 20,0 | − 6,1 à + 1,1 |

[1] Positions extrêmes du réglage du gain, qui est opéré directement à la main par l'usager.

Pour des appareils à combiné sans ligne d'abonné, les efficacités correspondantes, par rapport aux parties émettrice et réceptrice de l'A.R.A.E.N., sont d'environ −9,5 dB à l'émis-

sion et + 14,5 dB à la réception. (Ces valeurs ont été obtenues d'une manière un peu différente et ont donc besoin d'être vérifiées; elles ne sont données qu'à titre d'indication approximative.)

D'après ce qui précède, il semble que l'on peut spécifier par rapport à l'A.R.A.E.N. les valeurs désirables d'efficacité à l'émission et à la réception.

## ANNEXE 3

(à la Question 17/XII)

**Influence du bruit de salle et du temps de réverbération dans la pièce où se trouve le poste à haut-parleur**

### I. Contribution de l'Administration du Royaume-Uni

Pression acoustique préférée pour l'écoute de paroles reproduites par haut-parleur.

Quand l'écoute est exempte de bruit de salle, la pression acoustique nécessaire dans l'oreille du sujet est bien moindre (de 20 dB environ) pour l'écoute par haut-parleur que pour l'écoute au récepteur téléphonique. En revanche, d'après les notes d'opinion, la qualité de l'écoute par haut-parleur est grandement détériorée par la présence d'un bruit de salle de, par exemple, 50 dB. En outre, il ne paraît pas possible de compenser cette détérioration de la qualité par aucune augmentation de la pression acoustique; l'impression serait que l'on parle trop fort, avant que ce résultat soit atteint.

### II. Contribution de l'Administration de Suède

D'après son expérience de divers types de postes téléphoniques à haut-parleur, l'Administration suédoise est d'avis que l'on devrait faire particulièrement attention à l'influence du bruit de salle sur les postes à haut-parleur comportant une commande par les courants vocaux. Afin de réduire cette influence, la construction doit être telle que l'effet directionnel de l'appareil mette en évidence la voix de l'abonné qui parle, sinon le bruit de salle causera des blocages inutiles.

### III. Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company

L'American Telephone and Telegraph Company estime qu'il n'y a pas lieu de modifier les lignes d'abonné ou quelque autre installation du réseau ordinaire avec commutation pour qu'elles puissent répondre aux conditions requises pour les postes téléphoniques avec haut-parleur (où l'on parle et écoute à distance). Aussi l'objectif à atteindre est-il d'obtenir que ces postes assurent la même qualité de transmission et répondent aux mêmes conditions d'impédance que les postes téléphoniques de table utilisés par le Bell System.

Or, les premières installations à haut-parleur du Bell System ne pouvaient satisfaire à ces conditions. Ces installations employaient, en effet, des dispositifs fixes d'amplification, tant dans la partie émettrice que dans la partie réceptrice du poste téléphonique, afin de compenser les affaiblissements dans la transmission vers le microphone et à partir du haut-parleur dus à la distance. On a constaté qu'il n'était pas possible de réaliser, pour toute la gamme d'impédances existant dans le matériel de lignes d'abonné, un affaiblissement d'équilibrage qui permette de compenser entièrement ces affaiblissements sans créer un état d'amorçage, ou proche de cet état, par la voie aérienne qui couple le microphone au haut-parleur. La transmission à l'aide d'appareils de ce type, placés dans des locaux où règnent des conditions favorables, serait satisfaisante pour environ 10 à 15 % des lignes d'abonné du Bell System.

Ces insuffisances, dûment constatées, ont conduit à la conception d'un appareil fort amélioré, fondé sur le principe d'un gain commuté. (Le poste téléphonique à haut-parleur à gain

commuté et les principes sur lesquels repose sa conception sont décrits dans les références bibliographiques [1] et [2].) Ce nouveau modèle de poste s'est révélé hautement satisfaisant et il a remplacé presque tous les postes téléphoniques à haut-parleur du type antérieur. Avec le poste de conception nouvelle, l'amplification est commutée par la voix, dans la partie réceptrice pour les courants vocaux reçus, et dans la partie émettrice pour les courants vocaux émis. L'amplification dans la partie réceptrice est commandée par l'usager du poste téléphonique à haut-parleur, mais le gain total dans le circuit en boucle (par les voies d'émission, de réception et le transformateur differentiel, ainsi que par les voies aériennes de couplage) ne peut, en aucun cas, atteindre une valeur suffisante pour créer un état d'amorçage ou voisin de cet état. On estime que, dans un local où règnent des conditions favorables, ce nouveau modèle de poste téléphonique à haut-parleur permet d'obtenir une transmission satisfaisante pour plus de 90 % des lignes d'abonné du Bell System.

Il est certain que n'importe quel poste dans lequel on parlera à distance donnera une transmission moins satisfaisante qu'un poste à faible distance de conversation, dans une pièce où la réverbération est élevée. Pareillement, un bruit de salle élevé aura un effet défavorable plus prononcé sur la transmission vers un poste téléphonique à haut-parleur que dans le cas d'un appareil téléphonique de table, parce que, aux niveaux d'utilisation pratique du haut-parleur, le bruit aura davantage d'effet sur les sons vocaux reçus. Les installations avec haut-parleur sont donc limitées autant que possible à des locaux caractérisés par des conditions ambiantes favorables de bruit et de réverbération, par exemple des bureaux personnels occupés par des cadres supérieurs ou moyens ou bien des locaux résidentiels. On apprend aux usagers à parler à distance raisonnable du microphone, environ 60 cm au maximum, pour que la qualité soit la meilleure possible. En outre, un poste téléphonique de table est prévu comme complément du poste à haut-parleur, afin de pouvoir assurer s'il y a lieu un caractère plus privé à la conversation ou faire face à d'autres conditions défavorables.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] BUSALA, A. : Fundamental considerations in the design of a voice-switched speakerphone, *B.S.T.J.*, volume 39, p. 265.

[2] CLEMENCY, W. F. et GOODALE, W. D. Jr. : Functional design of a voice-switched speakerphone, *B.S.T.J.*, volume 40, p. 649.

ANNEXE 4

(à la Question 17/XII)

**Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne**

(Voir le tome V du *Livre Rouge*, pages 705-706.)

ANNEXE 5

(à la Question 17/XII)

**Contribution de l'Administration suédoise**

(Voir le tome V du *Livre Rouge*, pages 706-708)

ANNEXE 6

(à la Question 17/XII)

**Contribution de l'Administration polonaise**

(Voir le tome V *bis* du *Livre Rouge*, pages 284-286).

## Question 18/XII — Etude des conséquences de la phonétique espagnole pour les systèmes de télécommunications

*(suite de la Question 28/XII étudiée en 1964-1968)*

*Etude des conséquences de la phonétique espagnole pour les systèmes de télécommunications :*

a) Données statistiques

b) Netteté pour les phrases, pour les mots et pour les sons sur les circuits téléphoniques [1].

c) Relation entre netteté et indice pour la force des sons.

## Question 19/XII — Variation de l'impédance des lignes et postes d'abonné

*(suite de la Question 19/XII, étudiée en 1964-1968)*

*(question documentaire)*

a) Quel est l'intervalle de variation des impédances des lignes d'abonné et des postes téléphoniques d'abonné mesurées d'une part à l'extrémité du système local et d'autre part dans le centre primaire ?

Quels sont les intervalles de variation correspondants de l'affaiblissement d'équilibrage mesuré par rapport à une impédance purement résistive de 600 ohms ou par rapport à toute autre impédance de valeur fixe employée comme équilibreur dans les termineurs ?

b) Quelle méthode peut-on employer dans les projets de construction des postes téléphoniques, des lignes d'abonné et des ponts d'alimentation pour diminuer l'ampleur de ces variations ?

*Remarque.*— Dans ces études, on devrait prêter attention à l'affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho aussi bien qu'à l'affaiblissement d'équilibrage au point de vue de la stabilité.

## Question 20/XII — Parole synthétique et système de compression de fréquence

*(suite de la Question 20/XII étudiée en 1964-1968)*

a) Quel degré de qualité peut-on obtenir actuellement de la parole synthétique ?

*Remarque.*— La parole synthétique est définie comme un ensemble de courants analogues aux courants vocaux, produits par un système de générateurs qui sont eux-mêmes commandés par des signaux transmis suivant un code approprié.

b) Quelle est la qualité de la parole transmise sur une voie où la bande des fréquences est comprimée ?

*Remarque.*— Les administrations sont priées de donner une description des principes de fonctionnement du système dont la qualité a été étudiée.

---

[1] Voir l'étude publiée dans le *Livre Vert* du C.C.I.F. (Paris 1928, pages 139 à 171) et qui est tirée de l'article suivant :

J. COLLARD : A theoretical study of the articulation and intelligibility of a telephone circuit; *Electrical Communication*, volume 7, p. 168, janvier 1929.

c) Dans quelles conditions des systèmes des types étudiés sous a et b pourraient-ils être utilisés prochainement dans le réseau téléphonique international ?

**Question 21/XII — Qualité de transmission des systèmes à modulation par impulsions et codage**

*(suite de la Question 27/XII étudiée en 1964-1968)*

a) Quelle recommandation le C.C.I.T.T. devrait-il émettre au sujet de la norme de qualité de transmission qu'il convient d'atteindre dans une seule liaison entre bornes à fréquences vocales, réalisée selon les critères techniques usuels par un système de transmission à modulation par impulsions et codage (M.I.C.), compte tenu des conditions dans lesquelles une telle liaison peut faire partie d'une communication internationale ?

b) Pour permettre de recommander des valeurs acceptables des paramètres fondamentaux permettant une construction économique, il y a lieu d'évaluer — au moyen des mêmes unités que dans la méthode dont il a été question ci-dessus en a — les effets des divers facteurs qui contribuent à la distorsion de quantification d'un système idéal à modulation par impulsions et codage, par exemple la coupure des crêtes et la coupure centrale.

c) Etant donné que tout système à modulation par impulsions et codage de conception économique sera susceptible d'être affecté d'autres formes de réduction de la qualité de transmission, dues notamment aux erreurs de transmission, aux imprécisions de la quantification, aux difficultés de synchronisation, à la gigue, etc., comment convient-il de mesurer ces systèmes dans les conditions d'exploitation normales pour assurer qu'ils répondent aux exigences de qualité dont il est question dans la partie a de cette question ?

*Remarque.*— Dans l'étude de cette question, on tiendra compte des résultats déjà obtenus en 1967 et indiqués dans l'annexe 1. Les annexes 2, 3 et 4 reproduisent des contributions communiquées par la Commission XV; on trouvera d'autres renseignements dans l'annexe 4 à la Question 2/D et dans ses appendices (tome III du *Livre Blanc*).

ANNEXE 1

(à la Question 21/XII)

**Extraits du rapport d'un Groupe de travail approuvé par la Commission d'études XII en octobre 1967**

Le Groupe de travail a accepté une nouvelle subdivision de cette question; il a réalisé les progrès suivants :

*Partie a — Norme de qualité de transmission*

La question de l'établissement d'une norme peut être divisée en quatre éléments principaux :

1) *L'échelle de référence*

Il faut disposer d'une échelle de référence, facilement définissable en termes physiques, pour mesurer la qualité de transmission des systèmes M.I.C. A cette fin, on a utilisé deux échelles de référence : un bruit aléatoire continu et un bruit aléatoire proportionnel à l'amplitude instantanée du signal.

Il a été décidé de proposer l'emploi d'un bruit aléatoire proportionnel à l'amplitude instantanée du signal aux administrations qui procéderaient à de nouvelles évaluations de qualité, de manière à disposer d'une base commune pour la comparaison des résultats obtenus.

2) *La méthode de comparaison*

Pour mesurer la qualité d'un système M.I.C., on utilise une échelle de référence et on compare le système à un dispositif de référence. Les administrations ont appliqué des méthodes de comparaison basées sur les essais de netteté, les essais de préférence (comparaisons par paires ou du type à équilibrage) et l'analyse validée par des essais de préférence.

Bien que la méthode de comparaison effectivement appliquée puisse ne pas avoir d'effet notable sur les résultats, le Groupe de travail suggère que l'on emploie la méthode des essais de préférence ou celle de l'analyse validée par des essais de préférence. Cela ne signifie pas que les mesures de netteté ne sont pas appropriées. Il s'agit simplement de s'efforcer d'obtenir une présentation plus uniforme des résultats aux fins de comparaisons.

3) *Le contexte*

Pour avoir un sens, les évaluations de qualité de la modulation par impulsions et codage par comparaison avec le dispositif de référence doivent se faire dans le cadre général d'applications à des systèmes réels. Le Groupe de travail a défini quatre communications de référence appropriées (voir les figures 1 à 4).

Trois de ces communications de référence comportent quatre systèmes M.I.C. en cascade; une communication de référence comporte huit systèmes M.I.C. en cascade. Ces communications visent essentiellement à permettre d'évaluer les effets du processus de modulation par impulsions et codage et on a évité de créer des conditions présentant des effets de masque.

Il convient d'observer que les communications de référence proposées ne représentent qu'un commencement et qu'il ne faut pas les considérer comme définitivement établies. En particulier, il faut considérer qu'une gamme de niveaux des sons vocaux de $-2$ dBm à $-22$ dBm (puissance moyenne pour un interlocuteur actif) peut se présenter à l'entrée du premier système M.I.C. dans le sens d'émission. Bien entendu, ceci n'est pas compatible avec la fixation d'une valeur unique de l'équivalent de référence à l'émission.

4) *La valeur normalisée*

La valeur de la grandeur de référence considérée comme acceptable dans des conditions données doit être fondée sur des essais subjectifs. A cet effet, on peut utiliser des essais d'opinion, des mesures de seuil, des comparaisons par paires avec des réductions de qualité plus courantes, ou d'autres méthodes.

L'Administration du Royaume-Uni a fixé une valeur acceptable de 22 dB pour le rapport signal/bruit du signal de référence spécial recommandé au point a.1 ci-dessus. Elle indique qu'une distorsion de ce niveau n'est pas décelable par la moitié des observateurs sur une gamme de niveaux d'écoute de $-5$ à $-25$ dBm (puissance moyenne pour un interlocuteur actif) à l'entrée d'un système récepteur ayant un équivalent de référence égal à zéro.

Les administrations sont invitées à transmettre des renseignements supplémentaires de ce type en sorte qu'il soit possible de déterminer ce lien important entre les réductions de qualité des systèmes M.I.C. et d'autres objectifs de transmission.

*Partie b — Effet de divers facteurs*

Si on a recueilli jusqu'ici un grand nombre de renseignements au sujet des effets de divers facteurs sur la modulation par impulsions et codage, un tel nombre de possibilités et de méthodes d'évaluation ont été utilisées qu'il n'est pas possible de faire des comparaisons valables. La Commission d'études XV a maintenant attiré l'attention sur certaines caractéristiques de codage/décodage importantes qu'il convient d'étudier, particulièrement du point de vue de l'interconnexion de systèmes présentant des caractéristiques différentes. On estime que l'interconnexion directe et l'interconnexion avec manipulation numérique appropriée doivent être

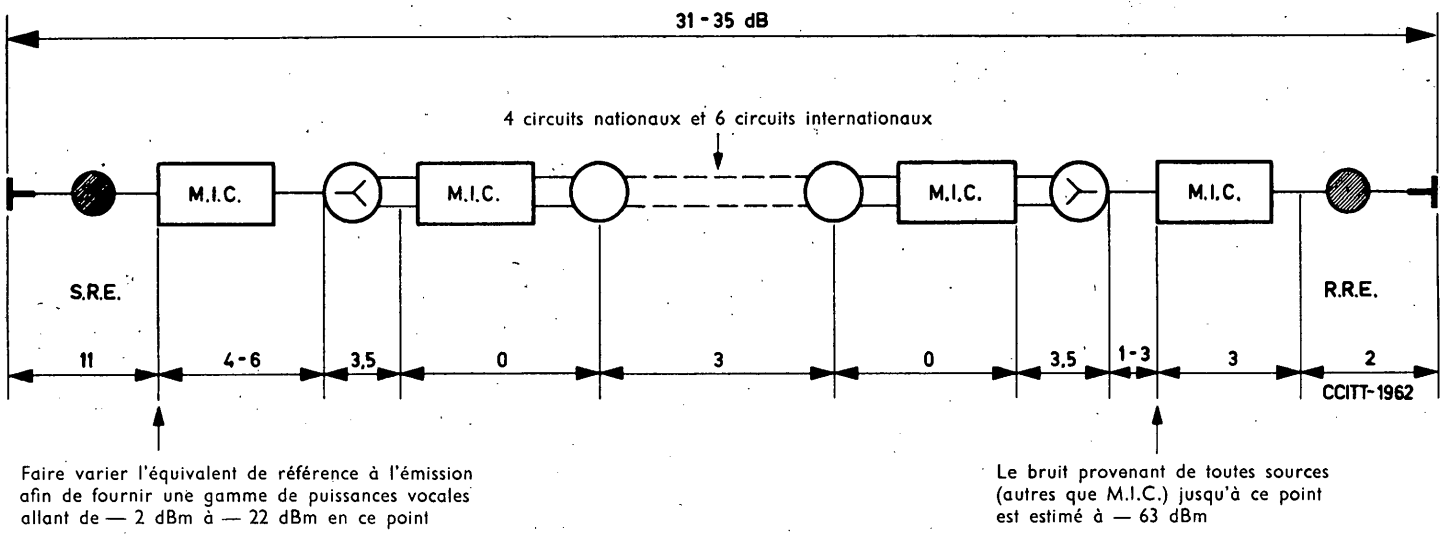



FIGURE 1. — **Longue communication internationale de référence comprenant quatre systèmes M.I.C.**

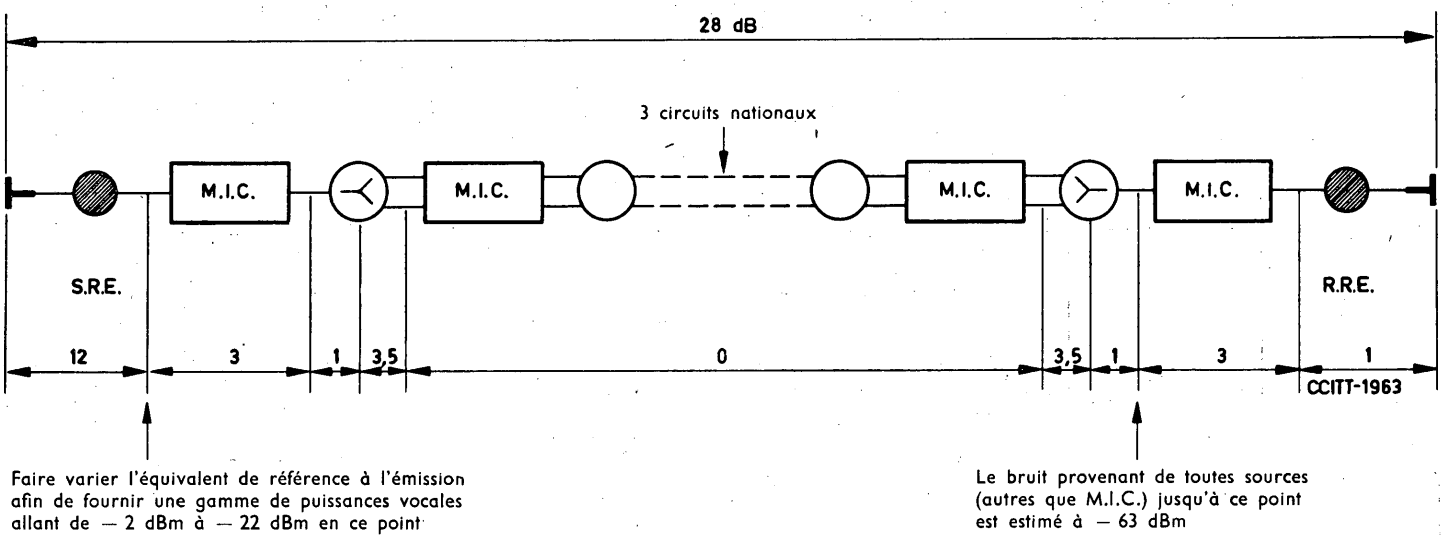



FIGURE 2. — **Longue communication nationale de référence comprenant quatre systèmes M.I.C.**

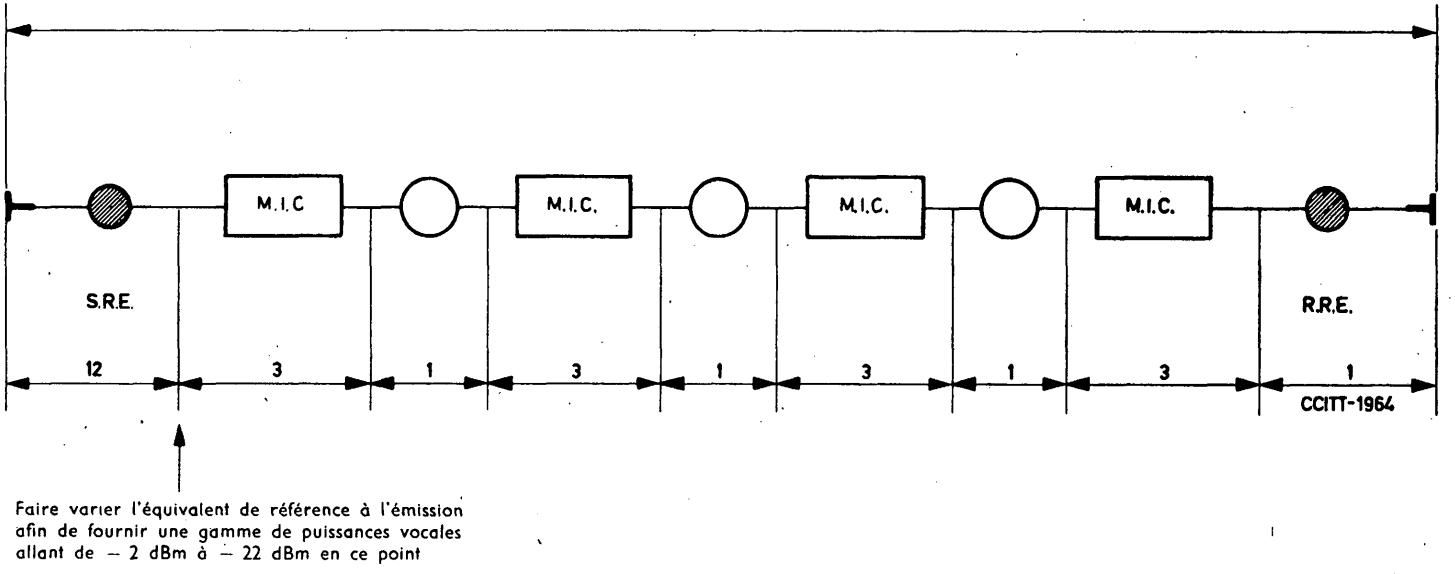



FIGURE 3. — **Communication de référence courte où tous les circuits sont établis sur des systèmes M.I.C.**

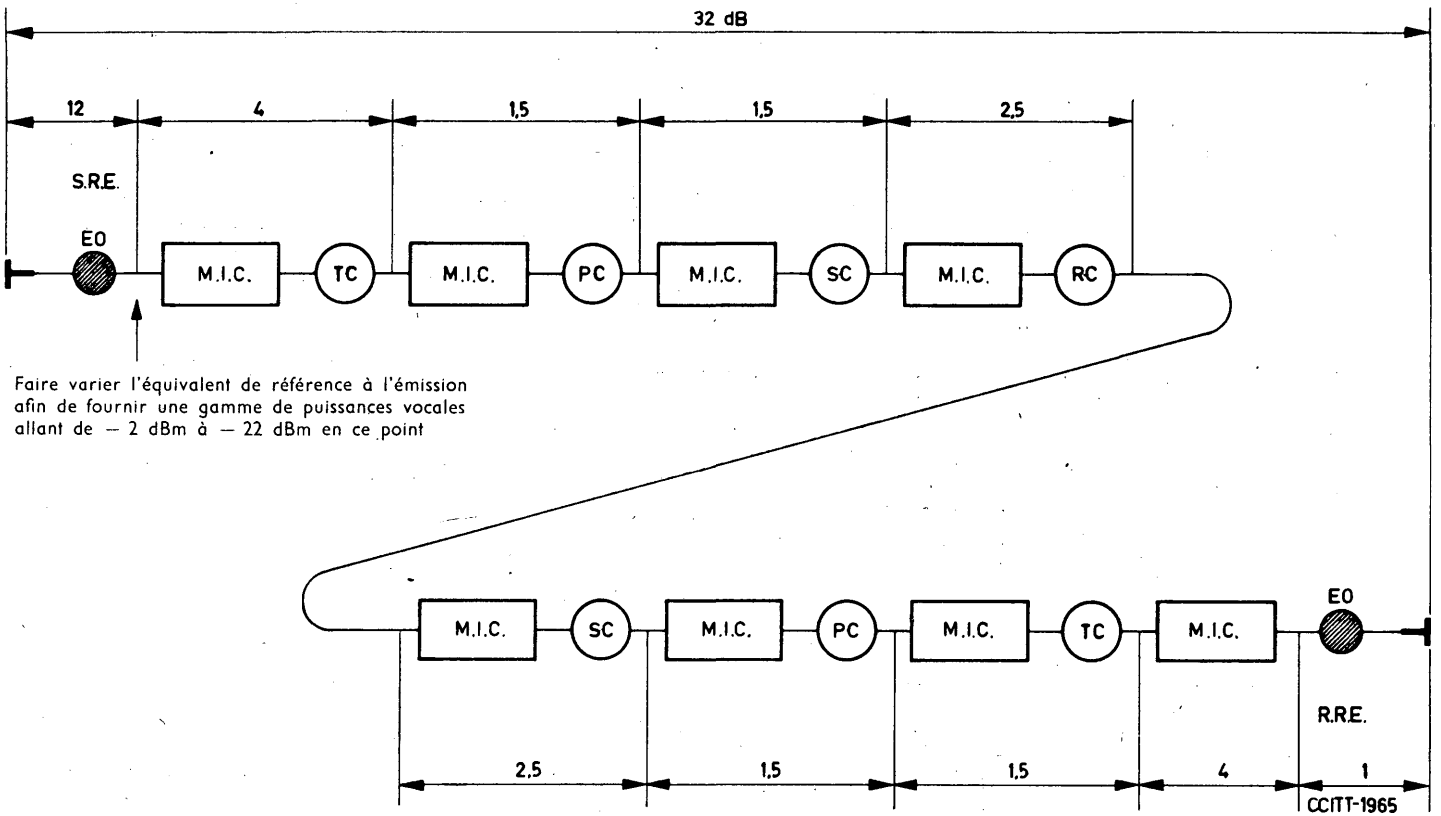



FIGURE 4. — **Longue communication de référence où tous les circuits sont établis sur des systèmes M.I.C.**

prises en considération à cet égard. Le tableau 1 ci-dessous résume les caractéristiques qui doivent être prises en considération.

TABLEAU 1

| | 7 éléments binaires | 8 éléments binaires |
|---|---|---|
| $A = 87{,}6$ ** | W — 13 segments + 2 dBm0 * | X — 13 segments + 2 dBm0 * |
| $\mu = 100$ ** | Y — Continue + 3 dBm0 * | Z — 31 segments + 3 dBm0 * |

* Ces valeurs de surcharge ont été ajoutées par le Groupe de travail de manière à spécifier plus complètement les caractéristiques.

** Les définitions des lois de compression et d'extension désignées par $A$ et $\mu$, sont les suivantes :

*Caractéristique A*

$$0 \leqslant v \leqslant V/A \quad y = \frac{Ax}{1 + \log A}$$

$$V/A \leqslant v \leqslant V \quad y = \frac{1 + \log (Ax)}{1 + \log A}$$

*Caractéristique μ*

$$y = \frac{\log (1 + \mu x)}{\log (1 + \mu)}$$

Dans ces formules : $x = v/V$

$y = i/B$

où $v$ est la valeur instantanée de la tension d'entrée,

$V$ est la tension maximum pour laquelle il n'y a pas de limitation de crête,

$i$ est le numéro 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.

Les caractéristiques de suppression hors bande des filtres M.I.C. doivent être indiquées dans les renseignements transmis car elles peuvent exercer un effet notable sur le fonctionnement de liaisons M.I.C. en cascade.

On doit prendre soin que les systèmes utilisés pour ces évaluations s'approchent de la qualité inhérente à ces caractéristiques fondamentales de codage-décodage. L'annexe 1 à la Question 33/XV (tome III du *Livre Bleu*) énumère des facteurs qui affectent la qualité de systèmes M.I.C. réels.

*Remarque.*— Un Groupe de travail de la Commission XV a estimé qu'en plus des communications fictives de référence représentées sur les figures 1, 2 et 3, il conviendrait d'évaluer la qualité de communications comportant plus de quatre systèmes M.I.C. conformément au tableau 2. Ce tableau reproduit un choix de combinaisons possibles des quatre types de systèmes M.I.C. indiqués par le tableau 1 qui doivent maintenant être étudiées. Si cette proposition est retenue, la figure 4 deviendra inutile. En tout état de cause, les résultats obtenus devraient être comparés aux résultats dont la Commission XII dispose déjà sur des communications ayant une constitution analogue mais comprenant seulement des circuits établis sur des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence.

*Partie c — Méthodes de mesure dans les conditions d'exploitation*

On a défini deux types de mesure qui pourraient être appliqués aux systèmes M.I.C. en exploitation, pour s'assurer qu'ils répondent aux normes spécifiées en *a* ci-dessus.

1) *Capacité de charge*

Une des méthodes proposées consiste à déterminer le moment où une augmentation d'amplitude de l'onde sinusoïdale à l'entrée produit une augmentation moins que proportion-

TABLEAU 2

| | Lois de compression similaires | Mélanges de lois de compression |
|---|---|---|
| Figure 1 | 2Y + 4Z + F + F + 4Z + 2Y<br>2W + 4X + F + F + 4X + 2W<br>4Y + 2Z + F + F + 2Z + 4Y<br>4W + 2X + F + F + 2X + 4W<br>14W, 14X, 14Y, 14Z | 4W + 2X + 2F + 2Z + 4Y<br>4W + 3X + 3Z + 4Y<br>7X + 7Z |
| Figure 2 | 7W, 7X, 7Y, 7Z<br>2W + 3X + 2W<br>2Y + 3Z + 2Y | Aucun |
| Figure 3 | 4W, 4X, 4Y, 4Z<br>W + 2X + W<br>Y + 2Z + Y | Aucun |

F = multiplexage par répartition en fréquence.

nelle à la sortie. Par exemple, l'Administration britannique considère que la condition de saturation de + 2 dBm0 est satisfaite « lorsqu'une élévation du niveau d'entrée de + 2 dBm0 à + 4 dBm0 donne à la sortie une élévation de niveau comprise entre les limites de 1 dB et 2 dB ».

2) *Distortion de quantification*

On a établi deux méthodes pour mesurer cet effet :

*Onde sinusoïdale* — Le système M.I.C. est excité par un signal ayant une fréquence voisine de 1000 Hz, mais qui n'est pas un sous-harmonique du taux d'échantillonnage. Un appareil de mesure supprime le signal d'excitation et mesure la distorsion contenue dans le reste de la bande des fréquences vocales.

*Onde gaussienne* — Le système M.I.C. est excité par une bande de bruit comprise entre 450 et 550 Hz. Les produits de distorsion présents dans la bande de fréquences au-dessus de 850 Hz sont mesurés et une correction est apportée pour la bande au-dessous de 850 Hz.

La Commission d'études XII n'a pas reçu de renseignements sur la relation qui existe entre ces types de mesure et des normes de qualité de transmission. Les administrations sont priées de fournir des renseignements appropriés, afin que l'étude de cette partie de la question puisse avancer dans les mêmes conditions que les études entreprises au titre des parties *a* et *b*.

## ANNEXE 2

(à la Question 21/XII)

### Appareil de référence pour la production de bruit

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

L'appendice ci-après (extrait du document COM XII — n° 84, du 24 août 1967) contient la description d'un appareil qui produit un bruit dépendant du signal et qui est destiné à être utilisé dans des essais subjectifs de systèmes M.I.C. munis de compresseurs-extenseurs. Un

appareil de même genre vient d'être réalisé et fait actuellement l'objet d'essais. On trouvera ci-dessous une description de cet appareil et une indication sur la manière dont on envisage l'utilisation.

La figure 1 représente le schéma de principe de l'appareil. Son fonctionnement est identique à celui de l'appareil décrit dans l'appendice. Les premiers essais en régime sinusoïdal conduisent à penser que l'on peut assurer un rapport signal/bruit constant à moins de 0,5 dB près dans une gamme d'au moins 40 dB.

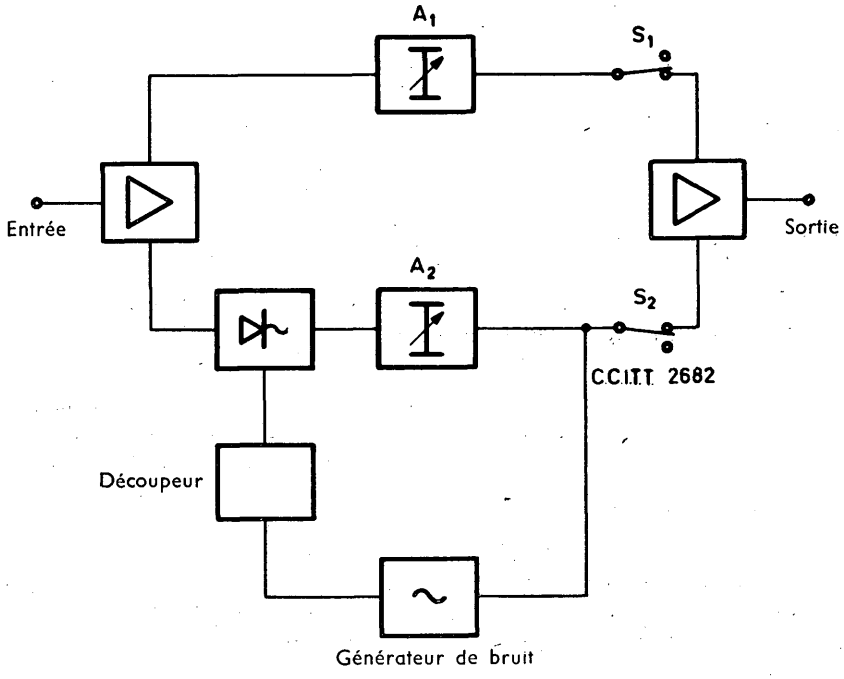



FIGURE 1. — **Appareil de référence pour la production de bruit**

Pour le réglage et pour les essais en trafic réel que l'on désire faire, on relie l'appareil au montage différentiel de sortie par les bornes S1 et S2. Etant donné que l'on emploiera probablement des enregistrements sur bande pour les essais subjectifs, les bornes S1 et S2 seront alors reliées à un enregistreur sur bande à double piste. On pourra alors combiner les sorties de cet enregistreur selon les diverses conditions de mesure, en modifiant le gain relatif du trajet du bruit et de celui du signal. En cas de besoin, on insérera une deuxième source de bruit dans le trajet de bruit afin de représenter le bruit en l'absence de signal.

Avant de procéder aux essais subjectifs, on devra mesurer les caractéristiques suivantes de l'appareil :

1) gamme dynamique;

2) distribution d'amplitude et spectre de fréquence du signal de sortie, le signal d'entrée étant constitué soit d'un bruit uniforme soit d'un bruit à pondération analogue à celle de la voix;

3) réponse en fréquence.

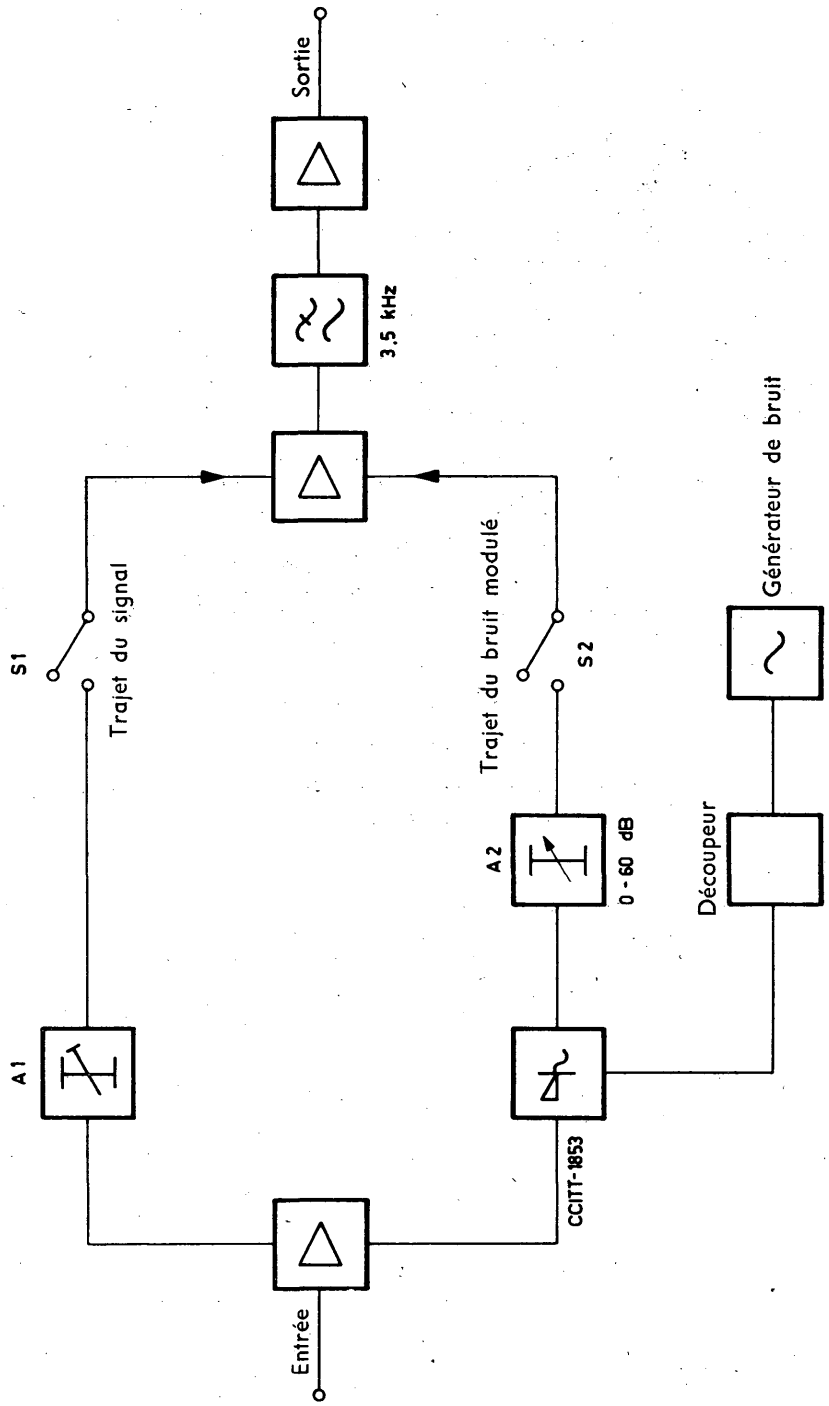



FIGURE 2. — Appareil de référence pour la production du bruit modulé

## APPENDICE à l'Annexe 2

*Description de l'appareil de référence pour la production du bruit modulé utilisé au Royaume-Uni*

Il s'agit d'un dispositif qui produit une distorsion analogue à celle qui est présente dans un système M.I.C. fonctionnant avec une loi logarithmique de compression-extension; le rapport de puissance signal/distorsion demeure constant dans une gamme extrêmement étendue d'amplitudes du signal. L'appareil peut accepter des signaux d'entrée dont les niveaux de crête atteignent + 6 dB par rapport à 1 volt efficace; à la sortie, on a un niveau de bruit résiduel de −55 dBm. Les impédances d'entrée et de sortie sont de 600 ohms. L'appareil est alimenté par le réseau et logé dans une armoire de 50 × 30 × 25 cm; son poids est de l'ordre de 13,5 kg. La figure 2 (voir page précédente) représente un schéma de principe de l'appareil.

Le signal d'entrée est divisé entre deux trajets, dont l'un aboutit à la sortie sans subir de distorsion (« trajet du signal »). L'autre trajet passe par un modulateur qui inverse la polarité du signal en fonction de la polarité du signal de sortie fourni par une source de bruit à large bande; ce bruit joue le rôle d'une porteuse et est injecté à l'entrée d'un modulateur annulaire. On a ainsi à la sortie du modulateur un signal dont l'enveloppe a une amplitude égale ou proportionnelle à celle d'un signal vocal, mais dénué de toute intelligibilité. Ce « bruit modulé » est alors ajouté au signal non affecté par la distorsion, dans une proportion que l'on peut faire varier à l'aide d'un affaiblisseur (A2) inséré dans le trajet du bruit modulé. Cet ensemble passe ensuite dans un filtre qui élimine les produits du bruit modulé dont la fréquence est extérieure à la largeur de bande du signal. Le dispositif est étalonné de telle manière que, lorsque l'affaiblisseur de réglage A2 est sur 0 dB, la puissance moyenne à la sortie due au bruit modulé est égale à la puissance qui est due au signal seul. Les opérations sont facilitées par l'affaiblisseur préréglé A1 et les commutateurs S1 et S2. L'effet produit par ce processus sur les sons vocaux est, subjectivement, très semblable à celui produit par une distorsion de quantification dans un système M.I.C.

## ANNEXE 3

(à la Question 21/XII)

### Etude du fonctionnement de plusieurs systèmes M.I.C. en cascade

(Contribution de Telettra Sp.A.)

*Introduction*

Dans la présente annexe, on étudie le problème du bruit objectif produit à la sortie d'une chaîne constituée par plusieurs systèmes M.I.C., du fait de la quantification des différents systèmes et de l'introduction éventuelle d'un bruit thermique le long de la chaîne.

Ce problème est extrêmement compliqué si on ne fait pas d'hypothèses simplificatrices. Il se simplifie grandement si l'on admet que, dans une section quelconque de la chaîne, la distribution statistique du bruit est gaussienne et que le bruit et le signal correspondent à des processus qui sont statistiquement indépendants.

Moyennant cette hypothèse, l'étude du fonctionnement de la chaîne totale se ramène à la détermination du bruit présent à la sortie d'un système unique lorsqu'on applique à l'entrée de ce système un signal affecté par un bruit gaussien, ce bruit étant statistiquement indépendant du signal lui-même.

Dans cette annexe, on exposera et on discutera des résultats numériques obtenus avec un système unique et plusieurs lois de quantification (et l'on étudiera en même temps la validité des hypothèses simplificatrices qui ont été faites), après quoi on donnera quelques exemples de calcul du bruit à la sortie de certaines chaînes constituées par des systèmes M.I.C.

*Gain et rapport signal/bruit d'un système M.I.C. unique qui reçoit un signal d'entrée affecté par un bruit*

On a calculé l'affaiblissement $\Gamma$ et le rapport signal/bruit $\left(\frac{S}{B}\right)_0$ à la sortie d'un

système M.I.C., dans l'hypothèse où le signal d'entrée est la somme d'un processus aléatoire $i(t)$ ayant une fonction de densité de probabilité de forme exponentielle [1] et d'un bruit gaussien $n_i(t)$ qui est statistiquement indépendant du signal.

On a adopté les définitions suivantes [2] :

$$\Gamma = \frac{E(i^2)}{E(i \cdot u)} = \frac{1}{k_0} \qquad \left(\frac{S}{B}\right)_0 = \frac{1}{\dfrac{E(u^2)}{k_0^2 E(i^2)} - 1}$$

où : $E(x)$ désigne l'espérance mathématique de la variable aléatoire $x$ et $u(t)$ désigne le signal de sortie du système.

La figure 1 donne la signification des symboles utilisés.

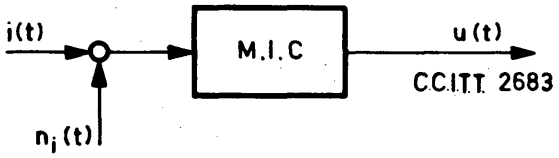



FIGURE 1

Les fonctions de densité de probabilité de $i$ et de $n_i$ sont :

$$P_i(x) = \frac{1}{\sqrt{2}\,I} \exp\left(-\frac{\sqrt{2}}{I}\,|x|\right)$$

$$Pn_i(x) = \frac{1}{R\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2R^2}\right)$$

On a les expressions suivantes pour $E(i \cdot u)$ et $E(u^2)$ :

$$E(i \cdot u) = -R\sqrt{\frac{2}{\pi}} \sum_{-N^k}^{+N} u_k (\Phi_{k+1} - \Phi_k); \qquad E(u^2 = \sum_{-N^k}^{+N} \frac{u_k^2}{2} (\Psi_{k+1} - \Psi_k)$$

où :

$$\Phi_k = \exp\left(\frac{-i_k^2}{2R^2}\right) + \frac{\sqrt{\pi}}{4} \exp\left(\frac{R^2}{I^2}\right)\left\{\left(\frac{I}{R} - 2\frac{R}{I} - \sqrt{2}\frac{i_k}{R}\right)\exp\left(\sqrt{2}\frac{i_k}{I}\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{i_k}{\sqrt{2}\,R} + \frac{R}{I}\right)\right] + \left(\frac{I}{R} - 2\frac{R}{I} + \sqrt{2}\frac{i_k}{R}\right)\exp\left(-\sqrt{2}\frac{i_k}{I}\right)\left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{i_k}{\sqrt{2}\,R} - \frac{R}{I}\right)\right]\right\}.$$

$$\Psi_k = \exp\left(\frac{R^2}{I^2} + \frac{i_k}{\sqrt{2}\,I}\right)\left[1 + \operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}\,R} - \frac{R}{I}\right)\right] - 2\operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}\,R}\right) +$$

$$+ \exp\left(\frac{R^2}{I^2} - \frac{i_k}{\sqrt{2}\,I}\right)\left[1 - \operatorname{erf}\left(-\frac{i_k}{\sqrt{2}\,R} + \frac{R}{I}\right)\right]$$

$i_k$ et $u_k$ désignant les niveaux de décision et de reconstitution et 2 $N$-1 désignant le nombre d'échelons.

---

[1] On sait qu'un signal vocal peut être considéré comme représentant un processus aléatoire caractérisé par cette fonction de densité de probabilité.

[2] A. BELLMAN et F. VAGLIANI (Telettra Sp.A.) : « Quantizzazione ottimale nei sistemi p.c.m.; *Alta Frequenza*, n° 10, volume XXXVI, 1967, pages 942-951.

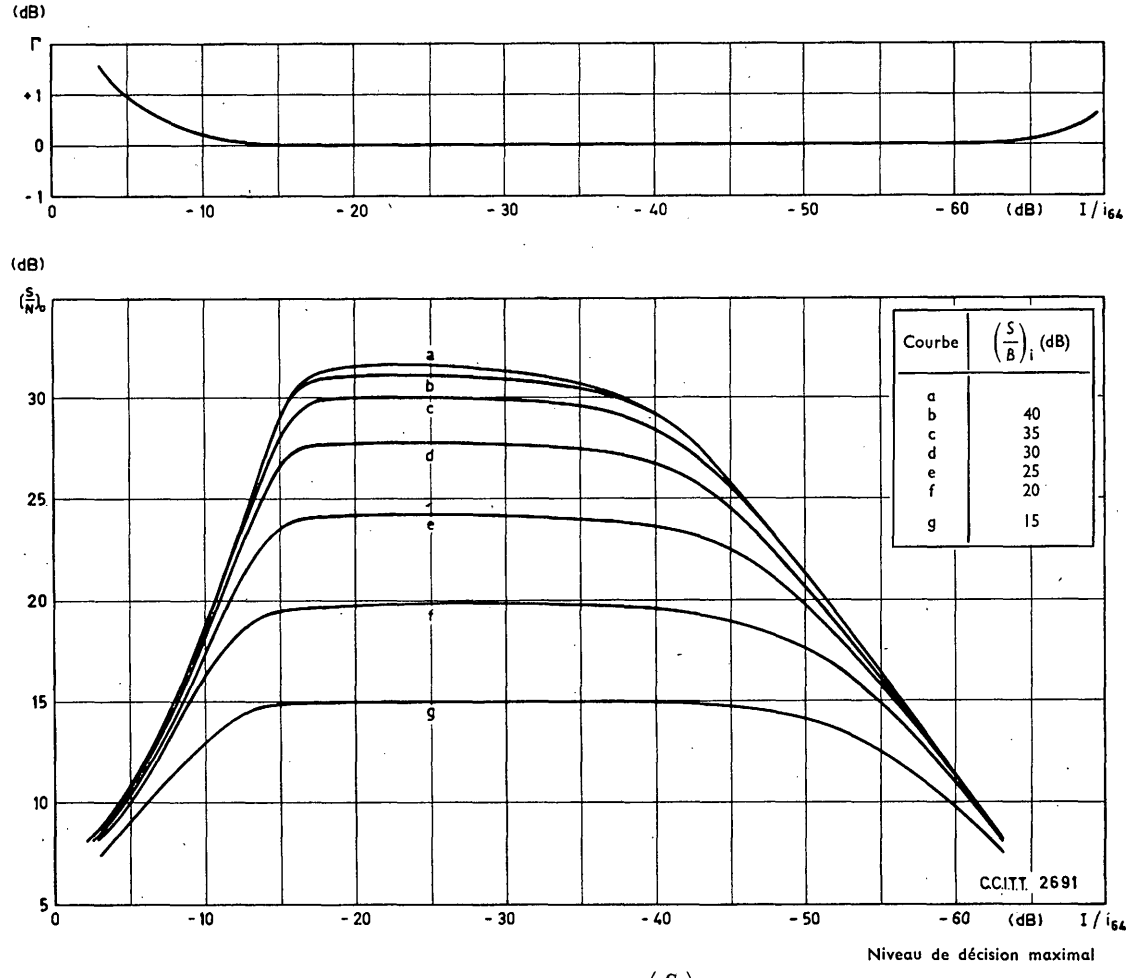



FIGURE 2. — **Affaiblissement $\Gamma$ et rapport signal/bruit à la sortie $\left(\frac{S}{B}\right)_0$ en fonction du niveau du signal d'entrée pour plusieurs valeurs du rapport signal/bruit à l'entrée $\left(\frac{S}{B}\right)_i$** (Loi de quantification à 13 segments, $A = 87{,}6$; 127 échelons)

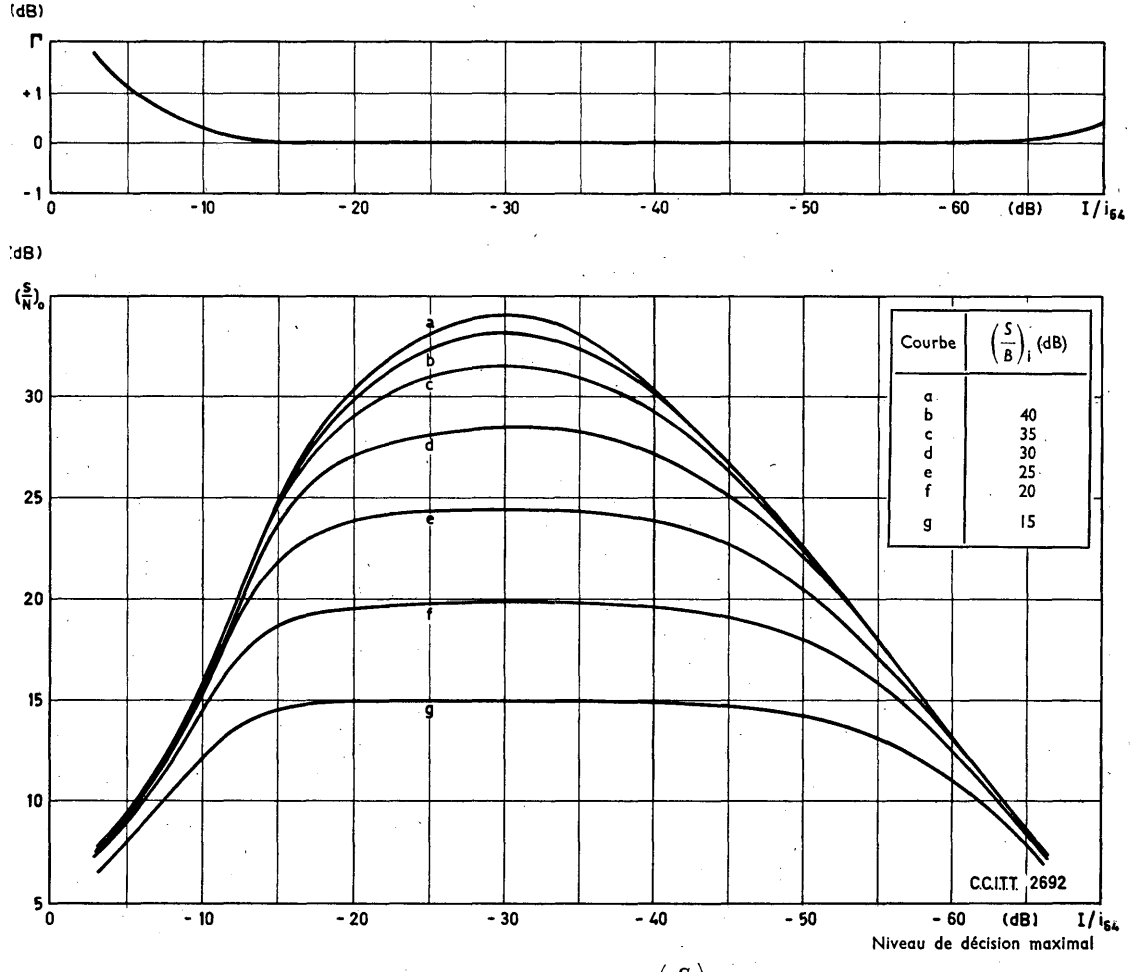



FIGURE 3. — **Affaiblissement $\Gamma$ et rapport signal/bruit à la sortie $\left(\frac{S}{B}\right)_0$ en fonction du niveau du signal d'entrée pour plusieurs valeurs du rapport signal/bruit à l'entrée $\left(\frac{S}{B}\right)_i$** (Loi de quantification hyperbolique, $h = 20$)

Les résultats des calculs sont représentés dans les figures 2 et 3 sous la forme de courbes de $\Gamma$ et de $\left(\frac{S}{B}\right)_0$ à la sortie de chaque système en fonction du niveau du signal d'entrée, pour plusieurs valeurs du rapport signal/bruit à l'entrée $\left(\frac{S}{B}\right)_i = \frac{I^2}{R^2}$.

La figure 2 correspond à une loi de quantification logarithmique dont on obtient une représentation approchée par 13 segments ($A = 87{,}6$) avec 127 échelons de quantification; la figure 3 se rapporte à une loi de quantification hyperbolique ($h = 20$) avec 127 échelons.

Lorsqu'on fait les calculs, on s'aperçoit que dans chaque cas, et dans toutes les conditions considérées, la puissance de bruit résultante est, avec une très bonne aproximation, égale à la somme de la puissance de bruit de quantification qui serait obtenue sans bruit à l'entrée et de la puissance du bruit à l'entrée. Cela étant, la transformation représentée dans la figure 4 peut être considérée comme valable pour l'évaluation de la puissance de bruit, tout au moins pour les valeurs considérées du niveau de signal et du niveau de bruit. Dans cette figure, $n_q(t)$ désigne le bruit de quantification introduit par le signal $i(t)$ seulement.

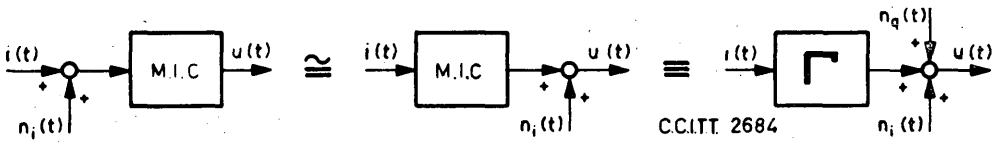



FIGURE 4

C'est là un résultat important en pratique, car il simplifie considérablement l'évaluation du bruit dans un système M.I.C. à l'entrée duquel on applique un signal affecté par un bruit, et par conséquent aussi l'évaluation du bruit dans une chaîne complète. A noter également que le gain n'est pratiquement pas influencé par le bruit à l'entrée.

*Validité des hypothèses*

Des résultats aussi simples pourraient faire naître des doutes quant aux hypothèses qui ont été faites.

Il convient par conséquent d'étudier la validité de ces hypothèses. Admettre que le bruit a une distribution gaussienne le long de la chaîne revient à admettre que dans un systmème M.I.C. unique à l'entrée duquel on a un signal $i(t)$ et un bruit $n_i(t)$ dans un rapport quelconque, et pour une valeur quelconque du niveau du signal, la fonction de densité de probabilité du bruit de sortie $n_0(t)$ est une fonction à distribution gaussienne.

Cela est vrai avec une très bonne approximation, même en l'absence d'un bruit à l'entrée $n_i(t)$, sous réserve que soient vérifiées les conditions suivantes :

*a*) le signal d'entrée n'a pas un niveau suffisamment élevé pour saturer le système (la saturation donnerait un bruit dont la distribution ne serait absolument pas gaussienne).

*b*) le signal d'entrée n'a pas un niveau assez faible pour faire fonctionner le système principalement dans la partie linéaire de la caractéristique de compression-extension (auquel cas la densité de probabilité du bruit tendrait vers une distribution rectangulaire).

Il va de soi que la présence d'un bruit à l'entrée du système renforce l'hypothèse d'un bruit gaussien à la sortie, surtout si le bruit à l'entrée a une distribution presque gaussienne.

Par conséquent, lorsqu'on étudie une longue chaîne de systèmes M.I.C., l'hypothèse d'un bruit à distribution gaussienne dans toutes les sections peut être considérée comme valable dans tous les cas, sauf si les premiers systèmes de la chaîne sont très fortement saturés.

Compte non tenu de cette éventualité, les premiers systèmes fonctionnent dans une partie de la caractéristique de compression-extension qui donne un bruit dont la distribution intrin-

sèque est presque gaussienne; les derniers systèmes, qui fonctionnent à des niveaux très faibles, reçoivent des signaux qui sont déjà affectés par un bruit presque gaussien, ce qui fait que le bruit à la sortie de ces systèmes est encore plus proche de la distribution gaussienne.

La restriction selon laquelle cette hypothèse n'est valable que pour des systèmes non saturés n'est pas très importante. On sait en effet que lorsqu'on a affaire à des systèmes très saturés, il n'existe pas une relation étroite entre le bruit objectif et l'intelligibilité, de sorte qu'un calcul exact du bruit dans ces conditions ne donnerait pas de résultats significatifs.

La deuxième hypothèse, celle de l'indépendance statistique entre le signal et le bruit le long de la chaîne, n'est pas vérifiée en général, mais elle n'affecte pas de façon significative l'exactitude des calculs. Cette affirmation est justifiée par les considérations sommaires qui suivent.

Les calculs ont été faits dans l'hypothèse de cette indépendance statistique, ce qui signifie que la densité de probabilité du bruit $n_i$ à un instant donné est indépendante de la valeur du signal d'entrée $i$ au même instant.

En général, cela n'est pas exact si le bruit et le signal proviennent d'un autre système M.I.C. Dans un calcul beaucoup plus précis (et beaucoup plus compliqué), on tiendrait compte de la relation qui existe à un instant donné entre la variance du bruit et la valeur du signal d'entrée; cette relation ferait intervenir le niveau du signal et les caractéristiques de la chaîne à l'entrée du système.

Ce calcul exact ne permettrait pas d'améliorer de façon appréciable le résultat final. La raison en est que l'on peut additionner directement la puissance du bruit à l'entrée $n_i$ et la puissance du bruit de quantification $n_q$ pour obtenir la puissance de bruit à la sortie.

*Bruit dans une chaîne de plusieurs systèmes*

Considérons maintenant, à titre d'exemple, la chaîne représentée dans la figure 5 a, formée par quatre systèmes M.I.C. qui introduisent chacun un affaiblissement de 3 dB et par un système de transmission classique inséré au centre, qui peut être caractérisé par un affaiblissement de 12 dB et un bruit introduit au centre.

Pour le calcul du bruit total à la sortie, on peut remplacer cette chaîne par la chaîne équivalente représentée dans la figure 5 b.

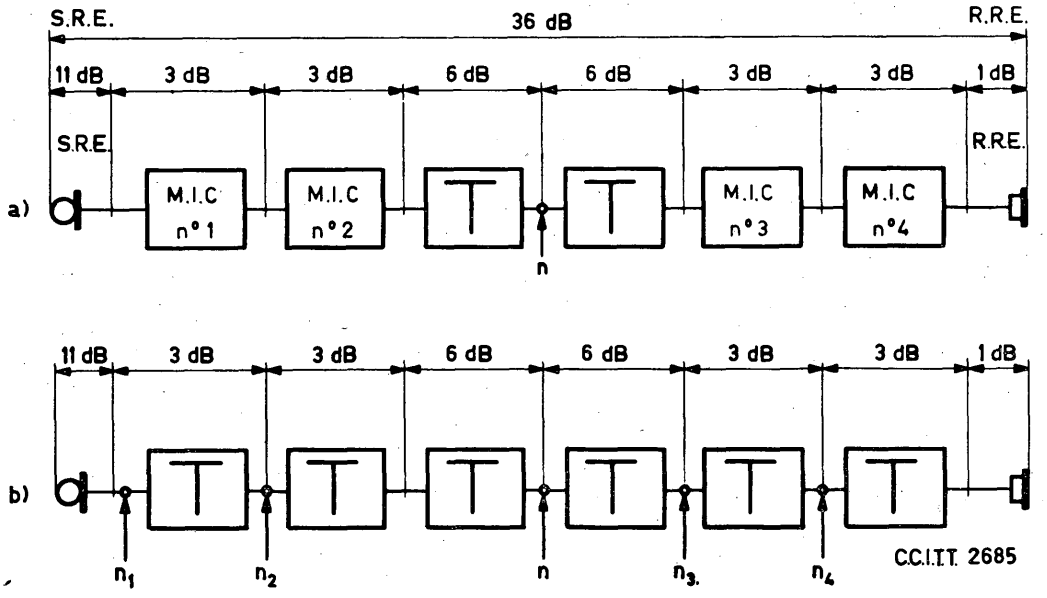



FIGURE 5

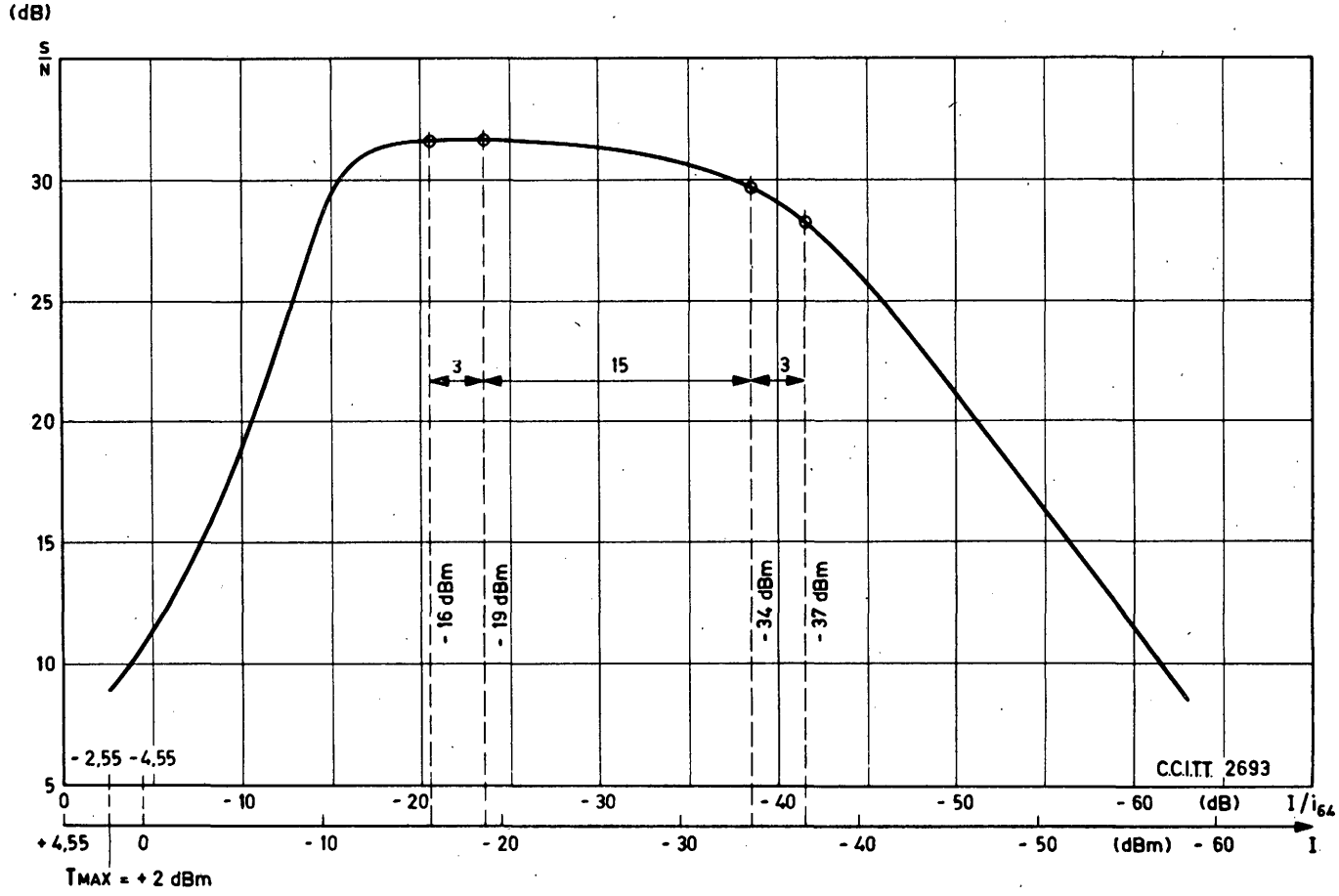



FIGURE 6. — **Evaluation des apports de bruit le long de la chaîne** (Loi à 13 segments, $A = 87{,}6$)

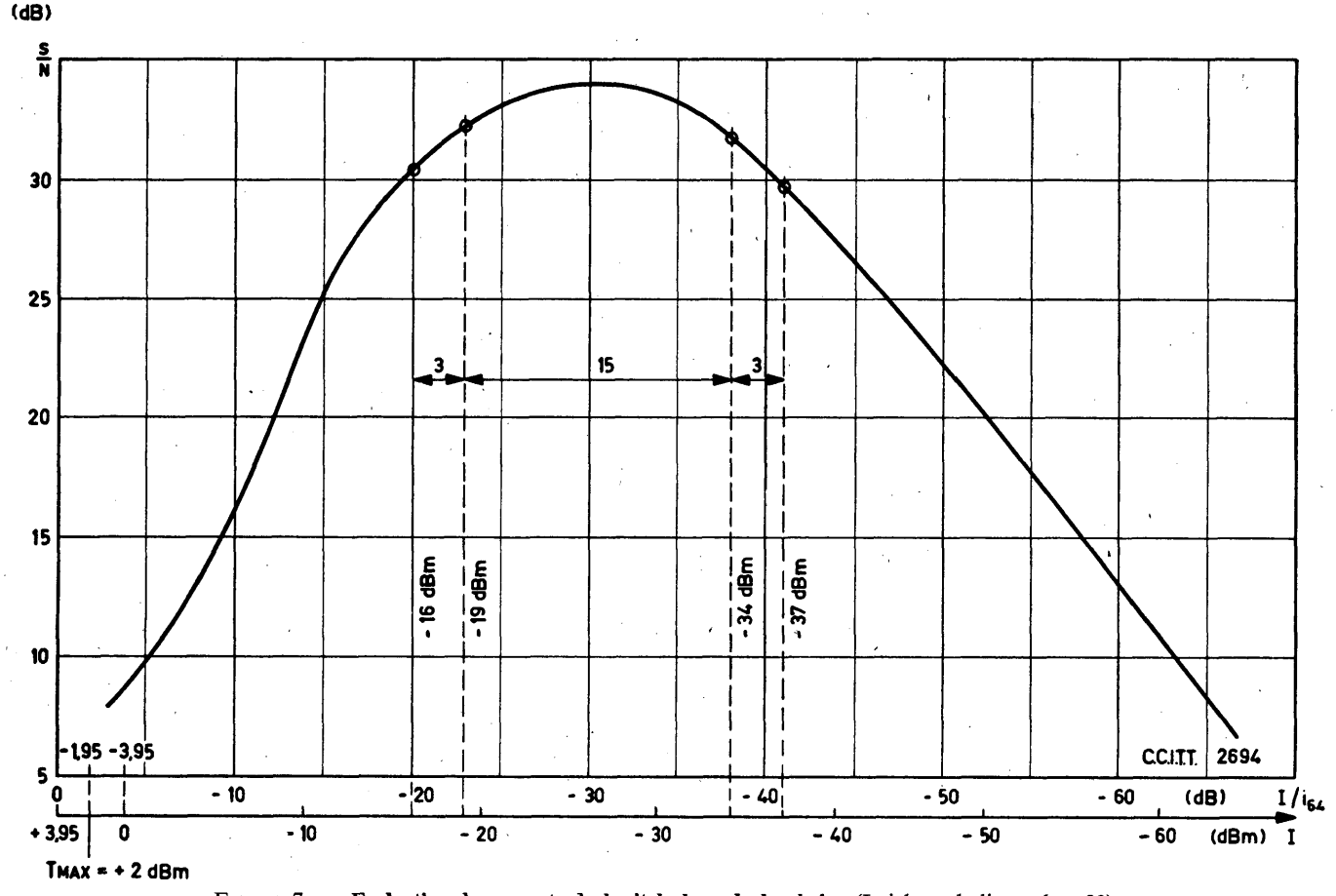



FIGURE 7. — **Evaluation des apports de bruit le long de la chaîne** (Loi hyperbolique, $h = 20$)

Les puissances de bruit, $n_1$, $n_2$, $n_3$, $n_4$ doivent être évaluées comme des fonctions des niveaux du signal à l'entrée des quatre systèmes M.I.C. respectivement, comme si le signal n'était pas affecté par un bruit.

On peut ensuite additionner ces puissances entre elles et aussi les additionner à la puissance de bruit du système classique, en tenant compte des niveaux relatifs dans les sections, lorsque celles-ci sont insérées.

Supposons que l'équivalent de référence à l'émission soit de 11 dB et que l'équivalent de référence total soit de 30 dB. Dans ces conditions, on peut admettre que le niveau à l'entrée du premier système est de −16 dBm, ce qui ne donne pas une saturation notable.

La figure 6 contient une courbe du rapport $\left(\frac{S}{B}\right)_0$ en fonction du niveau du signal, pour un système dont la loi logarithmique avec 127 échelons de quantification est figurée de façon approchée par 13 segments ($A = 87{,}6$); on a représenté sur cette figure les points de fonctionnement des quatre systèmes.

On peut lire sur cette figure les valeurs absolues des puissances fournies par les différents systèmes, d'où l'on déduit la puissance totale.

On fait le même calcul pour une loi de quantification hyperbolique ($h = 20$, 127 échelons de quantification). (Voir la figure 7.)

Le tableau ci-après donne des valeurs du bruit (valeurs partielles et valeur totale) dans les deux cas; pour établir ce tableau, on a supposé $n = -60$ dBm0.

| | | Système 1 | Système 2 | Système 3 | Système 4 | Système class. | Total | Unité |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | niveau abs. du signal d'entrée | − 16 | − 19 | − 34 | − 37 | | | dBm |
| 13 segments | *S/B* | 31,5 | 31,6 | 29,7 | 28,3 | | | dB |
| | Niveau du bruit | $n_1$<br>− 50,5<br>$0{,}9 \times 10$ | $n_2$<br>− 50,6<br>$0{,}9 \times 10$ | $n_3$<br>− 48,7<br>$1{,}3 \times 10$ | $n_4$<br>− 47,3<br>$1{,}9 \times 10$ | $n$<br>− 60<br>$0{,}1 \times 10$ | − 42,8<br>$5{,}1 \times 10$ | dBm0<br>pW0 |
| Hyperbolique | *S/B* | 30,3 | 32,2 | 30,7 | 29,7 | | | dB |
| | Niveau du bruit | $n_1$<br>− 49,3<br>$1{,}1 \times 10$ | $n_2$<br>− 51,2<br>$75 \times 10$ | $n_3$<br>− 49,7<br>$1 \times 10$ | $n_4$<br>− 48,7<br>$1{,}3 \times 10$ | $n$<br>− 60<br>$0{,}1 \times 10$ | − 43,7<br>$4{,}2 \times 10$ | dBm0<br>pW0 |

ANNEXE 4

(à la Question 21/XII)

**Compatibilité de systèmes M.I.C. à 7 et à 8 éléments binaires**
**Choix de la loi de codage et du code**

(Contribution des Pays-Bas)

1. *Introduction*

Jusqu'à présent on n'a pas pu s'accorder sur le nombre d'éléments binaires (bits) à adopter pour le codage d'un échantillon de signal vocal. Tout porte à croire qu'il sera réalisé tant des systèmes à 7 bits que des systèmes à 8 bits.

Pour que les divers systèmes soient compatibles, il importe de choisir, dans tous les cas, la même loi de codage. Cela est également valable pour la compatibilité entre les systèmes à 7 bits et les systèmes à 8 bits. L'interconnexion de systèmes à 7 et à 8 bits entraîne cependant une petite distorsion supplémentaire ce qui a pour conséquence que la qualité d'une telle communication est encore un peu plus mauvaise que dans le cas d'interconnexion de systèmes à 7 bits. Dans la suite le problème de la compatibilité sera traité en détail. Finalement, quelques points seront traités par rapport au codage à appliquer et il sera présenté une proposition de l'Administration néerlandaise concernant le code à adopter et la loi de codage.

2. *Compatibilité entre les codeurs à 7 et à 8 bits*

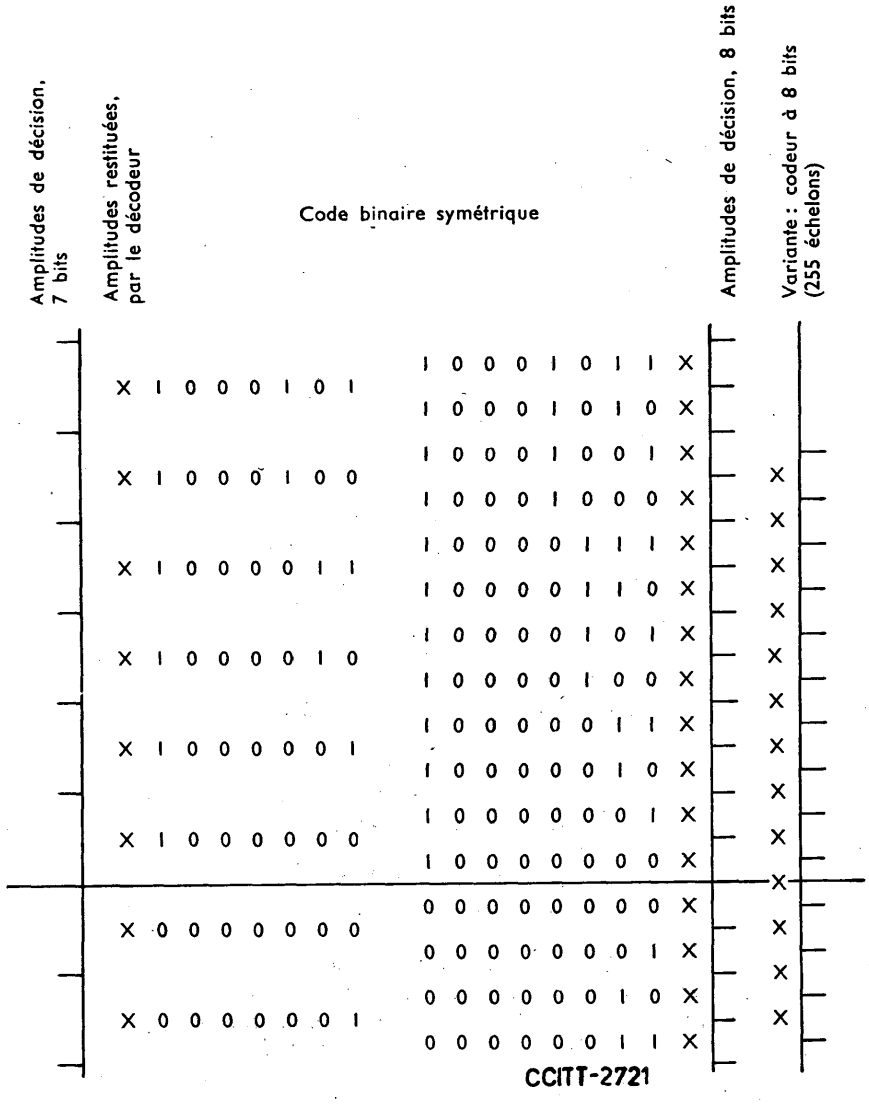
2.1 *Codage linéaire*

Le problème de la compatibilité entre les équipements à 7 et à 8 bits peut être illustré à l'aide d'un codeur linéaire. La figure 1 montre que les amplitudes restituées par un décodeur à 7 bits ne peuvent pas être produites par un décodeur à 8 bits. Lorsqu'un codeur à 7 bits est relié à un décodeur à 8 bits, ce dernier restitue une amplitude un peu trop basse si un zéro est ajouté au code à 7 bits; l'amplitude est un peu trop élevée si le chiffre 1 est ajouté. La différence est un quart de l'échelon du codeur à 7 bits.

En sens inverse, l'exemple donné ne soulève pas de problème. En effet, la connexion d'un codeur à 8 bits à un décodeur à 7 bits correspond à la suppression du huitième bit. La gamme d'amplitudes dont le code peut provenir dans ce cas, couvre alors précisément la gamme correspondante de l'équipement à 7 bits. Avec un codeur linéaire à codage binaire symétrique l'effet décrit aboutirait donc à une coupure centrale supplémentaire positive ou négative (suivant que le bit manquant est interprété comme « 0 » ou comme « 1 ») en cas de connexion d'un codeur à 7 bits à un décodeur à 8 bits. La connexion d'un codeur à 8 bits à un décodeur à 7 bits ne produit aucunement un résultat plus mauvais qu'il n'est obtenu avec des systèmes à 7 bits.

La coupure centrale ne se présenterait pas si l'on appliquait, non pas un codage binaire symétrique, mais un codage binaire normal continu. L'effet ne serait alors qu'un faible décalage du signal (voir figure 2). On pourrait obtenir le même résultat avec un codage binaire symétrique, si le huitième bit était couplé au premier bit (de polarité). Pour un codage non linéaire cela n'offre cependant pas la solution la plus favorable, ce qui sera démontré plus loin.

Une autre possibilité à envisager pour obtenir une amélioration consiste à décaler les amplitudes de décision du codage à 8 bits jusqu'à la moitié de l'échelon du codeur à 8 chiffres. Cette possibilité est indiquée comme variante dans la figure 1. En pareil cas, on peut en effet réaliser dans un décodeur à 8 bits une représentation exacte d'un code à 7 bits, mais le problème se présente maintenant en sens inverse. Si, dans ces conditions, un codeur à 8 bits est relié à un décodeur à 7 bits, la gamme d'amplitudes dont le code peut provenir ne couvre plus la gamme correspondante de l'équipement à 7 bits. En conséquence, il se produira également une distorsion supplémentaire.




*Remarque.* — Le code est indiqué en code binaire symétrique; le code employé pour la transmission est le code binaire symétrique avec inversion alternative des bits.

FIGURE 1

## 2.2 *Codage non linéaire*

En codage non linéaire le décalage, comme il a été exposé dans le paragraphe précédent, donne lieu à un écart en fonction de l'amplitude et donc, en principe, à une distorsion. Si $y = f(x)$ est la caractéristique de codage normée à 1 ($y = 0$ si $x = 0$, $y = 1$ si $x = 1$), où $y$ représente le signal comprimé, le décalage égal à $\frac{1}{4}$ de l'échelon du codeur à 7 bits, vu sur l'axe $y$, aura une valeur constante $\Delta y = \pm \frac{1}{4} \times \frac{1}{64} = \pm \frac{1}{256}$, indépendamment de la valeur du signal, vu que l'axe « $y$ » est divisé de façon linéaire en échelons en nombre désiré.

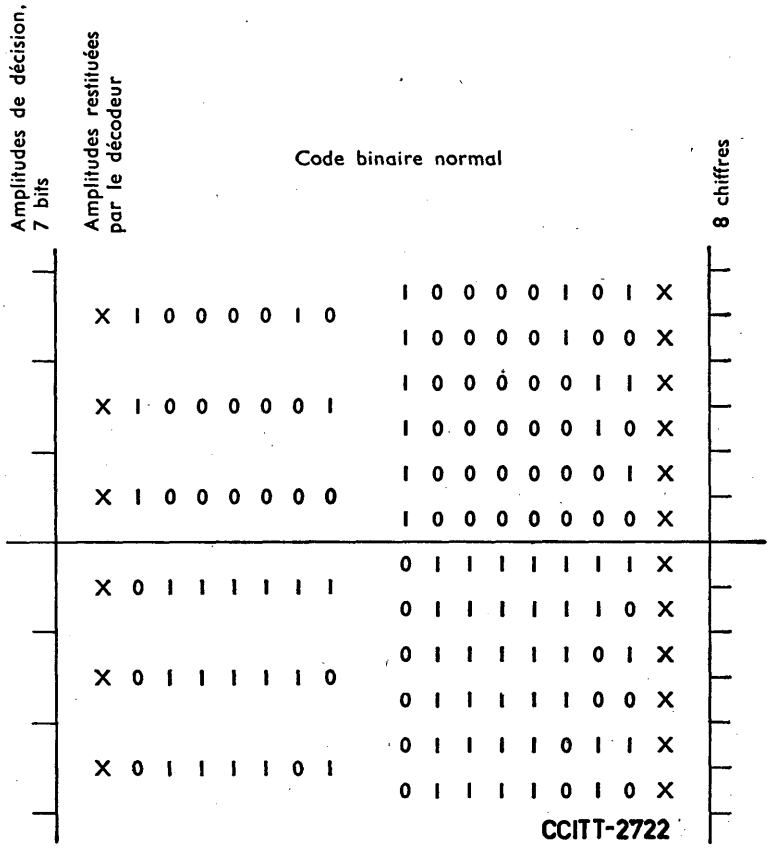



FIGURE 2

On trouve alors pour $\Delta x$ l'expression suivante :

$$\Delta x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}y} \qquad \Delta y = \frac{\Delta y}{\mathrm{d}y/\mathrm{d}x}$$

En prenant pour $y = f(x)$ la caractéristique logarithmique

$$y = \frac{1 + \ln Ax}{1 + \ln A} \text{ avec } A = 87{,}6. \text{ on a}$$

$$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{(1 + \ln A)x} \text{ donc } \Delta x = (1 + \ln A) \cdot \Delta y \cdot x$$

$$\Delta x = \pm \frac{5{,}47}{256} \; x = \pm \; 0{,}0213 \; x$$

Dans le cas d'une caractéristique logarithmique, l'écart supplémentaire $\Delta x$ est proportionnel à $x$, ce qui peut être interprété comme un gain (si $\Delta y$ est positif) ou un affaiblissement (si $\Delta y$ est négatif) de 0,183 dB (0,0211 Np). Cela implique qu'avec un codage binaire symétrique ayant une loi de codage logarithmique, l'écart sur la compatibilité entre équipments 7 et 8 bits peut

être interprété pour une bonne part comme un petit affaiblissement ou un faible gain. C'est seulement pour des valeurs des signaux pour lesquelles $x < \frac{1}{A}$, où la caractéristique devient linéaire, que cette interprétation n'est pas valable et l'écart sur la compatibilité occasionne une faible coupure centrale positive ou négative (voir figure 3). Si l'on voulait éviter cette coupure centrale, comme il est suggéré pour un codeur linéaire, en couplant le sens du décalage $\Delta y$ au bit de polarité, il est facile de comprendre, d'après ce qui précède, qu'on obtient globalement

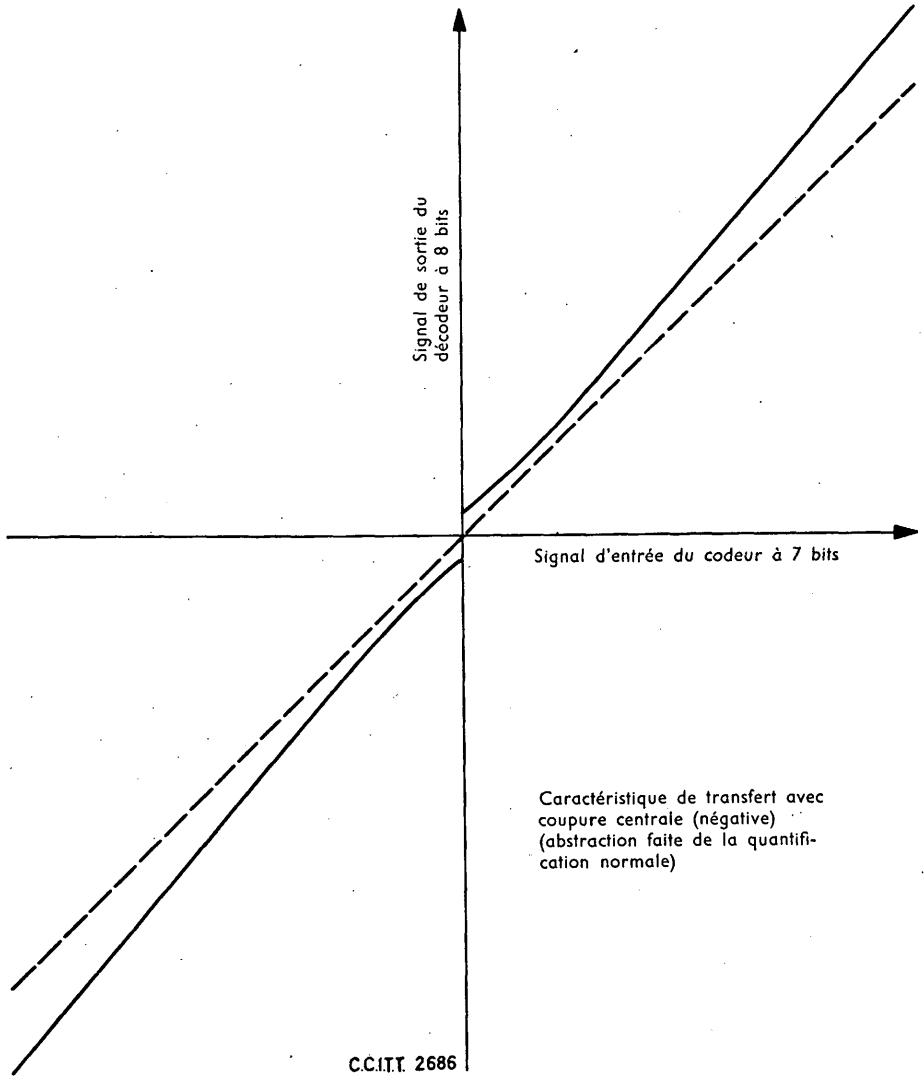



FIGURE 3

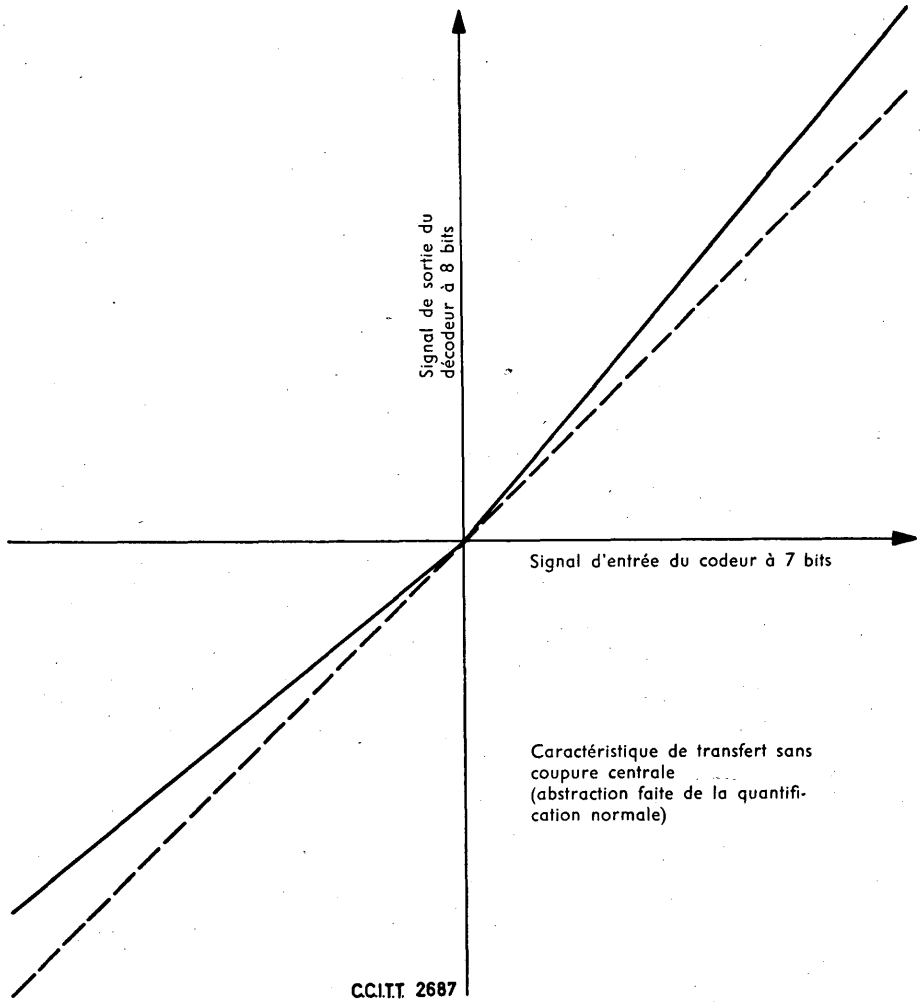



FIGURE 4

une caractéristique brisée comme l'indique la figure 4. La différence de transfert entre la moitié positive et la moitié négative de la caractéristique est alors $2 \times 0{,}183$ dB $= 0{,}37$ dB. Pour un signal sinusoïdal on déduit aisément que cela donne lieu à une distorsion d'environ 0,9 %. Bien que cette distorsion soit assez faible, il est préférable d'admettre une légère coupure centrale sans distorsion ultérieure pour les signaux dans la gamme d'amplitudes normale. Il reste alors le choix entre une coupure centrale positive et négative. Dans le cas qui nous occupe, une coupure centrale négative entraîne un plus grand échelon autour de la zone de signal « 0 », ce qui pourrait avoir pour conséquence, dans certaines conditions, qu'il se produise un bruit de fond ou une diaphonie de 3,5 dB plus forte que pour les systèmes 7→7 bits. Une coupure centrale positive ne provoque pas de tels inconvénients, de sorte qu'il faut y accorder la préférence. Pour une connexion entre un codeur à 7 bits et un décodeur à 8 bits, il faut donc que le huitième bit soit fixé de façon permanente au 0 dans un code binaire symétrique.

2.3 *Approximation de la caractéristique A au moyen de 13 segments*

Ce qui précède est exactement valable pour la caractéristique $A$ continue. Avec l'approximation à l'aide de 13 segments, l'écart $\Delta x$ ne sera pas exactement proportionnel à $x$, de sorte qu'un faible effet résiduel sera encore perceptible comme distorsion due à la quantification. Partant de l'interprétation suivant laquelle le gain dans toute la gamme du signal a diminué d'un facteur $\beta = 1 - \left(\frac{\Delta x}{x}\right)_{\text{moyen}} = 1 - 0{,}0213 = 0{,}9787$, on a calculé, en vue de l'approximation de la caractéristique $A$ à l'aide de 13 segments, le rapport $S/B$ pour trois modes de distribution de probabilité de l'amplitude, à savoir une distribution uniforme, une distribution exponentielle et une distribution d'un signal sinusoïdal. Dans le calcul il n'a pas été tenu compte d'éventuels effets de filtrage au-dessous de 4 kHz.

Les résultats découlent du tableau 1.

TABLEAU 1

| | | Distribution uniforme | | Distribution exponentielle | | Distribution d'un signal sinusoïdale | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $7 \to 7$ $8 \to 7$ | $7 \to 8$ | $7 \to 7$ $8 \to 7$ | $7 \to 8$ | $7 \to 7$ $8 \to 7$ | $7 \to 8$ |
| $x$ | $\alpha$ | 0,5 | 0,75 | 0,5 | 0,75 | 0,5 | 0,75 |
| | $\beta$ | 1 | 0,9787 | 1 | 0,9787 | 1 | 0,9787 |
| 0,700 | | 20,74936 | 20,47693 | 8,49578 | 8,44889 | 33,64466 | 33,32799 |
| 0,600 | | 31,06823 | 30,67095 | 9,90602 | 9,85132 | 32,86902 | 32,95699 |
| 0,500 | | 31,92974 | 31,88485 | 11,87742 | 11,81176 | 31,10156 | 31,09355 |
| 0,400 | | 30,97069 | 30,86297 | 14,81645 | 14,73428 | 29,67171 | 29,64119 |
| 0,300 | | 31,52734 | 30,98764 | 19,60220 | 19,49221 | 32,86895 | 32,95690 |
| 0,250 | | 31,92963 | 31,88470 | 23,18939 | 23,05704 | 31,10148 | 31,09344 |
| 0,200 | | 30,97051 | 30,86272 | 27,60311 | 27,44109 | 29,67160 | 29,64104 |
| 0,170 | | 31,02738 | 30,68606 | 29,95036 | 29,77399 | 33,15309 | 33,35067 |
| 0,150 | | 31,52685 | 30,98704 | 30,91417 | 30,73442 | 32,86842 | 32,95615 |
| 0,130 | | 31,94923 | 31,96524 | 31,35318 | 31,17359 | 32,20678 | 32,17241 |
| 0,100 | | 30,96905 | 30,86075 | 31,49423 | 31,31500 | 29,67075 | 29,63988 |
| 0,070 | | 32,37335 | 32,38271 | 31,49217 | 31,30998 | 32,61437 | 32,62063 |
| 0,060 | | 31,52622 | 31,51405 | 31,48546 | 31,30090 | 31,54793 | 31,55623 |
| 0,050 | | 30,95739 | 30,84501 | 31,47149 | 31,28226 | 29,66396 | 29,63057 |
| 0,040 | | 31,77031 | 31,39170 | 31,44114 | 31,24111 | 32,99399 | 33,13528 |
| 0,030 | | 31,46520 | 31,43002 | 31,36246 | 31,13397 | 31,49932 | 31,48922 |
| 0,025 | | 30,86522 | 30,72112 | 31,26866 | 31,00669 | 29,60930 | 29,55656 |
| 0,020 | | 31,55627 | 31,12188 | 31,07424 | 30,74321 | 32,76854 | 32,81767 |
| 0,017 | | 31,73365 | 31,52567 | 30,84977 | 30,44103 | 31,22819 | 31,17625 |
| 0,015 | | 31,00562 | 30,81066 | 30,61052 | 30,12223 | 31,12566 | 30,98366 |
| 0,013 | | 30,47012 | 30,13710 | 30,24773 | 29,64530 | 30,40944 | 29,84301 |
| 0,010 | | 30,14267 | 29,41396 | 29,28198 | 28,41022 | 31,24487 | 30,82858 |
| 0,007 | | 27,87110 | 27,02591 | 27,28416 | 25,98027 | 27,40924 | 26,75958 |
| 0,006 | | 26,61436 | 25,58819 | 26,20350 | 24,71448 | 27,12035 | 26,04851 |
| 0,005 | | 25,06057 | 23,84882 | 24,80292 | 23,10595 | 24,55946 | 23,47093 |
| 0,004 | | 22,95488 | 21,58650 | 22,96848 | 21,03343 | 23,58897 | 22,31419 |
| 0,003 | | 20,41462 | 18,70121 | 20,50130 | 18,27611 | 20,37677 | 18,52456 |

$S/N$ en dB.

Les valeurs efficaces du signal varient de 0,003 correspondant à −45,4 dBm0, à 0,700 correspondant à +2 dBm0, si le point de surcharge est fixé à +2 dBm0.

Pour des valeurs efficaces de $x$ supérieures à 0,5 on voit l'effet de limitation de crête pour la distribution uniforme. Avec la distribution exponentielle l'effet de limitation apparaît déjà à des valeurs plus basses de $x$. La distribution d'un signal sinusoïdal ne présente pas d'effet de surcharge. Du fait que la distribution uniforme et la distribution sinusoïdale sont limitées de manière abrupte, les résultats du rapport $S/B$ ne prennent pas une allure monotone; pour certaines valeurs du signal, les résultats du codeur à 7 bits vers le décodeur à 8 bits sont même plus favorables que ceux du codeur à 7 bits vers le décodeur à 7 bits.

Vu leur allure monotone, les résultats de la distribution exponentielle se prêtent le mieux à une comparaison directe des résultats 7→8 bits avec les résultats 7→7 bits ou 8→7 bits.

La dégradation supplémentaire en cas de connexion d'un codeur à 7 bits à un décodeur à 8 bits, par rapport à un système 7→7 bits, est indiquée dans le tableau 2 pour des signaux vocaux à distribution exponentielle.

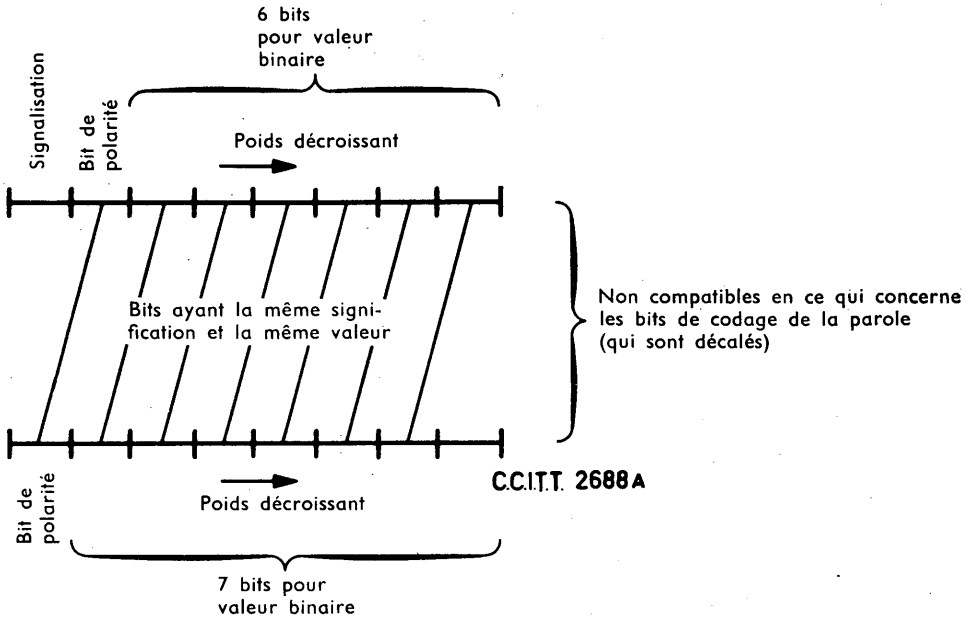
TABLEAU 2

| Nombre de dB au-dessous du niveau de surcharge | Dégradation en dB |
|---|---|
| 0 | 0,05 |
| − 10 | 0,15 |
| − 20 | 0,18 |
| − 30 | 0,30 |
| − 40 | 1,3 |

La dégradation du rapport $S/B$ est peu importante et parfaitement acceptable. A ce point de vue, il faut se rendre compte que l'effet de la coupure centrale dans la distribution exponentielle, de par le caractère de cette distribution, joue un rôle assez considérable. Le mode de calcul appliqué pour le tableau 1 est indiqué en détail dans l'appendice.

2.3.1 *Signaux sinusoïdaux*

Les résultats des colonnes se rapportant à une distribution uniforme, peuvent aussi être interprétés comme étant valables pour des signaux en dents de scie ou pour des signaux triangulaires. De même, les colonnes relatives à la distribution sinusoïdale sont applicables aux signaux sinusoïdaux. Cependant, il convient de donner ici un avertissement. Les résultats ne sont exactement valables pour les signaux sinusoïdaux que s'il n'existe pas de rapport rationnel entre la fréquence du signal sinusoïdal et le taux d'échantillonnage. Dans la pratique cela veut dire qu'il faut être prudent en appliquant les résultats aux signaux périodiques. Lorsqu'il existe en effet un rapport rationnel entre la fréquence du signal et le taux d'échantillonnage, les diverses composantes de distorsion qui se sont créées par réflexion par rapport à $n$ fois le taux d'échantillonnage, coïncident exactement avec d'autres produits. Dans ces conditions la relation de phase entre la fréquence du signal et le taux d'échantillonnage est importante. Des mesures effectuées sur un système à l'essai ont montré qu'on peut alors mesurer des produits dont l'intensité est de quelques dB plus forte que ne l'indique le tableau. Si les rapports de fréquences ne sont pas rationnels, il peut se produire des effets de battement, ce qui fait que le résultat, si l'on ne prend pas la moyenne de la distorsion en valeur efficace sur un temps indéfiniment long, sera plus mauvais que ne l'indique la simple théorie.


6 bits
pour valeur
binaire
Signalisation
Bit de
polarité
Poids décroissant
Bits ayant la même signi-
fication et la même valeur
Non compatibles en ce qui concerne
les bits de codage de la parole
(qui sont décalés)
C.C.I.T.T. 2688 A
Bit de
polarité
Poids décroissant
7 bits pour
valeur binaire

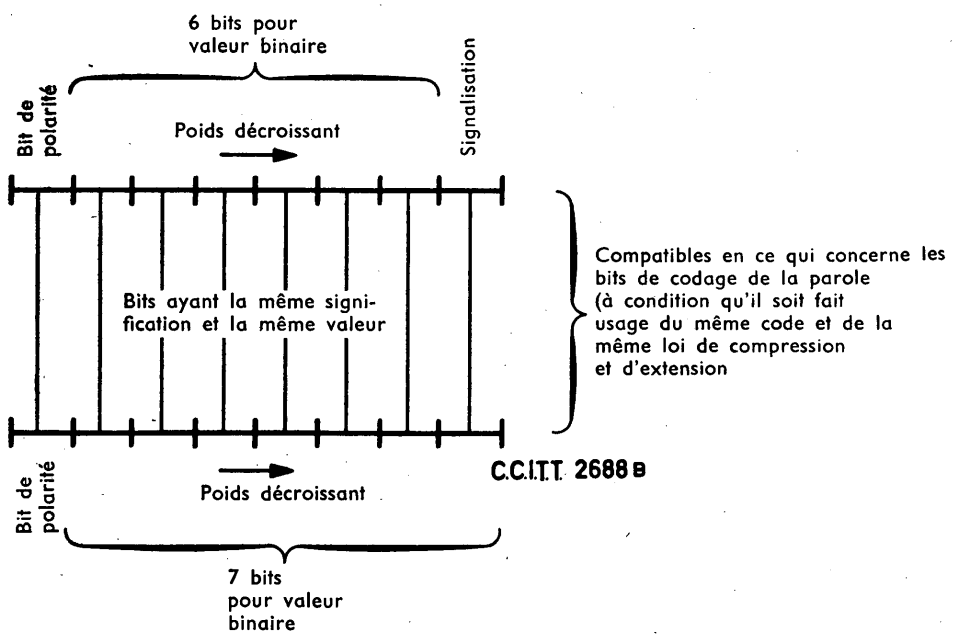

6 bits pour
valeur binaire
Bit de
polarité
Signalisation
Poids décroissant
Bits ayant la même signi-
fication et la même valeur
Compatibles en ce qui concerne les
bits de codage de la parole
(à condition qu'il soit fait
usage du même code et de la
même loi de compression
et d'extension
C.C.I.T.T. 2688 B
Bit de
polarité
Poids décroissant
7 bits
pour valeur
binaire

FIGURE 5

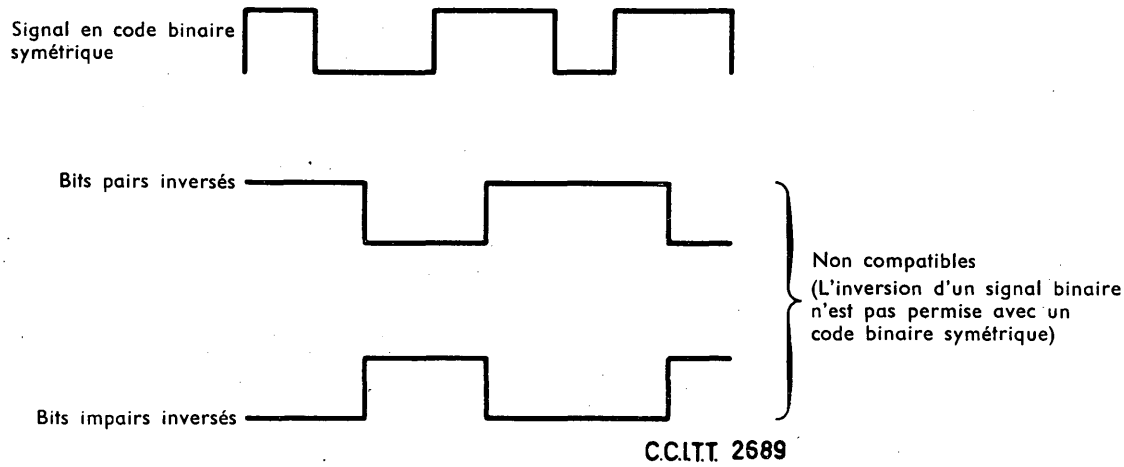



FIGURE 6

3. *Code*

Une question d'intérêt pratique est celle de savoir quelles sont la signification et la valeur à attribuer en succession chronologique aux 8 bits dans un secteur de temps. Il importe notamment de savoir non seulement si l'on applique un codage binaire symétrique ou une autre forme de codage, mais également si dans les systèmes à 7 bits le premier ou le huitième bit du secteur de temps est utilisé à d'autres fins. La connexion des systèmes à 7 bits aux systèmes à 8 bits demande sensiblement moins de modifications des équipements si le 8e bit est désigné comme bit à fins multiples et non pas le 1er bit (voir figure 5).

En vue de diminuer l'éventualité que le signal « 0 » se maintienne durant un long temps, la possibilité a été indiquée de transmettre un bit inversé sur deux. La manière dont cela se fait doit également être fixée (voir figure 6).

En rapport avec ce qui précède, l'Administration néerlandaise propose d'émettre la recommandation suivante :

a) un code binaire symétrique dans lequel les bits impairs sont inversés;

b) ce code devra être inséré dans les 7 premières positions de bits ou dans toutes les 8 positions de bits du secteur de temps;

c) si l'une des 8 positions est utilisée à d'autres fins, la 8e sera destinée à cette fin;

d) en cas de connexion d'un codeur à 7 bits à un décodeur à 8 bits, le 8e bit du décodeur devra être fixé en permanence à la valeur « 0 » (du côté émission ou réception).

4. *Loi de codage*

Dans les pays d'Europe un accord général a été obtenu sur la caractéristique de codage à utiliser. Etant donné une caractéristique logarithmique avec $A = 87{,}6$ et un niveau de surcharge de +2 dBm0, on obtient pour les systèmes à 7 bits un bruit de fond de −61,2 dBm0 au maximum; pour les signaux dans la gamme de niveaux normale un rapport $S/B$ d'environ 31,5 dB peut être réalisé. Pour les systèmes à 8 bits on peut obtenir dans certaines conditions un bruit de fond et une diaphonie inférieurs de 6 dB, pourvu qu'il soit fait usage de codeurs et de décodeurs d'une précision deux fois plus grande. En tout cas, on peut réaliser dans la gamme de niveaux normale des signaux un rapport $S/B$ qui est de 6 dB meilleur.

Vu aussi, les propriétés avantageuses de la caractéristique logarithmique en ce qui concerne la compatibilité entre les systèmes à 7 et à 8 bits, l'Administration néerlandaise propose de recommander la caractéristique logarithmique avec $A = 87{,}6$. L'approximation à l'aide de 13 segments, comme proposé dans le document COM XV — nº 72 (1964-1968), est acceptable étant donné les résultats contenus dans le tableau 1.

## APPENDICE (à l'Annexe 4)

*Calcul du rapport signal/distorsion de quantification en cas d'emploi du codeur et du décodeur « A » à 13 segments*

Dans le calcul on a distingué deux possibilités :

a) Codage à 7 bits — décodage à 7 bits correspondant à un codage à 8 bits — décodage à 7 bits.

b) Codage à 7 bits — décodage à 8 bits.

Le cas du codage à 8 bits — décodage à 8 bits donne pour toutes les valeurs des résultats qui sont de 6 dB meilleurs que dans le cas a.

Dans la figure 7 ont été indiquées les diverses amplitudes qui se produisent dans le codeur et dans le décodeur. Pour le cas a, $a = 1/2$, c'est-à-dire que l'amplitude de décodage se situe au milieu de l'intervalle de codage. Dans le cas b, $a = 3/4$ ou $1/4$ selon la valeur choisie pour le 8e bit. Si $a = 3/4$, il se présente une faible amplification, du fait que les amplitudes de codage se situent toujours à un quart d'échelon au-dessus du milieu de l'intervalle de codage. Cette amplification est en moyenne de 1/0,9787. Comme cette amplification ne donne pas lieu à une distorsion de quantification, on imagine après le décodeur à 8 bits un dispositif d'affaiblissement $\beta = 0{,}9787$.

La distorsion de quantification qui se produit par intervalle $a_n < x < a_{n+1}$ est alors :

$$\int_{a_n}^{a_{n+1}} \left[ x - \beta \left\{ a_n + a\,(a_{n+1} - a_n) \right\} \right]^2 p(x)\ \mathrm{d}x$$

où $p(x)$ représente la probabilité de densité du signal à coder.

La distorsion totale due au processus de quantification est :

$$P = \sum_{n=1}^{64} \int_{a_n}^{a_{n+1}} \left[ x - \beta \left\{ a_n + a\,(a_{n+1} - a_n) \right\} \right]^2 p(x)\ \mathrm{d}x$$

$$+ \int_{a_{65}}^{\infty} \left\{ x - \beta\,(a_{64} + a a_{65} - a a_{64}) \right\}^2 p(x)\ \mathrm{d}x$$

La dernière intégrale représente la distorsion qui se produit par suite de l'effet de limitation de crête ($x > a_{65}$). Le rapport signal/distorsion a été calculé, à l'aide d'un ordinateur, pour les divers modes de distribution de $p(x)$.

1. *Distribution uniforme*

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{3}} \qquad 0 \leqslant x \leqslant \sigma\sqrt{3}$$

$$p(x) = 0 \qquad x > \sigma\sqrt{3}$$

$\sigma$ étant la valeur efficace de $x$.

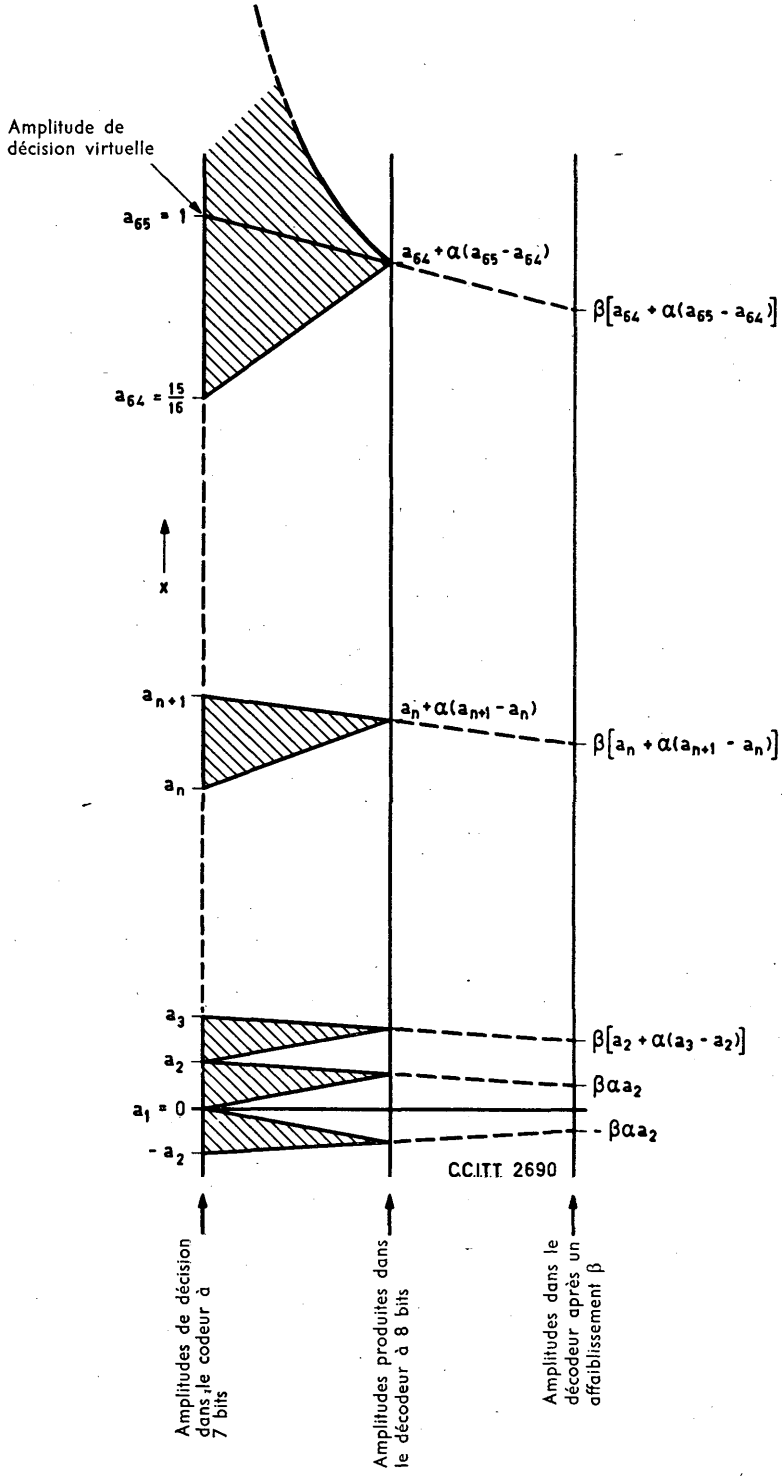

Amplitude de décision virtuelle
$a_{65} = 1$
$a_{64} = \frac{15}{16}$
$a_{64} + \alpha(a_{65} - a_{64})$
$\beta[a_{64} + \alpha(a_{65} - a_{64})]$
x
$a_{n+1}$
$a_n$
$a_n + \alpha(a_{n+1} - a_n)$
$\beta[a_n + \alpha(a_{n+1} - a_n)]$
$a_3$
$a_2$
$a_1 = 0$
$-a_2$
$\beta[a_2 + \alpha(a_3 - a_2)]$
$\beta\alpha a_2$
$-\beta\alpha a_2$
CCITT 2690
Amplitudes de décision dans le codeur à 7 bits
Amplitudes produites dans le décodeur à 8 bits
Amplitudes dans le décodeur après un affaiblissement β

FIGURE 7

2. *Distribution exponentielle*

$$p(x) = \frac{\sqrt{2}}{\sigma} e^{-\frac{\sqrt{2}}{\sigma}x} \quad x \geqslant 0$$

3. *Distribution d'un signal sinusoïdal*

$$p(x) = \frac{\sqrt{2}}{\pi\sigma\sqrt{1-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{\sigma}\right)^2}} \qquad 0 \leqslant x < \sigma\sqrt{2}$$

$$p(x) = 0 \qquad x > \sigma\sqrt{2}$$

Pour les trois modes de distribution on a calculé

$10 \log_{10} \frac{\sigma^2}{p}$ en fonction de $\sigma$ avec $\alpha = \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$

et $\beta = 1,\ 0{,}9787$

Les niveaux de décision $a_n$, correspondant à la caractéristique à 13 segments, sont :

$$\begin{aligned}
a_n &= (n-1)\ 2^{-10} & 1 &\leqslant n \leqslant 17\\
a_n &= (n-9)\ 2^{-9} & 18 &\leqslant n \leqslant 25\\
a_n &= (n-17)\ 2^{-8} & 26 &\leqslant n \leqslant 33\\
a_n &= (n-25)\ 2^{-7} & 34 &\leqslant n \leqslant 41\\
a_n &= (n-33)\ 2^{-6} & 42 &\leqslant n \leqslant 49\\
a_n &= (n-41)\ 2^{-5} & 50 &\leqslant n \leqslant 57\\
a_n &= (n-49)\ 2^{-4} & 58 &\leqslant n \leqslant 65
\end{aligned}$$

## Question 22/XII — Révision du manuel sur les réseaux locaux

*(question nouvelle)*

Révision du chapitre V du Manuel intitulé *Réseaux téléphoniques locaux.*

*Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission d'études XII*

| Numéro de la question | Objet résumé | Observations |
|---|---|---|
| 1/XII | Equivalents de référence des systèmes nationaux dans le nouveau plan de transmission | Intéresse la C.E. XVI |
| 2/XII | Evaluation en service de la qualité de transmission | Intéresse les C.E. II et XIII |

*Tableau récapitulatif des questions confiées à la Commission d'études XII* (suite)

| Numéro de la question | Objet résumé | Observations |
|---|---|---|
| 3/XII | Asymétrie entre les deux sens de transmission | Réponse à transmettre à la C.E. XVI (Question 5/XVI) |
| 4/XII | Effet de bruits de circuit sur la qualité de transmission | |
| 5/XII | Spécification de sonomètres | |
| 6/XII | Tolérance des abonnés aux échos et au temps de propagation | |
| 7/XII | Détermination de la qualité de transmission à partir des mesures objectives | Réponse à transmettre à la C.E. XVI (Question 3/XVI) Intéresse la C.E. IV |
| 8/XII | Mesure de l'efficacité d'un microphone ou d'un récepteur | |
| 9/XII | Limites appliquées dans les réseaux urbains et interurbains nationaux | |
| 10/XII | Augmentation d'efficacité des systèmes locaux | Intéresse la C.E. XVI (Question 1/XVI, point 6). Réponse à transmettre à la C.E. XVI |
| 11/XII | Limites pour la diaphonie intelligible | |
| 12/XII | Réalisation de voix, bouches et oreilles artificielles | |
| 13/XII | Distorsion de non-linéarité des appareils téléphoniques | |
| 14/XII | Elargissement vers le bas de la bande des fréquences transmises | |
| 15/XII | Mesure d'indices basés sur la force des sons | |
| 16/XII | Maintenance des postes d'abonné | Question Afrique H |
| 17/XII | Postes téléphoniques à haut-parleur | |
| 18/XII | Etude statistique des conséquences de la phonétique espagnole pour les systèmes de télécommunication | Question Amérique latine 5 |
| 19/XII | Variation de l'impédance des lignes et postes d'abonné | Intéresse la C.E. XVI (Question 1/XVI, points 3 et 4) |
| 20/XII | Parole synthétique et système de compression en fréquence | |
| 21/XII | Qualité de transmission des systèmes à modulation par impulsions et codage | En liaison avec la Question 2/D |
| 22/XII | Révision du manuel sur les réseaux locaux | |



ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

# TROISIÈME PARTIE

# SUPPLÉMENTS AUX AVIS DE LA SÉRIE P

## SUPPLÉMENT n° 1

(Mar del plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

## TOLÉRANCE DES ABONNÉS A L'ÉGARD DES TEMPS DE PROPAGATION ALLONGÉS, DES ÉCHOS ET DES SUPPRESSEURS D'ÉCHO

*(Contribution de la Telephone Association of Canada)*

*Introduction*

La Telephone Association of Canada a exécuté pendant trois mois, en 1965, un programme d'essais pour déterminer la réaction probable d'abonnés canadiens devant des communications téléphoniques qui mettent en jeu des lignes et installations intercontinentales comportant des temps de propagation différents. Les lignes et installations intercontinentales considérées comprenaient des câbles sous-marins, des systèmes à satellites à moyenne altitude et des systèmes à satellites stationnaires, en combinaison avec des circuits de prolongement nationaux d'une longueur atteignant 6000 km.

Ce programme d'essais s'est déroulé sur la base d'une simulation des diverses lignes et installations intercontinentales et des divers circuits de prolongement nationaux, qu'on avait réalisée en modifiant un circuit téléphonique Montréal-Toronto de façon telle qu'il offrît les temps de propagation et le bruit appropriés. En outre, ce circuit d'essai était équipé de suppresseurs d'écho propres à simuler ceux compris dans les installations intercontinentales et, dans certains cas, de deux suppresseurs d'écho en tandem pour simuler des conditions d'exploitation comportant un circuit intercontinental en tandem avec un circuit de prolongement national de grande longueur équipé d'un suppresseur d'écho.

Le circuit téléphonique ainsi modifié pour les essais était agencé de manière à écouler le trafic téléphonique normal entre Montréal et Toronto. Les abonnés qui avaient demandé des communications sur ce circuit étaient interrogés oralement peu de temps après la fin de leur conversation et priés de répondre à des questions déterminées sur la qualité de transmission obtenue.

On trouvera ci-après des renseignements concernant les dispositifs expérimentaux, les résultats obtenus et les conclusions qui en ont été tirées.

*Dispositifs expérimentaux*

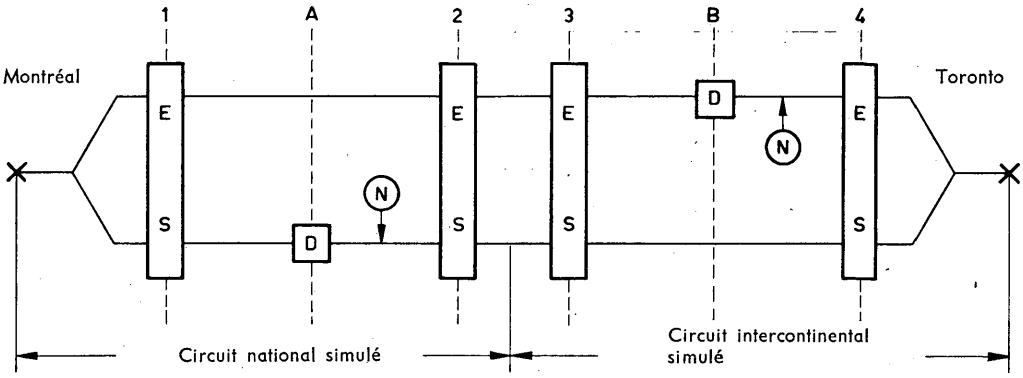
Le circuit Montréal-Toronto choisi pour le programme d'essais avait une longueur de 550 km. Il fut remanié à différentes reprises pour simuler les 10 conditions d'essai représentées à la figure 1.

La partie intercontinentale de la communication était disposée de manière à simuler des câbles sous-marins et des circuits à satellite de longueur transatlantique. Les circuits de prolongement nationaux étaient disposés de manière à simuler les conditions d'exploitation au



ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

TOLÉRANCE DES ABONNÉS À L'ÉGARD DES TEMPS DE PROPAGATION (CANADA)




| Cond. d'essai | Equipement | A * | 2 | 3 | B * | 4 | Bruit du circuit d'essai | Système intercontinental |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 20 ms | 0 | 1A | 70 ms | 1A | −47 dBm0p | Câble sous-marin |
| 2 | 1A | 40 ms | 1A | 1A | 70 ms | 1A | −47 dBm0p | |
| 3 | 1A | 60 ms | 1A | 1A | 70 ms | 1A | −47 dBm0p | |
| 4 | 0 | 20 ms | 0 | 2A | 300 ms | 2A | −47 dBm0p | Satellite à altitude moyenne |
| 5 | 1A | 40 ms | 1A | 2A | 300 ms | 2A | −47 dBm0p | |
| 6 | 1A | 60 ms | 1A | 2A | 300 ms | 2A | −47 dBm0p | |
| 7 | 0 | 20 ms | 0 | 2A | 600 ms | 2A | −47 dBm0p | Satellite synchrone |
| 8 | 1A | 40 ms | 1A | 2A | 600 ms | 2A | −47 dBm0p | |
| 9 | 1A | 60 ms | 1A | 2A | 600 ms | 2A | −47 dBm0p | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | −57 dBm0p | |

[E S] = suppresseur d'écho, Bell System Type 1A ou 2A
[D] = appareil introduisant un retard
(N) = générateur de bruit
* Toutes les valeurs de retard correspondent à un temps de propagation aller et retour.

FIGURE 1. — **Conditions d'essai**

Canada, avec série téléphonique jusqu'à des centres situés à 2000 km, 4000 km et 6000 km de l'extrémité du circuit intercontinental. Dans le cas d'un service s'étendant à des centres distants de plus de 2000 km de l'extrémité du circuit intercontinental, un suppresseur d'écho était prévu en plus de celui compris dans le circuit intercontinental.

Le bruit affectant le circuit d'essai était réglé artificiellement à −47 dBm0p (43 dBrnc0) pour les neuf premières conditions. Ce bruit est d'environ 10 dB supérieur à celui du circuit dans sa disposition normale (condition d'essai 0). On estime que la valeur −47 dBm0p (43 dBrnc0) était caractéristique des conditions de bruit régnant dans les circuits transatlantiques en combinaison avec les circuits de prolongement canadiens de longueur comprise entre 2000 km et 6000 km.

Les variables du programme d'essais étaient le temps de propagation aller et retour, le type de suppresseur d'écho et la disposition des suppresseurs d'écho; elles sont indiquées à la figure 1.

Pour faciliter le déroulement du programme d'essais, seuls des appels « de personne à personne » entre Montréal et Toronto étaient transmis par le circuit d'essai. A la suite de chaque conversation, on tâchait d'interroger le demandeur et le demandé. Quelque 200 interrogatoires furent effectués pour chaque condition d'essai afin d'obtenir des échantillons appropriés au point de vue. Il y eut en tout plus de 2300 interrogatoires pendant la période de trois mois de février à avril 1965. Il y a lieu de noter que les abonnés n'étaient pas au courant du caractère spécial du circuit d'essai, tant avant qu'après leur interrogatoire.

*Résultats*

La mesure de la réaction de l'abonné au type de système utilisé était fondée sur les réponses aux questions relatives aux difficultés éprouvées pour parler et pour entendre et à la qualité de la communication, qualité à indiquer par les mots « excellent », « bon », « assez bon » et « médiocre ».

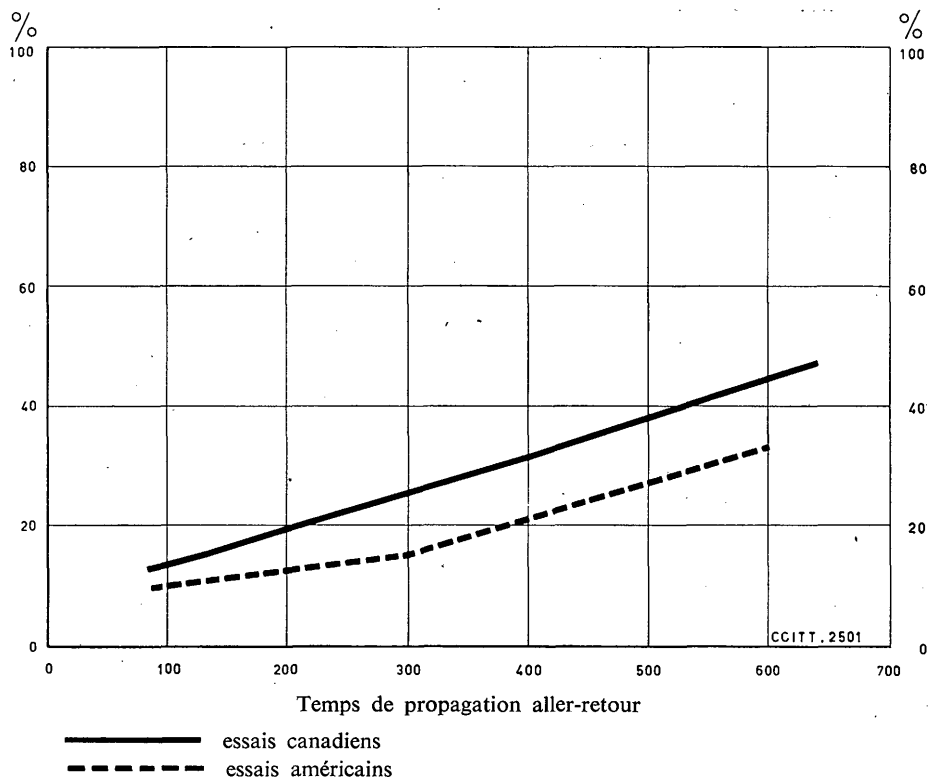



FIGURE 2. — **Pourcentage d'interrogatoires signalant des difficultés, après combinaison des conditions d'essai**

Les résultats obtenus indiquent que les circuits de prolongement nationaux utilisés au cours du programme d'essais, avec ou sans suppresseurs d'écho, ont peu d'influence sur les abonnés. Ils indiquent, de plus, que le pourcentage d'abonnés qui éprouvent des difficultés pour parler ou pour entendre dépend dans une large mesure du temps de propagation des lignes et installations intercontinentales.

La figure 2 récapitule les résultats du programme d'essais relatifs aux difficultés éprouvées par les abonnés (pour parler ou pour entendre) en fonction du temps de propagation. Elle indique également les résultats des essais effectués entre les Etats-Unis et l'Europe, en 1964, le temps de propagation d'un circuit par satellite étant dans ce cas simulé sur des circuits réels en câble sous-marin [1].

Il ressort de la figure 2 que les résultats des deux programmes d'essais sont similaires quant à la pente des courbes. La différence constatée entre les courbes, en valeurs absolues, est attribuée à la qualité que les abonnés attendent du service entre Montréal et Toronto, en comparaison de la qualité du service intercontinental à l'époque des essais américains.

L'appréciation de la qualité de transmission (excellent, bon, assez bon, médiocre) formulée au cours du programme d'essais canadien, en fonction du temps de propagation aller et retour, est indiquée dans le tableau 1.

TABLEAU 1

| Temps de propagation aller et retour | Excellent | Bon | Assez bon | Médiocre |
|---|---|---|---|---|
| 100 ms | 41 % | 43 % | 14 % | 2 % |
| 300 ms | 37 % | 40 % | 16 % | 7 % |
| 600 ms | 26 % | 35 % | 25 % | 14 % |

La note moyenne des opinions relatives à la qualité de transmission des communications établies pendant le programme d'essais allait de 3,3 pour un temps de propagation aller et retour de 100 ms, à 2,7 pour un temps de propagation aller et retour de 600 ms. Pour l'établissement de ces notes moyennes, les coefficients de pondération appliqués ont été respectivement 4 pour « excellent », 3 pour « bon », 2 pour « assez bon » et 1 pour « médiocre ».

*Conclusions*

Les conclusions les plus importantes que l'on peut tirer de ce programme d'essais sont les suivantes :

a) Dans le cas d'une communication téléphonique, un temps de propagation élevé (comme le temps de propagation d'un circuit établi au moyen d'un satellite stationnaire) peut causer une dégradation réelle et importante de la qualité de transmission. Cette conclusion est fondée sur l'opinion des abonnés concernant les difficultés rencontrées pour parler ou pour entendre : on observe alors un accroissement considérable des « assez bon » et « médiocre » au détriment des « bon » et « excellent ».

b) Du point de vue de l'utilisation des suppresseurs d'écho, un circuit à long temps de propagation aller et retour (jusqu'à 600 ms), équipé d'un suppresseur d'écho, peut être mis en cascade avec un circuit à temps de propagation aller et retour relativement court (jusqu'à 60 ms), également équipé d'un suppresseur d'écho. Dans ce cas, la réduction de qualité de transmission due à l'emploi du circuit à long temps de propagation n'est pas sensiblement augmentée par l'utilisation du circuit à temps de propagation relativement court.

Ces résultats indiquent la réaction actuelle des abonnés canadiens quant aux communications nationales ou régionales (en Amérique du Nord) à grande distance, avec divers temps de propagation. On peut toutefois, les considérer comme représentatifs des futures réactions à l'égard des communications intercontinentales, les abonnés devenant sans aucun doute de plus en plus exigeants au fur et à mesure de l'utilisation généralisée des communications mondiales.

[1] Tome V *bis* du *Livre Rouge* du C.C.I.T.T., Annexe E : Contribution de la délégation des Etats-Unis d'Amérique.

SUPPLÉMENT n° 2

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

## ÉVALUATION SUBJECTIVE DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION SUR LES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES A TEMPS DE PROPAGATION LONG

*(Contribution de la K.D.D. — Japon)*

Une série d'essais visant à évaluer la qualité de transmission sur des communications téléphoniques à long temps de propagation a été faite en laboratoire sur le montage représenté à la figure 1 avec un couple particulier de suppresseurs d'écho spécialement conçus pour de longs temps de propagation élevés. Au cours de ces essais, l'affaiblissement d'équilibrage a été modifié à l'aide de l'équilibreur du termineur et un affaiblissement supplémentaire égal ou inégal a été ajouté à chacun des circuits à deux fils. Un retard aux extrémités n'a été ajouté que dans une des conditions d'essai. L'évaluation est basée sur la proportion de communications refusée par les 26 personnes qui ont participé aux essais.

Un retard aux extrémités de 17,5 ms (dans un seul sens) a été introduit dans le montage d'essai présentant un temps de propagation de 300 ms et un affaiblissement d'équilibrage de 8 dB. Le taux de refus est passé de 12 à 24 % lorsque aucune protection n'était prévue contre le retard aux extrémités.

La courbe A de la figure 2 montre le taux de refus avec un affaiblissement symétrique sur les circuits de prolongement à deux fils. Pour vérifier la qualité du jugement des participants, des essais ont été faits sur un système à temps de propagation nul (courbe B). Le tableau 1 indique le taux de refus avec un affaiblissement asymétrique sur les circuits de prolongement à deux fils. La réduction de qualité, qui a provoqué ce taux de refus plus élevé, résulte de l'aggravation de la mutilation de la parole inévitablement provoquée par l'emploi d'un suppresseur d'écho de type différentiel.

TABLEAU 1

*Résultat des essais*

Equivalent de référence, environ 25 dB

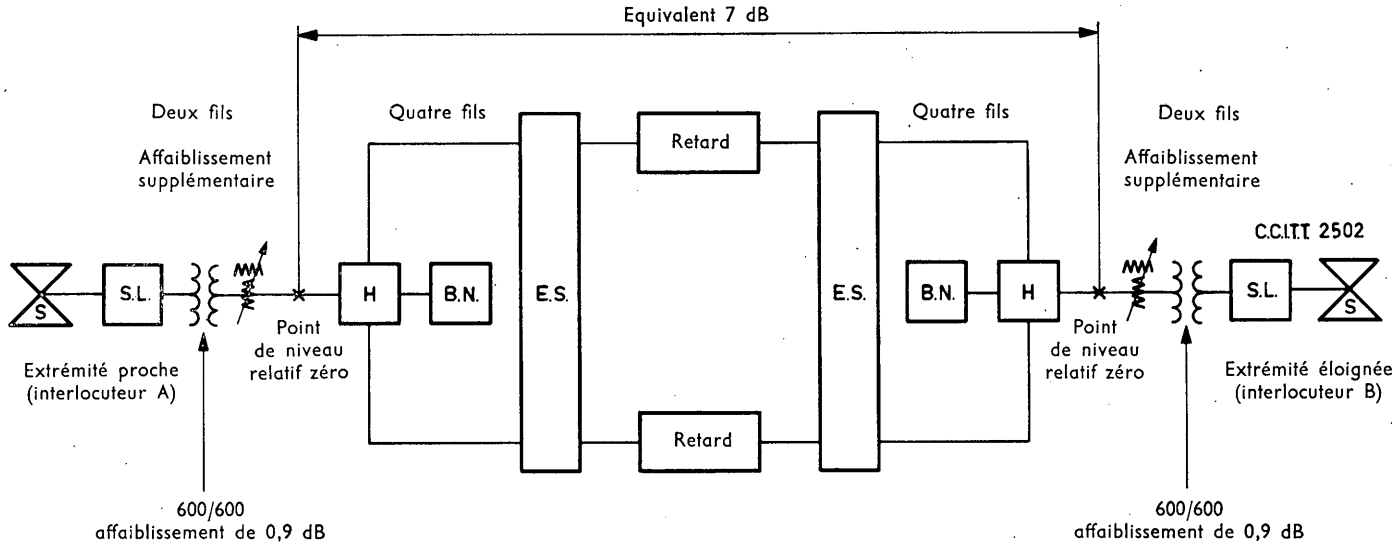
| Sujets | Sur le côté desquels on a ajouté un affaiblissement supplémentaire de 10 dB | Sur le côté desquels on a ajouté un affaiblissement supplémentaire de 0 dB |
|---|---|---|
| Taux de refus | 8 % | 36 % |

Equivalent de référence, environ 35 dB

| Sujets | Sur le côté desquels on a ajouté un affaiblissement supplémentaire de 20 dB | Sur le côté desquels on a ajouté un affaiblissement supplémentaire de 0 dB |
|---|---|---|
| Taux de refus | 28 % | 72 % |

La figure 3 montre la dégradation de la conversation pour diverses valeurs de l'affaiblissement d'équilibrage. Cette réduction de qualité est due à l'écho résiduel lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément et aux « clics » produits par le signal à la réception, renvoyé à l'interlocuteur éloigné pendant la brève période qui précède l'intervention du suppresseur d'écho.

Ces essais ont permis de formuler les conclusions suivantes : la qualité de la transmission étant diminuée par la présence d'un retard aux extrémités pouvant atteindre 18 ms, valeur qui semble être un maximum dans un pays d'étendue moyenne, il convient de veiller à la cons-




S = poste d'abonné (type 600)
S.L. = ligne artificielle d'abonné type en câble non chargé de 0,5 mm, 3 km
H = termineur
B.N. = équilibreur
E.S. = suppresseur d'écho

Bruit de salle = 50 phones (Hoth)
Bruit de circuit = – 50 dBm0p
Equivalent de référence = environ 15 dB

FIGURE 1. — **Montage d'essai**

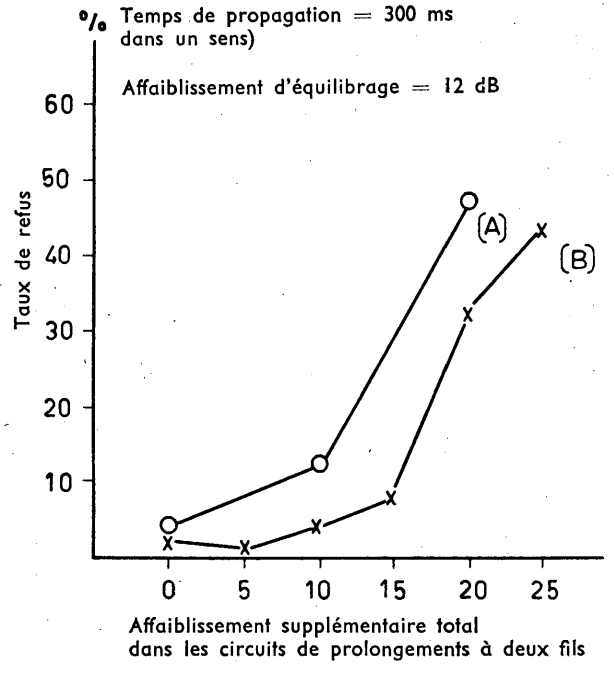



FIGURE 2. — **Résultats des essais**

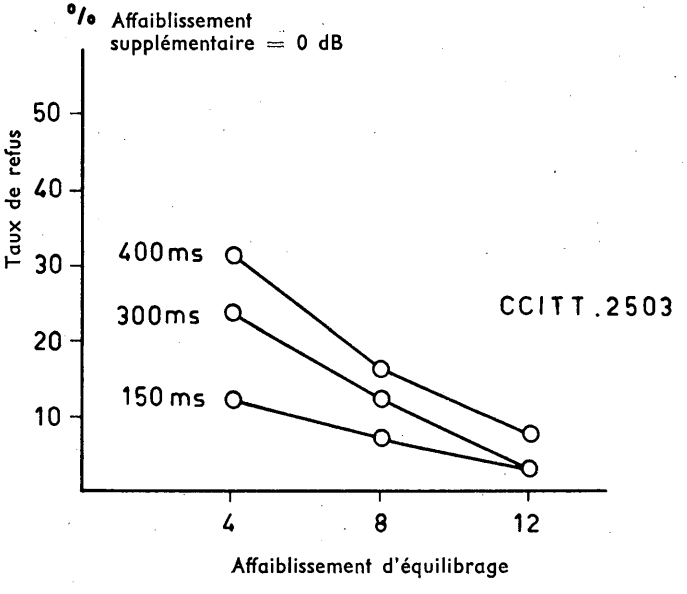



FIGURE 3. — **Résultats des essais**

truction des suppresseurs d'écho afin d'assurer une certaine protection contre les retards aux extrémités. Il convient également d'observer que la qualité de transmission à l'une des extrémités est affectée beaucoup plus par les conditions du circuit, telles que l'affaiblissement d'équilibrage, l'affaiblissement des circuits de prolongement à deux fils et le retard à l'autre extrémité que par les conditions particulières à l'extrémité considérée, dans la mesure où intervient l'effet combiné du temps de propagation et des suppresseurs d'écho.

SUPPLÉMENT n° 3

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

## RÉACTIONS DES ABONNÉS CONVERSANT SUR DES CIRCUITS ÉTABLIS PAR L'INTERMÉDIAIRE DU SATELLITE « EARLY BIRD »

*(Contribution des Administrations du Danemark, de la Norvège et de la Suède)*

*Introduction*

Lorsqu'on a commencé à écouler du trafic commercial par l'intermédiaire du satellite « Early Bird » (28 juin 1965), il existait trois circuits reliant respectivement Oslo, Stockholm et Copenhague à New York via Londres.

Les trois Administrations scandinaves ont cru bon d'avoir au moins une idée subjective de la manière dont le public réagissait aux communications établies par « Early Bird », en faisant une comparaison aussi détaillée que possible avec le cas des circuits transatlantiques en câble.

Les suppresseurs d'écho spéciaux ont été installés dans les trois capitales, d'où les communications étaient établies avec toutes les localités de la Scandinavie. Les communications par satellite étaient effectuées uniquement avec la région de 500 miles (800 km) de rayon autour de New York, de manière qu'il n'y eût aucun circuit muni du type normal de suppresseur d'écho du réseau national des Etats-Unis. Les circuits (par satellite ou en câble) étaient tous exploités manuellement.

*Organisation des essais*

Dans chacun des trois pays, les essais ont été effectués conformément à un plan, et divisés en deux parties. Du 28 juin au 11 septembre, les opératrices scandinaves ont écouté au total 1624 conversations acheminées par le satellite et ont pris des notes sur la qualité de la communication, sur les réactions des abonnés et sur leurs remarques. Les abonnés ignoraient qu'ils étaient reliés par le satellite et n'ont jamais été interrogés. A titre de comparaison, on a procédé de même pour les communications par câble à destination ou en provenance de la région de 500 miles autour de New York. Ceci a eu lieu pour 844 conversations, du 20 juillet au 11 septembre (voir les résultats à l'annexe 1).

Dans la seconde partie des essais (15 août-11 septembre), les abonnés étaient interrogés aussitôt après la conversation, selon un questionnaire uniforme. Chacun des trois centres terminaux procédait aux interrogatoires après l'échange de 50 conversations par le satellite et de 50 conversations par le câble (soit au total 300 conversations). Les abonnés ne savaient pas si leur conversation avait passé par le satellite ou par le câble. Un même abonné n'était jamais interrogé plus d'une fois et, afin d'éviter toute publicité au sujet de l'opération en cours et par conséquent toute influence possible sur les interrogatoires suivants, on ne s'est jamais adressé à des abonnés tels que journaux, agences de presse, magazines, organismes de radiodiffusion, etc. L'annexe 2 donne un résumé des réponses aux questions les plus importantes.

*Conclusions*

Il résulte de ce qui précède que la documentation statistique dont nous disposons est très limitée. Il est cependant probable que l'on n'aurait pas obtenu de résultats très différents si l'on avait procédé sur une plus longue période et avec un plus grand nombre de circuits.

L'analyse des difficultés observées ou signalées doit être faite avec prudence, car la plupart de ces difficultés sont attribuables à des facteurs n'ayant rien à voir avec la liaison spatiale ou avec la section en câble transatlantique.

Les diverses catégories ont été entièrement subjectives; elles ne sont justifiées que parce qu'elles ont été faites sur des communications par satellite et des communications par câble prises au hasard.

La conclusion essentielle est que les conversations échangées par l'intermédiaire du satellite « Early Bird » ont en général donné satisfaction au public scandinave et que les résultats de l'évaluation subjective de ces conversations sont très sensiblement les mêmes que pour les communications par câble. Le nombre des difficultés signalées qui pourraient provenir du temps de propagation propre aux communications par satellites est très faible; les observations et les enquêtes ont montré que ces difficultés n'ont nullement été sérieuses.

## ANNEXE 1

### Résumé des observations faites par les opératrices

### Circuits par satellite et circuits en câble entre la Scandinavie et la région de 500 miles (800 km) autour de New York

1624 conversations par le satellite (28 juin-11 septembre)
844 conversations par le câble (20 juillet-11 septembre)

| | | Satellite/câble | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Très bon | Bon | Assez bon |
| Niveau du signal | nombre | 1365/640 | 244/190 | 15/14 |
| | % | 84,1/76,1 | 15,0/22,5 | 0,9/1,7 |
| Absence de bruit | nombre | 1358/645 | 248/179 | 18/20 |
| | % | 83,6/76,5 | 15,3/21,2 | 1,1/2,3 |
| Qualité d'ensemble | nombre | 1366/641 | 237/190 | 21/13 |
| | % | 84,1/75,7 | 14,6/22,5 | 1,3/1,5 |

| | | Oui | Non |
|---|---|---|---|
| Echo | nombre | 21/3 | 1603/841 |
| | % | 1,3/0,4 | 98,7/99,6 |
| Diaphonie | nombre | 14/0 | 1610/844 |
| | % | 0,9/0 | 99,1/100,0 |
| Variations du niveau du signal | nombre | 25/3 | 1599/841 |
| | % | 1,5/0,4 | 98,5/99,6 |

| | | |
|---|---|---|
| Demande de répétition | nombre | 47/14 |
| | % | 2,9/1,6 |

**Cas où les opératrices ont entendu des remarques des abonnés au sujet de la qualité de la communication**

| | | |
|---|---|---|
| Remarques favorables | nombre | 45/8 |
| | % | 2,8/0,9 |
| Remarques défavorables | nombre | 19/12 |
| | % | 1,2/1,4 |

ANNEXE 2

**Résumé des réponses fournies par les abonnés interrogés**

50 interrogatoires par pays aussitôt après une communication par satellite
50 interrogatoires par pays aussitôt après une communication par câble

*Question 3*

*Votre correspondant ou vous-même avez-vous eu des difficultés pour parler ou pour entendre au cours de la conversation ?*

*Réponses*

| | Satellite | Câble |
|---|---|---|
| Aucune difficulté | 114 | 122 |
| Un peu d'évanouissement | 6 | 2 |
| Un peu d'écho | 6 | 2 |
| Difficulté pour entendre le correspondant et pour parler en même temps | 5 | 0 |
| Niveau faible | 3 | 11 |
| Diaphonie et bruit | 10 | 7 |
| Certaines syllabes ont disparu | 6 | 3 |
| Déconnexion | 0 | 3 |
| Total ... | 150 | 150 |

*Question 4*

*Comment qualifieriez-vous la qualité de la communication ?*

*Réponses*

| | | Satellite | Câble |
|---|---|---|---|
| Très bonne | nombre | 70 | 81 |
| | % | 46,7 | 54,0 |
| Bonne | nombre | 61 | 56 |
| | % | 40,8 | 37,4 |
| Assez bonne | nombre | 17 | 13 |
| | % | 11,3 | 8,6 |
| Médiocre | nombre | 2 | 0 |
| | % | 1,2 [a] | 0 |
| Total | nombre | 150 | 150 |
| | % | 100 | 100 |

[a] On a trouvé que la section terrestre du circuit était en dérangement.

L'une des questions posées était la suivante : « Téléphonez-vous souvent aux Etats-Unis ? »
Les renseignements ainsi obtenus ont été comparés aux réponses fournies par les abonnés sur la qualité de la communication qu'ils venaient d'avoir. Il est apparu que l'évaluation de cette qualité ne dépendait guère de la fréquence avec laquelle les abonnés téléphonaient habituellement aux Etats-Unis.

## SUPPLÉMENT n° 4

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

## ESSAIS DE TÉLÉPHONIE SUR LE SATELLITE HS 303

*(Contribution de Telespazio, Italie)*

La période expérimentale d'exploitation du satellite HS 303 a commencé le 28 juin et s'est terminée le 19 novembre 1965.

Pendant cette période, le centre téléphonique intercontinental de l'Italcable a exploité, en plus de 15 circuits en câble, huit autres circuits téléphoniques par l'intermédiaire de ce satellite et il a occasionnellement exploité quatre circuits radioélectriques.

Conformément aux accords passés entre l'A. T. & T. et les quatre administrations européennes intéressées par ces essais (l'Administration britannique, l'Administration française des P. et T., l'Administration allemande des P. et T. et l'Italcable), les essais effectués pendant la période indiquée avaient pour but de vérifier :

1) la qualité de transmission du satellite,

2) le fonctionnement des nouveaux suppresseurs d'écho construits pour les communications par satellites ayant de longs temps de propagation,

3) la réaction des abonnés à l'égard de ce nouveau moyen de communication, en s'attachant plus spécialement aux effets dus à ces longs temps de propagation.

On peut dire que les résultats de ces essais ont été très satisfaisants à tous égards.

L'analyse du trafic et les observations faites par nos opérateurs, ont fait ressortir que :

1) la majorité des abonnés n'a pas noté de différence qualitative entre le système en câble sous-marin et le système par satellite,

2) nos opérateurs ont estimé que la qualité de la voix pendant les conversations relayées par le satellite était meilleure que lors des transmissions par câble,

3) sur les circuits par satellite, le rapport signal/bruit est plus élevé,

4) les nouveaux suppresseurs d'écho ont très bien répondu aux exigences du système et ont permis aux abonnés de sentir vivement la présence de leurs correspondants, tout en évitant la mutilation de la parole qui peut parfois se produire.

En ce qui concerne l'Italie, il est très difficile de procéder à une évaluation comparative entre la qualité de transmission des systèmes par satellite et celle des systèmes en câble parce que leur efficacité est sérieusement affectée par les imperfections des lignes d'interconnexion situées à distance.

En d'autres termes, l'Italcable est d'avis que la juxtaposition des deux systèmes de télécommunication reviendrait finalement à comparer la qualité des circuits téléphoniques Rome-Paris pour le système en câble et celle des circuits Rome-Francfort pour le système par satellite.

Cet avis est confirmé par le fait que lorsque la station de Fucino fonctionnait le samedi et le dimanche en étant reliée au centre tête de ligne par une courte liaison à hyperfréquences, la qualité de transmission était très supérieure.

ANNEXE 1

**Enquête sur l'acceptabilité des circuits établis via Early Bird**
**Communications de départ, zone automatique de New York**

| | En semaine | Le samedi et le dimanche | Total |
|---|---|---|---|
| Par satellite | 4 254-40 % | 736-39 % | 4 990-40 % |
| Par câble | 6 332-60 % | 1 153-61 % | 7 485-60 % |
| | 10 586 | 1 889 | 12 475 |

ANNEXE 2

**Enquête sur l'acceptabilité des circuits établis via Early Bird**

Les renseignements ci-après résultent de l'enquête effectuée pour déterminer si le service téléphonique établi par l'intermédiaire du satellite Early Bird était acceptable pour les abonnés.

La période étudiée s'étend du 28 juin au 19 novembre 1965 et l'enquête porte sur les huit circuits exploités.

| | Communications de départ | Communications d'arrivée | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de communications étudiées | 4990 | 2970 | 7960 |
| Communications ayant une « qualité de transmission médiocre » et n'ayant pas fait l'objet d'une réclamation ou d'une demande de détaxation ..... | 15 (0,36 %) | 36 (1,20 %) | 51 (0,64 %) |
| Communications ayant été coupées sans faire l'objet d'une réclamation après la conversation ..... | 143 (2,85 %) | 46 (1,54 %) | 189 (2,5 %) |
| Communications ayant une « qualité de transmission médiocre » et ayant été coupées, sans faire l'objet d'une réclamation ..... | 6 (0,12 %) | | 6 (0,08 %) |
| Communications ayant donné lieu à une réclamation des abonnés après la conversation ..... | 4 (0,08 %) | 17 (0,57 %) | 21 (0,26 %) |

Nous ne disposons d'aucune donnée permettant de déterminer quelle est l'influence du temps de propagation et des suppresseurs d'écho sur le pourcentage des communications de qualité médiocre. On peut toutefois considérer que, dans l'ensemble, la proportion de communications considérées comme acceptables est très satisfaisante.

SUPPLÉMENT n° 5

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

# RÉSULTATS DE MESURES ET D'OBSERVATIONS RELATIVES AU TRAFIC ÉCOULÉ AU MOYEN DE CIRCUITS PAR SATELLITE

*(Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne)*

En juin 1965, la République fédérale d'Allemagne a commencé à participer au trafic commercial écoulé à l'aide du satellite de télécommunication « Early Bird » HS 303 par la liaison en groupe secondaire Francfort-sur-le-Main - New York 6001, qui contient les liaisons en groupe primaire Francfort-sur-le-Main - New York 1201 et 1202, avec 14 circuits téléphoniques et deux systèmes de télégraphie harmonique.

Pendant la période comprise entre le 28 juin 1965 et le 12 novembre 1965, on a effectué un certain nombre d'observations sur le service téléphonique à commutation semi-automatique au moyen de circuits par satellite entre Francfort-sur-le-Main et New York. Ces mesures ont eu lieu conformément à l'horaire fixé par l'A. T. T.

Au cours de cette période 4622 communications ont été établies, leur durée moyenne étant de 7 minutes. 95,7% de ces communications n'ont pas fait l'objet de réclamations, 4,3% ont fait l'objet de plaintes (1,7% des conversations étant affectées d'interruptions auxquelles les opératrices ont immédiatement remédié et 2,6% n'étant que médiocrement intelligibles. Aucune réclamation n'a été formulée après la fin des conversations).

Lors des enquêtes précédemment menées par l'A. T. T. et portant sur 5000 communications téléphoniques établies au moyen de systèmes en câble, 95,6% des conversations n'avaient fait l'objet d'aucune réclamation, les 4,4% restants ayant donné lieu à des plaintes.

Le tableau ci-dessous indique la répartition des conversations, en fonction de leur durée. On constatera que les nombres obtenus sont très voisins de ceux auxquels on arrive pour les communications en câble.

| Durée des communications (en minutes) | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <3 | 4 à 6 | 7 à 9 | 10 à 12 | 13 à 15 | 16 à 30 | 31 à 60 | >60 | |
| 18,1 % | 29,9 % | 18,1 % | 10,9 % | 7,3 % | 13,6 % | 1,9 % | 0,2 % | 100 % |

SUPPLÉMENT n° 6

(Mar del Plata, 1968; cité dans l'Avis P.14)

# CORRÉLATION ENTRE LA RÉDUCTION DE QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE DUE AUX LONGS TEMPS DE PROPAGATION ET CELLE QUI EST DUE AU BRUIT

*(Contribution de la Telephone Association of Canada)*

*Introduction*

En 1965, la Telephone Association of Canada a entrepris un programme d'essais pour évaluer les effets subjectifs de longs temps de propagation sur des communications téléphoniques. Ces essais ont été effectués sur un circuit téléphonique national que l'on avait modifié de façon à simuler les temps de propagation de divers circuits intercontinentaux connectés en tandem avec des circuits nationaux, de longueur et type courants au Canada. Les temps de propagation choisis pour la partie intercontinentale simulée du circuit d'essai étaient les suivants : temps de propagation sur un circuit en câble sous-marin de longueur transatlantique, sur un circuit par satellite à altitude moyenne et sur un circuit par satellite sur orbite stationnaire.

Sur ce circuit d'essai on transmettait un trafic national normal entre les deux villes terminales, à savoir Montréal et Toronto. Dès que les abonnés avaient terminé leurs conversations sur ce circuit, ils étaient interrogés et on leur demandait de donner leur opinion sur la communication. Ces abonnés ne savaient pas qu'ils communiquaient sur un circuit d'essai.

Les résultats du programme d'essais ont été présentés sous la forme du pourcentage de réponses signalant des difficultés (pour parler et pour entendre), en fonction du temps de propagation. On a également présenté ces résultats sous la forme de l'appréciation (excellent, bon, assez bon ou médiocre) donnée par les abonnés, en fonction du temps de propagation. Le Supplément n° 1 ci-dessus contient des renseignements détaillés sur les résultats et sur les dispositifs expérimentaux.

Dans le présent supplément on analyse les résultats de ce programme d'essais de 1965, dans le but d'établir une corrélation entre la réduction de qualité de transmission sous l'effet d'un long temps de propagation et le niveau de bruit qui serait nécessaire pour provoquer une réduction équivalente.

*Corrélations entre la réduction de qualité causée par des longs temps de propagation et celle qui est due au bruit*

Le tableau 1 contient les résultats du programme d'essais de 1965 concernant l'appréciation que les abonnés portaient sur les communications.

TABLEAU 1

| Temps de propagation aller-retour | Bon ou mieux (B + E) [1] | Assez bon ou mieux (A + B + E) 1 |
|---|---|---|
| 100 ms (câble sous-marin) | 84 % | 98 % |
| 300 ms (altitude moyenne) | 77 % | 93 % |
| 600 ms (orbite stationnaire) | 61 % | 86 % |

[1] Les lettres A, B et E désignent respectivement les opinions : assez bon, bon et excellent.

Au cours du programme d'essais, on a fixé artificiellement le niveau de bruit sur le circuit d'essai à 43 dBrnc0 (−47 dBm0p). On a considéré cette valeur comme représentative du niveau de bruit existant sur des circuits transatlantiques connectés à des circuits canadiens dont la longueur est comprise entre 2000 et 6000 km. Dans la majorité des cas qui ont fait l'objet des essais, on estime que le niveau de bruit reçu sur un poste téléphonique d'abonné est de l'ordre de 32 dBrnc (−58 dBm0p) et que le volume des sons vocaux reçus est d'environ −28 v.u. (−29,4 dBm).

L'American Telephone and Telegraph Company a présenté la contribution COM XII — n° 77 (période d'études 1964-1968), où figurent des renseignements sur l'effet subjectif du bruit perçu par l'abonné lorsque le temps de propagation n'a pas une grande influence. La figure 1 est tirée de cette contribution de l'A. T & T. Le tableau 2 indique que, pour des temps de propagation relativement courts (100 ms), les résultats des essais effectués au Canada sont en bon accord avec les renseignements fournis par l'A. T. T.

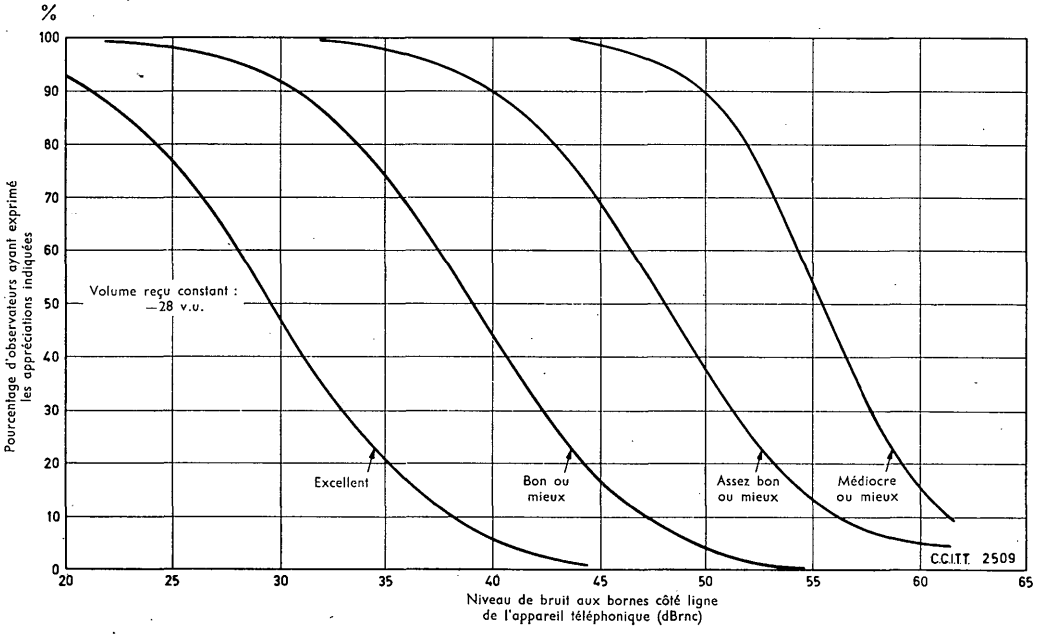



FIGURE 1. — **Courbes d'appréciation du bruit**

TABLEAU 2

*Effets subjectifs résultant d'un niveau de bruit de 32 dBrnc au poste d'abonné*

| | Bon ou mieux (B + E) | Assez bon ou mieux (A + B + E) |
|---|---|---|
| Essais TAC (tableau 1) (temps de propagation 100 ms) | 84 % | 98 % |
| Données A. T. & T. (figure 1) | 87 % | 99 % |

Cela étant, on s'est servi des données contenues dans la figure 1 et dans le tableau 1 pour déterminer la réduction de qualité de transmission due à un long temps de propagation en évaluant le bruit qui produirait une réduction équivalente. Les résultats de cette étude figurent dans les tableaux 3 et 4.

TABLEAU 3

*Temps de propagation aller-retour 300 ms*

| Opinion de l'abonné (d'après le tableau 1) | Bruit équivalent (d'après la figure 1) | Réduction de qualité causée par le bruit équivalent (bruit équivalent −32 dBrnc |
|---|---|---|
| 77 % bon ou mieux | 34 dBrnc | 2 dB |
| 93 % assez bon ou mieux | 38 dBrnc | 6 dB |

TABLEAU 4

*Temps de propagation aller-retour 600 ms*

| Opinion de l'abonné (d'après le tableau 1) | Bruit équivalent (d'après la figure 1) | Réduction de qualité causée par le bruit équivalent (bruit équivalent −32 dBrnc) |
|---|---|---|
| 61 % bon ou mieux | 37 dBrnc | 5 dB |
| 86 % assez bon ou mieux | 42 dBrnc | 10 dB |

Le tableau 3 montre que, pour un temps de propagation aller-retour de 300 ms, la réduction de qualité imputable au bruit équivalent est comprise entre 2 et 6 dB. Le tableau 4 montre que, pour un temps de propagation aller-retour de 600 ms, cette réduction de qualité est comprise entre 5 et 10 dB.

On pourrait prétendre que la partie la plus élevée de chacune de ces deux gammes de valeurs devrait être considérée comme la réduction de qualité imputable au bruit équivalent; en effet, les plus grandes valeurs sont déduites des opinions « assez bon ou mieux » lesquelles constituent également une mesure des opinions « médiocre ou pire » (100 % — assez bon ou mieux). Si l'on se place au point de vue du service, les opinions « médiocre ou pire » sont souvent les plus critiques et, de ce fait, déterminantes. Toutefois, si l'on affectait aux opinions « bon ou mieux » le même poids qu'aux opinions « médiocre ou pire », la réduction de qualité imputable au bruit équivalent, pour les temps de propagation élevés, se situerait vers le milieu de chaque gamme, comme le montre le tableau ci-après :

| Temps de propagation aller-retour | Réduction de qualité due au bruit équivalent |
|---|---|
| 300 ms | 4 dB |
| 600 ms | 7 à 8 dB |

*Conclusions*

La corrélation indiquée ci-dessus est fondée sur la qualité de transmission à laquelle s'attendent les abonnés canadiens qui demandent des communications nationales ou régionales (en Amérique du Nord) à grande distance. Il semble toutefois que la même corrélation puisse s'appliquer au futur service téléphonique intercontinental auquel ils auront recours, compte tenu du fait qu'ils auront une attitude plus critique à l'égard du service mondial à mesure qu'il sera plus répandu.

SUPPLÉMENT n° 7

(ancienne Annexe 4, modifiée à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968;
cité dans l'Avis P.20)

# MÉTHODES APPLIQUÉES PAR DIVERSES ADMINISTRATIONS AUX RÉSEAUX URBAINS ET AUX RÉSEAUX INTERURBAINS A L'INTÉRIEUR D'UN PAYS POUR ASSURER UNE QUALITÉ SATISFAISANTE AUX COMMUNICATIONS NATIONALES

(étant entendu que la recommandation du C.C.I.T.T. relative aux équivalents de référence est satisfaite pour les communications internationales)

Argentine (République)
Australie
Autriche
Canada et Etats-Unis d'Amérique
Espagne
Finlande
France
Hongrie
Indonésie
Italie
Japon
Malaisie
Norvège
Nouvelle-Zélande
Pakistan
Pays-Bas
République fédérale d'Allemagne
Royaume-Uni
Singapour
Sudafricaine (République)
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Zambie

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION ARGENTINE

L'Argentine participant aux travaux du C.C.I.T.T., ses réseaux satisferont aux normes fixées par ce Comité afin de pouvoir être interconnectés avec ceux des autres pays; ils seront adaptés aux conditions géographiques et économiques nationales.

Les conditions de stabilité des systèmes qui constituent le réseau détermineront finalement l'affaiblissement maximum effectif entre deux abonnés. Une analyse préliminaire, sur la base des équipements normaux, indique que cet affaiblissement maximum ne dépassera pas 32 dB pour les abonnés les plus éloignés, les prescriptions du C.C.I.T.T. relatives aux affaiblissements de connexion, de réflexion, d'adaptation, etc. étant respectées.

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION AUSTRALIENNE

### 1. *Introduction*

Les méthodes adoptées pour assurer à un réseau téléphonique une qualité de transmission satisfaisante dépendent étroitement de l'importance de ce réseau et de son stade de développement, technique ou autre. Afin qu'il soit possible d'apprécier les méthodes appliquées en Australie à la lumière de ces facteurs, la situation actuelle du réseau australien est succinctement indiquée ci-après.

En Australie, les services téléphoniques sont exploités par un organisme fédéral, le Département du Postmaster-General, et ils embrassent la totalité du continent australien. La superficie couverte est d'étendue analogue à celle des Etats-Unis. Elle est en grande partie constituée par une région désertique, les principales régions habitées se trouvant au bord de la mer, le long des côtes est et sud-est, ainsi qu'autour de Perth en Australie occidentale. Les régions habitées

présentent cette caractéristique que leurs grandes villes y sont très distantes les unes des autres (800 km (500 miles) ou même davantage). Les deux tiers de la totalité des postes téléphoniques se trouvent dans cinq villes comptant de 500 000 à 2 500 000 habitants. Les villes dont la population est de quelques milliers d'habitants ont généralement entre elles une distance d'au moins 100 km (60 miles).

La situation du réseau téléphonique australien était la suivante en juin 1967 :

| | |
|---|---|
| Postes téléphoniques | 3 178 000 |
| Installations téléphoniques | 2 234 000 |
| Installations téléphoniques desservies par système automatique | 85,3 % |
| Centraux (automatiques) | 2 500 |
| Centraux (manuels, peu importants pour la plupart) | 4 000 |
| Lignes interurbaines | 43 000 |
| Communications | 2 313 000 000 |
| Communications établies par voie entièrement automatique | 18,6 % |

Jusqu'en 1964, les centraux automatiques locaux étaient surtout équipés de systèmes pas à pas. Les zones locales ont été étendues dans toute l'Australie et l'on pouvait échanger des conversations, en payant une unité de taxe, jusqu'à des distances entre centraux atteignant environ 40 km (25 miles). La plus grande partie du trafic interurbain était écoulée en exploitation semi-automatique, une opératrice intervenant à l'extrémité de départ pour écouler le trafic sur un réseau de transit automatique utilisant une signalisation à deux fréquences vocales, la commutation se faisant aussi bien en deux fils qu'en quatre fils à travers les enroulements des transformateurs (« *tail-eating* »).

Les équipements de commutation qu'on installe actuellement (1968) sont du type crossbar avec commutation du trafic urbain en deux fils et véritable commutation « de quatre fils à quatre fils » dans les centres de transit secondaires et les centres d'ordre plus élevé. Ces équipements facilitent l'acheminement par voie détournée et la méthode de commutation adoptée se fonde sur le principe d'un acheminement avec choix des voies dans l'ordre hiérarchique.

La sélection à distance par l'abonné demandeur (exploitation entièrement automatique) est entrée en service dans 268 centraux, le plus souvent sur des voies directes sans commutation en transit. D'après les plans, en 1975, les deux tiers au moins des appels pour les communications interurbaines pourront être faits directement au cadran par l'abonné sur le réseau crossbar de transit.

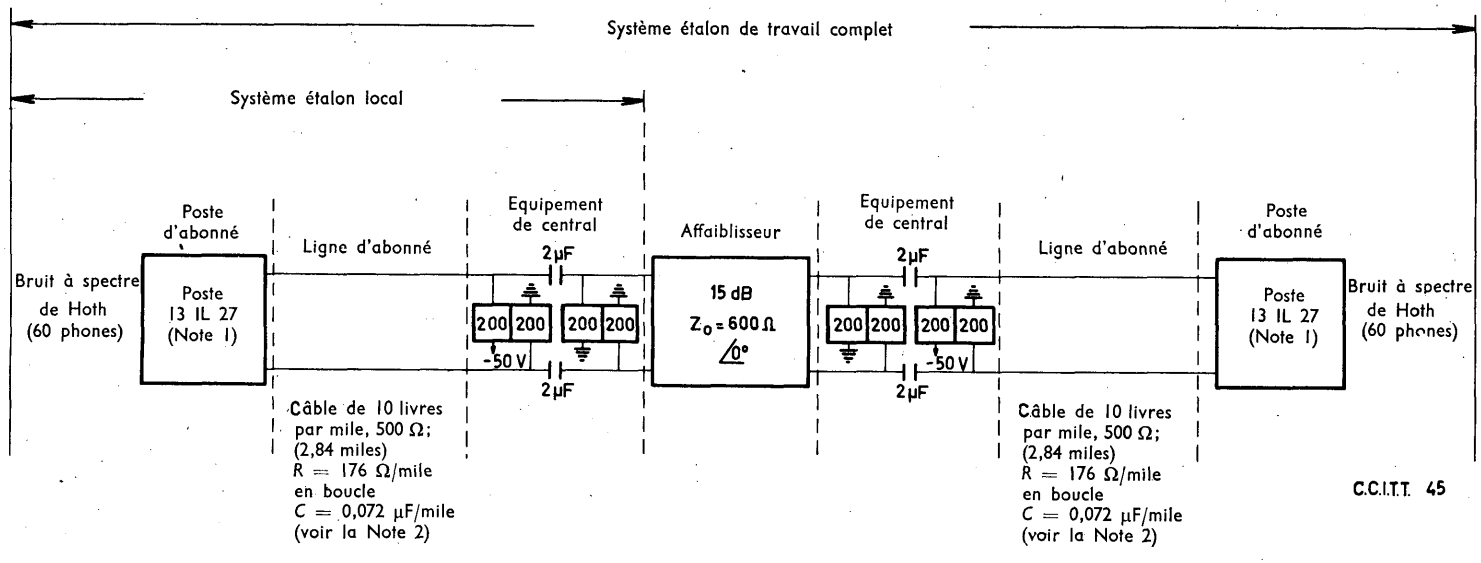
L'accroissement du trafic interurbain, l'achèvement des tâches COMPAC et SEACOM qui facilite les communications intercontinentales en provenance et à destination de l'Australie par des circuits de bonne qualité en câble, enfin l'introduction de l'exploitation entièrement automatique ont accru l'importance de limiter les effets d'écho et on s'attache davantage actuellement à l'étude de cette question.

D'autres facteurs entrent également en ligne de compte pour la réalisation d'un réseau, ainsi, par exemple, la mise en service d'appareils téléphoniques plus modernes, plus efficaces et dotés de régulation automatique; la transmission de données sur le réseau téléphonique public; divers services spéciaux et la signalisation à grande vitesse entre enregistreurs qui fait appel à des signaux codés à fréquences multiples (MCF). Ce système de signalisation MCF est plutôt adopté pour l'exploitation de bout en bout sans régénération du signal (sauf en certains cas) que pour l'exploitation section par section; de ce fait, l'exploitation d'une chaîne de voies interurbaines connectées en tandem doit satisfaire à certaines exigences de qualité minimum.

## 2. *Objectifs*

### 2.1 *Objectif général*

Le plan de transmission est fondé sur un système étalon de travail constitué par deux postes téléphoniques munis chacun d'une ligne d'abonné et d'un pont d'alimentation et reliés par un affaiblisseur présentant une impédance de 600 ohms et un affaiblissement de 15 dB, comme on peut le voir sur la figure 1. La planification du réseau assure, pour une très importante proportion




*Notes :*

1. L'indication « Poste téléphonique 13.IL.27 » se réfère à un poste téléphonique à combiné comportant les éléments de transmission suivants :

   Capsule microphonique n° 13
   Récepteur type IL
   Bobine d'induction anti-effet local n° 27
   } Désignation de l'Administration britannique

2. 0,635 mm de diamètre; 4,56 km; 109,3 Ω/km en boucle; 44,7 nF/km

FIGURE 1. — **Système étalon du travail (Australie)**

des communications, une qualité globale de transmission supérieure à celle du système étalon; la qualité de transmission ne sera inférieure à celle du système étalon que pour une très faible proportion des communications. Aux fins de la planification le réseau est divisé en deux parties :

a) Réseau des lignes locales (lignes d'abonné),

b) Réseau intercentraux.

2.2 *Réseau des lignes locales (lignes d'abonné)*

Les réseaux locaux sont établis de sorte que pour des lignes individuelles, la qualité de transmission y soit au moins égale à celle de la section du système étalon de travail correspondant au réseau local, qui comprend des transducteurs ayant l'efficacité minimale acceptable pour de nouveaux appareils. On a mesuré ce système local à Genève; il a des équivalents de référence de 14 dB à l'émission et de 6 dB à la réception. Un équivalent de référence de 3 dB à la réception n'est dépassé que pour 20% des installations existantes; aucune nouvelle installation ne dépasse 3 dB. Il sera donc possible de diminuer ultérieurement l'équivalent de référence total de 3 dB.

Dans le réseau australien, près de la moitié des appareils téléphoniques sont des appareils du type 300 de l'Administration britannique, qui ont été mis en service en 1939. L'appareil du type 400 d'efficacité à peu près équivalente à celle du type 700 de l'Administration britannique ou du type américain 500, mais non doté d'un dispositif de régulation automatique) a été mis en service en 1957. L'appareil téléphonique du type normalisé actuel, qui a été mis en service en 1963, est du type 800; le circuit de transmission y est semblable à celui du type 400 et il est, de plus, doté d'un dispositif de régulation automatique d'après la longueur de la ligne d'abonné.

Deux limites, ou tout au moins la plus rigoureuse de ces deux limites, déterminent les conducteurs utilisés pour chaque ligne d'abonné en câble. En premier lieu, la valeur limite de l'affaiblissement qui dépend à la fois de l'affaiblissement de la ligne (lequel, pour la planification est considéré comme correspondant à l'affaiblissement à 1,6 kHz) et de la réduction du courant d'alimentation du microphone. Le second élément entrant en jeu est la valeur limite pour la signalisation, au-delà de laquelle appel, sélection au cadran ou retour d'appel peuvent être compromis. La valeur limite pour la signalisation varie selon le type d'équipement du central.

Le tableau 1 ci-après indique les limites de transmission actuelles, pour des câbles non chargés.

TABLEAU 1

*Limites de transmission pour des câbles non chargés pour lignes d'abonné*

| Conducteurs { calibre * (lb/mile) / diamètre (mm) | 4 / 0,4035 | | 6½ / 0,5075 | | 10 / 0,6347 | | 20 / 0,9025 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type d'appareil téléphonique | Moderne | Vieilli | Moderne | Vieilli | Moderne | Vieilli | Moderne | Vieilli |
| Résistance (ohms) ..... | 1150 | 670 | 920 | 600 | 770 | 500 | 610 | 400 |
| Distance : miles ..... | 2,62 | 1,52 | 3,41 | 2,22 | 4,37 | 2,84 | 7,0 | 4,55 |
| Distance : km ..... | 4,22 | 2,44 | 5,48 | 3,57 | 7,04 | 4,56 | 11,3 | 7,33 |
| Affaiblissement à 0,8 kHz dB ... | 6,55 | 3,8 | 6,58 | 4,28 | 6,73 | 4,37 | 7,49 | 4,87 |
| Affaiblissement à 0,8 kHz dNp .. | 7,52 | 4,37 | 7,57 | 4,92 | 7,73 | 5,02 | 8,62 | 5,59 |
| Affaiblissement à 1,0 kHz dB ... | 7,34 | 4,25 | 7,26 | 4,73 | 7,47 | 4,85 | 8,34 | 5,41 |
| Affaiblissement à 1,0 kHz dNp .. | 8,44 | 4,88 | 8,34 | 5,43 | 8,58 | 5,57 | 9,58 | 6,22 |
| Affaiblissement à 1,6 kHz dB ... | 9,16 | 5,32 | 9,1 | 5,88 | 9,32 | 6,05 | 10,2 | 6,64 |
| Affaiblissement à 1,6 kHz dNp .. | 10,55 | 6,12 | 10,48 | 6,77 | 10,7 | 6,97 | 11,9 | 7,65 |
| Equiv. de référence calculé de la ligne dB ... | 6,98 | 4,08 | 6,73 | 4,38 | 6,59 | 4,28 | 6,58 | 4,32 |
| Equiv. de référence calculé de la ligne dNp .. | 8,05 | 4,69 | 7,74 | 5,04 | 7,58 | 4,93 | 7,57 | 4,96 |

* Capacité = 0,072 microfarad/mile = 44,7 nF/km.

Les câbles pour lignes d'abonné peuvent être pupinisés, des bobines de charge de 88 mH étant insérées à intervalles de 1,83 km (6000 pieds) lorsque cela se justifie du point de vue économique. Le tableau 2 indique les limites de transmission pour des câbles chargés pour lignes d'abonné. Le tableau 3 indique les limites de signalisation actuellement appliquées dans le réseau australien.

TABLEAU 2

*Limites de transmission pour des câbles chargés pour lignes d'abonné (on emploie seulement des appareils téléphoniques modernes)*

| Conducteurs { calibre * (1b/mile) / diamètre (mm) | 4<br>0,4035 | 6½<br>0,5075 | 10<br>0,6347 | 20<br>0,9025 |
|---|---|---|---|---|
| Résistance ohms | 1500 | 1300 | 1200 | 1200 |
| Distance { miles | 3,3 | 4,7 | 6,5 | 12,5 |
| Distance { km | 5,3 | 7,55 | 10,45 | 20,1 |
| Affaiblissement à 1,6 kHz { dB | 6,0 | 5,26 | 4,94 | 5,12 |
| Affaiblissement à 1,6 kHz { dNp | 6,9 | 6,05 | 5,68 | 5,9 |
| Equiv. de référence { dB | 6,54 | 6,47 | 6,54 | 6,08 |
| calculé de la ligne { dNp | 6,48 | 7,44 | 7,52 | 6,98 |

TABLEAU 3

*Limites de résistance imposées par la signalisation pour les lignes individuelles d'abonné*

| Type d'équipement du central | Résistance en boucle des lignes d'abonné ohms |
|---|---|
| Appel par magnéto et système crossbar (automatique) | 1500 |
| Type 2000; système Siemens nº 17 (automatique) | 1000 |
| Central automatique rural de l'Administration australienne des postes | 750 |
| Autres centraux | 650 |

## 2.3 *Réseaux intercentraux*

### 2.3.1 *Généralités*

Chaque central téléphonique est classé selon la position qu'il occupe dans un réseau hiérarchiquement établi. Dans chacun des Etats de l'Australie, il y a un centre principal et, dans l'ordre décroissant de leur importance, des centres primaires [1], des centres secondaires, des centres de secteur et des centres terminaux. Ce dernier type de central assure seulement la commutation entre les abonnés qui lui sont rattachés; il n'effectue pas d'interconnexion entre d'autres centraux. La figure 2 montre les six Etats de l'Australie et les cinq centres principaux. Elle montre également, pour l'un de ces Etats, la structure hiérarchique du réseau interurbain.

Les centres principaux seront tous reliés entre eux par un réseau maillé de voies finales dans les premières années de la décennie commençant en 1970.

Le plan de transmission prévoit, en général, entre deux centraux quelconques du réseau, un affaiblissement maximal de 15 dB; plus les affaiblissements destinés à limiter les échos (voir

[1] On est en train d'examiner la possibilité d'éliminer cette catégorie de la classification.

RÉSEAU NATIONAL (AUSTRALIE)

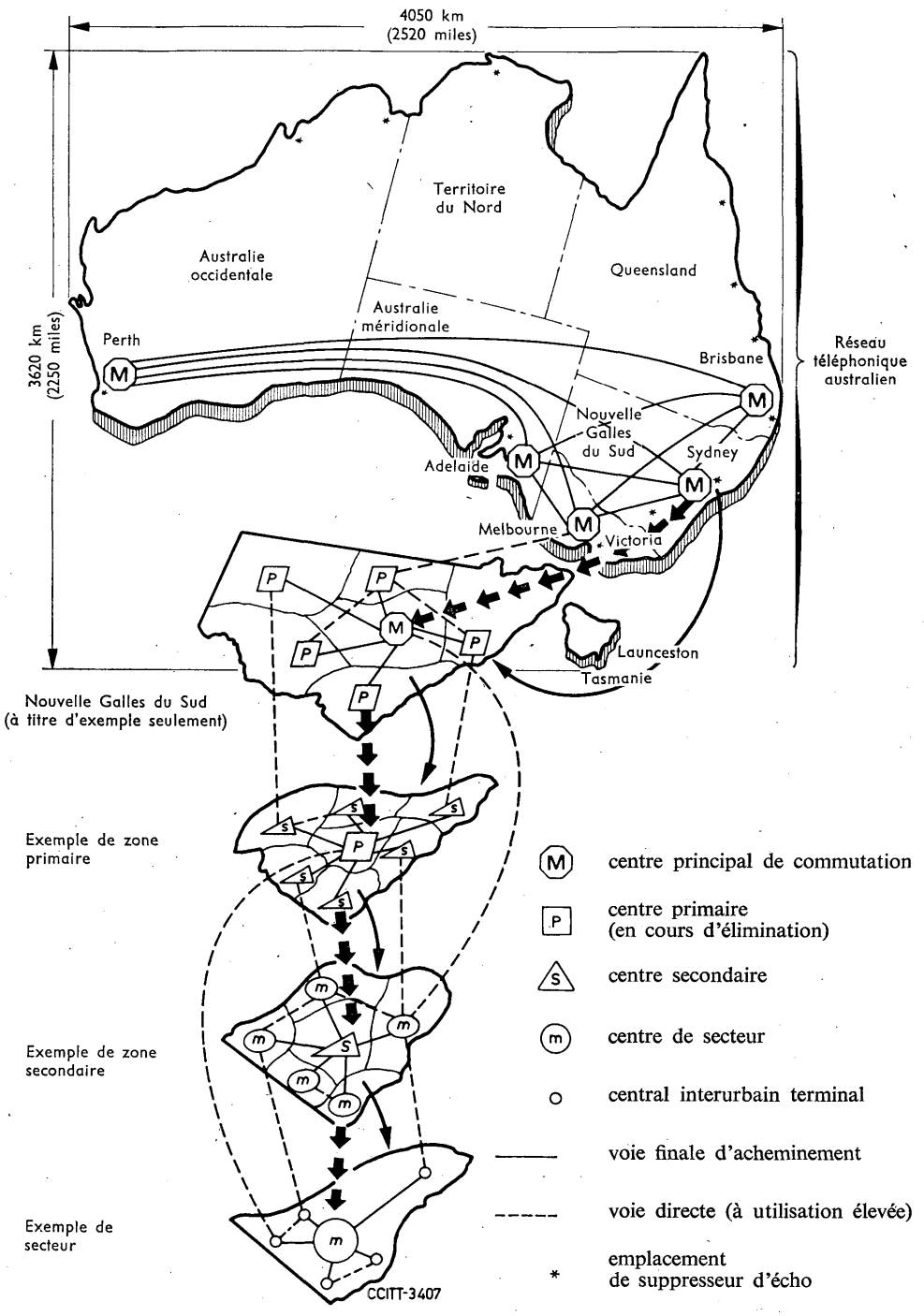



FIGURE 2. — **Structure du réseau interurbain australien**

le paragraphe 2.3.2). L'affaiblissement en deux fils entre un termineur et un central terminal a une valeur minimale de 3 dB, afin d'assurer un affaiblissement d'adaptation suffisant.

Dans les paragraphes suivants, on entend par affaiblissements nominaux les affaiblissements entre extrémités virtuelles, qui tiennent compte de l'affaiblissement en ligne, des pertes dues aux transformateurs et aux équipements de commutation.

### 2.3.2 *Réseau interurbain*

La planification du réseau interurbain est basée sur l'emploi de circuits à quatre fils à grande vitesse de propagation ne présentant que de petits affaiblissements aussi bien entre centres principaux, qu'entre centres principaux, primaires et secondaires. Ils sont établis sur des systèmes à large bande, sur faisceau hertzien et/ou en câble à paires coaxiales. Les projets ne prévoient de suppresseurs d'écho que sur les communications à très grande distance (dépassant environ 2500 km) (1500 miles). L'affaiblissement nominal de tels circuits est de 0,5 dB. On assigne à tous les autres circuits à quatre fils un affaiblissement qui dépend de la distance, suivant les trois catégories indiquées par le tableau 4, afin de réduire les effets d'écho.

TABLEAU 4

*Affaiblissements destinés à limiter les échos*

| Distance | | Affaiblissement |
|---|---|---|
| Miles | km | dB |
| 0-350 | 0-563 | 0 |
| 351-750 | 564-1210 | 0,5 |
| >750 | >1210 | 1,0 |

L'affaiblissement nominal maximal entre un central terminal et son centre de commutation (qui peut être un centre quelconque de catégorie supérieure) est de 7,5 dB. De tels circuits sont généralement établis sur des paires en câble pupinisé, sans amplificateurs. Dans le réseau australien, les répéteurs à impédance négative ne sont que peu utilisés, mais leur nombre est en train d'augmenter.

Si les 7,5 dB d'affaiblissement admissibles ne sont pas entièrement nécessaires, entre un central terminal et un centre de secteurs un circuit passif peut être établi entre le centre de secteur et le centre dont il dépend (à savoir le centre secondaire, primaire ou principal), à condition que l'affaiblissement total des deux circuits ne dépasse pas 6 dB. Ceci implique que tous les autres centraux terminaux desservis par le centre de secteur répondent aux mêmes conditions; sinon, l'affaiblissement entre le centre de secteur et le centre dont il dépend devra être de 0 dB.

Lorsque des circuits directs sont prévus entre centraux terminaux, la valeur limite de l'affaiblissement de ces circuits est de 12 dB.

### 2.3.3 *Réseaux de grandes villes*

Dans le réseau d'une grande ville, l'ensemble du réseau est relié à un seul et même centre interurbain (en général, un centre principal) qui est relié aux autres centraux du réseau national interurbain (voir le paragraphe 2.3.2).

Souvent la zone d'une grande ville est desservie d'après un seul plan de numérotation et les communications internes dans cette zone sont établies par plusieurs centraux tandem en évitant le central interurbain. Dans de tels cas, on a établi des règles particulières pour profiter de la souplesse qui est possible parce que l'on dispose de plusieurs centraux tandem, en appli-

quant encore les mêmes limites de transmission que dans les projets de réseau interurbain. S'il y a un seul central tandem, les méthodes pour les projets sont nécessairement celles du paragraphe 2.3.2. Toutefois les centraux tandem périphériques se trouvent plus près des centraux terminaux qu'ils desservent, ce qui diminue l'affaiblissement des circuits d'interconnexion. Le reste de la limite de transmission est alors disponible pour des circuits directs vers des centraux tandem extérieurs, établis sur des câbles à conducteurs plus fins ou sur des artères plus courtes afin d'obtenir des circuits plus économiques. Les appels peuvent déborder sur les voies de dernier choix en passant par les centraux tandem respectifs.

L'affaiblissement attribué à chaque type de circuit n'est pas spécifié, mais on le détermine pour chaque réseau en répartissant de la façon la plus économique l'affaiblissement admissible entre les divers faisceaux de circuits de jonction. La plupart des circuits de jonction sont réalisés en câble pupinisé de 10 livres par mile (conducteurs de 0,63 mm) avec des bobines de charge de 88 mH insérées à intervalle de 1,83 km (6000 pieds). En pratique, il n'est pas tenu compte pour l'établissement des plans des pertes par réflexions. Le nombre et l'emplacement des centraux tandem dans le réseau sont des facteurs assez critiques du plan de transmission.

Dans la pratique, des affaiblissements typiques sont les suivants :

entre central tandem et central terminal : 3 à 5,5 dB

entre central tandem et central tandem : 1 à 6 dB

entre central tandem et central interurbain : 1 à 3 dB

(nombre de centraux tandem : 2 à 17)

### 2.3.4 *Stabilité*

Les affaiblissements maximaux admissibles dans le réseau australien sont indiqués dans les paragraphes précédents. Lorsqu'une communication comprend des circuits à quatre fils à petit affaiblissement, il est également nécessaire de spécifier l'affaiblissement minimal admissible afin d'assurer aux communications une stabilité convenable. L'affaiblissement minimal entre centraux terminaux est de 6 dB pour les communications comportant des circuits à quatre fils. Cet affaiblissement minimal peut être fourni par l'affaiblissement réel du circuit à deux fils entre le circuit à quatre fils et le central terminal, ou bien en ajoutant à chacun des circuits à deux fils un complément de ligne de façon à obtenir un affaiblissement minimal de 3 dB, ou bien encore (dans un central à quatre fils) par un complément de ligne du côté quatre fils du termineur. L'adjonction de cet affaiblissement minimal entre le termineur et les lignes d'abonné extrêmement diverses permet d'améliorer l'affaiblissement d'équilibrage au termineur et de lui donner une valeur satisfaisante.

Outre cette méthode procurant des circuits terminaux qui présentent un affaiblissement minimal de 3 dB, des transformateurs d'adaptation sur toutes les lignes pupinisées sont également prévus dans les centres où ces lignes sont connectées avec des circuits à quatre fils. L'impédance normalisée est de 600 ohms.

Dans les centres où des circuits à quatre fils sont commutés en deux fils, l'effet des transformateurs d'adaptation peut se trouver contrebalancé par un déséquilibre d'impédance causé par les relais de signalisation et par les différences de longueur des câblages dans les centraux. Le plan actuel prévoit un équilibrage dans les centraux pour réduire ces effets mais, jusqu'à présent, les progrès en ce sens ne sont guère sensibles.

### 2.3.5 *Suppresseurs d'écho*

Jusqu'à présent (1968), on n'a employé de suppresseurs d'écho dans des communications nationales que sur des circuits entre Melbourne et Perth, soit une distance de 3500 km (2180 miles), les suppresseurs d'écho étant associés au circuit. Dans les communications internationales, le suppresseur d'écho est placé sur le circuit au centre international de Sydney, quel que soit l'emplacement du central terminal dans le réseau national.

## RÉSEAU NATIONAL (AUTRICHE)

On a établi un plan d'emploi de suppresseurs d'écho dans le réseau national australien et l'on est en train de le mettre en œuvre. Il conduit à prévoir des installations de suppresseurs d'écho dans les cinq centres principaux de commutation et dans cinq centres isolés d'ordre inférieur, où les équipements de commutation connecteront des demi-suppresseurs d'écho de telle sorte qu'il n'y en ait pas plus de deux sur une communication. Ces demi-suppresseurs d'écho seront insérés aussi près que possible des centraux terminaux de la communication en question. En outre, les suppresseurs d'écho destinés aux communications internationales proviendront de l'installation nationale la plus proche du central terminal qui intervient dans la communication (au lieu de la pratique actuelle, décrite ci-dessus).

### 3. *L'avenir*

Le plan de transmission australien est constamment réexaminé, avec l'aide de contrôles du fonctionnement réel du réseau.

Des enquêtes récentes sur le degré de satisfaction des usagers ont révélé le besoin de diminuer l'affaiblissement total dans le réseau pour satisfaire les désirs des abonnés plus exigeants de la période actuelle. Pour répondre à cette exigence d'un affaiblissement plus petit des communications, on a établi des objectifs d'affaiblissement réduit qui seront réalisés dans quelques années. Les objectifs actuels et des objectifs futurs possibles d'affaiblissement total entre centraux terminaux, pour le trafic total de départ et d'arrivée dans chaque zone secondaire (y compris le trafic propre du central) sont les suivants :

| *Valeurs que l'on estime réalisées actuellement* | *Objectifs possibles d'ici quelques années* |
|---|---|
| 50 % inférieures à 9 dB | 50 % inférieures à 6 dB |
| 80 % inférieures à 12 dB | 70 % inférieures à 7 dB |
| 99 % inférieures à 14 dB | 85 % inférieures à 8 dB |
| 100 % inférieures à 15 dB | 100 % inférieures à 9 dB |

En outre, pour réduire au minimum les variations d'affaiblissement, à partir d'un central quelconque, de communications successives qui peuvent être établies sur des voies directes, détournées ou finales, on peut spécifier un affaiblissement moyen et un écart type sur l'affaiblissement pour le trafic écoulé à l'heure chargée entre chaque paire de centraux terminaux d'une zone de numérotation. Les valeurs prescrites actuellement sont 12 dB pour l'affaiblissement et 1,8 dB pour l'écart type. Des objectifs provisoires, à atteindre d'ici quelques années, sont 7 dB et 1,5 dB respectivement.

*Référence.* — R. G. KITCHENN : Telephone Transmission Objectives : *The Telecommunication Journal of Australia*, février 1968, Volume 18, n° 1, page 15.

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION AUTRICHIENNE

Le développement du réseau téléphonique automatique interurbain de l'Autriche est fondé sur un plan de transmission conforme aux avis du C.C.I.T.T. Dans ce plan de transmission, les équivalents de référence du système local (appareil d'abonné + ligne d'abonné + pont d'alimentation) et du réseau interurbain ont été fixés indépendamment l'un de l'autre.

### *Système local*

Les équivalents de référence à l'émission et à la réception du système local ne doivent pas dépasser respectivement 1,25 Np (10,8 dB) et 0,3 Np (2,6 dB). La résistance maximale en boucle de la ligne d'abonné a été fixée à 800 ohms. Pour tenir compte des différences de longueur des lignes d'abonné et des différences qui en résultent entre les pertes de courant d'alimentation, les microphones et les récepteurs des postes d'abonné sont groupés selon leur efficacité. De plus, les postes d'abonné comportent un complément de ligne destiné à introduire un affaiblissement fixe.

*Réseau interurbain*

La figure 1 est un diagramme schématique du réseau téléphonique automatique interurbain de l'Administration autrichienne; il comporte l'indication des affaiblissements entre les divers centres de commutation. Les centraux locaux sont reliés aux centres primaires par

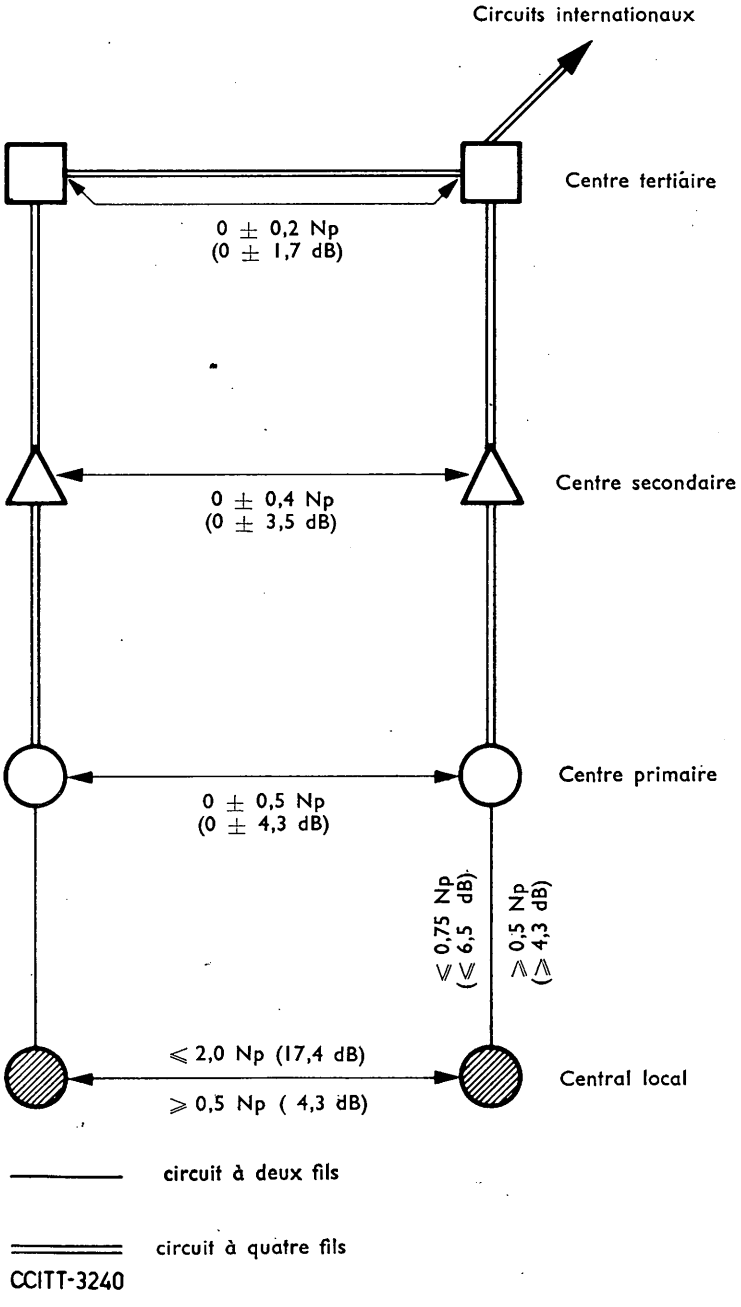



FIGURE 1. — **Diagramme des affaiblissements du réseau téléphonique automatique interurbain de l'Autriche**

des circuits à deux fils. Les autres liaisons à l'intérieur du réseau interurbain sont établies au moyen de circuits à quatre fils, et la commutation se fait en quatre fils dans les centres secondaires et tertiaires.

La valeur maximale de l'équivalent de référence entre deux centraux locaux quelconques a été fixée à 2,0 Np (17,4 dB). Les circuits à quatre fils sont exploités avec un affaiblissement nul. Pour des raisons touchant à la stabilité et compte tenu de la variation d'affaiblissement des sections à quatre fils, on a fixé une valeur minimale pour l'affaiblissement des circuits à deux fils. Si nécessaire, on utilise à cet effet un complément de ligne destiné à introduire un affaiblissement fixe.

Dans le réseau national, l'équivalent de référence maximal entre deux postes d'abonné quelconques est de 3,55 Np (30,8 dB) — y compris la variation d'affaiblissement.

Dans les cas où cela est nécessaire, le réseau représenté schématiquement sur la figure 1 est complété par des circuits directs entre les divers centres de commutation.

## CONTRIBUTION DE LA TELEPHONE ASSOCIATION OF CANADA ET DE L'AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH COMPANY

### *Pratique nord-américaine pour les conditions de transmission d'un réseau national*

Le présent texte décrit sommairement les pratiques actuellement suivies sur le continent nord-américain. On mentionne spécialement leurs principales différences avec les pratiques suivies en matière de transmission dans d'autres continents.

A titre d'orientation générale, les principales différences entre la pratique américaine et les autres sont les suivantes :

1. La qualité de transmission n'est pas exprimée sous la forme d'« équivalents de référence »;
2. Dans les projets de transmission, l'idée d'une ligne d'abonné limite est abandonnée; et
3. La qualité de transmission de la « ligne et du poste d'abonné » d'une part et celle des autres parties d'une communication d'autre part sont sensiblement indépendantes.

*Principes de transmission*

Le principe fondamental consiste à fournir à l'abonné le type de transmission qu'il juge satisfaisant. Les méthodes adoptées pour y parvenir ont changé de temps à autre mais, fondamentalement, cette méthode adoptée pour aborder les projets de transmission se fonde non pas sur ce que l'abonné peut tolérer, mais sur ce qu'il préfère.

Le principe général appliqué dans les études sur les objectifs de transmission consiste à assurer une qualité de service que les abonnés considèrent comme BONNE pour 95% des communications au moins, ASSEZ BONNE pour 5% des communications au maximum et MÉDIOCRE dans un pourcentage négligeable de cas dus à la présence de dérangements spécifiques. Les directives nécessaires pour atteindre ces objectifs sont définies grâce à des essais au cours desquels les groupes de sujets échantillons sont priés d'apprécier une série de conditions où la qualité de transmission est réduite en les classant comme BONNES, ASSEZ BONNES ou MÉDIOCRES. Ces résultats d'essais subjectifs ont commencé à exercer une influence sur l'étude du réseau de l'Amérique du Nord et ils ont été utilisés pour évaluer la qualité actuelle. A titre d'exemple, il a été démontré que l'objectif général en service n'avait pas encore été pleinement atteint en ce qui concerne le volume à la réception.

Les principes selon lesquels il convient de répartir les affaiblissements admissibles entre les diverses parties d'une communication ont varié avec le temps. C'est ainsi qu'à une époque, une valeur était assignée à la section « ligne d'abonné et circuit de jonction »; on faisait des études approfondies dans des cas particuliers pour déterminer la division la plus économique de cette valeur entre lignes d'abonné et circuits de jonction.

La méthode générale pour les projets de transmission décrite ci-dessous est fondée sur :

1. De grandes améliorations dans l'efficacité des postes d'abonné;
2. La diminution du coût des moyens de transmission entre centraux locaux et pour les communications à grande distance; et
3. L'étude simultanée du coût et de la durée d'utilisation des divers circuits et lignes.

*Lignes d'abonné*

1. Les dimensions des conducteurs de ligne sont prévues d'après le principe d'employer le minimum de cuivre nécessaire pour satisfaire aux limites de résistance en courant continu imposées par les exigences des organes de signalisation du central au point de vue de la signalisation, des impulsions de numérotation et de la supervision.

Pour les types de systèmes de commutation les plus largement employés, on obtient un fonctionnement satisfaisant avec une résistance en boucle (vers l'extérieur du central) allant jusqu'à 1200 ou 1300 ohms, ce qui est approximativement équivalent aux longueurs de ligne indiquées dans le tableau suivant :

| Longueur de la paire | | Calibre | Diamètre (mm) | Livres par mile de conducteur |
|---|---|---|---|---|
| pieds | mètres | | | |
| 15 000 | 4 560 | 26 | 0,40 | 4,1 |
| 24 000 | 7 300 | 24 | 0,51 | 6,5 |
| 38 000 | 11 500 | 22 | 0,64 | 10,3 |

2. Afin de diminuer la dispersion de la qualité de transmission entre les lignes d'abonné les plus longues et les lignes moyennes, on insère des bobines de charge, en général de 88 millihenrys, tous les 6000 pieds (environ 1830 mètres) sur toutes les lignes de longueur supérieure à 18 000 pieds (5,5 kilomètres). La première bobine de charge est placée à 3000 pieds (environ 915 mètres) du central afin d'obtenir l'efficacité maximale en cas d'interconnexion entre des lignes d'abonné chargées ou entre une ligne d'abonné chargée et un circuit de jonction chargé.

3. Le nombre des branchements en dérivation (lignes partagées) est maintenu au minimum et leur longueur est généralement limitée à 6000 pieds (1,8 km).

Le matériel de réseau local ayant été construit sur cette base, les communications entre deux postes téléphoniques quelconques reliés au même central seraient classées comme BONNES, en ce qui concerne le volume, par la quasi-totalité des abonnés et seraient donc en accord avec l'objectif général.

Cette méthode simplifie certainement la technique de façon considérable (voir [1], [2], [3]). Evidemment, il pourrait être nécessaire de la modifier en fonction des changements apportés aux systèmes de commutation, aux appareils téléphoniques et aux exigences de la signalisation ou pour tenir compte des désirs des abonnés en matière d'amélioration du service. Sa mise au point a nécessité des essais portant sur divers types de zones de central et relatifs à la longueur et à la distribution de lignes d'abonné, à la comparaison de la qualité de transmission effective avec celle des méthodes antérieurement utilisées, à l'évaluation des affaiblissements admissibles pour les circuits de jonction. Cette évaluation a lourdement pesé sur la tendance à adopter de très faibles affaiblissements pour ces circuits et, plus précisément, sur la généralisation de l'emploi de systèmes à courants porteurs pour les lignes très courtes.

*Circuits de jonction*

En 1964, on a modifié la définition des extrémités des circuits de jonction afin que les projets de calcul d'affaiblissement de ces circuits soient en accord avec les techniques de mesure.

Auparavant, dans le projet de circuit, on tenait compte des gains et des affaiblissements entre le centre du commutateur dans le central de départ et le centre du commutateur au central d'arrivée. On considère maintenant l'affaiblissement d'un circuit de jonction comme comprenant tous les gains et les pertes entre la sortie du commutateur de départ et la sortie du commutateur auquel le circuit est relié à l'extrémité d'arrivée.

Dans la méthode actuelle, les pertes dues à l'alimentation par batterie, qui étaient autrefois comptées dans la ligne d'abonné, sont maintenant comprises dans l'affaiblissement du circuit de jonction. En conséquence, on a révisé les valeurs nominales d'affaiblissement des circuits pour en tenir compte. Donc, bien que les nouveaux objectifs pour l'affaiblissement des circuits semblent être plus grands que ceux qui étaient énoncés auparavant, ils sont en fait identiques si l'on tient compte du changement des extrémités.

On a aussi apporté de petites modifications aux valeurs maximales applicables aux circuits à grande distance. Ces modifications étaient nécessaires pour que les valeurs d'affaiblissement qui figurent dans les projets soient compatibles avec l'appareil automatique de mesure de transmission.

*Circuits de jonction directs ou en tandem*

Ces circuits assurent les liaisons entre deux centraux locaux. Ils sont représentés sur la figure 1. On remarquera la petitesse de l'écart admissible entre la valeur nominale et le maximum. Si la distance comptée suivant le tracé des lignes entre les centraux locaux est supérieure à 100 miles (environ 160 km), on devrait appliquer les objectifs indiqués sur la figure 2 pour les circuits à grande distance.

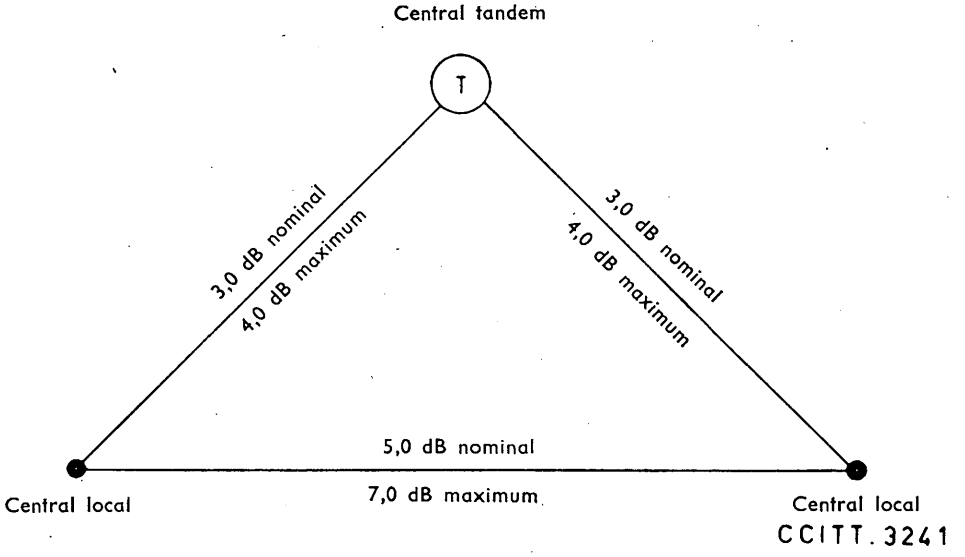



FIGURE 1. — **Réseau local (Amérique du Nord)**

*Circuits locaux*

Ces circuits relient les centraux locaux aux centres de commutation interurbains. Ils sont exploités avec des affaiblissements compris entre 3 et 4 dB. L'objectif est d'assurer un affaiblissement égal à « l'équivalent en transit » augmenté de 2,5 dB avec un maximum de 4 dB. L'équivalent en transit (via net loss = V.N.L.) est défini comme étant, en dB, l'affaiblissement le plus petit auquel il est désirable d'exploiter un circuit interurbain, compte tenu des limitations dues à l'écho, à la diaphonie, au bruit et à l'amorçage. Connaissant les divers types de lignes qui

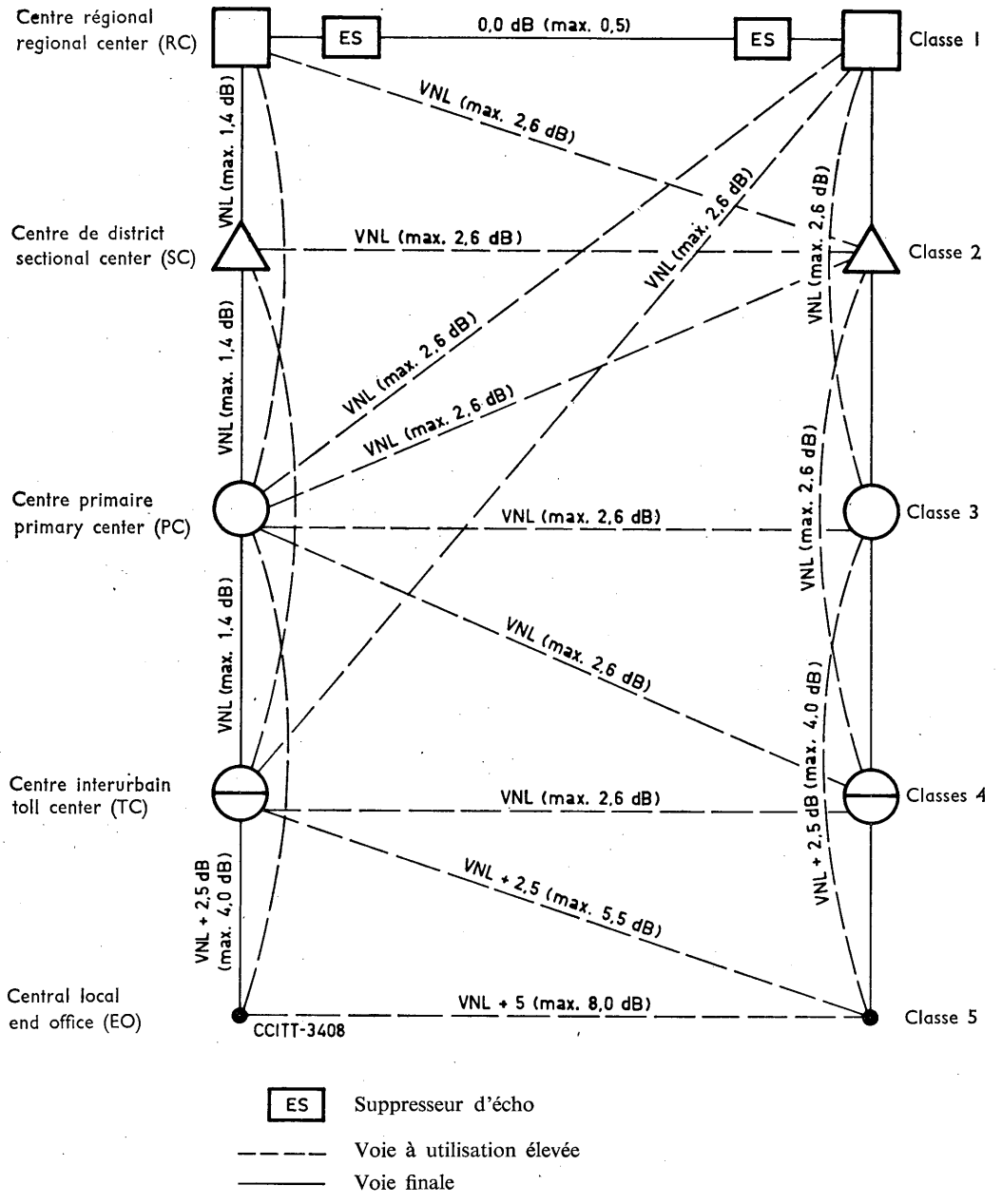



FIGURE 2. — **Affaiblissements des circuits, les projets étant fondés sur l'équivalent en transit (V.N.L.) (Amérique du Nord)**

*Note du Secrétariat.*— On a indiqué sur cette figure les désignations des divers centraux utilisées en Amérique du Nord (avec leurs abréviations). Ces désignations ne correspondent pas à la terminologie anglaise du C.C.I.T.T.; en particulier le « primary center » (PC) ne répond pas à la définition d'un centre primaire appliquée par le C.C.I.T.T.

interviennent, il a été possible de déterminer l'« équivalent en transit » (V.N.L.) pour chaque type en fonction de la longueur [1]. Un équivalent minimum de 2 dB est nécessaire (assuré par l'insertion d'un affaiblisseur résistif pour les circuits courts) pour garantir la stabilité de l'ensemble de la chaîne de circuits.

*Circuits interurbains*

Ce sont les circuits entre centres de commutation du réseau continental à grande distance. Les affaiblissements des circuits des faisceaux de dernier choix sont les équivalents en transit (V.N.L.), c'est-à-dire le plus petit affaiblissement admissible dans chaque cas, du point de vue de l'écho, de l'amorçage et de la diaphonie. Une autre condition, à savoir un maximum de 1,4 dB, est imposée afin de permettre d'obtenir un petit affaiblissement; on utilise des circuits à grande vitesse de propagation. Pour les circuits interrégionaux des voies à utilisation élevée (voir la figure 1) on admet un affaiblissement maximum de 2,6 dB.

On peut donc constater que pour l'affaiblissement moyen d'une chaîne de circuits entre deux centraux locaux, l'objectif est de 5 dB environ si cette chaîne emprunte des circuits de jonction directs ou en tandem; il est passablement plus élevé si la chaîne emprunte des circuits interurbains et dépend alors du nombre de circuits. 83% des communications empruntent un seul circuit interurbain; 15% en empruntent deux; les autres 2% correspondent à des communications empruntant trois circuits interurbains ou davantage.

Une enquête récente [5] indique que l'affaiblissement moyen de central local à central local, sur l'ensemble des communications interurbaines, est de 7,5 dB. Sa décomposition suivant la distance à vol d'oiseau est la suivante :

7,2 dB pour 0 à 180 miles (0 à 290 km),

8,9 dB pour 180 à 725 miles (290 à 1160 km),

9,6 dB pour 725 à 2900 miles (1160 à 4650 km).

*Discussion*

Ainsi qu'il a été indiqué, en Amérique du Nord, on a largement séparé le plan de transmission des lignes et des postes d'abonné de celui des circuits interurbains et chacun est tel que le principe des « équivalents de référence » nationaux à l'émission et à la réception actuellement utilisé par le C.C.I.T.T. n'est pas appliqué. Bien que cette dernière méthode ait été autrefois appliquée en Amérique du Nord, elle a été abandonnée lorsque le progrès des appareils téléphoniques en a diminué la valeur. Par exemple, on a constaté que l'amélioration de qualité très nette due à l'introduction d'une réponse en fréquence sensiblement plate dans les appareils téléphoniques ne se reflétait pas dans les mesures d'équivalent de référence par équilibrage de volumes sonores. Pour obvier à cet inconvénient, on a appliqué une méthode basée sur l'« équivalent de transmission effective », permettant de faire des comparaisons entre les diverses lignes d'abonné et les divers postes d'abonné, sur la base du taux des répétitions demandées par les abonnés au cours de conversations normales.

On a alors fixé des objectifs d'équivalent de transmission effective pour les lignes d'abonné, et les données rapportant les équivalents de transmission effective à la constitution des lignes et aux postes d'abonné ont été utilisées à des fins pratiques de planification. La méthode par définition de la résistance de la ligne d'abonné, décrite ci-dessus (voir le paragraphe 1) et qui est la méthode actuellement appliquée, a été mise au point ultérieurement comme étant plus simple et plus commode pour rester dans les limites de l'équivalent de transmission effective tout en respectant les limitations imposées par la signalisation en boucle.

L'évaluation de la qualité de transmission sur la base des répétitions est devenue une méthode de mesure peu sensible et il est difficile de rattacher les équivalents de transmission effective aux équivalents de référence de par la nature des premiers. Sur le continent Nord-

[1] Pour une étude détaillée de l'équivalent en transit, voir [4].

Américain, il semble pratique d'en revenir au principe des évaluations de force des sons, car les appareils téléphoniques, ainsi que les circuits de jonction, présentent actuellement une qualité élevée et uniforme. La construction des circuits de jonction est maintenant rapportée à l'affaiblissement à 1000 Hz, cette valeur assurant une mesure adéquate de l'influence des matériels modernes sur la qualité de transmission. Un système électroacoustique de spécification [6], qui mesure objectivement l'affaiblissement de la force des sons, est actuellement à l'étude afin de placer l'évaluation des lignes et postes d'abonné sur une base objective analogue. On s'attend à pouvoir établir une relation entre les indices de cette spécification et les équivalents de référence, en admettant dans les deux cas l'emploi d'appareils téléphoniques analogues de haute qualité. On reconnaît que cette relation ne tiendra pas compte des différences de qualité dues à l'effet local, à la réponse en fréquence et à des facteurs analogues que les systèmes fondamentaux de spécification n'apprécient pas.

### RÉFÉRENCES


[1] Simplified transmission engineering in exchange cable plant design; *Communication and Electronics (A.I.E.E.)*, novembre 1954.

[2] Transmission Economics; *Telephony*, 23 août 1958.

[3] Subscriber loop design; *Telephone Engineer and Management*, 15 septembre 1961.

[4] Transmission design of intertoll telephone trunks; *Bell System Technical Journal*, septembre 1953.

[5] I. NASELL : Some transmission characteristics of Bell system toll connections; *Bell System Technical Journal*, volume 47, juillet-août 1968.

[6] A revised telephone transmission rating plan; *Bell System Technical Journal*, mai 1955 (reproduit dans le *Livre Rouge* du C.C.I.T.T. tome V, pages 607-624).


## CONTRIBUTION DE LA COMPAÑIA TELEFÓNICA NACIONAL DE ESPAÑA (ESPAGNE)

### 1. *Principes*

L'équivalent de référence maximal admis pour une communication nationale est de 32 dB. Dans des cas exceptionnels, on peut admettre une valeur de 35 dB, à condition que les communications nationales de cette nature ne dépassent pas 5% du total.

La figure 1 est un schéma du réseau automatique national, sur lequel on a indiqué les valeurs maximales d'affaiblissement admises pour les divers circuits du réseau.

Les liaisons automatiques entre centraux nationaux, qu'il s'agisse de voies directes ou de voies finales, sont établies en quatre fils, avec gain de 1 dB sur les sections en quatre fils.

Les liaisons entre centraux de secteur ou centraux tandem et central national sont établies en quatre fils, avec gain de 0 dB.

Pour tout circuit interurbain à quatre fils, le réglage nominal est de 8 dB entre les extrémités à deux fils, ce qui laisse un équivalent local de 12 dB au maximum y compris l'affaiblissement dû à la commutation dans les centraux de secteur et les centraux terminaux.

### 2. *Valeurs d'équivalent de référence*

#### 2.1 *Equivalents de référence assignés à une zone primaire (secteur)*

On prend en considération la ligne d'abonné, plus les circuits locaux. L'équivalent de référence maximal, mesuré à 800 Hz, est de 12 dB.

De ces équivalents de référence, il convient de soustraire les affaiblissements du central local et du centre primaire.

#### 2.2 *Valeur nominale de l'équivalent de référence entre deux centraux*

Cette valeur est comprise entre 18 et 22 dB.

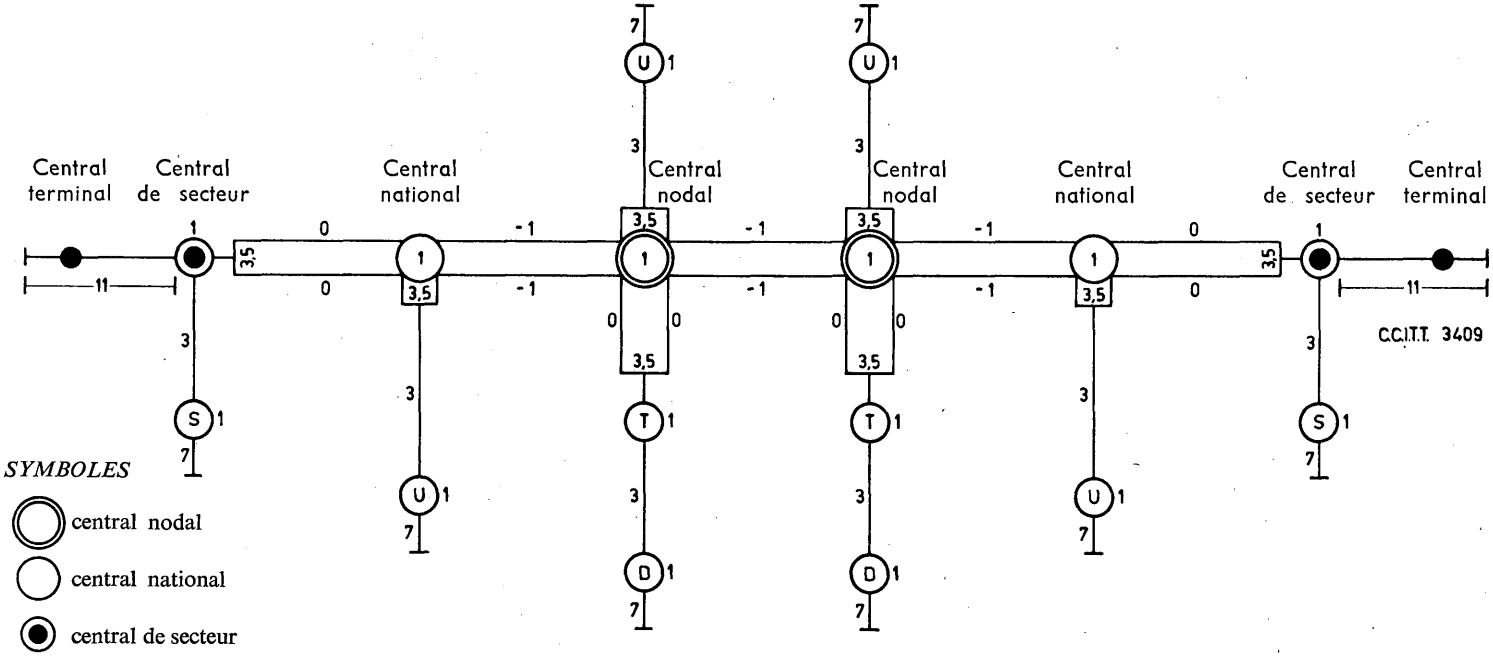



FIGURE 1. — **Plan de transmission pour les réseaux automatiques (Espagne)**

2.3 *Affaiblissements assignés à un circuit local*

Mesurés à 800 Hz, ces affaiblissements sont compris entre 4 et 6 dB, selon les dimensions de la zone du centre primaire.

De ces affaiblissements, il convient de soustraire l'affaiblissement du centre primaire afin d'obtenir la valeur assignée à l'affaiblissement de la ligne [1].

CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION FINLANDAISE

Le plan de base du réseau téléphonique de la Finlande est représenté sur la figure 1. Il existe 79 zones secondaires (zones de numérotage) qui forment neuf zones tertiaires. Les zones ter-

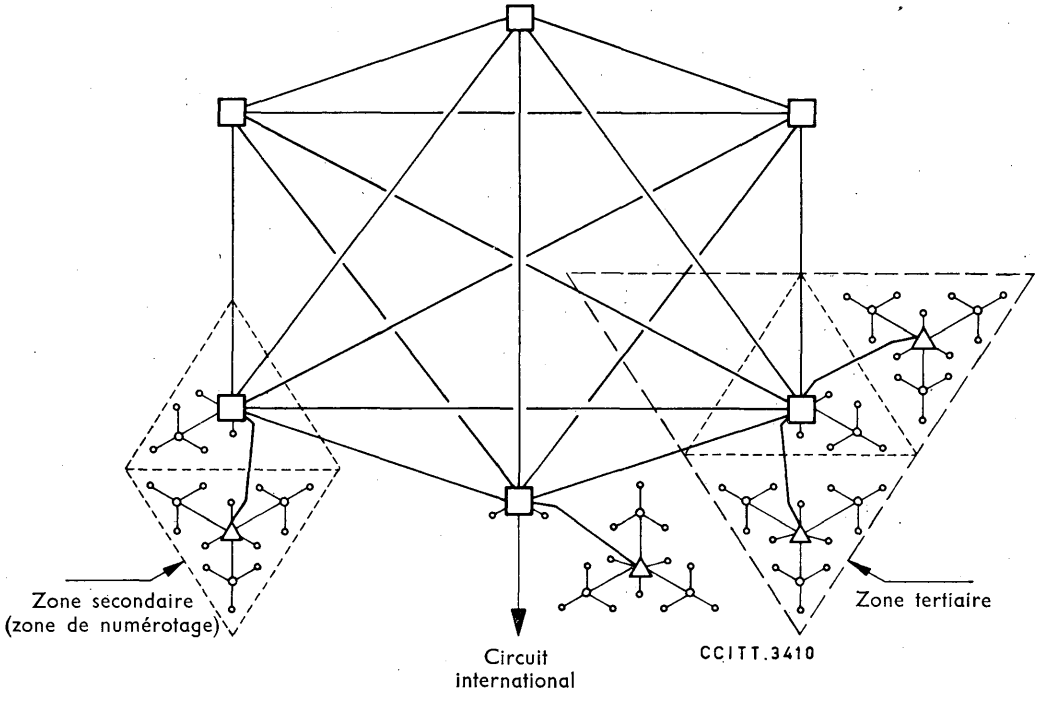



FIGURE 1. — **Plan de base du réseau téléphonique de la Finlande**

[1] *Note du Secrétariat.*— Compte tenu des paragraphes 2.1 et 2.3 et comme on le voit sur la figure 1, il reste 7 dB pour l'équivalent de référence terminal, qui est la moyenne des équivalents de référence (dont les valeurs ont été fournies par ailleurs) pour l'ensemble du poste d'abonné, de la ligne d'abonné et du pont d'alimentation :

12 dB à l'émission,

2 dB à la réception.

tiaires sont reliées par un réseau en étoile. Dans le plan de base, tous les centres tertiaires sont interconnectés par des circuits directs, formant ainsi un réseau à mailles. Le réseau national est connecté au réseau international par le centre tertiaire de la capitale de la Finlande.

S'il n'est pas possible d'acheminer une communication jusqu'à sa destination par le plus court chemin, on peut lui faire prendre d'autres voies d'acheminement dans un réseau maillé. Le nombre de circuits reliés en tandem est limité. Pour une communication nationale, ce nombre ne dépasse pas 8 et, pour une communication internationale, il ne dépasse pas 5 pour la partie nationale. Dans ce dernier cas, on va essayer de limiter ce nombre à quatre, en réduisant le recours aux voies d'acheminement détournées, ce qui serait conforme aux objectifs du C.C.I.T.T. pour un pays d'étendue moyenne.

Le plan de transmission a pour base le plan a) du C.C.I.T.T. indiqué dans la figure 2 de l'Avis P.11 du *Livre Rouge*, tome V *bis*. Pour une communication nationale, la valeur maximale de l'équivalent de référence total nominal est 33 dB (38 dNp). Tous les circuits à grande distance, c'est-à-dire les circuits d'interconnexion des zones secondaires, sont des circuits à quatre fils et leur affaiblissement nominal est de 0 dB (0 Np) à la fréquence de 800 Hz. Dans une zone secondaire, la valeur maximale de l'équivalent de référence nominal à l'émission de l'abonné au point de commutation à quatre fils d'un circuit interurbain est de 20,8 dB (24 dNp). La valeur correspondante pour l'équivalent de référence à la réception est de 12,2 dB (14 dNp). Sur ces valeurs, 11,3 dB (13 dNp) ont été réservés à l'affaiblissement dans les centraux et sur les circuits de jonction des centraux, et le reste au système d'abonné, qui comprend l'appareil de l'abonné, la ligne d'abonné et le pont d'alimentation. Dans le plan de base, la chaîne à quatre fils s'étend jusqu'au centre primaire. La valeur nominale de l'affaiblissement, entre le point de commutation sur un circuit à grande distance et la partie deux fils d'un centre primaire doit être d'au moins 5,2 dB (6 dNp), sans dépasser 7 dB (8 dNp).

Il y a deux raisons pour que la valeur minimale soit plus grande que l'affaiblissement nominal d'un transformateur différentiel. Tout d'abord, dans une communication internationale, le nombre de circuits à quatre fils interconnectés en tandem dans le système national est actuellement limité à quatre. En second lieu, il devrait être possible d'utiliser, dans la zone secondaire, des systèmes à courants porteurs dans lesquels les variations de l'affaiblissement en fonction du temps dépassent les valeurs spécifiées par le C.C.I.T.T.

La valeur maximale de l'équivalent de référence nominal à l'émission du système d'abonné, pour un central local, est 9,5 dB (11 dNp) et la valeur correspondante de l'équivalent de référence à la réception est de 0,9 dB (1 dNp).

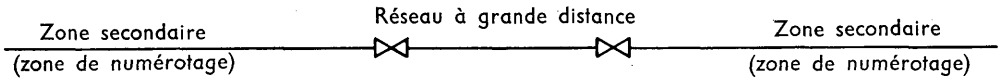
La constitution du réseau téléphonique de la Finlande n'est pas en tous points conforme au plan de base. Le réseau maillé reliant les centres tertiaires n'est pas complet et on ajoute souvent des circuits directs au réseau en étoile. On s'écarte du plan de base lorsque cela se justifie du point de vue technique, économique et du point de vue du trafic. Dans une zone secondaire, la chaîne à quatre fils peut, elle aussi, aller jusqu'au central local ou s'arrêter au centre secondaire.

Ces écarts par rapport au plan de base provoquent des changements dans le plan de transmission pour la partie correspondante du réseau. On peut calculer de façon moins rigoureuse les circuits directs qui n'écoulent pas de trafic jusqu'au réseau à grande distance. Cependant, on respecte la valeur 33 dB (38 dNp) comme valeur maximale nominale de l'équivalent de référence pour une communication complète.

Dans le cas exceptionnel où la chaîne à quatre fils s'étend au delà du centre primaire jusqu'au central local (figure 3), l'affaiblissement nominal, entre le point de commutation d'un centre secondaire et la partie à deux fils du central local, doit être d'au moins 6 dB (7 dNp), sans dépasser 7 dB (8 dNp). Lorsque la chaîne à quatre fils se termine au centre secondaire (figure 4), l'affaiblissement nominal admissible, entre le point de commutation à quatre fils du centre secondaire et le central local a la valeur de 11,3 dB (13 dNp) indiquée précédemment.

Il est prévu d'employer dans tout le réseau des appareils téléphoniques munis d'égaliseurs pour réduire l'efficacité à l'émission et à la réception sur les lignes d'abonné de faible longueur. On détermine les caractéristiques de transmission d'un appareil de ce genre en le reliant à un

RÉSEAU NATIONAL (FINLANDE)



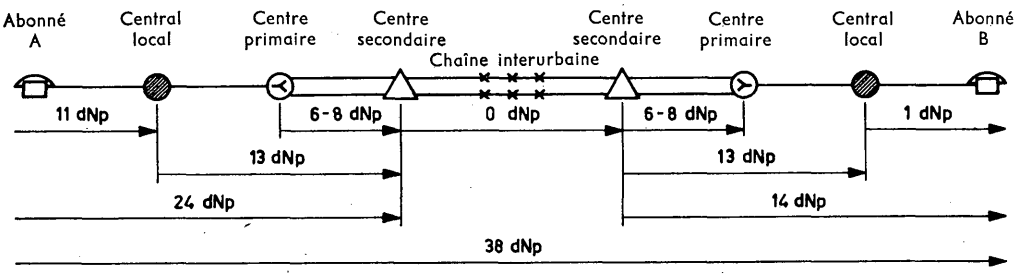




FIGURE 2. — **(Finlande)**

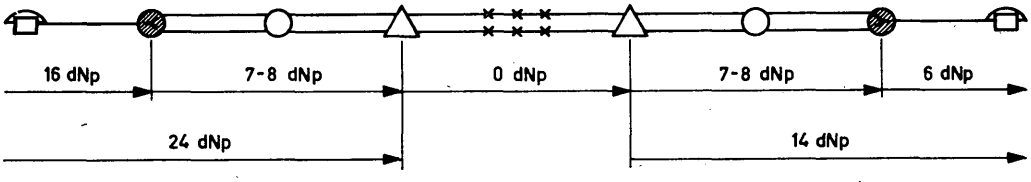



FIGURE 3. — **(Finlande)**

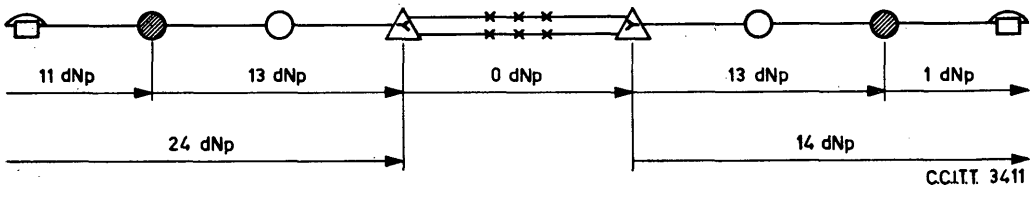



FIGURE 4. — **(Finlande)**

câble d'abonné de 0,5 mm et 37 nF/km et à un pont d'alimentation de 60 V et 2 × 500 ohms, de manière que la valeur moyenne d'un échantillon assez grand, pris sur un lot d'appareils, satisfasse aux spécifications de la figure 5. La longueur du câble peut être de 0 à 5 km. L'écart type ne doit pas dépasser, quelle que soit la longueur, la valeur de 1,3 dB (1,5 dNp) à l'émission et 0,9 dB (1 dNp) à la réception. Les mesures sont effectuées au moyen d'un appareil pour mesure objective de l'équivalent de référence (O.B.D.M.). Cet appareil est étalonné par rapport au N.O.S.F.E.R., au moyen de l'étalon de travail national.

On voit que l'on a réservé au système d'abonné de chaque central une valeur de 9,5 dB (11 dNp) pour l'équivalent de référence à l'émission et 0,9 dB (1 dNp) pour l'équivalent de référence à la réception. Dans certains centraux, les valeurs correspondantes sont 14 dB (16 dNp) et 5,2 dB (6 dNp). Dans les deux cas, on a spécifié la longueur maximale admissible des différents types de lignes d'abonné, au moyen de mesures effectuées avec un appareil O.B.D.M.

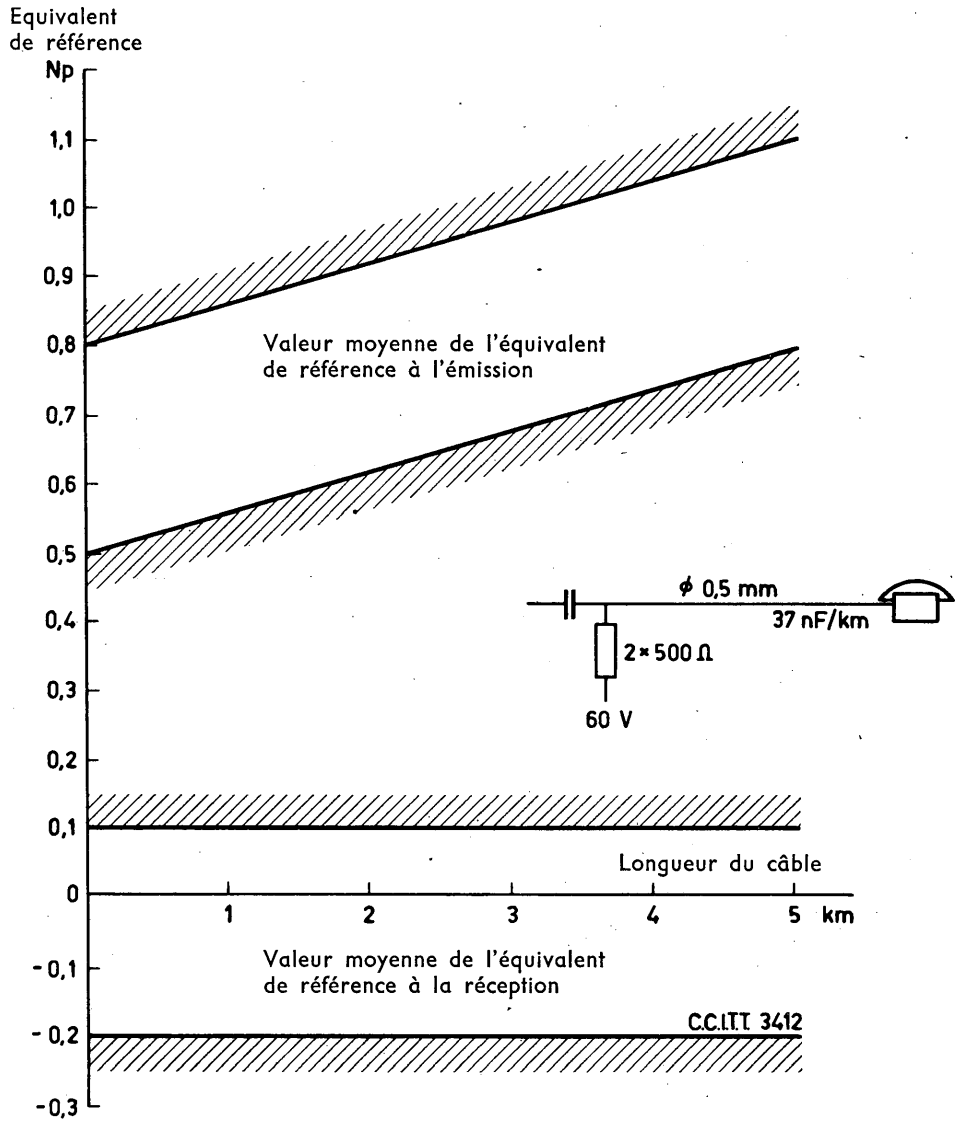



FIGURE 5. — **Valeurs moyennes spécifiées des équivalents de référence à l'émission et à la réception pour un échantillon d'appareils téléphoniques (Finlande)**

CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION FRANÇAISE

1. *Généralités*

Le nouveau plan de transmission adopté par l'Administration française tient compte des avis du C.C.I.T.T. relatifs au service téléphonique international et en particulier de l'Avis G.111 (ou P.11) qui fixe des valeurs limites pour l'équivalent de référence nominal des systèmes émetteur et récepteur nationaux.

En ce qui concerne les communications nationales, les règles suivantes ont été admises :

1) L'équivalent de référence total devrait être inférieur à 4,15 Np pour 90% des communications qui peuvent être établies entre deux abonnés quelconques du réseau;

2) L'équivalent de référence total ne devrait dépasser que très exceptionnellement la valeur de 4,60 Np;

3) Les valeurs nominales des équivalents à 800 Hz des différents circuits composant la chaîne à quatre fils doivent être choisies de telle sorte que la stabilité de la chaîne reste assurée pour une variation négative de l'affaiblissement total égale à trois fois l'écart type.

Par définition on appelle :

— *système terminal* l'ensemble formé par l'installation de l'abonné, la ligne d'abonné, le (ou les centres(s) local(aux), le (ou les) circuit(s) local(aux) et le centre de groupement.

— *chaîne interurbaine* l'ensemble constitué par les circuits interurbains et les centres de transit situés entre les deux centres de groupement.

La figure 1 donne à titre d'exemple le schéma d'une communication interurbaine, décomposée en ses trois parties constitutives.

Le nouveau plan définit séparément les valeurs nominales de l'équivalent de référence pour la chaîne interurbaine et pour le système terminal (à l'émission et à la réception).

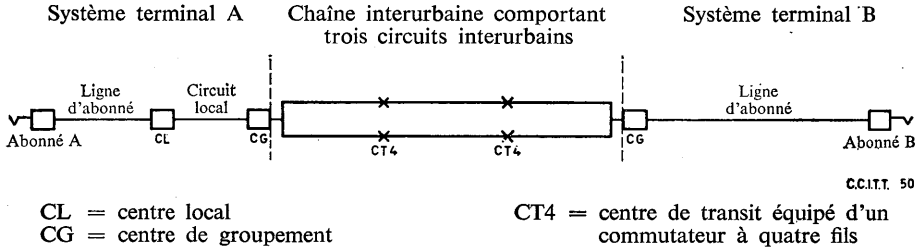



FIGURE 1. — **(France)**

2. *Équivalent de référence de la chaîne interurbaine*

Il a été admis que l'équivalent de référence de la chaîne interurbaine était égal à la somme des équivalents à 800 Hz des différents circuits augmentée, éventuellement, de l'affaiblissement de traversée des centres de transit équipés de commutateurs à deux fils (CT2).

Les valeurs suivantes ont été retenues :

1) L'affaiblissement nominal d'une chaîne de circuits interconnectés en quatre fils, mesuré entre l'entrée et la sortie en deux fils, est égal à :

$$4+0{,}5\ n \text{ dNp}$$

$n$ désignant le nombre de circuits interurbains de la chaîne à quatre fils (en pratique $n$ est compris entre 1 et 6).

2) Les circuits interurbains commutés en deux fils à leurs extrémités sont réglés à l'équivalent 3 dNp (circuits à quatre fils) ou 5 dNp (circuits à deux fils).

3) L'équivalent à 800 Hz d'un circuit, reliant deux centres de groupement et n'assurant pas de transit, ne doit pas dépasser 1 néper.

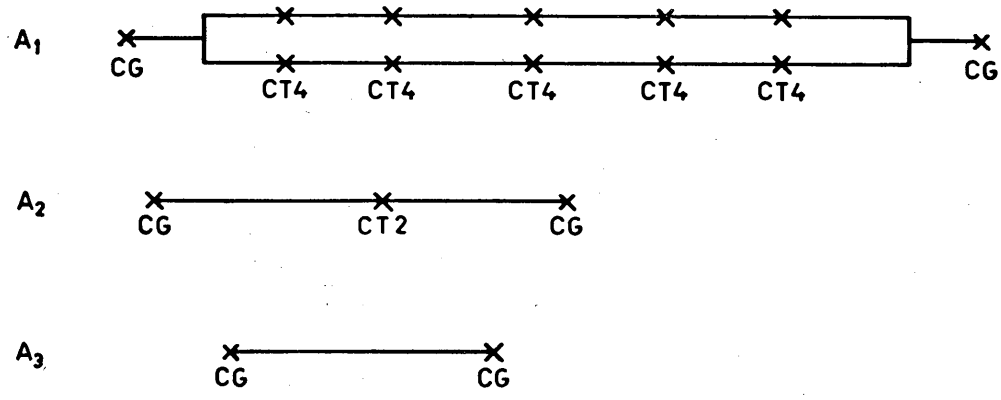
4) L'affaiblissement de traversée d'un CT2 est supposé égal à 15 cNp.

Les différents types de chaînes interurbaines qui ont été envisagées sont représentés sur la figure 2. Lorsque des commutateurs à quatre fils seront installés dans tous les centres de transit régionaux et dans les centres de transit départementaux les plus importants du point de vue du trafic, seuls les cas $A_1$, $A_2$ et $A_3$ seront à prendre en considération. Pendant la phase transitoire il convient d'envisager également les cas $A_4$, $A_5$ et $A_6$.

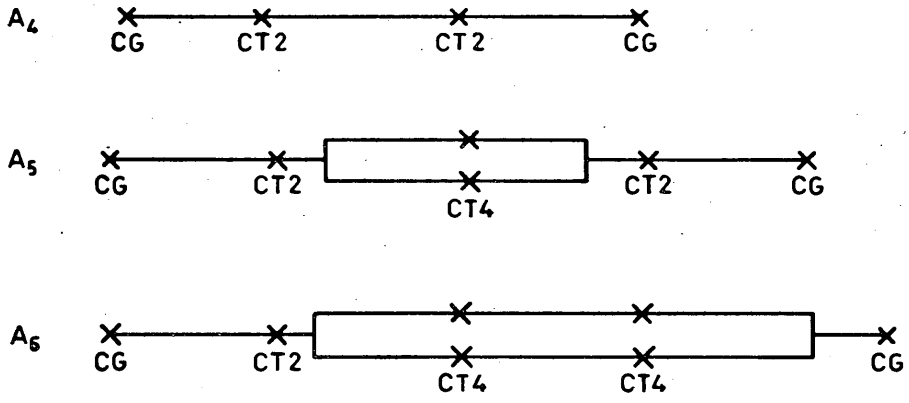
L'écart type des variations de l'équivalent d'un circuit est supposé égal à 12 cNp pour les circuits établis sur groupes primaires munis de régulateurs automatiques et à 17 cNp pour les autres circuits.

Chaîne à quatre fils, la plus longue comportant $n = 6$ circuits

Phase définitive




Phase transitoire




C.C.I.T.T. 51

CG = centre de groupement
CT2 = centre de transit équipé d'un commutateur à deux fils
CT4 = centre de transit équipé d'un commutateur à quatre fils

FIGURE 2. — **Chaînes interurbaines (France)**

3. *Equivalents de référence, à l'émission et à la réception, du système terminal*

L'équivalent de référence du système terminal est obtenu en ajoutant l'équivalent à 800 Hz du ou des circuits locaux, l'affaiblissement de traversée des centres (autres que le centre alimentant l'installation de l'abonné) et l'équivalent de référence du système d'abonné.

Les règles de planification des réseaux locaux tendent à fixer à 1,6 Np à l'émission et à 0,6 Np à la réception la valeur nominale maximum de l'équivalent de référence du système terminal. Cette valeur ne peut être atteinte que par les abonnés les plus défavorisés du groupement.

De plus, on a estimé à $\pm 2$ dNp les variations possibles de l'équivalent de référence du système terminal (à l'émission ou à la réception) autour de sa valeur nominale, dues :

— aux dispersions et aux variations dans le temps de l'efficacité des capsules microphoniques et réceptrices,

— et aux variations de la tension de batterie.

Il conviendrait éventuellement de tenir compte des variations de l'équivalent à 800 Hz des circuits locaux amplifiés.

4. *Résultats d'ensemble*

Pour vérifier que la règle des 4,15 Np s'applique à 90% des communications, il est apparu nécessaire d'étudier un modèle statistique du réseau. Les données de base sont en cours de rassemblement et des renseignements détaillés pourront être fournis ultérieurement.

Par contre, il est relativement facile de vérifier que, dans la quasi-totalité des communications possibles, l'équivalent de référence reste inférieur à 4,6 Np.

Le tableau 1 indique, pour chacun des cas précédemment retenus, une évaluation maximale de l'équivalent de référence de la communication. Les hypothèses de ce calcul sont énoncées ci-dessous :

a) On a supposé que chacun des deux abonnés se classe parmi les abonnés les plus défavorisés de son groupement (équivalent de référence nominal du système terminal égal à 1,6 Np à l'émission et à 0,6 Np à la réception).

TABLEAU 1

| Type de chaîne interurbaine | Equivalent de référence (en Np) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nominal de la chaîne interurbaine | Nominal maximum du système terminal | | Nominal total | Total (variations positives incluses) | |
| | | Emission | Réception | | $\sigma = 0{,}12$ Np | $\sigma = 0{,}17$ Np |
| $A_1$ ($n = 3$) | 0,55 | 1,6 | 0,6 | 2,75 | 3,57 | 3,75 |
| $A_1$ ($n = 5$) | 0,65 | 1,6 | 0,6 | 2,85 | 3,79 | 4,01 |
| $A_1$ ($n = 6$) | 0,70 | 1,6 | 0,6 | 2,90 | 3,90 | 4,14 |
| $A_2$ | 1,15 | 1,6 | 0,6 | 3,35 | 4,09 | 4,23 |
| $A_3$ | 1 | 1,6 | 0,6 | 3,20 | 3,84 | 3,94 |
| $A_4$ | 1,60 | 1,6 | 0,6 | 3,80 | 4,62 | 4,80 |
| $A_5$ | 1,80 | 1,6 | 0,6 | 4 | 4,88 | 5,08 |
| $A_6$ | 1,20 | 1,6 | 0,6 | 3,40 | 4,28 | 4,48 |

b) On a majoré chacune des ces deux valeurs de 0,2 Np ce qui représente la variation maximale de l'équivalent dans le sens défavorable.

c) On a estimé à $2\sigma\sqrt{n}$ ($\sigma = 0{,}12$ ou 0,17 Np) la variation positive de l'affaiblissement d'une chaîne de $n$ circuits interurbains (probabilité de dépassement de 2% pour une loi de distribution gaussienne des équivalents autour de la valeur moyenne).

Il est clair que ce procédé de calcul de l'équivalent de référence d'une communication est très pessimiste et que la probabilité de dépassement est quasiment nulle.

On peut voir que la condition des 4,60 Np est tenue avec une marge confortable dans le cas des configurations relatives à la phase définitive d'application du nouveau plan. Par contre on note certains dépassements pour les cas $A_4$ et $A_5$ qui correspondent aux tout débuts de la phase transitoire.

## RENSEIGNEMENTS SUR LES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES DE L'ADMINISTRATION DES POSTES HONGROISES

L'année passée l'Administration des Postes hongroises a mis au point un nouveau plan relatif aux réseaux, au lieu du plan élaboré en 1957. Au cours de cette mise au point, l'Administration hongroise a également étudié en détail les prescriptions statistiques du C.C.I.T.T. y relatives. Cependant il n'a pas été possible de déduire des instructions claires et d'un maniement simple à partir des données sur la moyenne et la répartition pour le service réel. Par conséquent le nouveau plan d'affaiblissement publié contient des instructions concernant la limite supérieure de l'équivalent de référence. Il est cependant à prévoir que les réseaux développés sur la base du plan satisferaient aux prescriptions statistiques. Les estimations effectuées sur les réseaux existants témoignent que la répartition de probabilité de l'équivalent de référence des communications est proche de la répartition normale. Les réseaux établis sur la base du nouveau plan d'affaiblissement seront également contrôlés par la suite du point de vue des prescriptions statistiques.

Les divers aspects de la planification des réseaux téléphoniques de la Hongrie sont les suivants.

### 1. *Plan de transmission*

Trois types de circuits nationaux sont distingués du point de vue du plan d'affaiblissement :

a) La ligne d'abonné s'étend du poste d'abonné jusqu'au premier central public (central local) et comprend aussi le pont d'alimentation du central assurant l'alimentation microphonique. Il y a une exception quand il s'agit d'un poste supplémentaire raccordé à un autocommutateur, car dans ce cas la ligne urbaine raccordée au central urbain fait également partie de la ligne d'abonné.

b) La chaîne de circuits à quatre fils réalisée par l'interconnexion des circuits à quatre fils forme la partie la plus importante du système national de la communication téléphonique totale.

c) La liaison entre le point terminal de la chaîne à quatre fils et le central local se compose d'habitude de circuits interurbains à deux fils relativement courts et sans amplification. Les circuits de jonction, dans les réseaux locaux à plusieurs centraux sont aussi construits à deux fils.

### 1.1 *Réseau d'abonné*

L'équivalent de référence du réseau d'abonné est indiqué par la valeur totale du poste téléphonique, de la ligne d'abonné et du pont d'alimentation, à laquelle, dans le sens d'émission, s'ajoute un affaiblissement supplémentaire, dépendant de la valeur de la résistance en boucle, dû à la réduction du courant d'alimentation. Pour rendre uniforme l'équivalent de référence des lignes d'abonné de différente longueur et pour développer avec économie les réseaux locaux, les postes téléphoniques sont classifiés jusqu'au moment où les postes équipés de régulateurs automatiques de niveau de bonne qualité seront disponibles pour une utilisation générale. La classification des postes téléphoniques se fait comme suit :

| Catégorie | Equivalent de référence | |
|---|---|---|
| | Emission Np | Réception Np |
| I | +0,5 à +0,9 | −0,2 à +0,2 |
| II | +0,2 à +0,5 | −0,5 à −0,2 |
| III | −0,1 à +0,2 | −0,8 à −0,5 |

*Remarque.*— Les appareils de type précédemment employé appartiennent à la catégorie I.

La valeur observée de l'augmentation de l'équivalent de référence à l'émission due à une réduction du courant d'alimentation est 0,3 Np dans le cas d'une résistance en boucle de 500 ohms et 0,55 Np dans le cas d'une résistance en boucle de 1000 ohms.

Selon les données statistiques d'un réseau d'abonné de grande ville, 80% des lignes ont moins de 2 km de longueur, 95% ne dépassent pas 3,7 km et 99,5% ne dépassent pas 6,2 km. Par conséquent le réseau local peut être caractérisé par une longueur moyenne de 1,2 km et par un écart type de 1,5 km. L'affaiblissement du central et du pont d'alimentation a été déterminé; il est en moyenne de 0,1 Np.

La valeur de planification fondamentale du réseau d'abonné est un équivalent de référence de 1,35 Np à l'émission et de 0,35 Np à la réception. Pour les postes supplémentaires des autocommutateurs, un équivalent de référence supplémentaire de 0,25 et 0,25 Np est admissible à l'émission et à la réception. Dans le cas d'abonnés situés à très grande distance du central les limites d'équivalent de référence peuvent être augmentées, dans certains cas exceptionnels, de 0,4 Np au maximum.

Pour respecter les limites d'équivalent de référence autorisées dans le réseau d'abonné et pour assurer la distribution des affaiblissements dans le réseau selon la courbe de Gauss, l'utilisation des postes téléphoniques classifiés se fait comme suit :

Un poste téléphonique de catégorie I est associé à une ligne ayant une résistance en boucle de 0 à 250 ohms;

Un poste téléphonique de catégorie II est associé à une ligne ayant une résistance en boucle de 250 à 500 ohms;

Un poste téléphonique de catégorie III est associé à une ligne ayant une résistance en boucle supérieure à 500 ohms.

*Remarque.*— Une résistance en boucle de 750 ohms au maximum est admise (sans appareil) pour les lignes d'abonné des centraux de système « rotary » et une résistance de 1000 ohms au maximum dans le cas des centraux de système crossbar.

1.2 *Chaîne de circuits nationaux à quatre fils*

L'affaiblissement de la chaîne de circuits nationaux à quatre fils varie en rapport avec le nombre des circuits à quatre fils connectés en tandem, en tenant compte du degré des fluctuations d'affaiblissement. Certains circuits à quatre fils sont réglés à un affaiblissement résiduel de 0 Np. La valeur nominale de l'équivalent d'une chaîne de circuits à quatre fils avec termineurs est

pour deux circuits 0,4 Np

pour quatre circuits 0,4 Np

pour six circuits 0,5 Np

Dans le cas de huit circuits — qui ne se présente qu'exceptionnellement — l'affaiblissement prescrit est 0,6 Np.

1.3 *Circuits locaux à deux fils*

La valeur de l'équivalent de référence admissible pour les circuits à deux fils varie, selon que la communication téléphonique complète comprend une chaîne de deux, quatre, six (ou exceptionnellement huit) circuits à quatre fils.

L'équivalent de référence de la communication complète entre deux centraux locaux — en tenant compte des plus grandes fluctuations d'affaiblissement qui peuvent être observées — ne doit pas dépasser 2 Np.

En prolongeant la chaîne de circuits à quatre fils par des circuits à deux fils par l'intermédiaire d'un transit à quatre fils et en éliminant un affaiblissement de 0,4 Np, l'équivalent de référence des circuits à deux fils peut être :

0,85 Np dans le cas de deux circuits à quatre fils

0,8 Np dans le cas de quatre circuits à quatre fils

0,75 Np dans le cas de six circuits à quatre fils.

1.4 *L'équivalent de référence de la communication complète*

L'équivalent de référence de la communication téléphonique complète, entre un abonné et l'autre abonné, peut être de 3,7 Np au maximum en considérant la valeur admissible pour le réseau d'abonné, c'est-à-dire 1,35 + 0,35 = 1,7 Np et la valeur de 2 Np pour les câbles régionaux dans le cas de communications interurbaines. Cette valeur pour des postes supplémentaires raccordés aux autocommutateurs, est supérieure de 0,25 + 0,25 = 0,5 Np, c'est-à-dire qu'elle peut être égale à 4,2 Np .Cependant la plupart des communications déjà établies ont un équivalent de référence notablement inférieur et il est à prévoir que la moyenne de l'équivalent de référence des communications à établir dans le réseau national sera d'environ 2,4 Np tandis que plus de 95% des communications déjà réalisées ne dépassent pas 3,7 Np.

2. *Plan d'interconnexion*

2.1 *Types de centraux*

Le réseau national de la Poste hongroise est développé pour sa plus grande partie dans un système en étoile.

Les types des centraux successifs sont les suivants :

I. Central principal (centre de commutation international)
(Dans le pays il existe seulement un tel central, qui se trouve dans la capitale.)

II. Central tertiaire (il en existe 18)

III. Central secondaire (il en existe 68)

IV. Central primaire (il en existe 130)

V. Central terminal (il en existe 900)

Tous les centraux de classe supérieure peuvent aussi remplir la tâche des centraux de classe inférieure (ceux qui sont indiqués par des nombres romains plus grands).

*Mode de commutation*

Dans les centraux I, II, III le mode de commutation est sans exception à quatre fils. En général, le central primaire de catégorie IV effectue le transit également à quatre fils, mais à titre exceptionnel il peut aussi être utilisé avec une commutation à deux fils. Dans l'établissement du réseau c'est un objectif de prolonger la chaîne de circuits à quatre fils jusqu'aux centraux primaires.

La commutation à quatre fils rend possible d'exploiter les avantages provenant de la commande d'affaiblissement en influençant défavorablement la stabilité par le fait que les affaiblisseurs sont installés dans les branches à quatre fils.

2.3 *Utilisation des lignes transversales*

Pour bien utiliser les circuits, l'acheminement des appels peut différer du système en étoile idéal. Les centraux de catégorie II peuvent être raccordés l'un à l'autre, ensuite les centraux de catégorie III peuvent être aussi raccordés l'un à l'autre ou au central principal par une voie directe, de premier choix, si c'est justifié par le trafic. Également dans le réseau de la zone de numérotage il est possible d'établir une voie de premier choix entre les centraux primaires.

3. *Points de vue ultérieurs*

Considérant le petit territoire de la Hongrie, il n'est pas nécessaire d'utiliser des supresseurs d'écho et l'observation des recommandations du C.C.I.T.T. concernant le temps de transmission ne fait également pas de difficulté. En établissant les circuits à quatre fils sur des systèmes à courants porteurs et en limitant la longueur des circuits à deux fils (30 à 50 km au maximum), la perturbation de la distorsion de phase est éliminée.

Des circuits interurbains à deux fils amplifiés sont établis très exceptionnellement et en petit nombre, ainsi dans tout le réseau les prescriptions pour l'uniformité d'impédance et pour l'affaiblissement d'écho sont respectées. En projetant le réseau, la valeur maximale de l'affaiblissement d'équilibrage est prescrite comme suit :

| | | | |
|---|---|---|---|
| pour les câbles souterrains DM | 2,7 Np | au | maximum |
| pour les câbles aériens DM | 2,0 Np | » | » |
| pour les câbles souterrains locaux | 2,0 Np | » | » |
| pour les câbles aériens locaux | 1,5 Np | » | » |

Ces affaiblissements d'équilibrage rendent possible l'utilisation de la commande d'affaiblissement et, en cas de besoin à titre exceptionnel, l'utilisation d'un répéteur terminal.

### PLAN DE TRANSMISSION POUR LES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES DE L'INDONÉSIE

Pour les communications nationales, l'affaiblissement d'abonné à abonné ne devrait pas dépasser 34,8 dB (4 Np).

Pour les communications internationales, la valeur nominale de l'équivalent de référence entre un abonné et les extrémités à quatre fils du circuit international ne devrait pas dépasser 20,8 dB (2,4 Np) à l'émission ni 12,2 dB (1,4 Np) à la réception.

### CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION ITALIENNE

*Introduction*

Le plan de transmission dans le réseau téléphonique italien fait partie du « Plan régulateur téléphonique national » (P.R.T.N.) qui a été élaboré dans le but de donner au réseau italien une configuration rationnelle et à jour avec les principes de la technique moderne.

La planification prévoit la division du réseau en trois parties :

a) Le réseau du district (en étoile) comprenant les lignes qui sont reliées à un « centre de district » (CD);

b) Le réseau secondaire (en étoile) comprenant les lignes de connexion entre CD et « centres de compartiment » (CC);

c) Le réseau primaire (à mailles) reliant les CC entre eux.

Le territoire national a été divisé en 220 districts groupés en 21 compartiments, dont les centres CC sont généralement les chefs-lieux de région. Parmi ceux-ci, Roma et Milano, qui sont de même agencés comme centres internationaux de transit, sont appelés « centres nationaux » (CN).

Chaque district est divisé en secteurs, et les secteurs en réseaux locaux. Cette répartition a été conçue afin de concentrer respectivement :

Le trafic ayant un intérêt exclusivement local, dans les secteurs;

Le trafic concernant des zones influencées par des raisons géographiques, des rapports commerciaux, etc. dans les districts;

Le trafic essentiellement régional, dans les compartiments.

Les centres de compartiment constituent les centres nodaux de triage du trafic à moyenne et à grande distance (entre compartiments différents).

*Plan de transmission*

Le réseau interurbain automatique italien est actuellement en voie d'établissement d'après le plan de répartition des affaiblissements ci-après :

a) L'équivalent nominal (à 800 Hz) entre deux centres de district ne doit pas dépasser 0,8 Np, y compris les affaiblissements des circuits intermédiaires éventuels en transit;

b) L'équivalent nominal du circuit reliant le poste téléphonique au centre de district ne doit pas dépasser 1,1 Np;

c) L'affaiblissement à 800 Hz des centraux automatiques (CC non considérés) ne doit pas dépasser au total 0,5 Np;

d) La somme des équivalents de référence, à l'émission et à la réception, des postes d'abonné ne doit pas dépasser 0,7 Np.

En ajoutant une variation d'équivalent moyenne de $\pm$ 0,3 Np pour la chaîne des circuits desservant deux CD, on parvient à un affaiblissement de 4,5 Np inférieur à la limite de 4,6 Np recommandée par le C.C.I.T.T.

Cependant il faut observer que la valeur de 4,5 Np n'est atteinte que pour un pourcentage moindre de cas, car il est difficile qu'on aboutisse à une concomitance de valeurs maximales dans l'ensemble d'une même liaison.

Les circuits du réseau primaire sont tous à quatre fils, principalement du type à courants porteurs. Dans les centres de compartiment, les circuits sont reliés entre eux par des sélecteurs pour circuits à quatre fils; leur interconnexion avec les circuits du réseau secondaire ou de district (qui peuvent être à deux ou quatre fils, tandis que la pratique moderne est orientée vers la constitution de circuits à quatre fils à courants porteurs) est de même effectuée en quatre fils. Cela contribue, de façon appropriée, à améliorer la transmission, en particulier dans les cas où il s'avère nécessaire d'utiliser une voie de détournement; c'est la méthode indiquée dans le tome VI du *Livre Rouge*, page 180, lettre b).

BIBLIOGRAPHIE

[1] Piano Regolatore Telefonico Nazionale; *Gazzeta Ufficiale*, 30 décembre 1957, n° 321.

[2] FORNO, A.: Servizio Telefonico in Italia; *Association nationale des ingénieurs et architectes italiens*, Milano, 17-20 juin 1962.

CONTRIBUTION DE LA NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE PUBLIC CORPORATION (JAPON)

1. Les principes du nouveau plan de transmission national se fondent sur la nouvelle norme technique de transmission téléphonique approuvée le 1er septembre 1965 à la suite de l'adoption du nouveau type de poste n° 600.

*Remarque 1.*— Le plan de transmission national en vigueur avait été rédigé sur la base de l'ancienne norme technique de transmission téléphonique fondée elle-même sur l'ancien type de poste n° 4; il a fait l'objet d'une description dans la contribution COM XI — n° 47 (période d'études 1961-1964).

Les principaux points de la nouvelle norme sont les suivants.

2. La qualité de transmission d'une communication entre deux abonnés quelconques du Japon est évaluée sur la base de l'A.E.N., mais la qualité de transmission d'une communication internationale, entre un centre international et un abonné résidant au Japon, est évaluée sur la base de l'équivalent de référence.

3. L'objectif fixé pour la qualité de transmission nationale est que 90% des communications établies entre deux abonnés quelconques doivent avoir un A.E.N. meilleur que 49 dB (ce qui équivaut à 43 dB pour l'A.E.N. nominal recommandé par le C.C.I.T.T.).

La qualité de la plupart des communications correspond alors à une valeur d'A.E.N. meilleure que 50 dB (ce qui équivaut à 44 dB pour l'A.E.N. nominal recommandé par le C.C.I.T.T.).

*Remarque 2.*— L'A.E.N. nominal recommandé par le C.C.I.T.T. (Avis P.12, tome V du *Livre Blanc*) ne tient pas compte de la réduction de qualité de transmission due à la variation de l'affaiblissement, aux bruits de circuit et à la limitation de la bande des fréquences. Cependant, au Japon, on a estimé que, du point de vue de la conception de l'A.E.N., il était raisonnable d'en tenir compte dans le traitement de l'A.E.N.

*Remarque 3.*— Bien que l'A.E.N. nominal du C.C.I.T.T. s'applique à une communication (ou conversation) réelle, au Japon l'A.E.N. est appliqué à la communication possible. On considère que cette solution est raisonnable compte tenu de la réception du réseau de transmission.

Il faut interpréter la phrase « 90% des communications répondent à l'objectif de 49 dB pour l'A.E.N. », de la manière suivante : cet objectif est atteint pour un abonné dont l'affaiblissement de la ligne correspond à celui de 90% des abonnés d'une zone locale quelconque, relié à un abonné d'une autre zone dont l'affaiblissement de la ligne correspond à 90% des abonnés de cette autre zone.

4. L'objectif fixé pour la qualité de transmission internationale est que, pour plus de 97% de toutes les conversations internationales, l'équivalent de référence entre un centre international et un abonné doit être meilleur que l'équivalent de référence indiqué dans l'Avis P.11 du C.C.I.T.T.

5. La réduction totale de qualité de transmission mentionnée dans la remarque 2 est déterminée de manière à respecter la valeur de 49 dB pour l'A.E.N., comme l'indique le tableau 1. Correspondant à ces valeurs de l'A.E.N., les limites de la qualité de transmission sont déterminées comme il est indiqué sur la figure 1 pour la communication typique la plus longue, appelée communication téléphonique nationale type.

6. La figure 2 montre l'affaiblissement admissible pour chaque ligne ou circuit dans le cas de la communication téléphonique nationale type.

TABLEAU 1

*Valeurs d'A.E.N. exprimant la qualité de transmission nationale (en dB)*

| | Quasi-totalité des communications | | 90 % des communications | |
|---|---|---|---|---|
| Facteur de qualité de transmission ... | A.E.N. | A.E.N. nominal du C.C.I.T.T. | A.E.N. | A.E.N. nominal du C.C.I.T.T. |
| Système émetteur local ..... | 18,3 | 18,3 | 16,6 | 16,6 |
| Système récepteur local ..... | 8,5 | 6,5 | 8,5 | 6,5 |
| Affaiblissement des circuits ..... | 17,0 | 17,0 | 17,0 | 17,0 |
| Variation de l'affaiblissement et de l'efficacité du combiné ..... | 5,7 | 2,0 | 5,7 | 2,0 |
| Réduction de qualité due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises ..... | 0,5 | — | 0,5 | — |
| Total ... | 50,0 | 43,8<44 | 48,3<49 | 42,1<43 |

*Remarque.*— Les valeurs d'A.E.N. indiquées dans le tableau 1 pour le système local sont valables dans le cas d'une ligne d'abonné à conducteurs de 0,4 mm en câble non chargé, ayant un affaiblissement de 7 dB (à 1,5 kHz).

La qualité de transmission du poste téléphonique du type 600 a été améliorée récemment; il en résulte, pour les systèmes émetteur et récepteur locaux, un A.E.N. total de 24,8 dB et un équivalent de référence de 7,2 dB, dans les mêmes conditions de ligne que ci-dessus. Ceci représente des améliorations d'environ 2 dB et 7 dB, respectivement, par rapport à la situation du tableau 1.

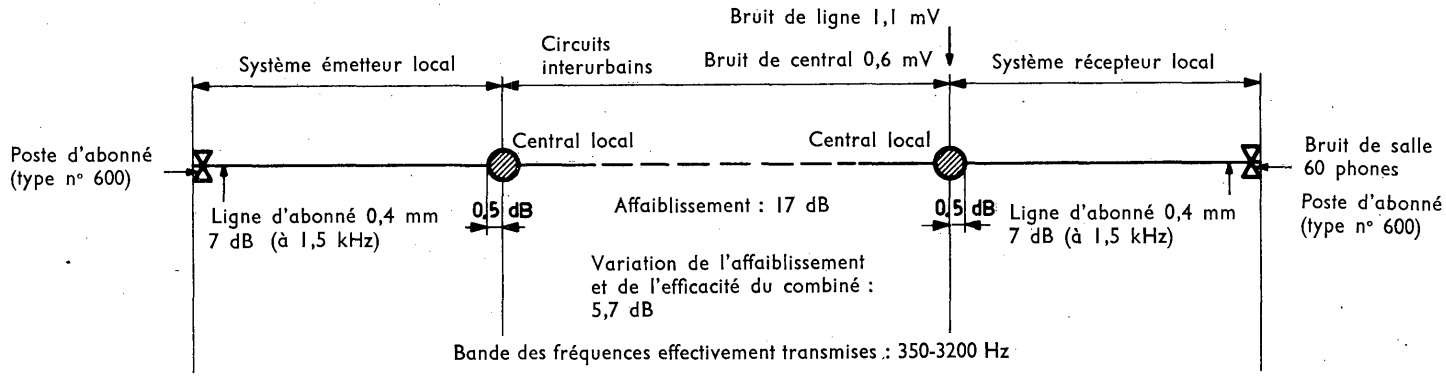
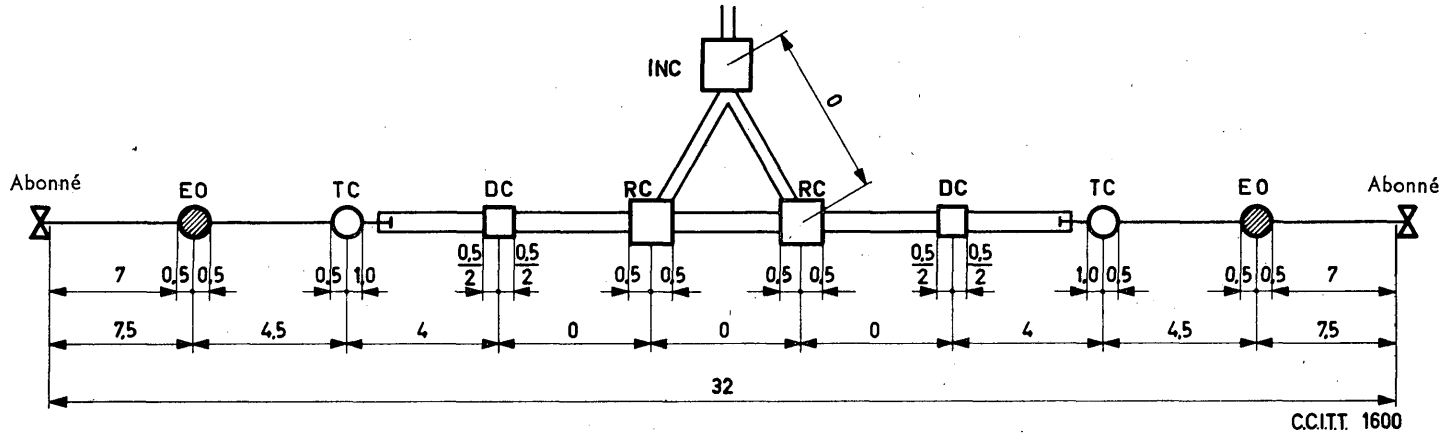



FIGURE 1. — **Limites théoriques de la qualité de transmission dans le cas d'une communication téléphonique nationale type (Japon)**




*Notes.*— INC = centre international
RC = centre régional
DC = centre de district
TC = centre interurbain
EO = centre local

FIGURE 2. — **Affaiblissements des lignes et circuits (dB) dans la communication téléphonique nationale type (Japon)**

## PLAN DE TRANSMISSION NATIONAL EN MALAISIE

### 1. *Généralités*

Soucieuse de réaliser un réseau téléphonique national rentable, l'Administration malaise a conçu son plan de transmission national en tenant compte des avis pertinents du C.C.I.T.T. et du C.C.I.R.

### 2. *Questions étudiées*

En quelques mots, on peut dire qu'un système de transmission téléphonique comporte un microphone téléphonique, les circuits qui relient le microphone au centre terminal, le centre terminal au centre primaire, le centre primaire au centre de zone, le centre de zone au centre principal, le centre principal au centre international, puis, dans l'ordre inverse, les circuits qui aboutissent à un récepteur téléphonique situé à grande distance.

La figure 1 reproduit ce schéma.

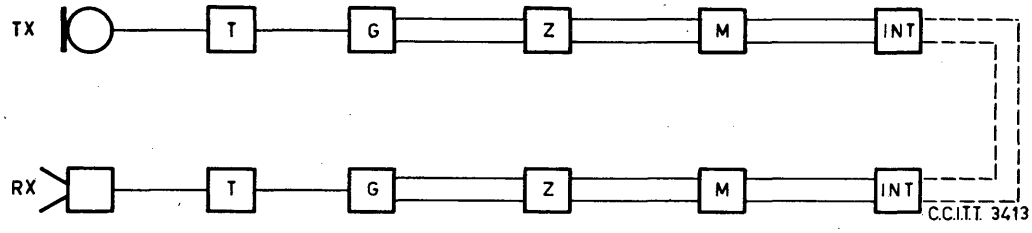



FIGURE 1. — **(Malaisie)**

*Légende des figures 1 et 2*

TX = Extrémité émission
RX = Extrémité réception
T = centre terminal
G = centre de groupement
Z = centre de zone
M = centre principal
INT = centre international

Dans la présente étude, chacun des circuits indiqués ci-dessus a été considéré en rapport avec les autres et l'on a attribué à chacun des valeurs limites d'affaiblissement et de bruit.

### 3. *Equivalent de référence*

On entend par « équivalent de référence » l'affaiblissement que subissent les signaux téléphoniques au cours de la transmission. Les équivalents de référence sont mesurés dans des conditions définies au Laboratoire du C.C.I.T.T. et tiennent compte de la qualité de fonctionnement du microphone et du récepteur téléphoniques. Selon l'Avis G.111 du C.C.I.T.T. (Genève 1964) l'équivalent de référence nominal total entre deux abonnés n'est pas rigoureusement limité; sa valeur maximale est la somme des équivalents de référence des circuits nationaux et internationaux.

#### 3.1 *Equivalent de référence pour une chaîne internationale*

L'affaiblissement nominal entre les extrémités virtuelles [1] de chaque circuit international doit être de 0,5 dB. (Avis G.111, Genève 1964).

[1] Dans un circuit à quatre fils, une extrémité virtuelle correspond à un point théorique où le niveau dans le sens « aller » est de −3,5 dBr et le niveau dans le sens « retour » est de −4,0 dBr.

3.2 *Equivalent de référence nominal du système national*

Selon les recommandations du C.C.I.T.T. (Avis G.111, Genève 1964), les équivalents de référence nationaux à l'émission et à la réception pour 95% des communications doivent, dans chaque cas, satisfaire aux conditions suivantes :

1) L'équivalent de référence nominal du système émetteur national entre un abonné et le premier circuit international ne doit pas dépasser 20,8 dB.

2) L'équivalent de référence nominal du système récepteur national entre les deux mêmes points ne doit pas dépasser 12,2 dB.

3.3 *Répartition des équivalents de référence dans le plan de transmission national en Malaisie*

Selon le plan national de commutation de la Malaisie, le réseau avec commutation sera conçu pour l'essentiel selon le schéma représenté sur la figure 1. Pour répartir les équivalents de référence à l'émission et à la réception entre les différents circuits, de manière à satisfaire aux conditions imposées par le C.C.I.T.T. pour 95% des communications (voir le paragraphe 3.2 ci-dessus), il faut déterminer à l'avance (sous forme d'écart type) la stabilité pratique du niveau relatif pour chaque circuit à quatre fils. Compte tenu des aspects économiques et pratiques du problème, il est recommandé que le réseau de transmission de la Malaisie satisfasse aux conditions de stabilité ci-après :

| *Circuit à quatre fils* | *Stabilité* (écart type) |
|---|---|
| 1) Entre le centre de groupement et le centre de zone ..... | 1 dB |
| 2) Entre le centre de zone et le centre principal (ou un autre centre de zone ..... | 0,5 dB |
| 3) Entre le centre principal et le centre international (ou un autre centre principal) ..... | 0,5 dB |

Conformément à l'Avis P.11 du C.C.I.T.T. *Livre Rouge*, tome V *bis*, partie B, alinéa e), p. 13) 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. Il s'ensuit que l'écart type global entre l'appareil téléphonique et le centre international peut s'exprimer de la manière suivante :

$$S = \sqrt{1^2 + 0{,}5^2 + 0{,}5^2} = 1{,}22 \text{ dB}$$

Si l'on veut que 95% des conversations remplissent les conditions recommandées par le C.C.I.T.T. (paragraphe 3.2 ci-dessus), il faut que les équivalents de référence théoriques à l'émission et à la réception soient :

1) Equivalent de référence théorique à l'émission = 20,8 dB − 1,64 × 1,22 dB = 18,8 dB

2) Equivalent de référence théorique à la réception = 12,2 dB − 1,64 × 1,22 dB = 10,2 dB

Le facteur 1,64 a été choisi parce que, dans une courbe de distribution normale, 95% de l'aire comprise sous cette courbe se situe entre $-\infty$ et + 1,64 fois l'écart type, par rapport à la moyenne.

Il est recommandé que les équivalents de référence théoriques à l'émission et à la réception ne soient pas supérieurs aux valeurs indiquées dans le tableau 1.

TABLEAU 1

| Eléments du réseau de transmission | Equivalent de référence à l'émission dB | Equivalent de référence pour la chaîne internationale dB | Equivalent de référence à la réception dB | Ecart type dB |
|---|---|---|---|---|
| a) Appareil téléphonique ... | +2,4 | | −6,2 | |
| b) Ligne d'abonné ..... | +8,0 | | +8,0 | |
| c) Entre un centre terminal et un centre de groupement | +5,0 | | +5,0 | |
| d) Entre un centre de groupement et un centre de zone | +1,0 | | +1,0 | 1,0 |
| e) Entre un centre de zone et un centre principal (ou un autre centre de zone) ... | +0,5 | | +0,5 | 0,5 |
| f) Entre un centre principal et un centre international (ou un autre centre principal) | +0,5 | | +0,5 | 0,5 |
| g) Pertes de commutation (totales) ..... | +1,4 | | +1,4 | |
| h) Chaîne internationale (*n* circuits) ..... | | 0,5 *n* | | |
| Total ... | +18,8 dB | +0,5 *n* dB | +10,2 dB | +1,22 dB |

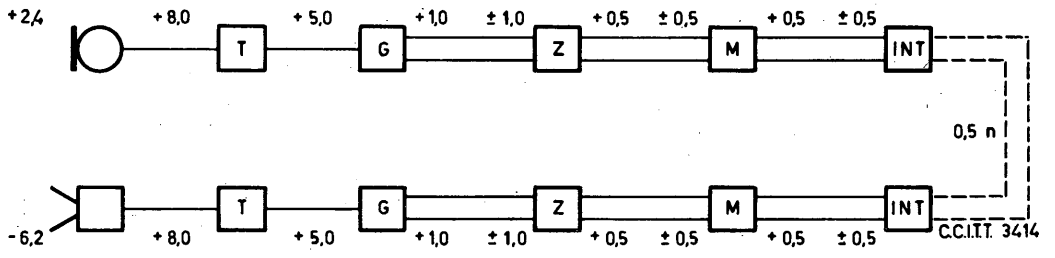


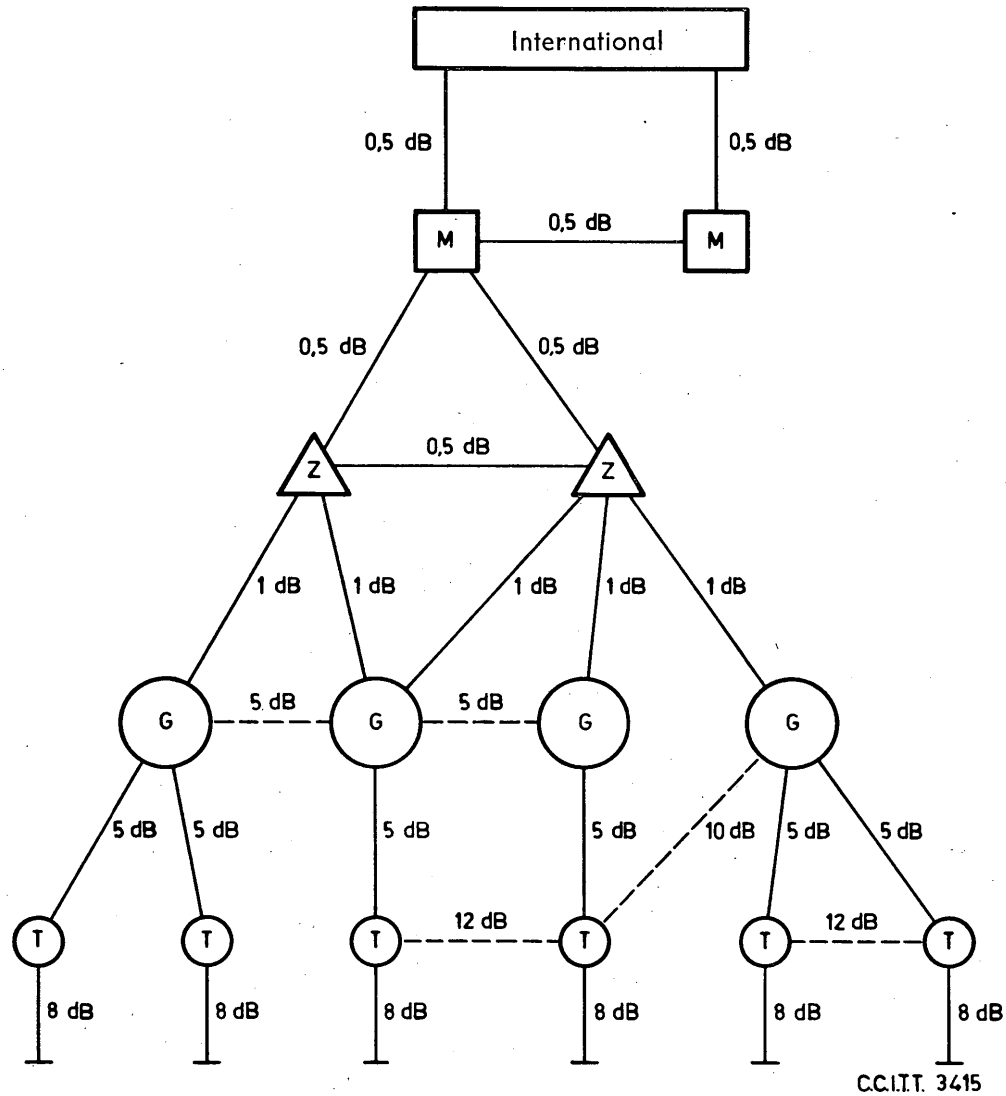

FIGURE 2. — **(Malaisie)**

(Voir la légende de la figure 1)

La répartition de l'équivalent de référence indiquée dans le tableau 1 est fondée sur les considérations suivantes :

1) La transmission sur les circuits à quatre fils peut être maintenue dans d'étroites limites; au besoin, on peut utiliser à cet effet un équipement régulé par onde pilote. C'est pourquoi on a attribué à ces circuits un affaiblissement minimal.

2) L'affaiblissement sur les circuits à deux fils entre un centre terminal et un centre de groupement peut être maintenu dans la limite maximale de + 5,0 dB en utilisant, au besoin, des amplificateurs deux fils à impédance négative. On a étudié soigneusement la possibilité d'utiliser la technique de la commutation avec compléments de ligne pour introduire un gain de compensation dans les circuits à deux fils à affaiblissement élevé, mais cette technique n'est pas recommandée en raison de la complexité des équipements de commutation qu'elle exige.




*Remarques.*— Les lignes de tirets représentent des circuits à utilisation élevée qui ne seront utilisés que dans les conditions suivantes :

1) circuits de centre de groupement à centre de groupement ou à centre terminal et de centre terminal à centre terminal, le cas échéant;

2) deux circuits à utilisation élevée ne doivent pas être connectés en tandem;

3) les circuits à utilisation élevée entre deux centres de groupement constitueront des voies de second choix pour le trafic entre centres terminaux possédant leurs propres circuits à utilisation élevée.

FIGURE 3. — **Répartition de l'équivalent de référence maximal admissible dans le plan national de transmission de la Malaisie**

3) A présent on trouve facilement dans le commerce des appareils téléphoniques dont l'efficacité n'est pas inférieure à celle qui est indiquée dans le tableau 1.

4) La valeur maximale possible d'affaiblissement a été attribuée aux lignes d'abonné. La construction des lignes est onéreuse. L'acceptation d'un affaiblissement important permet soit d'utiliser des conducteurs de plus petit diamètre soit d'utiliser des conducteurs de même diamètre pour des lignes de plus grande longueur.

3.4 *Equivalents de référence des circuits à utilisation élevée entre deux centres de groupement et entre deux centres terminaux*

Dans le plan national de commutation de la Malaisie, il n'est pas nécessaire de toujours remonter et de redescendre les échelons hiérarchiques des centres pour atteindre le centre terminal ou le centre de groupement recherché. On peut recourir à des circuits directs à utilisation élevée pour relier deux centres de groupement, un centre de groupement à un centre terminal ou deux centres terminaux. Ces circuits sont utilisés généralement dans les cas où les régions desservies par les centres ont d'importants intérêts en commun. Dans ces conditions, on estime que les circuits à utilisation élevée doivent avoir une qualité de transmission supérieure à celle que permet l'équivalent de référence normal. Il est donc recommandé que l'équivalent de référence ne dépasse pas 5 dB pour les circuits à utilisation élevée reliant deux centres de groupement, 10 dB pour les circuits reliant un centre de groupement à un centre terminal, et 12 dB pour un circuit reliant deux centres terminaux. La figure 3 donne quelques exemples de circuits à utilisation élevée.

Ces circuits à utilisation élevée ne doivent pas servir à l'écoulement d'un trafic de transit destiné à un centre d'un échelon supérieur.

3.5 *Réponse en fréquence des circuits interurbains et des circuits de jonction*

Les circuits de jonction devraient avoir une charge telle que la caractéristique affaiblissement/fréquence soit assez constante. Dans les systèmes modernes, les circuits à courants porteurs ont généralement une caractéristique affaiblissement/fréquence assez uniforme et il n'y a pas lieu de prendre de précautions spéciales.

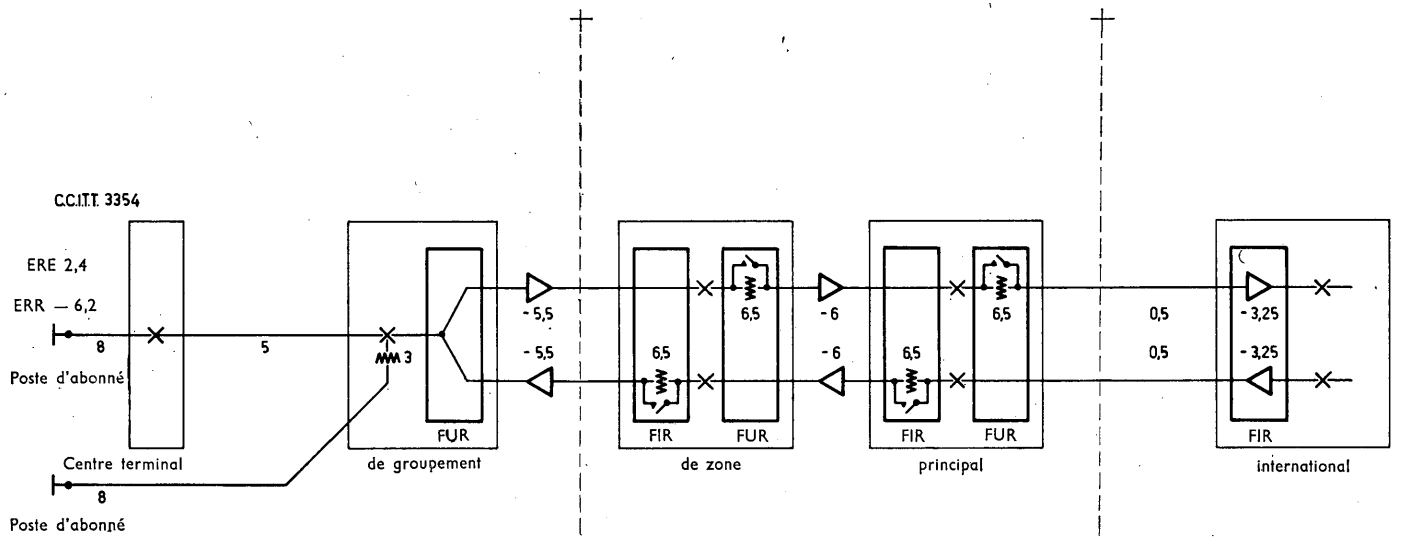
La fréquence de référence à laquelle on mesure l'affaiblissement est de 1000 Hz.

4. *Commutation avec compléments de ligne et affaiblissement d'équilibrage dans les transformateurs différentiels*

Le plan national de commutation de la Malaisie prévoit d'utiliser la commutation avec compléments de ligne à quatre fils. Ces compléments de ligne dont l'affaiblissement est de 6,5 dB se trouvent à l'entrée du modulateur d'un circuit à quatre fils. La partie active du circuit fournit un gain de 6 dB (soit un niveau d'entrée de −3 dBm et un niveau de sortie de +3 dBm), de sorte que l'affaiblissement global d'un circuit à quatre fils, avec compléments de ligne connectés, est de 0,5 dB. Si un circuit à quatre fils aboutit à un transformateur différentiel et selon que le circuit à deux fils est un circuit de jonction ou une ligne d'abonné, la commutation avec complément de ligne se fait dans les conditions suivantes (voir la figure 4).

a) *Circuit de jonction*

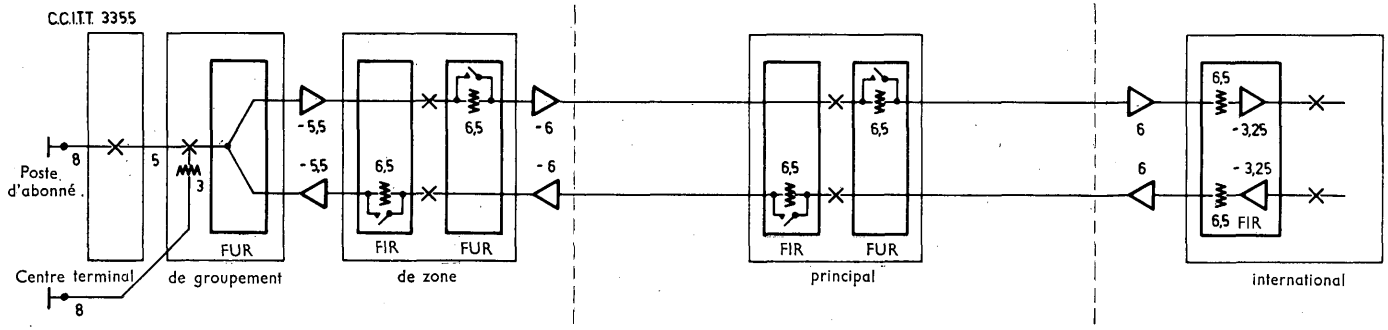
Dans une communication établie entre deux postes d'abonné par l'intermédiaire d'un certain nombre de liaisons actives à quatre fils, le nombre des amplificateurs est toujours supérieur d'une unité à celui des compléments de ligne, ce qui permet de compenser exactement l'affaiblissement des deux transformateurs différentiels. Lorsqu'un poste d'abonné est relié au centre international, un gain de 3,25 dB est fourni par ce centre afin de compenser l'affaiblissement dû à l'unique transformateur différentiel. Afin de satisfaire aux conditions de stabilité et d'écho, l'affaiblissement des circuits de jonction doit être d'au moins 3 dB; à cette fin, ou y insérera, le cas échéant, des compléments de ligne dans ces circuits. De plus, l'affaiblissement des circuits de jonction ne doit pas dépasser 5 dB afin de répondre aux exigences relatives à la transmission (voir le paragraphe 3.3).




*Note.* — Tous les circuits de jonction entre centre terminal et centre de groupement doivent présenter un affaiblissement minimal de 3 dB.

*Note.* — Le gain de 3,25 dB peut être obtenu dans l'équipement à courants porteurs en ne compensant pas l'affaiblissement du transformateur différentiel.

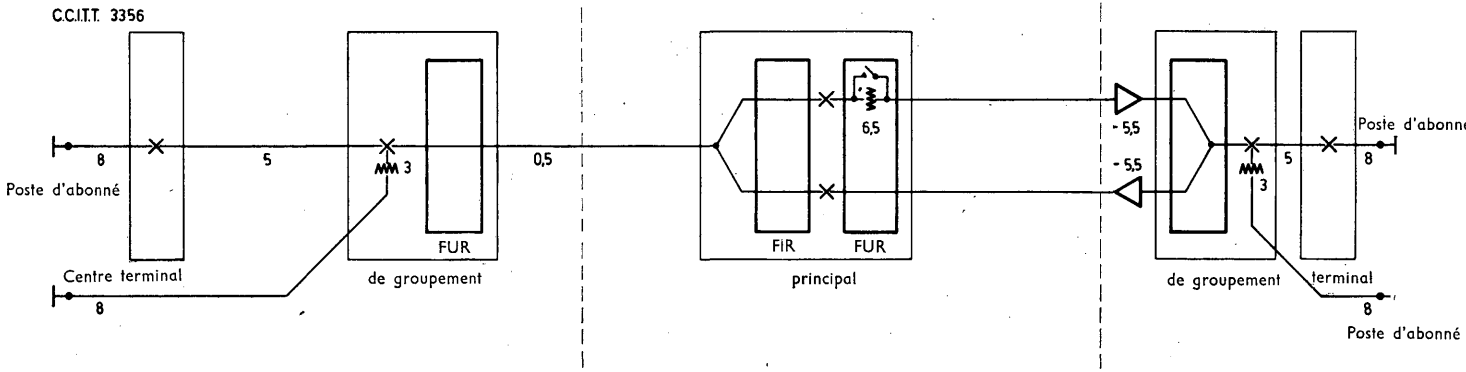
FIGURE 4. — **Emploi de compléments de ligne commutables dans le plan national de transmission de la Malaisie**




*Note.* — Tous les circuits de jonction entre centre terminal et centre de groupement doivent présenter un affaiblissement minimal de 3 dB.

*Note.* — Dans le cas du centre principal de Jesselton et de Kuching, le niveau maximal de la ligne à 4 fils présentera un affaiblissement 4 fils-4 fils de 0,5 dB; pour ce faire, on pourra insérer un complément de ligne passif du côté 4 fils.

FIGURE 4 (*suite*)




*Notes.* — 1) Un centre tandem urbain sera dans tous les cas considéré, du point de vue de la transmission, comme un centre de groupement.

2) Tous les circuits de jonction entre centre terminal et centre de groupement doivent présenter un affaiblissement minimal de 3 dB.

*Notes.* — 1) Le transformateur différentiel devra être bien équilibré avec la ligne à 2 fils.

2) Des amplificateurs peuvent être placés du côté 4 fils pour compenser les affaiblissements dus aux jonctions à 4 fils.

3) Il est indispensable, pour maintenir la stabilité que les conditions terminales soient maintenues lors de la commutation dans le centre de groupement.

*Note.* — Tous les circuits de jonction entre centre terminal et centre de groupement doivent présenter un affaiblissement minimal de 3 dB.

FIGURE 4 (*suite*)

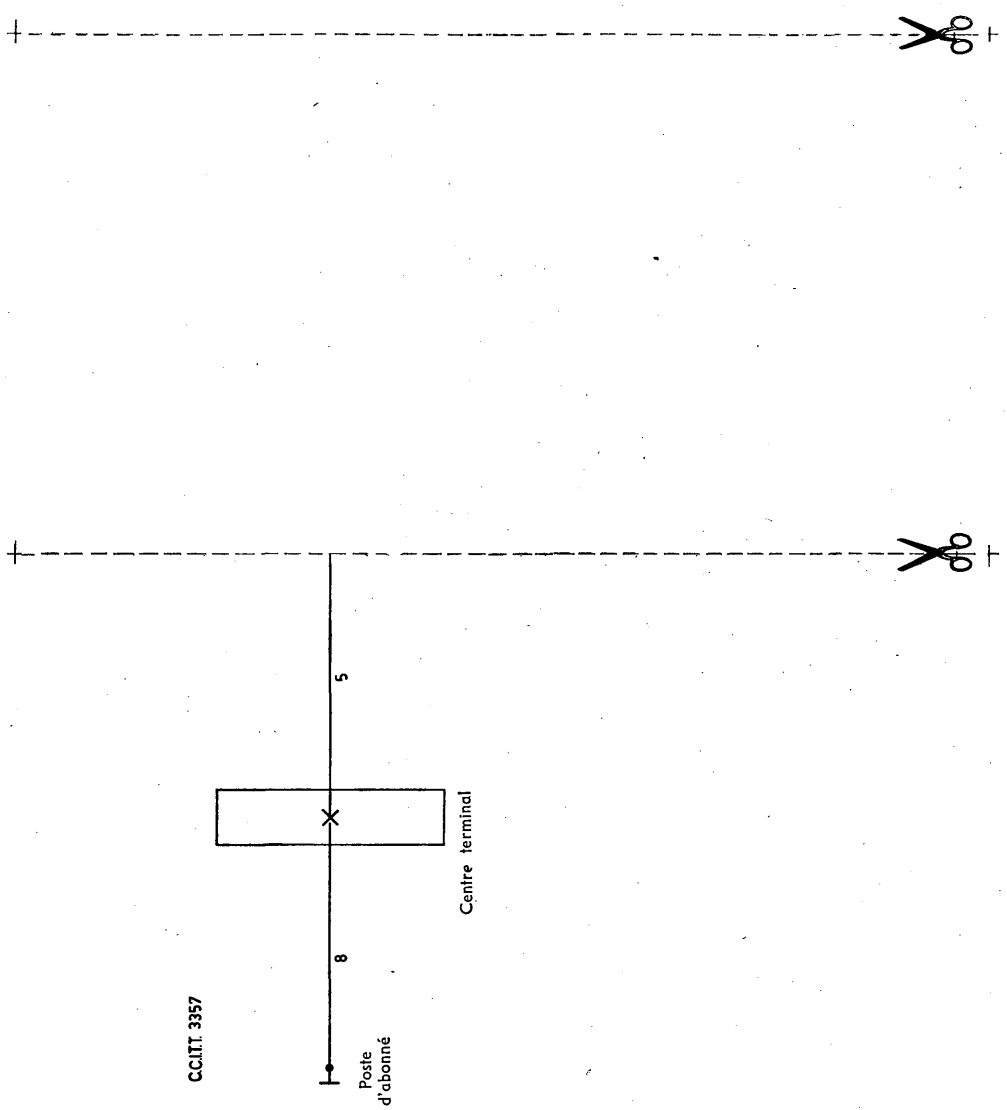



FIGURE 4 (*fin*)

b) *Ligne d'abonné*

Si le côté deux fils est directement relié à la ligne d'abonné, on insérera un complément de ligne de 3 dB dans le jeu de relais connecté au poste d'abonné. Autrement dit, les affaiblissements entre les côtés quatre fils et deux fils du transformateur différentiel ne sont pas compensés, en vue de satisfaire aux conditions de stabilité et d'écho.

D'après les paragraphes a) et b) ci-dessus, il est clair que la valeur minimale de l'affaiblissement entre les trajets « aller » et « retour » d'un transformateur différentiel est de 6 dB. Dans le cas d'un réseau téléphonique réel, on ajoutera à cette dernière valeur celle de l'affaiblissement d'équilibrage présenté par le poste d'abonné afin de parvenir à la stabilité du système. Les mesures faites sur des postes téléphoniques indiquent en effet que la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage dépasse 6 dB lorsque le combiné est décroché. Toutefois, dans le cas d'une communication d'arrivée, un certain laps de temps s'écoule entre le moment où le circuit est connecté et celui où le combiné est décroché, c'est-à-dire pendant que la sonnerie retentit. Dans cette situation et compte tenu du fait que la plupart des lignes d'abonné ont leur propre affaiblissement, l'affaiblissement d'équilibrage ne devrait pas être inférieur à 3,5 dB pour la quasi-totalité des cas.

L'on peut donc admettre que la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage aux transformateurs différentiels terminaux du réseau téléphonique de Malaisie est au moins égale à 6 dB, avec un écart type ne dépassant pas 2,5 dB.

5. *Stabilité*

La chaîne nationale malaise comprise dans une communication internationale est, par rapport aux extrémités virtuelles A et B du premier circuit international, conforme à la figure 5 de l'Avis G.122 du C.C.I.T.T. (Genève, 1964), les critères de stabilité à appliquer à la chaîne nationale étant les suivants :

1) Valeur moyenne de l'affaiblissement sur le trajet A-T-B $\geqslant (10 + n)$ dB,

2) Ecart type de l'affaiblissement A-T-B $\geqslant (6{,}25 + 4\ n)^{\frac{1}{2}}$ dB.

La lettre $n$ représente le nombre de circuits à quatre fils de la chaîne nationale (dans la figure 5, par exemple, $n = 3$).

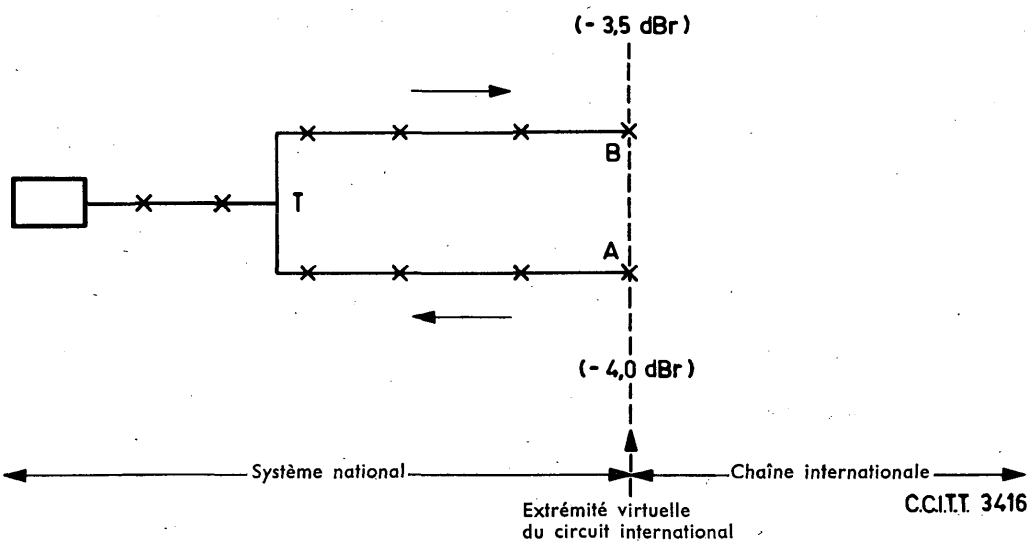



FIGURE 5. — **(Malaisie)**

On verra ci-dessous qu'il est possible de respecter ces critères.

*Critère 1)* — La valeur moyenne d'au moins $n$ dB de l'affaiblissement aller et retour pour $n$ circuits est parfaitement réalisable puisque, pour chaque circuit à quatre fils, l'affaiblissement minimal dans un sens de transmission est de 0,5 dB. Au termineur l'affaiblissement moyen minimal de 10 dB peut être dépassé de façon suivante :

| | |
|---|---|
| a) Affaiblissement du transformateur différentiel ou affaiblissement aller et retour du circuit de jonction (voir le paragraphe 4) ..... | $\geqslant$ 6,0 dB |
| b) Affaiblissement moyen d'équilibrage ..... | $\geqslant$ 6,0 dB |
| | 12,0 dB |

*Critère 2)* — Chaque circuit à quatre fils du plan national de transmission en Malaisie présentant un écart type inférieur ou égal à 1 dB, le total des variances pour $n$ circuits ne doit en conséquence pas atteindre 4 $n$, même si l'on admet une corrélation égale à un entre les variations sur les trajets « aller » et « retour ». De plus, comme l'écart type de l'affaiblissement d'équilibrage aux termineurs n'excède pas 2,5 dB, la variance ne dépasse donc pas $(2,5)^2 = 6,25$. Il s'ensuit que l'écart type de l'affaiblissement A-T-B ne doit pas dépasser $(6,25 + 4\ n)^{\frac{1}{2}}$ dB.

## 6. *Echo*

L'écho provient de l'énergie des courants vocaux réfléchie à l'extrémité éloignée; il se manifeste toujours dans un système téléphonique réel. Cependant, dans le cas de l'écho pour la personne qui parle, la valeur moyenne de l'affaiblissement au-delà duquel l'écho cesse d'être gênant dépend du temps de propagation aller et retour : plus long est ce temps, plus grand est l'affaiblissement requis. Si l'écho n'est pas suffisamment affaibli, on aura recours à des suppresseurs d'écho.

### 6.1 *Réseau national malais*

En Malaisie, la communication la plus longue s'étendrait de Kota Bahru à un point situé soit en un point éloigné à Sabah, soit au centre de Sarawak, ce qui représente environ 1500 km de faisceaux hertziens à « grande vitesse » et 1600 km de câble sous-marin SEACOM à « faible vitesse ». Le temps de propagation dans un sens est donc le suivant :

| | |
|---|---|
| a) 1500 km de faisceaux hertziens, à raison de 300 km/ms ..... | 5 ms |
| b) 1600 km de câble, à raison de 160 km/ms ..... | 10 ms |
| total | 15 ms |

D'après la figure 11 de l'Avis G.131 du C.C.I.T.T. (Genève, 1964), l'affaiblissement moyen de l'écho, pour la personne qui parle, doit être de 27 dB pour que la probabilité de communications non affectées d'écho gênant s'élève à 95 %. Du point de vue de l'écho, la plus mauvaise communication du réseau malais est celle où :

a) Le poste d'abonné est relié par une ligne courte au centre terminal,

b) L'affaiblissement du circuit de jonction entre le centre terminal et le centre primaire est de 3 dB,

c) La chaîne à quatre fils est la plus longue possible, ce qui correspond à un temps de propagation de 15 ms dans un sens.

Dans ces conditions et compte tenu du plan national de transmission en Malaisie (voir la figure 2), l'affaiblissement moyen de l'écho pour la personne qui parle se répartit comme suit :

a) *Affaiblissements dans les sens « aller » et « retour »*

| | | |
|---|---|---|
| 1) Circuit de jonction : 2 × 3,00 dB | = | +6,0 dB |
| 2) Termineur à l'origine : 2 × 3,25 dB | = | +6,5 dB |
| 3) Gain du circuit à quatre fils : −6,5 dB | = | −6,5 dB |
| 4) Trajets de transmission à quatre fils, de centre de groupement à centre de groupement : 2 (1,0 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 1,0) dB | = | +9 dB |

b) *Termineur à l'extrémité éloignée*

| | |
|---|---|
| 1) Affaiblissement dans le termineur : | +6,5 dB |
| 2) Affaiblissement d'équilibrage : | +6,0 dB |
| Affaiblissement total de l'écho pour la personne qui parle : | +27,5 dB |

En conclusion, dans le réseau national malais, 95% des communications établies sur la chaîne nationale la plus longue ne subiront pas d'écho gênant. Il est en conséquence recommandé de ne pas employer de suppresseurs d'écho pour les transmissions nationales, ni entre Singapour et la Malaisie, ni entre Brunéi et la Malaisie.

6.2 *Circuits internationaux*

Bien que l'on ait montré, au paragraphe 6.1, que l'affaiblissement de l'écho était suffisant dans le cas des communications nationales, la marge de sécurité n'en est pas moins très faible. En règle générale, les circuits établis avec les pays d'outre-mer par l'intermédiaire du centre international de Kuala Lumpur devront donc être munis de suppresseurs d'écho. Parmi les exceptions possibles, on peut citer les communications établies entre la Thaïlande et la Malaisie au moyen des faisceaux hertziens prévus sur le trajet Bangkok-Penang-Kuala Lumpur, et les communications établies entre Kuala Lumpur, Medan et Djakarta au moyen du système sur ondes métriques et hyperfréquence par Sumatra. Ces cas doivent être considérés comme des cas d'espèce.

7. *Systèmes en hyperfréquences*

Les équipements à hyperfréquences seront très largement utilisés dans le système de transmission malais. Les systèmes en hyperfréquences peuvent se répartir comme suit :

1) Systèmes interurbains principaux : ils relient les centres de zone soit à d'autres centres de zone, soit aux centres principaux; ils relient aussi les centres principaux à d'autres centres principaux ou au centre international. Leur capacité est généralement supérieure ou égale à 600 voies;

2) Systèmes secondaires : ils relient les centres de groupement aux centres de zone; ils relient aussi les centres terminaux aux centres de groupement ou aux centres de zone. Leur capacité est généralement inférieure à 600 voies.

Les systèmes en hyperfréquences seront conçus de telle sorte que, dans des conditions moyennes de propagation, les conditions suivantes soient remplies :

a) Le bruit produit par le brouillage et la diaphonie aux fréquences radioélectriques et aux fréquences intermédiaires est au plus de l'ordre de grandeur du bruit thermique aux même fréquences;

b) Le bruit total dans une voie téléphonique avec charge de bruit blanc (voir l'Avis 393 du C.C.I.R., Genève, 1963), est principalement constitué du bruit d'intermodulation de façon que, dans des conditions d'évanouissements modérées (de 10 à 20 dB), la qualité de fonctionnement du système ne soit pas sensiblement dégradée;

c) Pour les systèmes interurbains principaux, la valeur totale du bruit, psophométrique, avec pondération en un point de niveau relatif zéro sur la plus mauvaise voie télépho-

nique, avec la charge de bruit blanc mentionnée au paragraphe b) précédent, ne doit pas dépasser 3 picowatts par km de l'artère en hyperfréquences;

d) Pour les systèmes secondaires, la valeur totale du bruit, psophométrique avec pondération en un point de niveau relatif zéro sur la plus mauvaise voie téléphonique, avec la charge de bruit blanc mentionnée au paragraphe b), ne doit pas dépasser 5000 picowatts (−53 dBm) sur l'ensemble d'un système. Ce dernier peut comprendre plusieurs liaisons en hyperfréquences connectées en tandem. Dans ce cas, la qualité de chaque liaison sera améliorée de façon à répondre aux conditions spécifiées pour l'ensemble du système.

Afin de parvenir à la stabilité de transmission recommandée au paragraphe 3 et d'éviter autant que possible d'avoir à employer des équipements à ondes pilotes de groupes primaire et secondaire, la stabilité de la bande de base d'un système en hyperfréquences sera la suivante pour chaque liaison établie entre des équipements terminaux :

a) ± 0,5 dB (valeur de crête) au cours d'une période d'un mois (pour les systèmes secondaires, cette valeur peut être portée à ±1 dB),

b) ± 0,5 dB (valeur de crête) pour les variations de la température ambiante, entre 17° C et 45° C,

c) ± 0,5 dB (valeur de crête) pour des variations de ± 10% de la tension du courant alternatif d'alimentation.

De plus, la réponse globale de la bande de base doit être meilleure que ± 0,5 dB par rapport à la réponse au milieu de la bande.

8. *Postes téléphoniques*

Au paragraphe 3, on recommande que les efficacités minimales des postes téléphoniques correspondent respectivement à un équivalent de référence à l'émission de +2,4 dB et à un équivalent de référence à la réception de −6,2 dB. Ces valeurs doivent être maintenues lorsque le poste téléphonique est connecté à l'extrémité d'une ligne d'abonné ayant un affaiblissement de référence de 8 dB et une résistance en boucle de 1500 ohms. Les valeurs des équivalents de référence de +2,4 dB et de −6,2 dB sont celles du poste lui-même, à l'exclusion de l'affaiblissement de référence de la ligne qui est de 8 dB. En d'autres termes, les équivalents de référence à l'émission et à la réception seront, au central téléphonique et dans les conditions ci-dessus, de +10,4 dB (2,4 + 8,0) et de +1,8 dB (8,0 − 6,2) respectivement.

Les postes téléphoniques peuvent être munis de dispositifs de régulation de l'efficacité. Dans ce cas les équivalents de référence à l'émission et à la réception au central seront respectivement, inférieurs ou égaux à +10,4 dB et à +1,8 dB, quelle que soit la longueur de la ligne d'abonné, jusqu'aux limites maximales suivantes : 8 dB pour l'affaiblissement de référence de la ligne et 1500 ohms pour la résistance en boucle.

9. *Lignes d'abonné*

Les lignes d'abonné doivent avoir un affaiblissement de référence maximal de 8 dB et une résistance en boucle d'au plus 1500 ohms. Il se peut que ces deux valeurs ne puissent être simultanément atteintes, soit pour un conducteur de ligne d'un diamètre donné, soit pour des lignes à conducteurs de diamètre différent connectées en tandem. L'une ou l'autre des valeurs précitées peut alors constituer le critère principal pour les projets.

CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION NORVÉGIENNE

Le réseau principal sera un réseau mixte en étoile et à mailles avec cinq types différents de centraux (voir la figure 1). (Des lignes directes sont établies si elles se révèlent avantageuses.)

RÉSEAU NATIONAL (NORVÈGE)

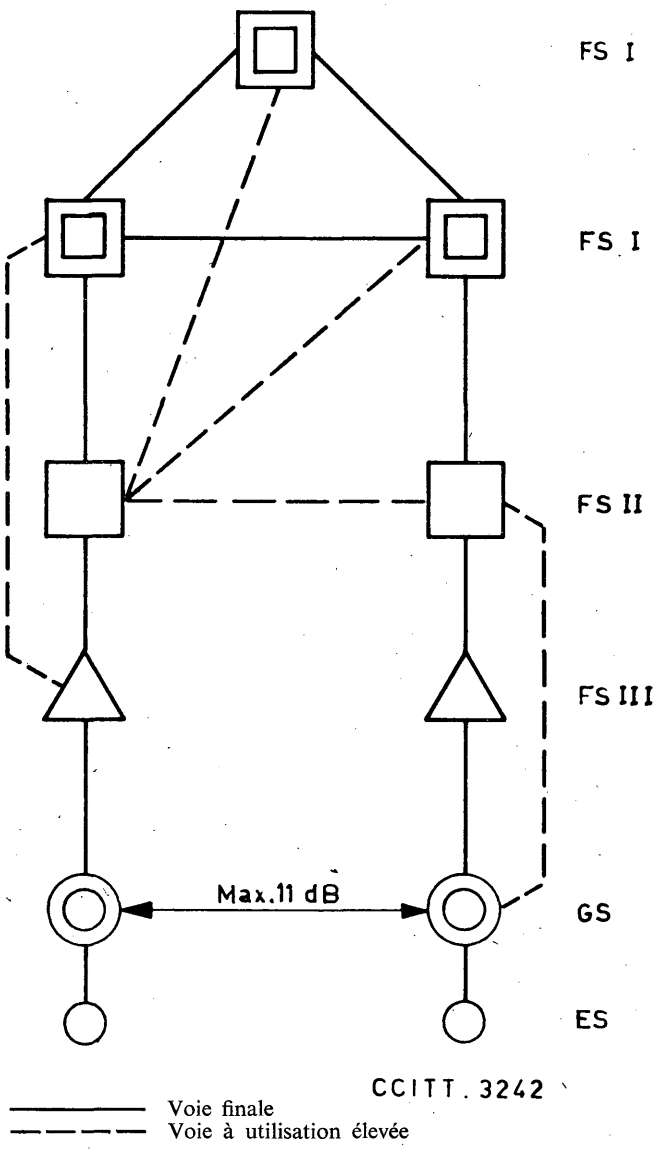



FIGURE 1. — **(Norvège)**

La commutation directe en quatre fils sera mise en œuvre dans les parties centrales du réseau. Celui-ci est établi sur la base du principe des affaiblissements répartis, avec un affaiblissement de 4 dB aux extrémités et 1 dB pour chaque circuit.

Il est avantageux, aux points de vue technique et économique, d'utiliser des câbles aériens à gaine de plastique au lieu de lignes en fils aériens pour desservir les abonnés situés à de grandes distances du central local. Pour cette raison, la planification future du réseau se fera sur la base de l'attribution, au réseau local, d'un équivalent de valeur plus grande que dans le passé.

Ce résultat sera obtenu grâce à la mise en service d'un grand nombre de centres de commutation en quatre fils, à l'emploi de répéteurs à résistance négative sur les lignes interurbaines à deux fils, grâce également à la pupinisation des lignes d'abonné de grande longueur et à la mise en service de postes téléphoniques à transistors.

## RÉSEAU NATIONAL (NOUVELLE-ZÉLANDE)

### CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION DE LA NOUVELLE-ZÉLANDE

Le plan de transmission de la Nouvelle-Zélande pour les communications nationales a été révisé et sera progressivement appliqué au cours d'un certain nombre d'années.

Ce plan est composé des éléments suivants :

a) La qualité de transmission globale définie en fonction :

1) d'un poste téléphonique normal et d'une ligne d'abonné,

2) de l'affaiblissement, en dB, de la chaîne des circuits de jonction et des circuits interurbains reliant les deux centraux locaux, y compris les pertes dues aux commutations et aux réflexions.

b) Les impédances nominales normales aux points de commutation en deux fils et en quatre fils.

c) Les limites de l'affaiblissement d'adaptation et de la stabilité des circuits interurbains.

d) Les limitations apportées à l'emploi des compresseurs-extenseurs.

Ce plan est illustré par la figure 1 pour une communication limite dans le réseau interurbain à grande distance.

*Lignes d'abonné et postes téléphoniques*

Le système d'abonné limite est défini comme suit :

Poste téléphonique : modèle britannique 700 avec régulateur.

Ligne d'abonné : circuit en câble de type local isolé au papier, 6,5 livres par mile (0,51 mm), résistance en boucle de 1000 ohms.

Pont de transmission : 200 + 200 ohms, type à condensateur 2 µF, sans charge.

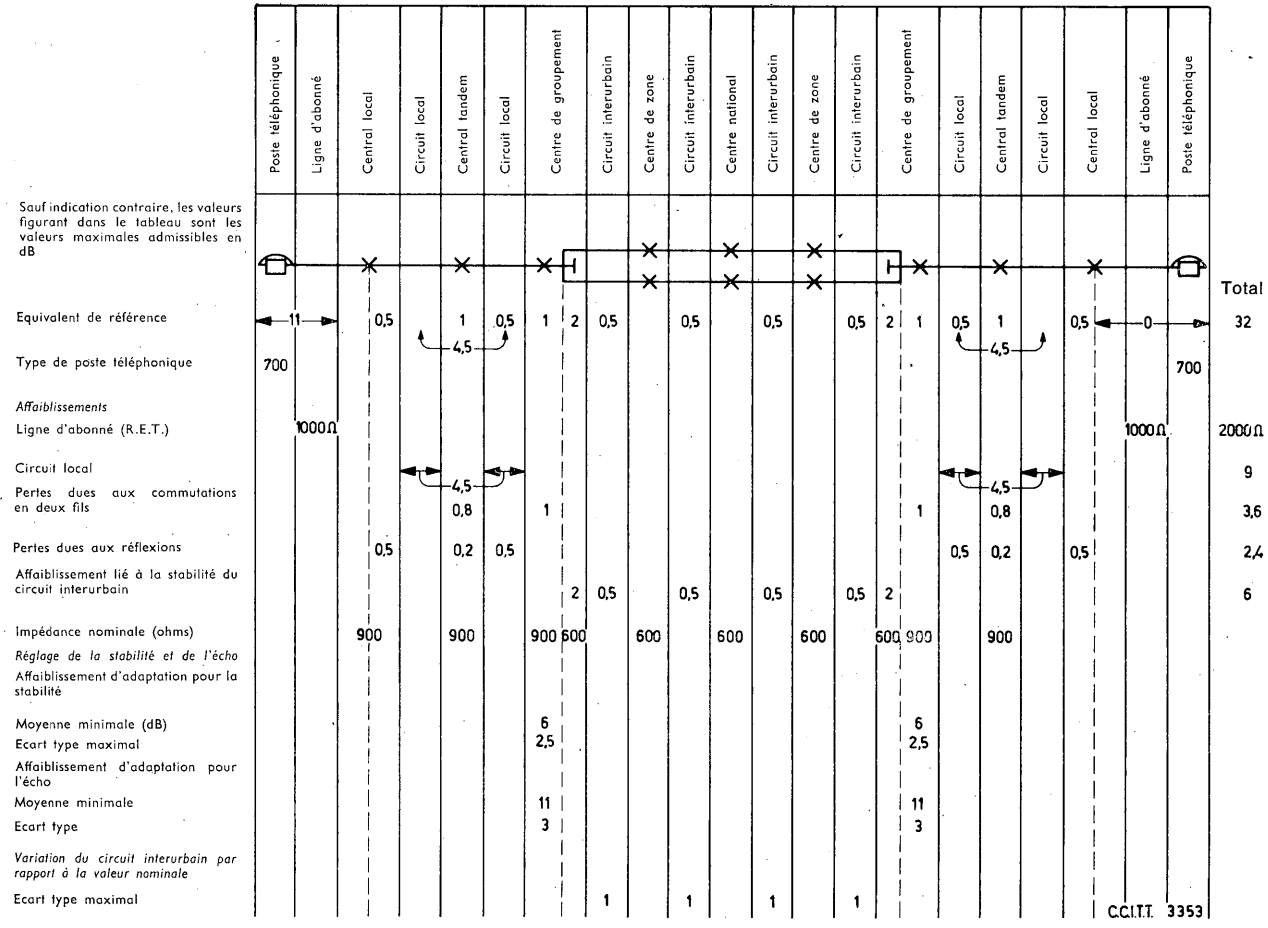
Batterie du central : 50 volts.

Dans la pratique, on utilise des conducteurs de 2,5 à 20 livres par mile. Pour chaque type de conducteur, on a fait des comparaisons subjectives de transmission par rapport à la transmission sur les conducteurs de 6,5 livres et on en a déduit des coefficients permettant de passer de la résistance en courant continu de la paire considérée à la résistance du câble de 6,5 livres ayant des caractéristiques de transmission équivalentes. La valeur obtenue par conversion est appelée résistance équivalente de transmission (R.E.T.). Des valeurs types des coefficients dont il s'agit sont indiquées dans le tableau 1.

TABLEAU 1

| *Conducteur en câble* (livres par mile) | | *Résistance en boucle, en courant continu* (ohms par 1000 pieds) | *Coefficient* |
|---|---|---|---|
| livres | mm | m | |
| 2½ | 0,32 | 142,8 | 0,65 |
| 4 | 0,40 | 83,3 | 0,8 |
| 6½ | 0,51 | 51,1 | 1,0 |
| 10 | 0,63 | 33,3 | 1,2 |
| 20 | 0,90 | 16,7 | 1,5 |
| 40 | 1,27 | 8,4 | 2,4 |

Lorsqu'il est nécessaire de charger des paires d'abonné en câble, on utilise des bobines de 44 mH placées à intervalles de 4500 pieds (1370 m). On obtient ainsi une impédance caractéristique d'environ 740 ohms dans le cas d'un câble à paires, ce qui n'est pas trop élevé pour perturber notablement le fonctionnement du poste téléphonique par l'effet local. On étudie actuellement les règles permettant de corriger la R.E.T. compte tenu de la charge des câbles.




*Notes.* — 1) Des circuits locaux reliant directement lé central local et le centre de groupement doivent être installés dans toute la mesure du possible.

2) L'affaiblissement minimal d'un circuit local est de 2 dB.

FIGURE 1. — **Communication maximale établie par l'intermédiaire des réseaux interurbains primaires (Nouvelle Zélande)**

En ce qui concerne les installations d'abonné avec postes supplémentaires, la valeur maximale admissible de la R.E.T. pour la ligne principale dépend de la R.E.T. du poste supplémentaire le plus éloigné de l'installation principale de l'abonné.

Des corrections de la R.E.T. sont effectuées pour les câbles à paires multiples, les branchements en T et différents autres facteurs.

On admet pour la R.E.T. des valeurs limites différentes des précédentes lorsque les postes téléphoniques, le pont d'alimentation ou la tension de la batterie ont des caractéristiques différentes des valeurs normales indiquées plus haut.

*Circuits locaux* (il s'agit des circuits de jonction qui écoulent le trafic en direction ou en provenance du réseau interurbain)

Affaiblissement maximal en ligne : 4,5 dB

Affaiblissement minimal en ligne : 2 dB

Affaiblissement moyen en ligne pour un faisceau de circuits : Ne dépasse pas 3,5 dB

Dans la plupart des cas, les centraux locaux sont reliés directement par des circuits locaux aux centraux interurbains. Dans certains cas, ils sont commutés dans un central intermédiaire mais on espère réduire progressivement les cas de ce genre.

L'affaiblissement des circuits locaux directs, s'il est inférieur à 2 dB, sera complété à 2 dB et des compléments de ligne de 2 dB seront insérés dans les communications locales à destination ou en provenance des abonnés reliés aux centraux interurbains.

On a déterminé un maximum pour l'affaiblissement moyen des circuits locaux en vue d'éviter de toujours construire ces circuits en fonction d'une limite supérieure.

*Circuits interurbains* (circuits à grande distance)

Il existe deux types de circuits interurbains appelés circuits primaires et circuits auxiliaires. Les circuits auxiliaires reliant les centraux interurbains lorsque le trafic est suffisant pour justifier un faisceau séparé de circuits. Ils n'écoulent que le trafic se terminant entre les centraux interurbains concernés et ne peuvent pas être commutés en transit vers d'autres centraux interurbains. Ils fonctionnent généralement sur les mêmes systèmes à courants porteurs qui constituent les circuits primaires mais peuvent être établis sur du matériel en deux fils.

L'affaiblissement total des circuits à courants porteurs utilisés comme circuits interurbains auxiliaires a été fixé à 4,5 dB. Les circuits établis sur paires en câble peuvent avoir un affaiblissement inférieur.

Les circuits primaires relient les centraux interurbains et les centraux de commutation de catégorie supérieure (appelés centres de zone) ainsi que tous les centres de zone et le centre national de commutation qui se trouve à Wellington. Les circuits primaires relient également les centres de zone lorsque leur trafic est suffisant pour les justifier.

Les circuits primaires sont toujours des circuits à quatre fils généralement à courants porteurs. Ils se terminent sur des équipements de commutation en quatre fils dans les centres de zone et sont prolongés, le cas échéant, pour établir une communication. L'affaiblissement total des circuits primaires entre extrémités à deux fils est de $(4 + 0{,}5\ n)$ dB, $n$ étant le nombre de circuits en tandem.

*Communications à l'intérieur d'un groupe de centraux*

Ces communications sont celles qui ne s'étendent pas au-delà d'un groupe de centraux partageant le même central interurbain. Quatre circuits de jonction au maximum sont admis (c'est-à-dire trois points intermédiaires de commutation), la majorité ayant un nombre inférieur de circuits. L'affaiblissement maximal admissible en ligne sur les circuits de jonction est de 13 dB. On admet en outre 1 dB de pertes dues aux commutations et aux réflexions pour chacun des points intermédiaires de commutation, ce qui donne au total 16 dB entre centraux terminaux pour une chaîne de longueur maximale.

*Adaptation de l'impédance au point en deux fils*

On adopte actuellement un équilibreur omnibus constitué par une résistance de 900 ohms en série avec un condensateur de 2 μF au point de terminaison en deux fils du réseau interurbain, ainsi qu'au point de terminaison des circuits de jonction à courants porteurs ou à quatre fils avec répéteurs. Les circuits de jonction sont constitués en câble chargé avec des bobines de 88 mH, la demi section terminale se trouvant dans le central interurbain. A ce point, l'impédance est d'environ 1100 ohms aux fréquences inférieures à 2000 Hz environ et elle s'élève considérablement aux fréquences supérieures. La section terminale est complétée à la capacité de huit dixième de section et se termine dans une bobine de charge de 44 mH. Elle présente alors au central interurbain une impédance de 900 ohms environ. On espère ainsi pouvoir obtenir, compte tenu d'un affaiblissement minimal de 2 dB pour le circuit local, une limitation appropriée de l'affaiblissement d'adaptation. Cela permet aussi de réduire au minimum les pertes dues aux réflexions dans le central local.

Lorsque les abonnés sont reliés au central interurbain, on utilise des compléments de ligne ayant une impédance de 900 ohms et un affaiblissement de 2 dB pour simuler des circuits de jonction à affaiblissement minimal. Le New Zealand Post Office utilise quelque peu des câbles pesant 2,5 et 4,5 livres par mile, qui ont une impédance assez élevée et assurent une adaptation suffisante à 900 ohms.

*Pertes dues aux commutations*

Le plan de transmission de la Nouvelle-Zélande admet 1 dB pour les pertes dues aux commutations dans les centraux interurbains, à chaque extrémité d'une communication interurbaine, ou s'effectue la commutation en deux fils. Les principaux éléments produisant un affaiblissement dans un central sont les ponts de transmission : le pont à condensateur ayant un affaiblissement de 0,5 dB environ à 1000 Hz et le pont à transformateur ayant un affaiblissement de 0,75 dB environ. L'affaiblissement tend à augmenter au-dessous de 500 Hz du fait que la réactance inductive en dérivation diminue et que la réactance capacitive en série augmente; ces facteurs dégradent également l'affaiblissement d'adaptation aux fréquences inférieures.

Pour réduire les pertes dues aux commutations et améliorer l'affaiblissement d'adaptation, il est nécessaire de réduire au minimum le nombre de ponts de transmission dans le circuit en deux fils se trouvant dans le central interurbain. Il est proposé d'incorporer le transformateur différentiel du circuit interurbain au bâti des relais de signalisation et de l'utiliser comme pont de transmission. On espère ainsi qu'il n'y aura qu'un seul pont en circuit à l'origine des communications établies en service semi-automatique et qu'il n'y en aura aucun à l'extrémité d'arrivée.

*Compresseurs-extenseurs syllabiques*

Il n'est pas permis d'utiliser plus de trois compresseurs-extenseurs syllabiques dans une communication complète, l'un se trouvant dans le réseau interurbain et les deux autres à chaque extrémité, soit sur le circuit de jonction relié au central local, soit dans l'équipement à courants porteurs de l'abonné. Pour éviter que les compresseurs-extenseurs soient connectés en tandem dans le réseau interurbain, ils ne sont autorisés que sur des circuits auxiliaires.

*Variation d'affaiblissement des circuits interurbains*

Pour que l'affaiblissement des circuits interurbains ne s'écarte pas de sa valeur nominale, toutes les liaisons en ligne et tous les groupes secondaires sont équipés de régulateurs commandés par une onde pilote. Les groupes primaires ne sont soumis à une régulation que lorsqu'ils sont transférés.

Jusqu'à maintenant, on a effectué les mesures périodiques de l'affaiblissement global des circuits interurbains entre lignes en deux fils, aux termineurs. On se propose à l'avenir d'inclure les équipements de signalisation et de commutation dans ces mesures. Des appareils automatiques de mesure périodique et des instruments de mesure numériques sont en cours de mise au point en vue de leur utilisation sur ces circuits. On pense qu'il sera alors possible de contrôler beaucoup plus rigoureusement l'affaiblissement des circuits interurbains.

## PLAN DE TRANSMISSION NATIONAL DU PAKISTAN

D'après le plan de transmission national, dans 95 % des communications entre deux abonnés du pays, la valeur nominale de l'équivalent ne doit pas être supérieure à 33 dB. L'équivalent de référence entre un abonné et les extrémités à quatre fils du circuit international ne doit pas dépasser 20,8 dB à l'émission et 12,2 dB à la réception. Dans le réseau, les affaiblissements sont assignés comme suit :

*Equivalents de référence des capsules*

| | |
|---|---|
| Capsule microphonique | de 2,6 à 0,8 dB |
| Capsule réceptrice | de 2,6 à 5,2 dB |

*Equivalents de référence dans une communication*

| | |
|---|---|
| Valeur maximale de l'équivalent de référence du système émetteur d'abonné | 10,8 dB |
| (en chiffres ronds : | 11 dB) |
| Valeur maximale de l'équivalent de référence du système récepteur d'abonné | 3,4 dB |
| (en chiffres ronds : | 3 dB) |
| Somme des équivalents de référence à l'émission et à la réception des postes d'abonné (avec la ligne) et du pont d'alimentation | 14 dB |
| Valeur nominale de l'équivalent de référence entre deux centraux | 19 dB |
| Equivalent de référence total | 33 dB |

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION DES PAYS-BAS

En établissant le plan d'affaiblissement national, l'Administration néerlandaise est partie des principes ci-après :

1) L'affaiblissement total d'abonné à abonné (non compris les postes téléphoniques) ne doit pas dépasser 30 dB.
2) Cet affaiblissement de 30 dB doit être réparti aussi économiquement que possible sur les diverses parties du réseau.

*Répartition des affaiblissements*

En ce qui concerne la répartition de l'affaiblissement, le réseau néerlandais se subdivise en :

réseau interrégional (entre les régions);
réseaux primaires (entre central régional et les centraux nodaux);
réseaux secondaires (entre central nodal et les réseaux locaux;
réseaux locaux.

Le réseau local présente le rendement le plus bas pour le trafic parce qu'il faut prévoir une paire de fils pour chaque ligne d'abonné individuellement. Dans tous les cas, la solution la plus économique sera de tolérer dans ce dernier réseau un affaiblissement aussi fort que possible. Ceci implique évidemment qu'il y aura moins d'affaiblissement disponible pour les autres réseaux, ce qui veut dire un affaiblissement très réduit pour les circuits interurbains.

Dans le plan d'affaiblissement actuel, les affaiblissements maximaux tolérables sont les suivants :

| | |
|---|---|
| réseau interrégional | 0 dB |
| réseau primaire | 0 dB |
| réseau secondaire | 3 dB |
| réseau local | 5 dB |

L'affaiblissement maximum total entre deux abonnés est alors de 27 dB (y compris l'affaiblissement des centraux téléphoniques et la perte due à la réduction du courant d'alimentation microphonique).

*Transmission dans un réseau local*

A cause de l'affaiblissement interurbain réduit (voir ci-dessus), il est actuellement possible dans les réseaux locaux de tolérer un affaiblissement de 5 dB entre le central de rattachement et le poste d'abonné.

Cet affaiblissement de 5 dB peut être assuré par l'utilisation de câbles non pupinisés d'une longueur de 5 km et avec des conducteurs d'un diamètre de 0,5 mm, à condition que le circuit soit terminé par un appareil téléphonique du type normalisé.

La résistance tolérable d'une paire, mesurée en boucle, est de 1000 ohms au maximum. En établissant le plan des réseaux de câbles urbains, il suffit donc d'observer les deux règles ci-après :

a) Une résistance en boucle de 1000 ohms;

b) Une longueur de câble de 5 km.

Il est possible de satisfaire à ces normes en employant des câbles avec des conducteurs d'un diamètre de 0,5 mm.

Autrefois les circuits interurbains réclamaient une partie importante de l'affaiblissement total disponible. De ce fait, on ne pouvait alors tolérer dans le réseau local qu'un affaiblissement moins fort qu'actuellement, ce qui a conduit à l'utilisation de câbles de faible longueur et à la création d'un grand nombre de centraux locaux desservant chacun une zone peu étendue. Par conséquent, dans un nombre de cas relativement petit, la longueur susmentionnée de 5 km est dépassée. Dans ces cas exceptionnels, des mesures spéciales s'imposent (par exemple l'utilisation de câbles avec des conducteurs d'un plus grand diamètre).

Parfois la création d'un plus grand nombre de centraux satellites donnera la solution désirée. Par analogie avec le réseau des câbles interurbains, le réseau d'interconnexion entre les centraux satellites, et celui reliant ces centraux interurbains, devront satisfaire aux normes ci-après :

central satellite-central satellite : 6 dB au maximum;

central satellite central interurbain : 3 dB au maximum.

Le plus souvent les câbles d'interconnexion sont pupinisés. Le diamètre des conducteurs est en général de 0,8 mm, l'inductance propre des bobines est de 65 mH et le pas de pupinisation de 3 km.

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION DE LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Le réseau interurbain de téléphonie automatique de la République fédérale d'Allemagne a encore fait, entre-temps, l'objet d'extensions d'après le plan des affaiblissements publié à la page 189 du tome V du *Livre Rouge*. Les nouvelles désignations des centres de commutation sont indiquées sur la figure 1.

Le réseau de trafic à grande distance ne comprend plus que des circuits à quatre fils, qui sont reliés entre eux par des sélecteurs pour circuits à quatre fils dans les centres tertiaires (ZVSt) et les centres secondaires (HVSt). Les circuits qui relient les centres secondaires (HVSt) et les centres primaires (KVSt) sont aussi presque exclusivement des circuits à quatre fils, mais en plus des centres primaires (KVSt) avec sélecteurs pour circuits à quatre fils, il y a aussi des centres primaires (KVSt) avec sélecteurs pour circuits à deux fils. Lors d'une interconnexion en quatre fils dans un centre primaire (KVSt), tous les circuits à deux fils qui le relient au central local (EVSt) sont

RÉSEAU NATIONAL (RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE)

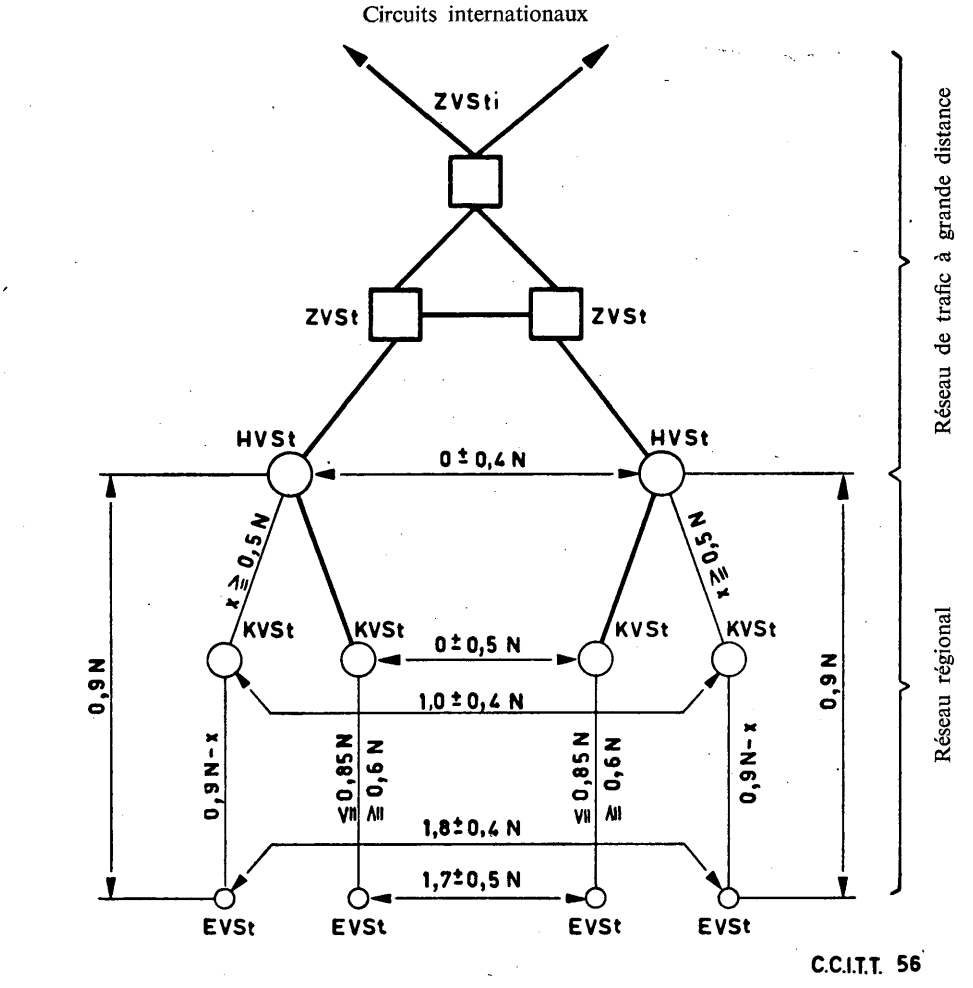



FIGURE 1. — **Plan des affaiblissements pour le réseau interurbain de téléphonie automatique (République fédérale d'Allemagne)**

pourvus d'un termineur. L'équilibrage est adapté dans chaque termineur au circuit considéré. L'affaiblissement de 4 dNp du termineur peut être supprimé par mise hors circuit de lignes d'affaiblissement de 4 dNp à l'extrémité du circuit à quatre fils à connecter (interconnexion avec compensation de l'affaiblissement).

Toutes les valeurs d'affaiblissement indiquées sur la figure 1 sont des valeurs d'affaiblissement de section et se rapportent aux points d'interconnexion aux contacts des sélecteurs. En plus des valeurs nominales de l'affaiblissement, on trouve sur la figure aussi les variations d'affaiblissement qui seraient produites en tenant compte d'une variation d'affaiblissement de +2 dNp pour chaque circuit avec répéteurs et addition quadratique des variations de l'affaiblissement de tous les circuits d'une chaîne de circuits. La valeur maximum de l'équivalent (y compris ces

variations d'affaiblissement) entre deux centraux locaux (EVSt) est 2,2 népers. Etant donné que tous les circuits interurbains à quatre fils sont interconnectés avec un affaiblissement d'insertion de 0 néper et que le centre tertiaire avec lignes internationales (ZVSti) est atteint de chaque centre primaire (KVSt) par tout au plus trois circuits, le plan allemand des affaiblissements correspond aussi aux nouvelles recommandations du C.C.I.T.T. relatives au plan d'interconnexion international.

L'équivalent de référence maximum à l'émission et à la réception d'une ligne d'abonné est respectivement de 1,2 néper et 0,2 néper par rapport au central local (EVSt). Pour les postes supplémentaires, ces valeurs peuvent être dépassées de 0,3 néper. Etant donné que l'affaiblissement de la section entre un central local (EVSt) et un point d'interconnexion à quatre fils de la chaîne de circuits interurbains est de 0,9 néper, on obtient pour l'équivalent de référence national maximum à l'émission et à la réception une valeur respective de 2,4 népers et 1,4 néper, ce qui correspond à l'Avis P.11 pour l'équivalent de référence national à l'émission et à la réception.

Le réseau de circuits représenté sur la figure 1 sera encore complété par un réseau de circuits directs. Des circuits directs entre les centres de commutation seront établis dans tous les cas où un trafic téléphonique suffisant justifiera la mise à disposition de faisceaux de circuits particuliers. La valeur maximum de l'équivalent de 2,2 népers entre centraux locaux (EVSt) ne sera pas dépassée non plus pour les communications téléphoniques établies sur ces circuits directs.

L'Administration fédérale allemande envisage d'établir, à côté des recommandations existantes du C.C.I.T.T., les valeurs de référence suivantes pour le comportement en technique de transmission de nouveaux équipements dans des centraux urbains et pour les lignes d'abonné reliées de manière fixe à ceux-ci :

a) L'affaiblissement d'insertion d'un central urbain (pont d'alimentation compris) ne devrait pas dépasser une valeur de 15 cNp à 800 Hz.

b) L'affaiblissement diaphonique entre deux circuits ne devrait pas être inférieur à 8 népers.

c) L'affaiblissement de symétrie des équipements techniques de commutation doit être, en position de conversation, d'au moins 5,3 népers dans les limites de la bande de transmission de 300 à 3400 Hz.

d) La tension psophométrique d'un central local ne doit pas dépasser 0,3 mV (évaluée avec la courbe de pondération pour téléphonie du C.C.I.T.T.), la mesure étant éxécutée avec liaison au répartiteur principal et terminaison sur 600 ohms.

e) La résistance en boucle maximale d'une ligne d'abonné (poste téléphonique non compris) est de 1600 ohms.

f) Les lignes d'abonné et les circuits de jonction doivent avoir une résistance d'isolement de 50 kilo-ohms au minimum entre fils, ainsi qu'entre fil et terre.

g) La transmission d'informations de la technique de commutation sur des lignes d'abonné et des circuits de jonction ne doit pas être compromise par des tensions longitudinales jusqu'à 65 $V_{eff}$.

h) Les variations de tension admissibles pour une alimentation de 60 V sont de +3 V et −0,4 V, par rapport à la valeur nominale.

*Classement par groupes des capsules microphoniques et réceptrices selon leur efficacité*

L'équivalent de référence d'un appareil téléphonique dépend essentiellement de l'efficacité des transducteurs électroacoustiques utilisés, c'est-à-dire des capsules microphoniques et réceptrices. L'efficacité des capsules microphoniques au charbon présente une loi de variation en fonction du courant d'alimentation telle que l'efficacité diminue aussi lorsque le courant d'alimentation diminue.

Dans la mesure de l'équivalent de référence de capsules, on constate que non seulement des capsules de différentes fabrications, mais aussi des capsules de la même fabrication, peuvent présenter des efficacités très différentes. Même dans le cas d'une fabrication impeccable il faut

admettre une certaine tolérance pour le fabricant afin que la fabrication des capsules reste économique. On peut donc facilement concevoir de grouper les capsules d'après leur efficacité et d'utiliser des capsules plus efficaces pour de plus longues lignes d'abonné et des capsules moins efficaces pour de plus courtes lignes d'abonné, afin d'obtenir une compensation de l'affaiblissement.

Il existe, pour chaque diamètre des conducteurs, une relation entre la longueur ou la résistance en courant continu et l'équivalent de référence, de sorte que l'équivalent de référence d'une ligne d'abonné qui se compose de fils de diamètre constant peut être caractérisé par la résistance en courant continu de la ligne. Pour les lignes d'abonné qui se composent de sections avec des fils de différents diamètres, l'équivalent mesuré à 1300 Hz correspond avec une précision suffisante à l'équivalent de référence de la ligne. Dans le calcul de l'équivalent de référence, il faut tenir compte de l'affaiblissement d'alimentation qui se présente en plus à l'émission.

Il s'est montré suffisant en pratique de prévoir pour les capsules réceptrices des échelons de 0,3 néper et pour les capsules microphoniques des échelons de 0,4 néper.

Pour les abonnés qui sont raccordés au central par de très courtes lignes, on insère un complément de ligne. Ce mode d'homogénéisation procure une augmentation de l'affaiblissement du signal local. En outre, on fait ainsi l'économie d'un groupe pour les capsules microphoniques et réceptrices respectivement.

Le tableau suivant montre l'association des groupes de capsules aux résistances en boucle de la ligne d'abonné.

| Résistance en boucle (ohms) (appareil téléphonique non compris) ..... | 0 à 500 [a] | 500 à 750 | 750 à 1000 [b] |
|---|---|---|---|
| Groupe de capsules microphoniques .. | I | II | III |
| Equivalent de référence à l'émission en népers ..... | +0,5 à +0,1 | +0,1 à −0,3 | −0,3 à −0,7 |
| Groupe de capsules réceptrices ..... | II | III | IV |
| Equivalent de référence à la réception en népers ..... | −0,3 à −0,6 | −0,6 à −0,9 | −0,9 à −1,2 |
| Equivalent de référence à l'émission du système d'abonné ..... | +0,8 à +1,2 | +0,7 à +1,2 | +0,6 à +1,2 |
| Equivalent de référence à la réception du système d'abonné ..... | 0 à +0,2 | −0,2 à +0,2 | −0,3 à +0,2 |

[a] On insère dans les lignes d'abonné ayant une résistance en boucle de moins de 250 ohms un complément de ligne ayant un équivalent de référence d'environ 0,3 néper.

[b] Grâce à l'emploi d'une alimentation supplémentaire, la gamme peut être élargie au-delà de 1000 ohms jusqu'à 1600 ohms, à condition que les valeurs limites pour l'équivalent de référence à l'émission et à la réception ne soient pas dépassées.

Comme le montre le tableau, les valeurs limites de +1,2 néper et +0,2 néper fixées dans le plan d'affaiblissement 55 de l'Administration fédérale allemande des postes et télécommunications, pour l'équivalent de référence à l'émission et à la réception d'un système d'abonné, sont respectées.

Etant donné que les capsules microphoniques et réceptrices peuvent être facilement interchangées, la compensation de l'affaiblissement décrite ci-dessus peut être exécutée sans dépense

supplémentaire de personnel et sans frais supplémentaires. Le fabricant mesure les capsules microphoniques et réceptrices à des « postes de mesure objective de l'équivalent de référence » et note l'efficacité correspondante. Dans cette mesure, on détermine, outre l'équivalent de référence, encore d'autres caractéristiques des capsules.

Les employés qui relèvent les dérangements ont sur eux des capsules microphoniques et réceptrices de tous les groupes d'efficacité, de sorte que, lors du remplacement de capsules, ils peuvent toujours insérer des capsules des groupes d'efficacité requis.

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION DU ROYAUME-UNI

*Limites appliquées dans les réseaux urbains et interurbains nationaux*

Par suite des essais subjectifs auxquels l'Administration du Royaume-Uni a procédé il y a quelques années, il a été décidé qu'entre les centres de secteur *(minor exchanges)*, l'affaiblissement à 800 Hz ne devrait pas dépasser 20 dB [1]. Les pertes dues aux commutations et aux réflexions sont comprises dans cette limite. L'équivalent de référence de deux lignes et postes d'abonné présentant les conditions limites, couramment utilisés dans les réseaux locaux du Royaume-Uni, est de 13 dB (en additionnant les équivalents de référence à l'émission et à la réception qui ont été mesurés séparément). On peut donc attribuer à l'équivalent de référence d'une communication nationale une valeur maximum totale de 33 dB (*N.B.* : Pour la planification de son réseau, l'Administration du Royaume-Uni n'a pas eu recours au concept d'« équivalent de référence », bien que celui-ci soit utile pour décrire un réseau).

La figure 1 montre comment l'affaiblissement de 20 dB entre les centres de secteur se trouve réparti entre les différentes catégories de circuits. Il est évidemment souhaitable de pouvoir imputer la plus forte proportion possible de cet affaiblissement au réseau des circuits locaux (centres de secteur-centres de groupement), car dans ce réseau, qui n'est pas équipé de répéteurs, une réduction de l'affaiblissement de même 1 dB entraînerait une forte dépense, et il est bon que l'on puisse en imputer la plus faible proportion possible au réseau interurbain qui, dans sa majeure partie, est équipé de répéteurs, où l'on doit, de toute façon, prévoir des amplificateurs et où il coûte très peu de prévoir un gain supplémentaire. L'affaiblissement d'équilibrage qu'il est possible d'assurer au termineur du circuit interurbain, au centre de groupement où se fait la commutation en deux fils, introduit toutefois une certaine limite. Pour éviter un programme onéreux de correction des impédances dans tous les centres de groupement du pays, et aussi pour éviter d'avoir à utiliser des suppresseurs d'écho, l'affaiblissement du réseau interurbain, mesuré entre extrémités à deux fils, a été fixé à 7 dB. Cet affaiblissement est indépendant du nombre de circuits interurbains et évite donc d'avoir à commuter des compléments de ligne. L'affaiblissement de chacun des deux circuits locaux intervenant dans une communication de complexité maximum doit, selon les plans, être de 4,5 dB, ce qui correspond à une longueur de câble chargé à fréquences vocales, sans répéteurs, d'environ 19 km (12 miles) (charge 88 mH à 1,83 km d'espacement, fils de cuivre de 0,9 mm de diamètre).

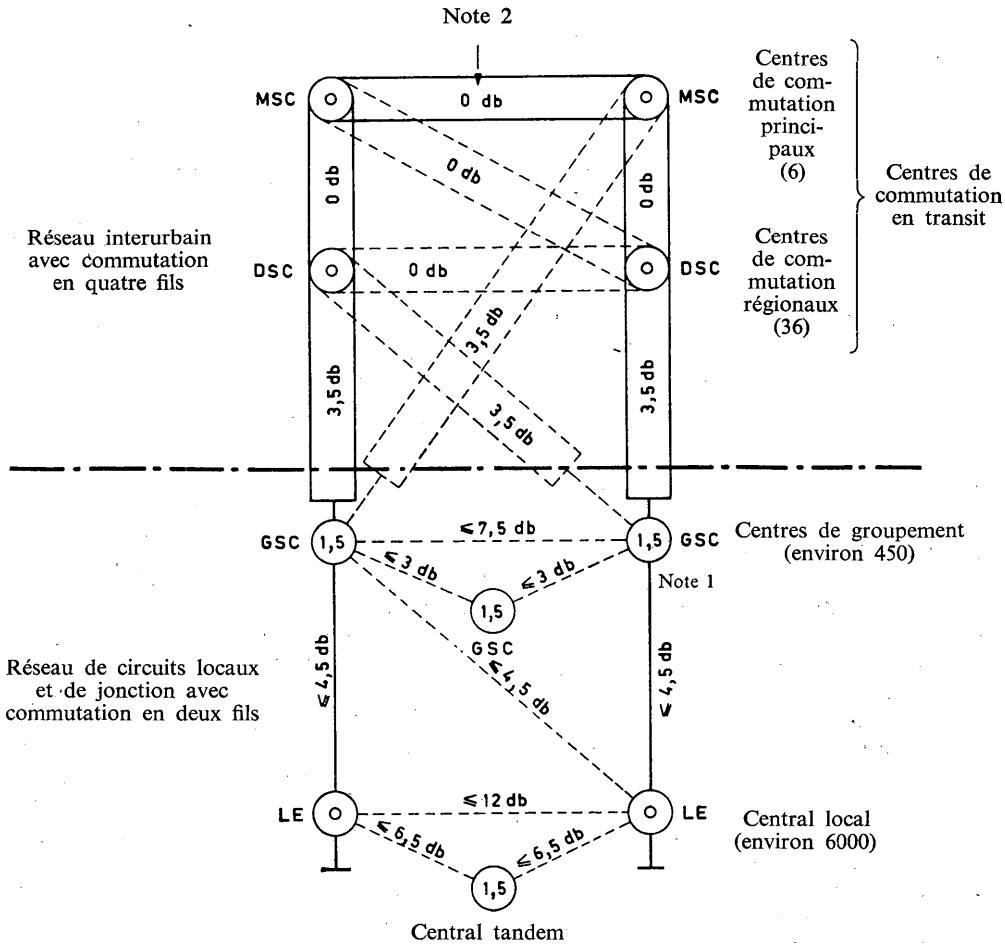
Il reste ainsi 4 dB pour les pertes par réflexion ou dues aux commutations, dont 3 dB sont représentés, sur la figure 1, comme les pertes par commutation dans deux centres de groupement. Sur les câbles non chargés, aux fréquences vocales les plus élevées, les pertes par réflexion sont appréciables, car il y a désadaptation d'impédance au point de commutation en deux fils. Il n'y a pas de pertes de transmission importantes par réflexion ou par commutation dans le réseau interurbain car, comme on l'a indiqué, la commutation se fait en quatre fils et la plupart des circuits sont établis sur des systèmes à courants porteurs, présentant par construction l'impédance voulue au point de commutation aux fréquences vocales.

On se référera utilement d'une façon générale à l'article indiqué ci-après :

TOBIN, W. J. E. et STRATTON, J. : A new switching and transmission plan for the inland trunk network. *P.O.E.E.J.*, Volume 53, partie 2, juillet 1960.

[1] Dans l'hypothèse où il n'y a pas distorsion d'affaiblissement importante. S'il s'agit de câbles à fréquences vocales non chargés, on considère, pour la planification, l'affaiblissement à 1600 Hz.

RÉSEAU NATIONAL (ROYAUME-UNI)




——— indique la voie primaire — — — — — indique la voie auxiliaire

*Notes*

1. Affaiblissement nominal du central. Il est de 0 dB aux centraux locaux terminaux car l'affaiblissement du central est compris dans la limite prévue pour la ligne et le poste de l'abonné.

2. Affaiblissement nominal du circuit.

3. Si l'un ou l'autre des circuits partant des centres de groupement est amplifié, il est réglé à un affaiblissement nominal de 3 dB.

FIGURE 1. — **Nouveau plan de transmission et de commutation du réseau interurbain (Royaume-Uni)**

*Limites appliquées dans les centraux locaux*

Le principe fondamental est que la qualité de transmission de tout abonné relié par une ligne d'abonné à un central local soit égale ou supérieure à celle d'un étalon représenté par un assemblage donné d'un poste d'abonné, d'une ligne d'abonné et d'un pont d'alimentation de central. La conception du réseau urbain est telle que la majorité des abonnés jouit d'une qualité de transmission bien supérieure au minimum.

L'étalon de qualité minimale et la méthode de détermination des valeurs relatives de la qualité de transmission pour l'émission et pour la réception sont décrites en détail dans l'Annexe 1 de la 2e partie du tome V du *Livre Rouge* (reproduite comme Supplément n° 8 au présent ouvrage).

## RÉSEAU NATIONAL (SINGAPOUR, RÉPUBLIQUE SUDAFRICAINE)

### CONTRIBUTION DE SINGAPOUR (SINGAPORE TELEPHONE BOARD)

Normes du C.C.I.F.; affaiblissement maximum des circuits de jonction : 8 dB; valeur maximum pour les lignes locales à l'émission et à la réception, respectivement : 10 et 5 dB.

### PLAN DE TRANSMISSION DE LA RÉPUBLIQUE SUDAFRICAINE

*Généralités*

Un objectif de 18,5 dB a été fixé pour l'équivalent total dans le plan de transmission actuel. On pourra satisfaire à cette exigence très stricte en employant la commutation directe en quatre fils dans tous les nouveaux centraux interurbains automatiques classés comme primaires, secondaires et tertiaires dans le réseau interurbain, et en exploitant le gain des lignes interurbaines à quatre fils dans toute la mesure du possible, aussi bien en cas de connexions quatre fils à quatre fils que de connexions quatre fils à deux fils.

Toutefois, la limite de 18,5 dB ne sera pas entièrement respectée pour toutes les communications dans un avenir rapproché, et ceci pour les raisons suivantes :

a) On tolérera, et ce pour des raisons économiques, qu'une petite partie des communications interurbaines dépasse l'équivalent nominal;

b) De nombreux centraux interurbains manuels (commutation en deux fils), doivent encore être remplacés par des centraux automatiques à quatre fils;

c) Les câbles de jonction des plus grands réseaux locaux avaient été établis en tenant compte d'un équivalent total de 25 dB. Un changement radical dans les caractéristiques d'affaiblissement de ces réseaux et un regroupement des centraux tandem ne se justifie pas à court terme, économiquement parlant. On s'efforcera néanmoins à l'avenir de ramener l'affaiblissement des circuits de jonction à des valeurs inférieures aux limites actuelles.

Le trafic interurbain en provenance ou à destination de ces réseaux n'en souffrira pas, car il est prévu des circuits locaux directs à petit affaiblissement entre tous les centraux terminaux et le centre de commutation de la zone interurbaine.

*Réseau interurbain*

Le schéma du plan de transmission de base du système interurbain est représenté par la figure 1.

Les caractéristiques de ce plan sont les suivantes :

1) Tous les circuits interurbains entre des centres de commutation primaires, secondaires et tertiaires sont à quatre fils et sont réglés pour un équivalent en quatre fils de −2,5 dB (ce qui donne un équivalent en deux fils correspondant de 4,5 dB).

*Remarque.*— La majorité des circuits interurbains du pays sont des circuits à courants porteurs.

2) Les circuits locaux entre centraux interurbains et centraux terminaux peuvent être des circuits à quatre fils ou à deux fils.

3) Lorsque deux circuits sont interconnectés, on introduit des compléments de ligne à affaiblissement fixe pour contrebalancer le gain supplémentaire de 2,5 dB et pour ajouter un affaiblissement supplémentaire de 0,5 dB dans les centres tertiaires et secondaires et de 1,0 dB dans les centres primaires, ceci afin d'augmenter progressivement l'équivalent total en deux fils des communications à plusieurs circuits. Dans le cas le plus défavorable d'une communication E1 - T1 - S1 - P1 - P2 - S2 - T2 - E2, l'équivalent en deux fils atteint 8,5 dB.

4) Il a été prévu d'augmenter le gain des circuits à quatre fils lorsqu'ils sont connectés par commutation à des circuits à deux fils, afin d'obtenir des équivalents totaux approchant de ceux des communications qui ne comprennent que des circuits à quatre fils.

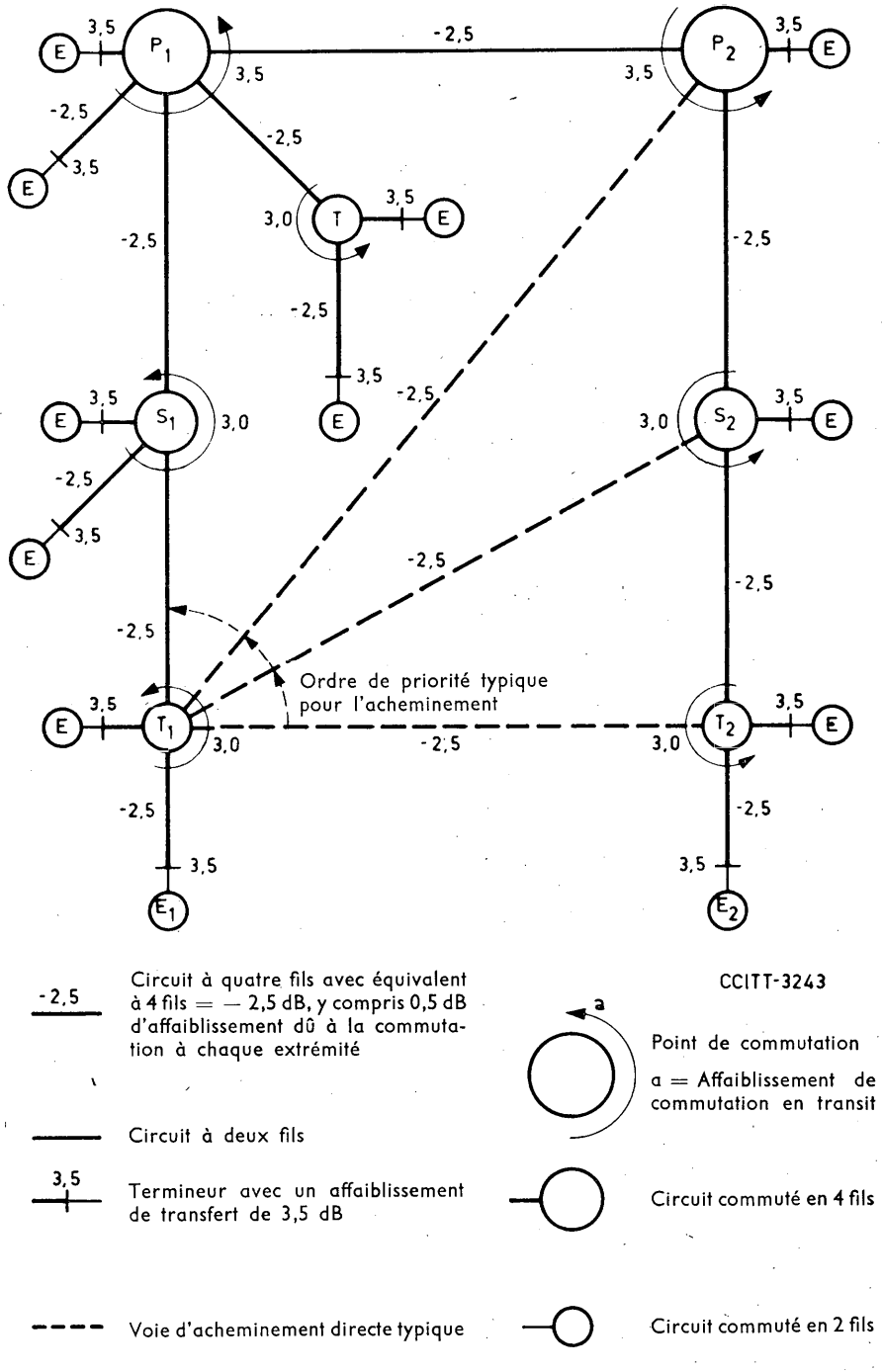



FIGURE 1. — **Plan de transmission à quatre fils et d'acheminement de base (République Sudafricaine)**

Les affaiblissements de tous les circuits interurbains et de jonction à deux fils sans amplification se terminant à un central primaire (affaiblissement dépassant 2 dB) ou à un autre central interurbain (affaiblissement dépassant 1 dB) sont compensés ou l'on diminue leur affaiblissement. Le degré de réduction de l'affaiblissement réalisable dépend de l'affaiblissement d'adaptation que l'on peut obtenir au point de passage de quatre fils à deux fils.

Les circuits à deux fils nécessitant une réduction d'affaiblissement sont en permanence reliés à des termineurs et à des équilibreurs de précision. Les circuits en câble à deux fils nécessitant une réduction d'affaiblissement sont normalement des circuits chargés. L'impédance plus élevée des circuits en câbles chargés (1100 ohms) est adaptée, dans le termineur, à l'impédance des équipements interurbains (600 ohms).

5) Les circuits interurbains à fréquences vocales se terminant à un central interurbain sont amplifiés, quel que soit l'affaiblissement, si l'on doit pouvoir réduire leur affaiblissement et, dans tous les autres cas, si l'affaiblissement dépasse 4,5 dB.

6) On majore le gain des circuits à quatre fils pour compenser l'affaiblissement de commutation dans les trajets à quatre fils, de même que les affaiblissements des termineurs. Il a été prévu une valeur de 0,5 dB par extrémité de ligne interurbaine ou de 1,0 dB par central.

*Réseau de circuits de jonction*

1) La résistance et l'affaiblissement d'un circuit de jonction unique continu sont limités à 1500 ohms et 6 dB respectivement.

2) Les circuits de jonction sont disposés de telle manière que l'affaiblissement cumulatif de circuits de jonction connectés en tandem est limité à 12 dB.

3) Les communications empruntant des circuits de jonction sont acheminées par un maximum de cinq centraux, soit deux centraux terminaux et trois centraux tandem. On prévoit pour l'affaiblissement de commutation une tolérance de 1 dB par central.

4) Les circuits de jonction sont généralement des circuits à fréquences vocales non chargés, ou munis de bobines de 88 mH à des intervalles de 2000 yards, soit 1828 m. Cependant, on utilise de plus en plus des circuits à courants porteurs.

*Lignes d'abonné*

On s'en tient à une résistance en boucle maximale de 1000 ohms. L'affaiblissement maximal d'une ligne d'abonné est de l'ordre de 7 dB à 800 Hz.

*Postes d'abonné*

Les caractéristiques de la plupart des postes téléphoniques sont les suivantes, lorsqu'ils sont utilisés avec une ligne d'abonné de 1000 ohms (circuit en câble de 6,5 livres par mile soit 0,51 mm de diamètre)

équivalent de référence à l'émission : 8 dB [1]

équivalent de référence à la réception : 0 dB [1]

Les appareils du type le plus récent qui sont maintenant fabriqués en Afrique du Sud ont des équivalents à l'émission et à la réception de 3,0 dB et 2,0 dB, lorsqu'ils sont utilisés sur une ligne maximale d'abonné de 1000 ohms, ce qui représente une amélioration de 3 dB par rapport aux appareils téléphoniques généralement utilisés.

*Remarque.*— L'affaiblissement dû au pont d'alimentation du central n'est pas compris dans les équivalents donnés ci-dessus.

[1] Par rapport au S.F.E.R.T.

## RÉSEAU NATIONAL (SUÈDE)

### CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION SUÉDOISE

Notre plan de transmission national pour un réseau téléphonique entièrement automatique a été établi sur la base des principales considérations ci-après :

1. L'équivalent de référence pour la plupart des appareils téléphoniques du réseau suédois est de 0 $\pm$0,3 Np à l'émission et de 0,7 $\pm$0,2 Np à la réception.

*Remarque.*— Les appareils téléphoniques fabriqués actuellement ont des équivalents de référence de $-0{,}2 \pm 0{,}3$ Np à l'émission et de $-0{,}9 \pm 0{,}3$ Np à la réception.

2. Division du pays en zones desservies par des centraux, en zones de numérotage et en zones d'acheminement en transit.

3. Le réseau des lignes existantes, notamment les lignes à grande distance et les câbles plus courts qui étaient déjà en service dans les zones à service automatique lors de l'établissement du plan. A cet égard, notre position de départ pour la préparation de l'automatisation du service interurbain était défavorable, car les installations existantes dont nous devions tenir compte dans certaines décisions étaient relativement importantes. Ces installations comprenaient principalement des câbles pupinisés, mais on avait déjà mis en chantier la construction d'un système à courants porteurs en câbles et on postula que ce type de système prédominerait lors des futures extensions du réseau de lignes interurbaines.

4. Les équipements existants dans les centraux automatiques. Ces équipements étaient déjà en service, lors de l'établissement du plan, dans de nombreux centres de zone de numérotage et dans de nombreux centraux auxiliaires, tous du type à deux fils. En revanche, les ingénieurs chargés de la conception des centres de transit pour le service interurbain automatique bénéficiaient d'une liberté de réalisation totale en ce qui concernait les caractéristiques techniques de la transmission.

Bien entendu, l'un des buts poursuivis dans l'établissement d'un réseau automatique national était de satisfaire, pour toutes les communications nationales et internationales, à la recommandation du C.C.I.T.T. relative à l'obtention d'un équivalent de 4,6 népers et de réaliser, si possible, une valeur encore plus petite (voir à ce sujet l'article de G. Swedenborg « A survey of the development of telephone apparatus from the speech transmission aspect » paru dans l'édition en langue anglaise de *Tele*, n° 1/1953. Pour réaliser cet objectif avec des dépenses raisonnables, il convient d'utiliser des amplifications aussi grandes que possible, sous réserve des limites imposées par les échos et par l'amorçage d'oscillations. La solution adoptée à ce sujet est décrite par B. Bjurel, H. O. Björk et E. Waldelius dans un autre article publié dans le même numéro de *Tele* : « Technical viewpoints respecting automatization of the trunk traffic », p. 21-24. On trouvera ci-dessous un résumé des principales caractéristiques de ce plan de transmission :

a) On a recours à la commutation en quatre fils avec compléments de ligne dans les centres de commutation dont dépendent les centres de zones de numérotage (NAC = numbering area centres).

b) Afin d'obtenir les conditions de niveau les plus simples possible, on fait en sorte que tous les circuits d'une chaîne NAC-NAC aient un affaiblissement nominal nul en service de transit. On y ajoute 0,3 ou 0,5 néper à chaque point terminal suivant les caractéristiques des circuits composants, en sorte que, dans le cas le plus défavorable, l'affaiblissement nominal total NAC-NAC sera de 1,0 néper (0,6 néper seulement dans le cas d'un système à courants porteurs).

c) L'affaiblissement en ligne dans le sens de l'abonné vers le NAC ne doit pas dépasser 1,5 néper, y compris la perte de courant d'alimentation (1,2 néper dans le sens NAC-abonné). Il y a ainsi addition des affaiblissements du réseau urbain et du réseau interurbain; les valeurs respectives de ces affaiblissements sont fixées, dans chaque cas, sur la base de considérations économiques. De cette manière il est possible, par exemple, de réaliser des économies dans le réseau urbain lorsque le central urbain et le NAC sont séparés par une petite distance.

d) Compte tenu des tolérances applicables à la qualité des postes téléphoniques d'une part, des variations de l'affaiblissement en ligne en fonction du temps d'autre part, la valeur maximum de l'équivalent de référence pour les communications nationales sera d'environ 4 népers. Cependant, dans la majorité des cas, les conditions de transmission pour les communications interurbaines seront beaucoup plus favorables. Quoi qu'il en soit, il est souhaitable d'améliorer encore les choses, en particulier dans le service international où il n'est guère aisé de satisfaire aux recommandations du C.C.I.T.T. concernant l'équivalent du réseau national à l'émission.

*Remarque.*— L'Administration suédoise est disposée à introduite l'équivalent de référence global de 4,15 népers dès que cette valeur sera acceptée par le C.C.I.T.T., sous réserve que les valeurs choisies d'équivalent de référence à l'émission et à la réception soient respectivement 2,4 et 1,4 népers.

*Qualité de transmission des centraux urbains*

1. L'affaiblissement maximum admissible dans un central urbain, mesuré entre les jacks de mesure du répartiteur général, pour les lignes d'arrivée et de départ est de 2 dNp à 300 Hz et de 1 dNp dans la gamme de 800 à 3000 Hz.

2. L'affaiblissement diaphonique minimum admissible entre deux communications quelconques dans un central urbain est représenté par le graphique de la figure 1.

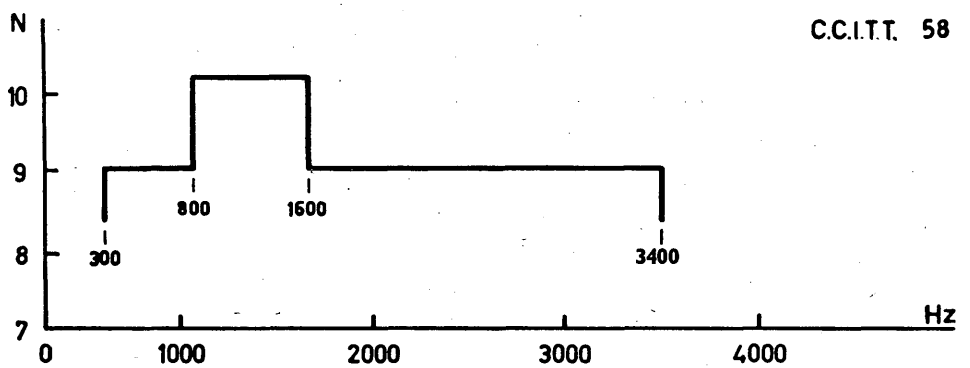



FIGURE 1. — (Suède)

L'affaiblissement diaphonique est mesuré entre les jacks de mesure du répartiteur général, les circuits étant terminés sur une résistance de 600 ohms.

L'affaiblissement diaphonique entre divers dispositifs du central doit être calculé de telle sorte que l'on obtienne les valeurs ci-dessus pour l'ensemble du central. Cela implique, en règle générale, que l'affaiblissement diaphonique entre des dispositifs du central doit être supérieur d'environ 1 Np aux valeurs indiquées sur le graphique.

## LE PLAN DE TRANSMISSION DE 1966 DE L'ADMINISTRATION SUISSE

*Introduction*

Le plan de transmission de 1957 [1] est fondé encore dans une large mesure sur la commutation en deux fils dans les centraux terminaux interurbains. Entre-temps, la technique des moyens de transmission a évolué. Depuis 1965, la commutation en quatre fils est appliquée progressivement dans les centraux terminaux interurbains. L'introduction de ce nouveau mode de commutation a donné l'occasion d'élaborer un nouveau plan de transmission.

[1] *Livre Rouge*, tome V *bis*, Annexe 4 section XIV, page 115.

*Les buts du plan de transmission de 1966*

Le plan de transmission est une base technique pour la planification et l'établissement des projets des réseaux interurbains, ruraux et locaux. En refondant ce plan, il s'agissait de tenir compte des exigences suivantes :

— Réduction des équivalents maximaux possible dans les cas extrêmes;

— Adaptation aux recommandations du C.C.I.T.T., par exemple d'améliorer l'écart entre signal et bruit et de diminuer la distorsion d'affaiblissement;

— Stabilité suffisante des communications téléphoniques, afin d'éviter un fort écho au passage du circuit à quatre fils au circuit à deux fils;

— Diaphonie négligeable;

— Rapport avantageux entre les dépenses supplémentaires et la qualité obtenue.

*Le plan d'affaiblissement*

Le nouveau plan de transmission est caractérisé par la commutation en quatre fils. Une chaîne en quatre fils a en principe un affaiblissement nul, ce n'est qu'au passage à la chaîne à deux fils qu'on atteint la valeur nominale de 0,8 Np d'équivalent par la suite de l'affaiblissement des termineurs. Les circuits en basse fréquence entre le central terminal interurbain et les centraux locaux et ruraux raccordés, dont l'affaiblissement dépasse 0,1 néper sont équipés d'un amplificateur terminal. Ces amplificateurs deux/quatre fils compensent l'affaiblissement des circuits associés, de sorte qu'on obtient entre les extrémités deux fils aussi la valeur de 0,8 Np. Les circuits à courants porteurs du réseau rural sont en quatre fils du côté central terminal interurbain et en deux fils du côté central nodal ou central terminal (figure 1).

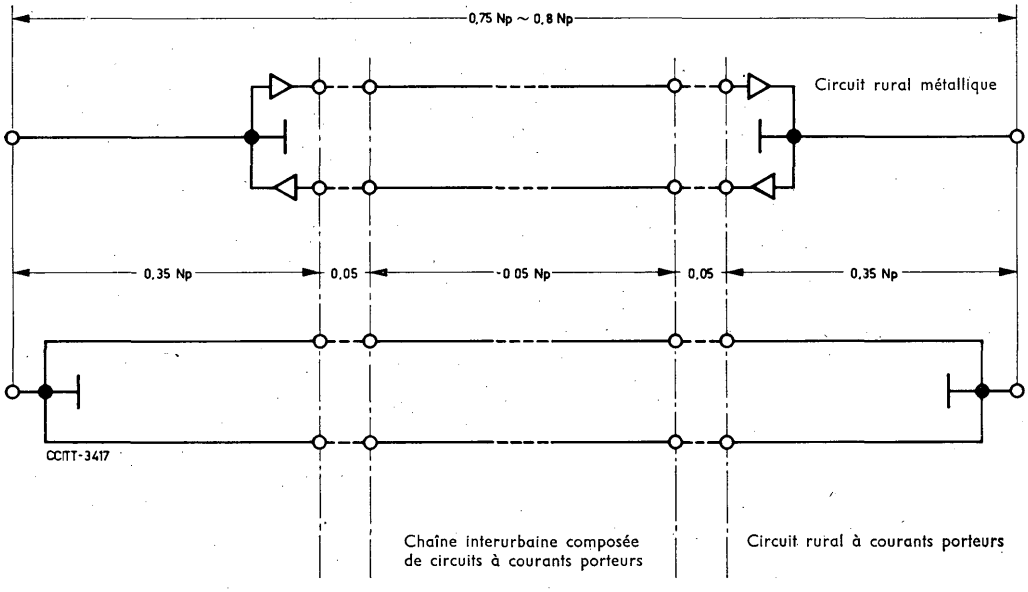



FIGURE 1. — **(Suisse)**

Afin que l'équivalent d'une liaison interurbaine ne soit pas augmenté de l'affaiblissement des centraux de transit, chaque circuit à quatre fils et chaque circuit avec amplificateur terminal doit en moyenne être réglé avec un gain de 0,05 Np. Une recommandation du C.C.I.T.T. se trouve ainsi simultanément remplie. Comme il y a toujours $n$ circuits et $n-1$ centraux de transit, l'équivalent de 0,8 Np devient effectivement 0,75 Np.

Le plan de transmission ne serait pas réaliste s'il ne tenait pas compte de la dispersion des niveaux des circuits amplifiés à fréquences vocales et des circuits à courants porteurs. Pour chaque tronçon de circuit, il faut compter avec un écart type $\sigma$ de 0,08 Np. Si l'on tient compte de la répartition du trafic entre trafic terminal et trafic tandem, un raisonnement simple montre que, pour 1 % à peine du trafic interurbain, l'équivalent s'écartera de plus de $\pm 0{,}24$ Np $= 3\,\sigma$ de la valeur nominale.

La figure 2 montre le nouveau plan de transmission. Le commentaire suivant doit être fait à ce sujet :

Le plan d'affaiblissement de 1966 diffère principalement du précédent par le fait que la commutation en quatre fils dans les centraux terminaux interurbains permet de repousser la limite de l'équivalent de 0,8 Np beaucoup plus près du poste d'abonné. L'équivalent 0,8 Np ou plus exactement 0,75 Np, s'applique en général à toutes les liaisons interurbaines entre centraux locaux de quartier (si $A < 0{,}1$ Np), centraux nodaux, ruraux, et centraux terminaux ruraux, à condition toutefois que ces derniers soient rattachés directement au central terminal interurbain.

Pour les liaisons entre centraux de quartier, il y a lieu de signaler une restriction. En effet, les circuits de jonction reliant le central interurbain au central de quartier, dont l'affaiblissement est inférieur ou égal à 0,1 Np, ne sont pas équipés d'amplificateurs terminaux, mais seulement de transformateurs différentiels. La valeur de 0,75 Np peut dans ce cas être augmentée de $2 \times 0{,}1$ Np pour les circuits de jonction et $2 \times 0{,}05$ Np pour l'affaiblissement non compensé des centraux, et s'élever jusqu'à 1,05 Np.

Pour les liaisons établies vers les centraux terminus ruraux reliés à un central nodal rural, il faut tenir compte de l'affaiblissement du circuit de liaison entre ces deux centraux, puisqu'il n'est plus compris dans la valeur normalisée de la liaison interurbaine prolongée. Dans ces cas, on a fixé une valeur globale de l'affaiblissement de 0,9 Np pour la liaison comprenant le central nodal, la ligne de jonction du central nodal au central terminal, le central terminal et la ligne d'abonné. Cette valeur peut être répartie librement dans certaines limites.

La ligne d'abonné aura un équivalent maximum de 0,52 Np à 800 Hz. Cette valeur est limitée principalement par la résistance ohmique en boucle, qui ne doit pas dépasser 700 ohms et aussi par la distorsion d'affaiblissement.

L'équivalent total maximum entre les postes d'abonné peut être fixé selon les indications ci-dessous,

pour le cas général à 1,99 Np

pour les centraux de quartier à 2,29 Np

pour les centraux terminaux à 2,55 Np

*L'équivalent de référence*

L'intelligibilité d'une communication téléphonique est déterminée principalement par l'équivalent de référence. Lorsque les circuits de liaison n'ont qu'une faible distorsion d'affaiblissement, on admet que l'équivalent de référence de la communication complète est représenté par la somme des équivalents à 800 Hz des circuits et des équivalents de référence des systèmes locaux.

Avec une réserve de 0,1 Np pour les équipements supplémentaires éventuels, les équivalents de référence des systèmes locaux seront :

| *Poste d'abonné* | *Câble d'abonné* | *⌀ 0,6 mm* |
|---|---|---|
| | 0 km | 5,3 km |
| Modèle PTT 1950 émission ..... | 0,2 Np | 1,2 Np |
| Modèle projeté émission ..... | 0,8 Np | 1,0 Np |
| Modèle PTT 1950 réception ..... | 0,1 Np | 0,8 Np |
| Modèle projeté réception ..... | −0,15 Np | 0,2 Np |

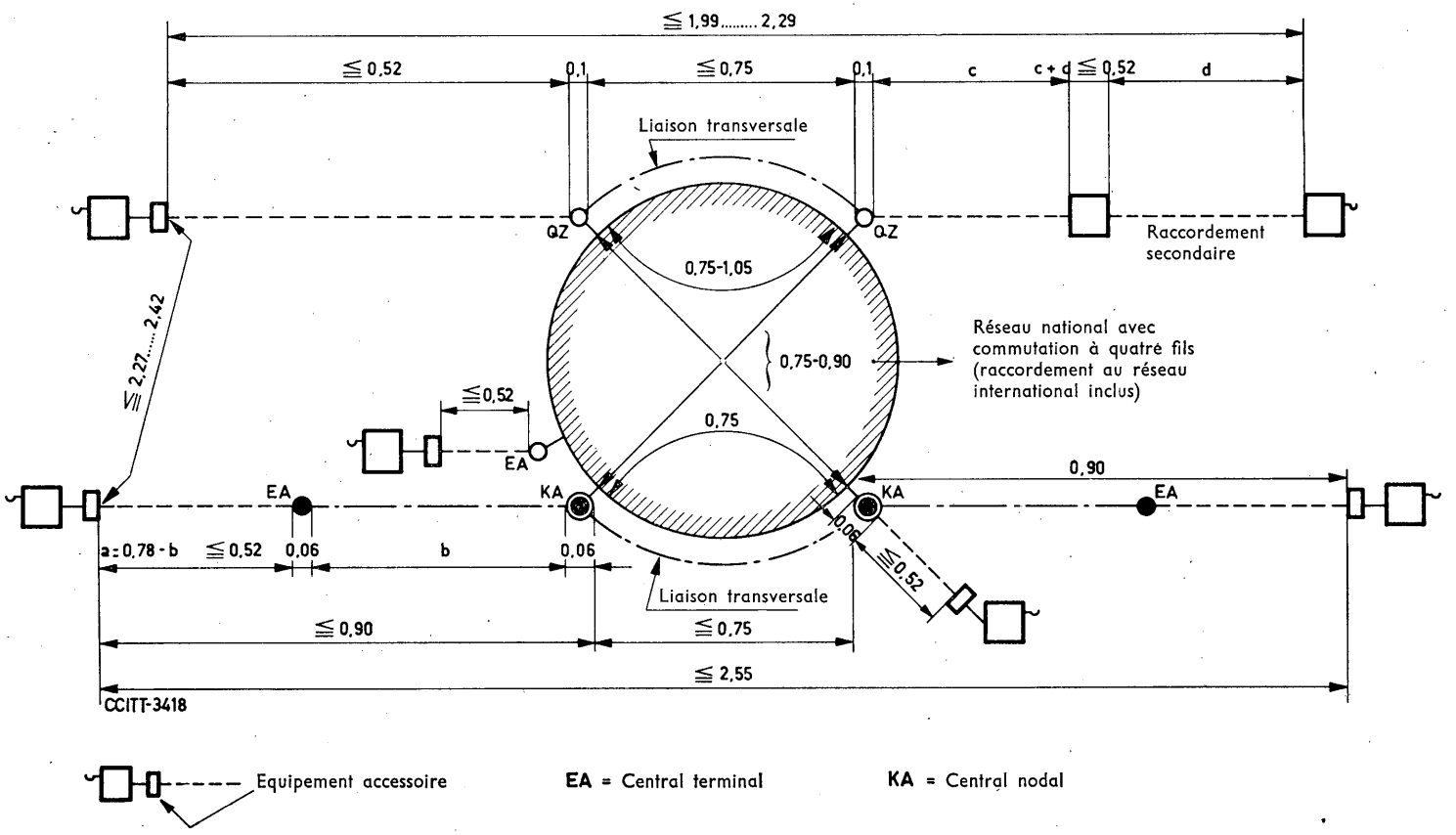



FIGURE 2. — **(Suisse)**

Pour les liaisons internationales, on obtient ainsi les équivalents de référence nominaux maximaux suivants :

*Liaison*

*Système émetteur national*

avec poste modèle 1950 ..... 2,0 Np
avec appareil projeté ..... 1,8 Np

*Système récepteur national*

avec poste modèle 1950 ..... 1,6 Np
avec appareil projeté ..... 1,0 Np

A ces chiffres, il faut ajouter les tolérances de $\pm 0{,}24$ Np pour la ligne et de $\pm 0{,}2$ Np pour les postes d'abonné. On constate toutefois que l'équivalent de référence à la réception, avec le poste modèle 1950, est toujours au-dessus de la valeur de 1,4 Np recommandée par le C.C.I.T.T. Mais si l'on considère le nombre de communications internationales qui seront établies dans ces cas extrêmes, on constate que, même en tenant compte des tolérances possibles, leur pourcentage reste bien au-dessus de la valeur de 5% admise par le C.C.I.T.T.

## CONTRIBUTION DE L'ADMINISTRATION TCHÉCOSLOVAQUE

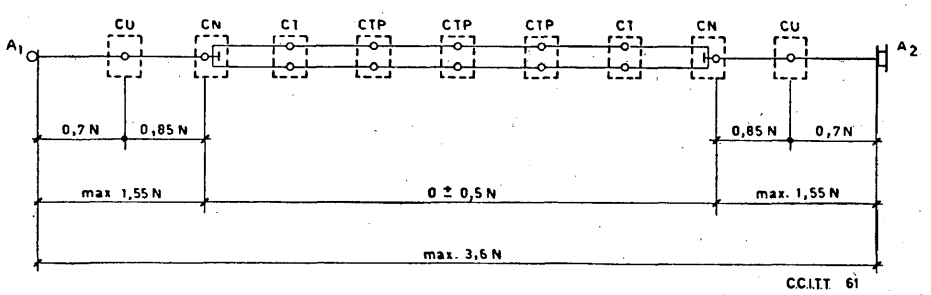
Le plan de transmission dans le réseau téléphonique national a été élaboré sur les principes suivants :

a) L'équivalent de la ligne pour une communication interurbaine doit représenter 3,6 Np au maximum (figure 1);

b) Les équivalents relatifs du microphone et du récepteur doivent être à l'heure actuelle de 6 et 0 dNp. Pendant le développement ultérieur on compte avec un équivalent relatif du microphone de 3 dNp et du récepteur de $-3$ dNp;

c) La communication dans le central nodal est réalisée comme communication à deux fils, la communication sortant du central nodal dans un niveau interurbain plus élevé est réalisée en ligne à quatre fils;

d) Les lignes à quatre fils métalliques seront connectées dans l'avenir (si possible) en quatre fils.




CU = Central urbain
CN = Central nodal
CT = Central de transit
CTP = Central de transit principal

FIGURE 1. — **Equivalent de référence entre deux abonnés (Tchécoslovaquie)**

La qualité d'une communication téléphonique est évaluée selon le degré de clarté, de sonorité (de l'intensité acoustique) et de fiabilité (sûreté) d'une communication établie. La qualité finale de transmission est donnée par les conditions suivantes :

— la bande téléphonique doit être transmise dans l'étendue de 300 jusqu'à 3400 Hz;

— la force électromotrice psophométrique sur un circuit téléphonique ne doit pas dépasser, pendant la mesure à l'aide d'un psophomètre, la valeur de 2 mV en un point de niveau relatif −0,8 Np;

— les ponts d'alimentation pour une communication urbaine ne doivent pas entraîner un affaiblissement supérieur à 15 cNp.

## NOTES RELATIVES AU PLAN DE TRANSMISSION DU RÉSEAU NATIONAL DE ZAMBIE

### 1. *Introduction*

L'Administration zambienne n'a pas encore pu mesurer avec précision la qualité de fonctionnement des appareils et des lignes d'abonné. De ce fait, le plan de transmission du réseau national a été élaboré sur la base des renseignements fournis par d'autres administrations et par les constructeurs des appareils de manière à respecter les conditions énoncées dans l'Avis G.111 (P.11) du C.C.I.T.T. concernant l'équivalent de référence nominal, qui ne doit pas dépasser 20,8 dB à l'émission et 12,2 dB à la réception, entre un abonné et les extrémités à quatre fils d'un circuit international quelconque. Il est également nécessaire de prévoir un affaiblissement terminal d'au moins 3,5 dB entre les points à deux fils du réseau national et les extrémités à quatre fils du circuit international, cette chaîne pouvant compter jusqu'à trois circuits nationaux commutés en transit.

### 2. *Réseau interurbain à quatre fils*

Un nouveau réseau interurbain automatique national, en cours d'installation, permettra une commutation en quatre fils aux centres primaires ainsi qu'aux centres de rang plus élevé. Ces centres sont interconnectés exclusivement par des circuits multiplex à grande vitesse et un affaiblissement nominal de 0 dB a été spécifié pour les chaînes à quatre fils entre deux centres quelconques de ce type.

Les chaînes entre centres primaires et secondaires comprendront soit des circuits multiplex à grande vitesse, soit des câblages internes dans les stations, l'affaiblissement entre l'extrémité à deux fils au centre primaire et l'extrémité à quatre fils au centre secondaire a été fixé à 3,5 dB, étant admis que l'affaiblissement du câblage interne de la station sera de 0 dB. Ces dispositions permettent :

a) d'obtenir l'affaiblissement de 3,5 dB requis entre les points à deux fils du réseau national et l'extrémité à quatre fils d'un circuit international;

b) d'éviter la commutation de compléments de ligne, l'affaiblissement étant indépendant du nombre de points de commutation;

c) d'obtenir un affaiblissement de 7 dB entre points à deux fils du réseau national, ce qui permet d'éviter l'emploi de suppresseurs d'échos et aussi, espère-t-on, celui de correcteurs d'impédance dans les centres primaires.

### 3. *Réseau de zone primaire*

Si l'on veut respecter les avis du C.C.I.T.T. relatifs aux communications internationales avec le type de poste d'abonné actuellement utilisé pour les installations nouvelles, l'équivalent de référence maximal admissible dans le réseau de la zone primaire est déterminé par l'équi-

valent à l'émission. En raison de limites imposées par le matériel existant et de considérations d'ordre économique, il n'a pas été possible de fixer indépendamment l'équivalent de référence dans la zone locale et l'affaiblissement des circuits locaux. Cependant, pour simplifier autant que possible la planification, les zones primaires ont été réparties en trois catégories, à chacune desquelles a été attribuée une proportion relative donnée de l'équivalent de référence et de l'affaiblissement du circuit local.

4. *Equivalent de référence total*

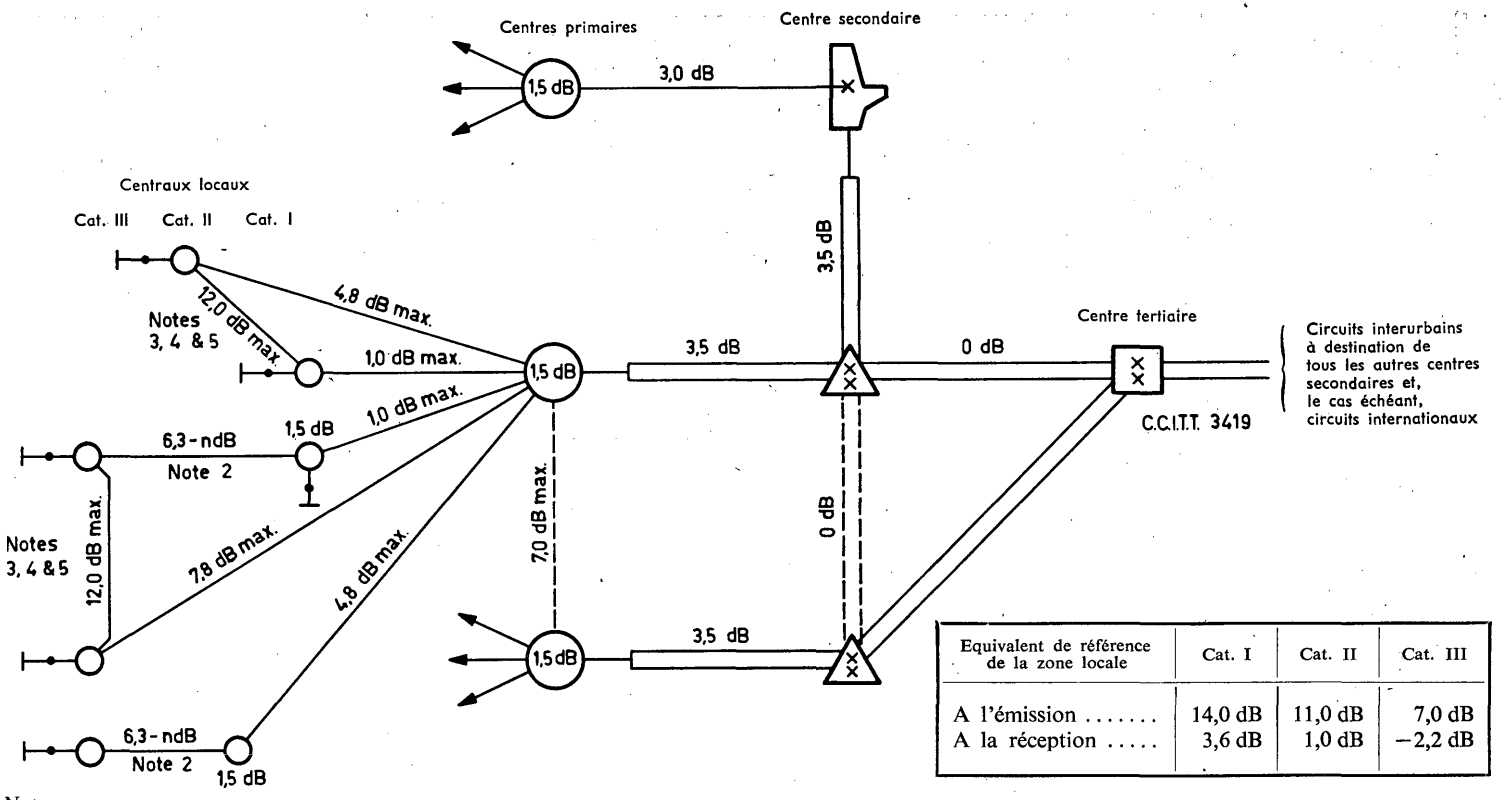
Les équivalents de référence totaux et les affaiblissements entre abonnés de zones primaires appartenant à des catégories différentes et points de commutation en quatre fils sont indiqués dans le total du tableau ci-dessous. Il s'ensuit que, dans le cas le plus défavorable, l'équivalent de référence d'une communication interurbaine nationale sera la somme des totaux les plus élevés à l'émission et à la réception, à savoir 31,6 dB.

| | Catégorie I | | Catégorie II | | Catégorie III | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Emission* | *Réception* | *Emission* | *Réception* | *Emission* | *Réception* |
| Equivalent de référence pour la zone locale ..... | 14,0 dB | 3,6 dB | 11,0 dB | 1,0 dB | 7,0 dB | −2,2 dB |
| Affaiblissement du circuit local ..... | 1,0 dB | 1,0 dB | 4,8 dB | 4,8 dB | 7,8 dB | 7,8 dB |
| Affaiblissement dû au centre de commutation primaire .. | 1,5 dB | 1,5 dB | 1,5 dB | 1,5 dB | 1,5 dB | 1,5 dB |
| Total pour la zone primaire ..... | 16,5 dB | 6,1 dB | 17,3 dB | 7,3 dB | 16,3 dB | 7,1 dB |
| Affaiblissement dans le réseau interurbain deux fils - quatre fils ..... | 3,5 dB | 3,5 dB | 3,5 dB | 3,5 dB | 3,5 dB | 3,5 dB |
| Total ... | 20,0 dB | 9,6 dB | 20,8 dB | 10,8 dB | 19,8 dB | 10,6 dB |

5. *Classification des centraux locaux*

5.1 *Catégorie I*

Centraux urbains situés dans le même bâtiment qu'un centre primaire ou d'ordre supérieur, les circuits interurbains étant constitués par un câblage interne dans la station dont l'affaiblissement ne dépasse pas 1 dB. Il s'agit, en général, de centraux automatiques importants où il serait difficile d'obtenir un équivalent de référence moins élevé pour les appareils et les lignes d'abonné, notamment dans le cas de certains des abonnés les plus éloignés, et en particulier de lignes rurales partagées. La création de nouveaux circuits d'abonné ayant un équivalent de référence dépassant 11 dB à l'émission et 1 dB à la réception (c'est-à-dire les limites correspondant aux centraux de la catégorie II) ne sera autorisée que dans des circonstances exceptionnelles. Dans ces zones, il peut être nécessaire de prévoir des compléments de ligne pour les lignes d'abonné très courtes.




| Equivalent de référence de la zone locale | Cat. I | Cat. II | Cat. III |
|---|---|---|---|
| A l'émission ..... | 14,0 dB | 11,0 dB | 7,0 dB |
| A la réception ..... | 3,6 dB | 1,0 dB | −2,2 dB |

*Notes*

1. L'équivalent de référence de la zone locale comprend la ligne d'abonné limite, le poste d'abonné et le central local.
2. $n$ = Affaiblissement réel du circuit local précédent.
3. Affaiblissement des circuits en câble non chargé, mesuré à 1600 Hz.
4. Circuits locaux et de jonction (circuits multiplex à courant porteur), affaiblissement réglé à 3 dB (deux fils-deux fils).
5. Circuits de jonction entre centraux locaux de toute catégorie exclusivement affectés au trafic direct, c'est-à-dire ne pouvant être utilisés pour des communications interurbaines, max. 12 dB.
6. ⨯ = point de commutation en quatre fils.

**Plan du réseau interurbain automatique national, première étape (Zambie)**

5.2 *Catégorie II*

Centraux urbains éloignés de centres primaires et desservant soit de petites collectivités urbaines situées à quelque distance du centre primaire, soit les zones suburbaines d'agglomérations plus importantes.

5.3 *Catégorie III*

Centraux satellites desservant des zones peu étendues à forte densité de population. Des considérations relatives à la signalisation limitent la longueur des lignes d'abonné de ces centraux et les circuits locaux sont, dans la majorité des cas, établis sur paires non chargées en câbles de distribution classique. Certains centraux situés dans des zones rurales éloignées figurent également dans cette catégorie, en particulier lorsqu'on utilise pour les circuits locaux des lignes à fréquences vocales sans amplification.

5.4 *Centraux connectés en tandem*

Dans certaines circonstances, de petits centraux n'ont accès aux circuits locaux que par commutation en tandem dans un central local. Cette disposition ne sera autorisée que si le central local effectuant la commutation en tandem appartient à la catégorie I ou à la catégorie II, le central connecté en tandem étant considéré comme appartenant à la catégorie III. Dans ces conditions l'affaiblissement maximum admissible pour le circuit tandem sera de 6,3 dB moins *n*, *n* étant l'affaiblissement réel du circuit local entre le central local et le centre primaire. Ainsi, avec une tolérance de 1,5 dB pour les affaiblissements dus à la commutation en tandem, l'équivalent de référence entre l'abonné et le centre primaire sera le même que pour n'importe quelle autre zone de central de la catégorie III.

6. *Commutateurs automatiques-manuels interurbains*

Il ne sera pas possible, pendant la période d'exploitation initiale du réseau interurbain automatique national, de prévoir une commutation en quatre fils pour les commutateurs automatiques-manuels. Ces commutateurs seront reliés directement aux centres secondaires par des circuits interurbains ayant un affaiblissement de 3,5 dB dû au termineur. Par conséquent, pour une communication établie dans le réseau automatique par l'intermédiaire d'un commutateur interurbain de ce type, l'équivalent de référence maximum augmentera de 7 dB et atteindra 38,6 dB dans le cas le plus défavorable.

En outre, ces commutateurs serviront de centres secondaires pour les centres primaires éloignés qui n'ont pas actuellement un accès direct au réseau interurbain automatique national. Dans ces cas, les circuits interurbains, qui sont exclusivement des circuits multiplex à grande vitesse, seront réglés pour un affaiblissement de 3 dB entre le jack du commutateur et le point à deux fils au centre primaire. Cet affaiblissement supplémentaire portera l'équivalent de référence maximum à 34,6 dB pour les communications à destination ou en provenance de ces centres et à 37,6 dB pour les communications entre deux centres de ce type.

7. *Postes d'abonné*

Par hypothèse, le calcul des équivalents de référence cités dans les paragraphes précédents est fondé sur l'emploi de postes téléphoniques modernes qui, en fait, sont utilisés pour toutes les installations nouvelles. Dans les cas de réclamations portant sur la qualité de transmission, l'Administration a pour principe de remplacer gratuitement les postes d'abonné s'il s'avère que la plainte correspond à l'emploi d'appareils périmés.

Pour le calcul des équivalents de référence maximaux à l'émission et à la réception, une tolérance de fabrication de 1 dB a été prévue, mais seulement dans le cas des équivalents de référence à la réception. Cette tolérance paraissant insuffisante et étant donné qu'il n'en a pas été fixé pour les équivalents à l'émission, il est prévu de supprimer les dispositifs de régulation automatique si l'on rencontre des difficultés dans les zones périphériques. Cela permettra une réduction de 1 dB de l'équivalent à l'émission et de 0,5 dB de l'équivalent à la réception pour les lignes limites dans les centraux de la catégorie II.

SUPPLÉMENT nº 8

(ancienne Annexe 1 du tome V du *Livre Rouge*; cité dans les Avis P.20 et P.74)

# MÉTHODES EMPLOYÉES PAR L'ADMINISTRATION BRITANNIQUE DES TÉLÉPHONES POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DE TRANSMISSION DE LIAISONS TÉLÉPHONIQUES

## 1. *Introduction*

Le réseau téléphonique britannique a été développé avec comme objectif général la réalisation d'un réseau téléphonique dont la qualité de transmission puisse être jugée satisfaisante en tout temps par les usagers.

Cependant, il n'est guère facile de déterminer le degré de satisfaction procuré à une population d'usagers par une communication téléphonique donnée. C'est la raison pour laquelle on utilise des systèmes étalons de transmission.

## 2. *Communications de référence*

On sélectionne dans le réseau des combinaisons d'équipements téléphoniques (postes et lignes d'abonné, etc.) dont l'emploi est très répandu et dont on sait qu'ils donnent un rendement satisfaisant et économique et on réalise en laboratoire un montage avec ces équipements; les systèmes ainsi réalisés sont appelés «communications de référence»; ils se composent à chaque extrémité d'un poste téléphonique déterminé, d'une ligne d'abonné et d'un pont d'alimentation, reliés par un affaiblisseur non réactif d'impédance 600 ohms qui représente l'affaiblissement et la réduction de qualité qui se produisent entre les centres urbains.

Pour l'étude de nouveaux équipements, par exemple un appareil téléphonique, un équipement de ligne, etc., la méthode consiste à évaluer la qualité de transmission de communications typiques comprenant ces équipements nouveaux, par rapport à une communication de référence appropriée. A partir de l'hypothèse faite que des systèmes dont les qualités de transmission ont été jugées équivalentes au laboratoire procurent aux usagers le même degré de satisfaction en service, il est possible de faire des prévisions valables concernant le degré de satisfaction qui sera vraisemblablement obtenu en exploitation avec le nouvel équipement.

## 3. *Méthode générale d'évaluation*

Pour que la méthode soit valable, il est clair qu'elle doit donner des résultats identiques pour des systèmes qui procurent le même degré de satisfaction en service. Comme il est extrêmement difficile de satisfaire à cette condition, l'Administration britannique des téléphones emploie couramment un certain nombre de méthodes différentes.

Cependant, on a constaté que la méthode la plus généralement applicable consiste à effectuer des essais de conversation appropriés au moyen de systèmes téléphoniques complets, dans les deux sens de transmission, et à recueillir ensuite l'opinion des sujets qui ont participé à ces essais. Les caractéristiques essentielles de cette méthode sont les suivantes :

a) Les sujets ne doivent avoir aucune expérience des études de qualité de transmission téléphonique entreprises et ils doivent être totalement étrangers à ces études, sauf en leur qualité de sujets.

b) Pour permettre aux sujets de juger toujours objectivement, chaque personne doit être utilisée peu fréquemment, par exemple au maximum pour un essai tous les six mois.

c) Les sujets doivent exprimer leur opinion sur le système essayé par référence à la tâche définie qu'ils accomplissent, cette tâche consistant pour eux à coopérer par l'échange de paroles. On peut employer comme moyen approprié à cette fin la solution d'une énigme présentée sous forme de dessin.

d) Les opinions relatives à la qualité de la communication doivent s'exprimer dans une échelle convenable, en leur affectant par exemple une des cinq mentions suivantes :

excellent
bon
assez bon
médiocre
mauvais

e) Il est très désirable, au cours d'une expérience, de faire varier dans de larges limites les conditions de transmission des systèmes, afin que les sujets soient amenés à donner des réponses dans la quasi-totalité de l'échelle d'évaluation.

f) Les observations doivent être faites selon un programme d'essais établi avec soin et les résultats doivent être soumis à une analyse statistique appropriée.

Les résultats de ces expériences peuvent être présentés sous diverses formes; on peut par exemple donner les notes 4, 3, 2, 1, 0 aux diverses réponses et calculer des valeurs moyennes. Cette méthode peut suffire dans de nombreux cas où l'on a besoin d'évaluer la qualité d'un système par rapport à une communication de référence. Dans d'autres cas, il est intéressant d'exprimer le pourcentage de réponses « non satisfaisant », c'est-à-dire de réponses « médiocre » ou mauvais ».

La figure 1 représente les résultats d'un certain nombre d'essais d'évaluation effectués par cette méthode; ces résultats sont exprimés d'une part à l'aide de la note moyenne correspondant aux opinions exprimées, d'autre part à l'aide des pourcentages d'opinions « médiocres ou mauvais » et « mauvais ». Ces résultats se rapportent à des postes téléphoniques couramment utilisés au Royaume-Uni (type 13.2 P.27) raccordés à des lignes d'abonné moyennes, pour deux valeurs du niveau de bruit de circuit et en présence d'un bruit de salle de 50 dB. On voit que, comme approximation commode, les pourcentages compris entre les limites indiquées sont sensiblement doublés chaque fois que l'équivalent du circuit s'accroît de 3 dB.

4. *Méthode d'évaluation simplifiée*

La méthode décrite plus haut est assez longue à mettre en œuvre et il faut habituellement répéter l'expérience plusieurs fois avant d'obtenir une précision suffisante. D'autres méthodes beaucoup plus simples permettent de recueillir un grand nombre de résultats sur la qualité de transmission téléphonique; dans ces méthodes, la comparaison entre les qualités de transmission porte uniquement sur des systèmes ayant des caractéristiques semblables. Pour l'établissement des projets de réseaux urbains, l'Administration britannique a recours à des mesures essentiellement objectives qui consistent à comparer chaque système à une installation terminale étalon comprenant un microphone et un récepteur du même type que ceux des installations terminales considérées.

On a besoin de connaître les caractéristiques suivantes du système essayé et du système utilisé comme étalon :

A. L'affaiblissement :

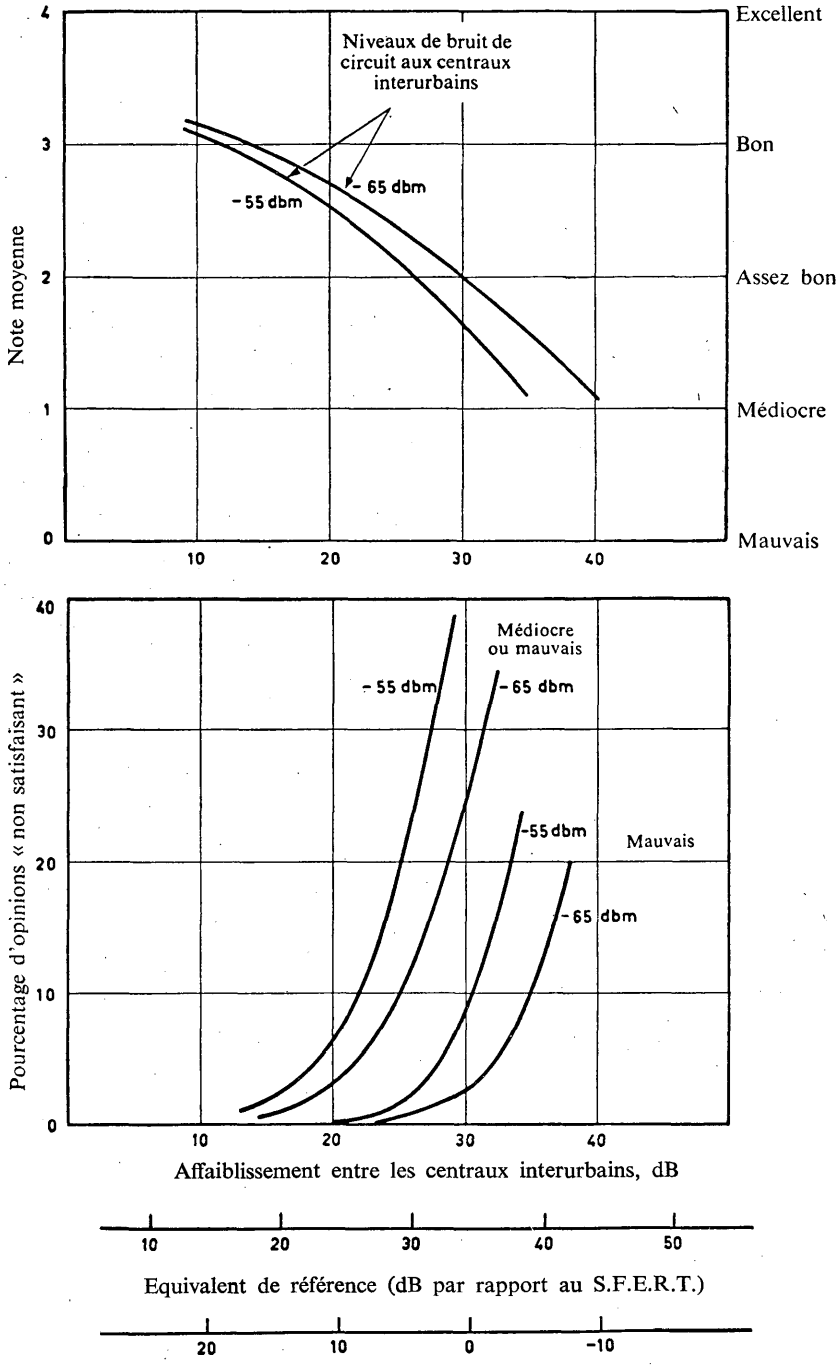
1) du circuit électrique de l'appareil téléphonique,

2) de la ligne d'abonné et

3) du pont d'alimentation.

On calcule la valeur moyenne (en dB) des affaiblissements mesurés à 500, 1000, 2000 et 3000 Hz.

A.1 A l'émission, l'affaiblissement est mesuré entre les bornes du microphone et une résistance de 600 ohms branchée à la sortie du pont d'alimentation, du côté du circuit de jonction (voir figure 2). La batterie doit être raccordée au pont d'alimentation de telle sorte que tous les éléments du système (y compris dans le régulateur automatique éventuel inséré dans le pont ou dans le poste téléphonique) soient parcourus par le courant d'alimentation convenable, mais la capsule microphonique doit être remplacée par une résistance; pour chaque valeur de l'inten-




Efficacité basée sur la force des sons (dB par rapport au cas d'une conversation à l'air libre sur une distance d'un mètre)

FIGURE 1. — **Note moyenne fournie par les essais d'opinion et pourcentage d'opinions « non satisfaisant » en fonction de l'équivalent du circuit et du niveau de bruit**

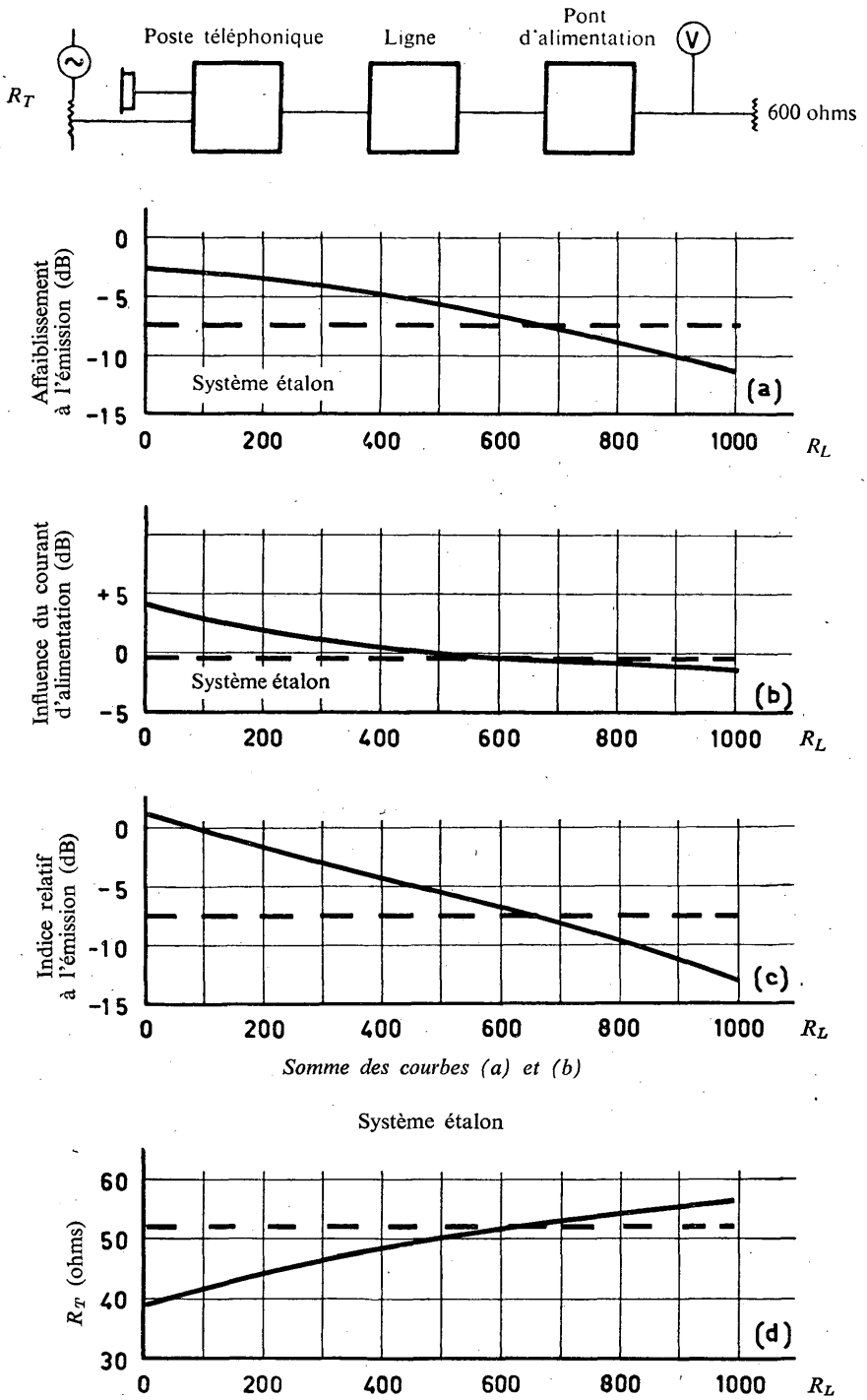



FIGURE 2. — **Calcul des indices de qualité de transmission pour des systèmes téléphoniques locaux par rapport à un système étalon équipé d'un microphone et d'un récepteur de même type (à l'émission)**

sité du courant d'alimentation, cette résistance est réglée à une valeur égale à celle que prend la résistance de la capsule dans les conditions de conversation pour l'intensité du courant en question (voir figure 2 (d)). A l'aide d'un générateur ayant une impédance interne faible, on applique une force électromotrice en série avec la résistance réglable, qui représente ainsi la force électromotrice de la capsule microphonique. On mesure la tension aux bornes du pont d'alimentation situées du côté de la ligne intermédiaire, l'affaiblissement étant donné par la formule :

$$20 \log_{10} \frac{\text{tension aux bornes de la résistance de 600 ohms placée à la sortie du pont d'alimentation}}{\text{force électromotrice du microphone}^{1}}$$

A.2 A la réception, on mesure l'affaiblissement compris entre les bornes du pont d'alimentation situées du côté du circuit de jonction et le récepteur (voir figure 3). Ici encore, il faut généralement brancher la batterie et remplacer la capsule microphonique par une résistance de valeur appropriée et correspondant à l'intensité du courant d'alimentation de la capsule. On connecte aux bornes du pont d'alimentation, situées du côté du circuit de jonction, une force électromotrice en série avec une résistance de 600 ohms et on mesure la tension aux bornes du récepteur. Pour éviter d'avoir à choisir un récepteur ayant une caractéristique « impédance/fréquence » moyenne et à le charger convenablement au point de vue acoustique, il est commode de remplacer le récepteur par des réseaux d'impédances calculés pour chacune des quatre fréquences utilisées. L'affaiblissement est donné par la formule :

$$20 \log_{10} \frac{\text{tension aux bornes du récepteur}}{\frac{1}{2} \text{ force électromotrice du générateur de 600 ohms connecté au pont d'alimentation}}$$

B. Influence du courant d'alimentation du microphone, en fonction de la tension d'alimentation et des résistances en courant continu. On mesure pour cela la force électromotrice du microphone lorsqu'il est excité par des sons vocaux; il est commode d'exprimer cette grandeur en dB par rapport à la valeur mesurée pour une valeur arbitraire de l'intensité du courant d'alimentation.

Dans la figure 2, les courbes (a), (b) et (c) représentent respectivement l'affaiblissement à l'émission, l'influence du courant d'alimentation et la somme de ces deux grandeurs en fonction de la résistance de la ligne pour un câble de construction britannique ayant un poids linéique de 6½ lb/mile (diamètre des conducteurs 0,51 mm) (résistance de boucle linéique 270 ohms/mile), associé à un poste téléphonique de type courant non équipé d'un régulateur automatique.

La figure 3 représente l'affaiblissement à la réception dans les mêmes conditions. L'horizontale en trait discontinu correspond au système étalon cité plus haut.

Les courbes des figures 2 (c) et 3 donnent également les valeurs cherchées de l'indice de qualité de transmission, respectivement à l'émission et à la réception, chacun de ces indices étant exprimé par rapport à une condition choisie arbitrairement. Des mesures analogues sont effectuées avec un système étalon dont on obtient ainsi l'indice de qualité, à l'émission et à la réception, défini dans chaque cas par rapport à la même condition arbitraire. Les horizontales en trait discontinu donnent la valeur des grandeurs correspondantes dans le cas où le système étalon utilisé représente les conditions de transmission les plus défavorables admissibles pour le réseau local. En calculant les différences entre les ordonnées des courbes en trait plein 2 (c) et 3 et celles des droites en trait discontinu, on obtient les indices de qualité de transmission par rapport à l'étalon choisi.

Dans ce qui précède, on n'a pas tenu compte de l'influence de l'effet local, et ce pour la raison suivante :

Avec des postes téléphoniques modernes utilisés dans les conditions normales et lorsqu'une résistance de 600 ohms est connectée au pont d'alimentation du côté du circuit de jonction,

[1] Force électromotrice du microphone, par rapport à la force électromotrice correspondant à un courant d'alimentation de 50 mA, mesurée dans le cas d'excitation par des sons vocaux.

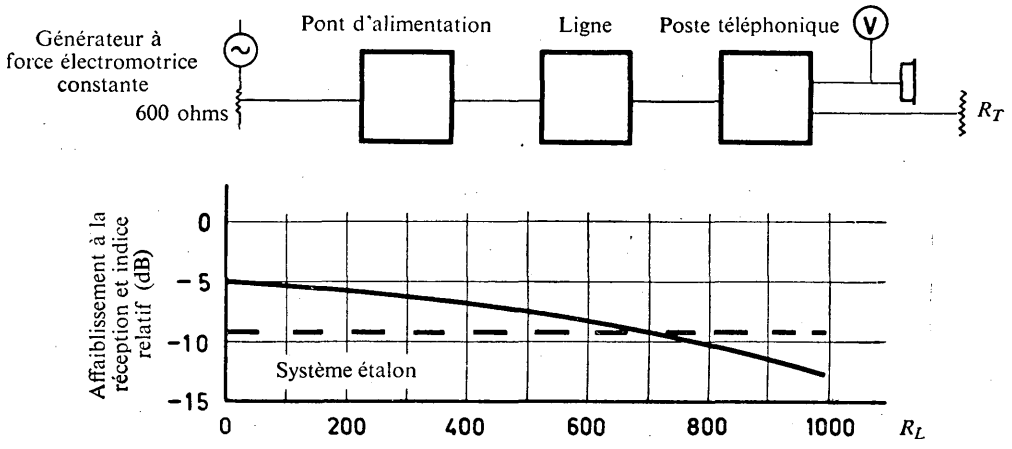



FIGURE 3. — **Calcul des indices de qualité de transmission pour des systèmes téléphoniques locaux par rapport à un système étalon équipé d'un microphone et d'un récepteur de même type (à la réception)**

$R_T$ = résistance du microphone dans les conditions de conversation
$R_L$ = résistance de la ligne d'abonné (ohms)

l'intensité de l'effet local est suffisamment faible pour que l'on puisse négliger son influence sur la qualité de transmission évaluée d'après l'opinion émise par les sujets au cours d'une conversation téléphonique. On observe bien une légère influence sur le volume des sons, mais on n'en tient pas compte dans ces calculs simples qui servent à l'établissement de projets de réseaux locaux. Dans les conditions normales, l'effet local ne commence à devenir gênant que lorsque la voie d'effet local a pour la parole une efficacité supérieure de plus de 25 dB à celle d'un mètre d'air.

Lorsqu'on augmente l'efficacité des postes téléphoniques afin de permettre l'utilisation de lignes d'abonné de résistance plus élevée, l'effet local devient forcément plus gênant dans le cas des lignes courtes, parce qu'il n'est pas possible d'améliorer dans les mêmes proportions l'affaiblissement d'équilibrage de l'effet local. Dans le réseau téléphonique britannique, de tels postes sont équipés de régulateurs automatiques qui ont pour fonction de réduire l'efficacité à l'émission et à la réception lorsque l'appareil est relié à une ligne courte. Il en résulte que le niveau de l'effet local est ramené à une valeur sensiblement égale à celle correspondant à un poste téléphonique d'efficacité normale.

Il peut néanmoins se présenter des circonstances exceptionnelles où l'effet local tend à prendre des valeurs excessives, par exemple lorsqu'on a affaire à des conditions de terminaison particulièrement mauvaises; il s'agit toutefois de cas d'espèce qui sont étudiés individuellement et pour lesquels on prend des mesures spéciales, indépendamment de l'établissement des projets généraux de réseaux urbains.

Il convient d'insister une nouvelle fois sur le fait que ces méthodes simplifiées ne peuvent être employées que pour comparer entre eux des systèmes téléphoniques dont le microphone et le récepteur sont du même type que ceux du système étalon. Dans les cas où ces éléments sont de type différent, il faut avoir recours à la méthode générale d'évaluation plus perfectionnée.

5. *Utilisation des diverses méthodes d'évaluation*

On peut obtenir un très grand nombre de données pour l'établissement des projets de réseaux téléphoniques en employant judicieusement d'une part la méthode générale décrite au paragraphe 3, d'autre part la méthode simplifiée décrite au paragraphe 4. La première de ces méthodes doit être employée lorsque le poste téléphonique à essayer est équipé d'un microphone, d'un récepteur ou d'un combiné d'un type nouveau. On procède à des essais avec une seule condition de

transmission en ligne (au maximum deux) et les essais, extrêmement nombreux, s'étendent sur plusieurs mois. La condition de transmission choisie est celle que des essais préliminaires auront désignée comme étant voisine de la condition limite (par exemple, la condition considérée comme objectif à atteindre dans l'élaboration du nouveau poste). Ces expériences permettent de faire une estimation valable de la qualité de transmission du nouveau poste par référence à un système étalon contenant un poste de type plus ancien dont un grand nombre d'exemplaires sont en service.

La méthode simplifiée permettra ensuite d'étudier l'effet obtenu en changeant la ligne d'abonné et le pont d'alimentation, en utilisant des installations d'abonné avec postes supplémentaires et en modifiant les caractéristiques électriques du nouveau poste. Un très grand nombre de ces mesures et de ces calculs peuvent être effectués en quelques jours seulement.

BIBLIOGRAPHIE

D. L. RICHARDS : Some aspects of the behaviour of telephone users as affected by the physical properties of the circuit (Communication Theory, Willis Jackson, Ed.), p. 442 (Butterworths Scientific Publications, 1953).

J. SWAFFIELD et D. L. RICHARDS : Rating of speech links and performance of telephone networks; *Proc. I.E.E.*, 106 Part B, p. 65, 1959.

D. L. RICHARDS et J. SWAFFIELD : Assessment of speech communication links, ibid., p. 77.

F. E. WILLIAMS et F. A. WILSON : Design of an automatic sensitivity control for a new subscriber's telephone set; *Proc. I.E.E.*, 106 Part B, p. 361, 1959.

## SUPPLÉMENT n° 9

(ancienne Annexe 5; cité dans l'Avis P.41)

## ÉTALONNAGE ABSOLU DE L'A.R.A.E.N. AU LABORATOIRE DU C.C.I.T.T.

1. *Principes généraux de l'étalonnage électroacoustique*

Chacun des microphones utilisé avec l'A.R.A.E.N. a subi un étalonnage dans le champ acoustique libre et chacun des récepteurs téléphoniques a été étalonné sur une oreille artificielle.

On se borne, au Laboratoire du C.C.I.T.T., à vérifier la stabilité dans le temps des microphones en effectuant périodiquement leur étalonnage par rapport à la pression appliquée à leur diaphragme dans des conditions spécifiées. Cet étalonnage s'effectue en deux temps.

1. On effectue un étalonnage acoustique absolu d'un microphone à sonde au moyen d'un tuyau sonore à ondes stationnaires et d'un disque de Rayleigh. La théorie de cet étalonnage est donnée au paragraphe 2 ci-après. La mesure de la tension électrique développée aux bornes de ce microphone permet alors de déterminer la pression acoustique appliquée à l'extrémité de la sonde du microphone; par ailleurs, cette sonde perturbe très peu le champ acoustique dans lequel on l'introduit. Par conséquent, les microphones à sonde ainsi étalonnés permettent la mesure absolue d'une pression acoustique.

2. On étalonne les microphones et les récepteurs de l'A.R.A.E.N. dans les conditions spécifiées suivantes :

a) pour étalonner un microphone de l'A.R.A.E.N., on le couple acoustiquement, au moyen du coupleur clos (voir la figure 3), à un récepteur téléphonique utilisé comme source sonore (alimenté par un oscillateur à fréquence réglable) et l'on introduit dans la cavité du coupleur l'extrémité de la sonde d'un microphone à sonde, étalonné comme il a été indiqué ci-dessus. On mesure la tension aux bornes du microphone de l'A.R.A.E.N. quand on lui applique

une pression acoustique mesurée au moyen du microphone à sonde, ce qui détermine l'efficacité du microphone de l'A.R.A.E.N. dans ces conditions particulières de mesure, pour chaque fréquence de mesure.

b) pour étalonner un récepteur de l'A.R.A.E.N., on le fixe sur l'oreille artificielle, dont l'impédance acoustique représente approximativement la moyenne des valeurs relevées sur des oreilles humaines et qui contient un microphone à sonde permettant de mesurer la pression acoustique en un point bien déterminé de la cavité de cette oreille artificielle. En appliquant une tension connue, à une fréquence donnée, aux bornes du récepteur et en mesurant la pression produite dans la cavité de l'oreille artificielle, on en déduit l'efficacité du récepteur à cette fréquence.

*Remarque.*— Le rapport de recherches n° 13200 de l'Administration britannique des téléphones contient quelques indications théoriques sur ces méthodes d'étalonnage et les résultats des premiers étalonnages effectués après l'installation de l'A.R.A.E.N. au Laboratoire du C.C.I.F. à Genève.

## 2. *Théorie de l'étalonnage de microphones avec un tuyau sonore à ondes stationnaires et à un disque de Rayleigh* [1]

### 2.1 *Théorie du disque de Rayleigh*

On sait qu'un disque circulaire mince, suspendu dans un fluide animé d'une vitesse horizontale $V$, est soumis à un couple de moment $M$ donné par la formule

$$M = \frac{1}{6} \rho d^3 V^2 \sin 2\theta \tag{1}$$

où $\rho$ est la masse spécifique du fluide,

$d$ le diamètre du disque,

$V$ la vitesse du fluide,

$\theta$ l'angle entre la direction du déplacement du fluide et une normale au disque.

Cette formule a été démontrée théoriquement par Konig, en assimilant le disque à un ellipsoïde très aplati.

Le sens de ce couple est indépendant du signe de $V$, par suite, si le déplacement du fluide est alternatif, la formule (1) reste vraie en désignant par $V$ la valeur efficace de la vitesse.

En pratique, on s'arrange pour que la position de repos du disque (quand le fluide est immobile) corresponde à $\theta = 45°$ : soit alors $\varphi$ le déplacement angulaire

$$\varphi \text{ (radians)} = \theta - \frac{\pi}{4} \tag{2}$$

Si $K$ est le moment de torsion du fil de suspension du disque, on a

$$M = K\varphi = \frac{1}{6} \rho d^3 V^2 \tag{3}$$

$\varphi$ étant toujours assez petit pour que l'on puisse confondre $\frac{\sin \varphi}{\varphi}$ avec l'unité.

On tire de l'équation (3)

$$V = \sqrt{\frac{6K}{\rho d^3}} \sqrt{\varphi} \tag{4}$$

[1] D'après W. West; *Acoustical Engineering* (Pitman & Sons, London, 1932).

Si l'on observe à la distance $l$ le déplacement $\delta$ d'un rayon lumineux réfléchi sur le disque de Rayleigh, utilisé comme miroir, on a $\delta = 2\,\varphi\,l$

$$\text{et} \qquad V = \sqrt{\frac{3\,K}{\rho\,l\,d^3}}\sqrt{\delta} \tag{5}$$

On a déterminé à l'avance le moment de torsion $K$ du fil en y suspendant, à l'extrémité où l'on fixera ensuite le disque de Rayleigh, un disque à axe vertical de moment d'inertie $J$ connu. On observe la période $T$ et le décrément logarithmique $D$ des oscillations libres de ce disque, et l'on a

$$K = \frac{4\,J}{T^2}\,(\pi^2 + D^2) \tag{6}$$

La formule (5) donne alors directement la vitesse $V$ en fonction du déplacement observé.

2.2 *Emploi d'un tuyau sonore à ondes stationnaires*

Diverses méthodes ont été imaginées pour soustraire le disque de Rayleigh à l'action des courants d'air parasites, qui troublent la mesure.

Dans l'équipement de mesures électroacoustiques de l'A.R.A.E.N., on emploie la méthode suivante. Le microphone à sonde à étalonner est placé à une extrémité d'un long tuyau; la source sonore, placée à l'autre extrémité du tuyau, est un récepteur téléphonique alimenté en courant alternatif par un oscillateur à fréquence réglable.

On règle cette fréquence de façon à produire un régime d'ondes stationnaires où les deux extrémités du tuyau sont des ventres de pression, tandis que le milieu du tuyau, où est suspendu le disque de Rayleigh, correspond à un maximum de vitesse (donc à un nœud de pression); on reconnaît l'existence d'un tel régime à ce que l'on obtient des maxima simultanés de l'intensité du courant $I$ à la sortie du microphone et de la déviation du disque de Rayleigh. La longueur d'onde correspondante est

$$\lambda = \frac{2\,L}{n} \tag{7}$$

où $L$ est la longueur du tuyau sonore et $n$, un nombre impair quelconque. La fréquence la plus basse que l'on peut utiliser correspond à la longueur d'onde $\lambda_1 = 2\,L$. La fréquence la plus élevée est limitée par l'apparition de vibrations transversales qui peuvent déformer les ondes stationnaires.

Avec l'équipement et le tube employés au Laboratoire du C.C.I.T.T. cette limite supérieure se trouve aux environs de 6500 à 7000 Hz.

La théorie du disque de Rayleigh permet de déterminer la vitesse $V$ au milieu du tube, par la formule (5) ci-dessus, en fonction de la déviation mesurée. On en déduit la pression $P$ aux extrémités du tube par la formule

$$P = \rho\,c\,V \tag{8}$$

où $\rho$ est toujours la masse spécifique du fluide (ici l'air),

$c$ est la vitesse de propagation du son dans l'air (autrement dit, $\rho\,c$ est l'impédance acoustique de l'air). (Il est bien connu que cette formule s'applique à la pression et à la vitesse en un même point d'une onde progressive plane. On démontre qu'elle s'applique au cas présent en considérant l'onde stationnaire comme résultant de la superposition de deux ondes progressives se propageant en sens inverse.)

On mesure $I$ avec un milliampèremètre; connaissant le rapport $I/P$ on en déduit l'efficacité du microphone. On voit qu'il s'agit d'un étalonnage par rapport à la pression appliquée au diaphragme du microphone (ou à l'extrémité de la sonde, s'il s'agit d'un microphone à sonde), comme dans la méthode du thermophone ou la méthode de compensation, et non par rapport à la pression qui existerait, en l'absence du microphone, au point où on l'introduit, comme dans les méthodes d'étalonnage dans le champ acoustique libre.

3. *Méthode pratique d'étalonnage d'un microphone à sonde avec le disque de Rayleigh*

Avant de procéder aux mesures d'étalonnage d'un microphone à sonde, il est nécessaire de régler le tuyau sonore à ondes stationnaires à la longueur convenable et de placer un disque de Rayleigh en l'amenant soigneusement au centre du tuyau. Le disque doit ensuite subir une rotation d'environ 45° (voir paragraphe 2 ci-dessus); ainsi on obtient une image lumineuse sur une règle graduée translucide. De petits écarts, à partir de la position du disque correspondant à un angle de 45°, introduisent dans l'étalonnage une erreur négligeable et l'on peut en outre imprimer à la règle graduée un léger déplacement latéral pour que la tache lumineuse apparaisse sur la graduation 0 de cette échelle.

Les figures 1 et 2 donnent les montages réalisés pour une telle mesure. Des commutateurs spéciaux permettent de réaliser successivement les connexions électriques.

Pour chacune des fréquences d'étalonnage choisies, il est d'abord nécessaire de trouver la fréquence de résonance la plus proche en employant les diverses longueurs de tuyau sonore. La résonance est rendue visible soit par le mouvement de la tache lumineuse elle-même, soit par la déviation de l'aiguille du voltmètre. Ces deux indications doivent indiquer simultanément la pointe de résonance par une déviation maximum, sinon il y aurait lieu de suspecter une fuite ou un défaut de montage dans le tuyau sonore.

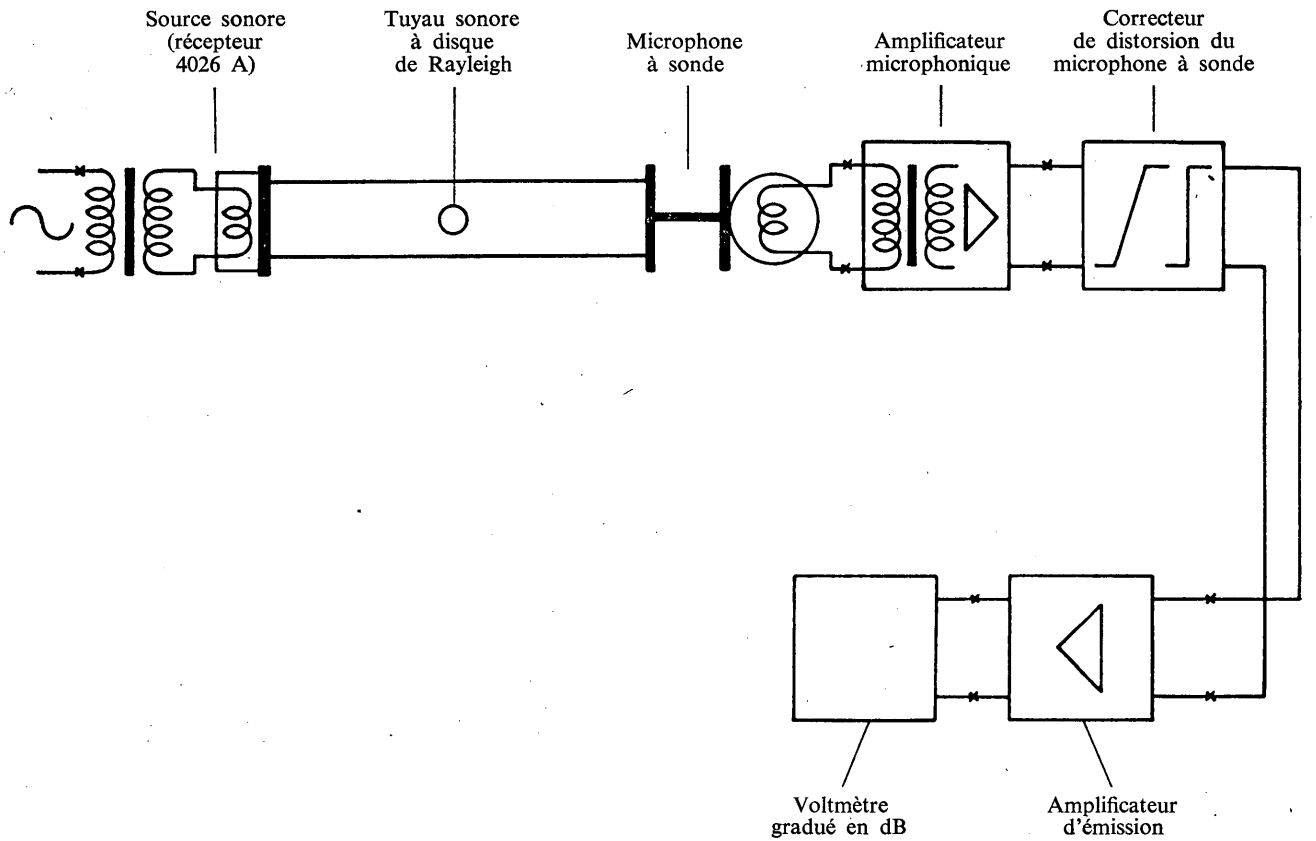
3.1 *Mesure de la tension à la sortie du microphone à sonde quand une pression P lui est appliquée* (voir la figure 1)

Les connexions électriques réalisées par les commutateurs étant faites, on règle la tension de sortie de l'oscillateur de façon à obtenir la « déviation normale » de la tache lumineuse et l'on règle en même temps l'amplificateur d'émission de façon à lire une déviation convenable $x$ sur le voltmètre; la « déviation normale » est obtenue à partir des constantes du disque de Rayleigh qui ont été déterminées préalablement.

Par exemple si, pour un disque donné, on a la relation suivante entre la pression acoustique et la déviation de la tache lumineuse : $P = 12{,}7\sqrt{\delta}$ baryes, en prenant une valeur de pression $P$ de 50 baryes, c'est-à-dire une valeur commode pour les calculs, on en déduit pour $\delta$, la valeur de 15,5 cm. Cette déviation de 15,5 cm de la tache lumineuse par rapport au zéro de la règle graduée est appelée « déviation normale » et est utilisée pour les mesures effectuées avec ce disque.

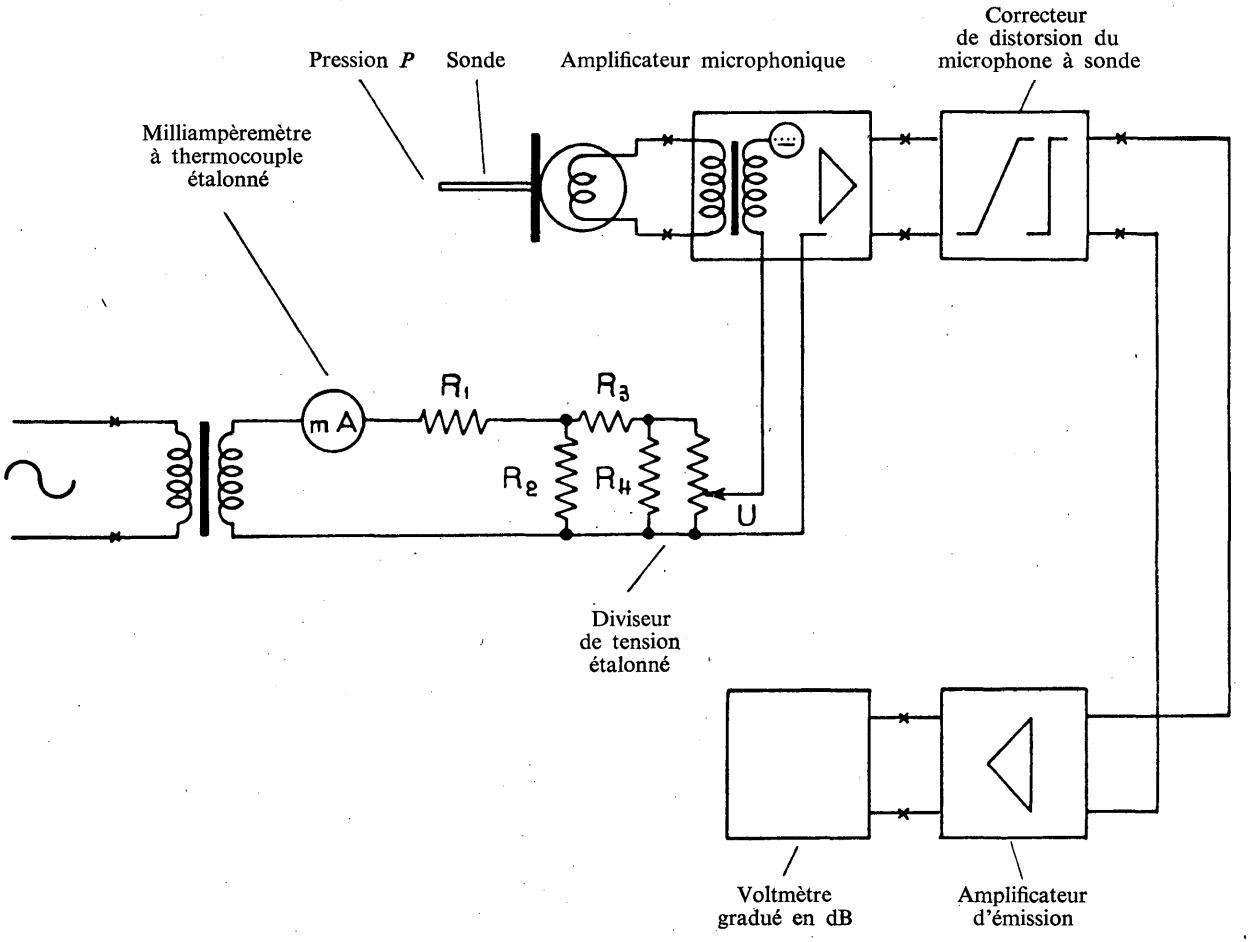
3.2 *Détermination de la valeur de la tension correspondant à la déviation « x » sur le voltmètre* (voir la figure 2)

Dans cette position de mesure, on substitue à la force électromotrice développée par le microphone à sonde sous l'effet de la pression acoustique $P$ à l'extrémité du tuyau sonore à ondes stationnaires, une tension connue, $U$, étalonnée de façon à obtenir la même déviation « $x$ » sur le voltmètre. Cette tension étalonnée est obtenue, comme le montre la figure 2, à partir de la valeur de l'intensité indiquée par un milliampèremètre à thermocouple étalonné. Par exemple, au Laboratoire du C.C.I.T.T., lorsque le milliampèremètre à thermocouple est réglé sur la déviation de 15 milliampères (graduation rouge, qui est la graduation repère) cela correspond à une tension de 10 millivolts à l'entrée du diviseur de tension. On règle le diviseur de tension jusqu'à obtenir la déviation « $x$ » sur le voltmètre; les cadrans du diviseur de tension sont gradués directement en valeurs de tension.




Mesure de la tension à la sortie du microphone à sonde quand une pression $P$ lui est appliquée

FIGURE 1. — **Etalonnage d'un microphone à sonde avec le disque de Rayleigh**




Injection d'une tension connue $U$ pour obtenir la même tension de sortie que dans la position précédente (figure 1) (efficacité du microphone à sonde = $U/P$)

FIGURE 2. — **Etalonnage d'un microphone à sonde avec le disque de Rayleigh**

A partir de ces valeurs, on peut déterminer l'efficacité du microphone à sonde comme-il est indiqué dans le tableau ci-après :

| Fréquence | Tension injectée $U$ | Efficacité du microphone | | Remarques |
|---|---|---|---|---|
| | | $U/P$ ($P$ = 50 baryes) | 20 $\log_{10}$ $U/P$ | |
| Hz | mV | mV/barye | dB par rapport à 1 mV/barye | Pression acoustique constante |
| 154 | 0,84 | 0,0168 | −35,5 ou −95,5 dB p. rap. 1 V/barye | $P = 12{,}7\sqrt{\delta}$ (pour le disque choisi) $P$ = 50 baryes |

On répète les mesures pour des multiples impairs de la fréquence fondamentale de résonance (pour laquelle la longueur du tuyau est égale à une demi-longueur d'onde). Si l'on a choisi la longueur minimum pour le tuyau à ondes stationnaires, la fréquence fondamentale est de 154 Hz (exemple du tableau). Les fréquences de mesure seront environ de 450, 750... jusqu'à 7000 Hz. Pour obtenir un plus grand nombre de résultats aux basses fréquences, on est obligé d'allonger le tube jusqu'à sa longueur maximum pour obtenir des multiples impairs de la fréquence fondamentale de résonance qui est dans ce cas de 80 Hz environ.

4. *Etalonnage d'un microphone électrodynamique de l'A.R.A.E.N.*

4.1 *Généralités*

Cette mesure est destinée essentiellement à vérifier la stabilité des microphones à bobine mobile de l'A.R.A.E.N. Le rapport de recherche n° 13200 de l'Administration britannique donne une méthode de calcul de l'efficacité absolue du microphone *dans ces conditions particulières de mesure.*

Le microphone à étalonner est placé sur un coupleur clos formé par une petite cavité cylindrique fermée à une extrémité par un récepteur à bobine mobile qui sert de source sonore. A l'autre extrémité est placé le microphone à étalonner. On introduit dans cette cavité, par un orifice prévu, l'extrémité de la sonde du microphone à sonde qui va mesurer la pression acoustique produite en un point bien déterminé et dont la position est définie avec précision au voisinage du diaphragme du microphone à étalonner. (La figure 3 montre la position des microphones et du récepteur sur le coupleur clos.)

4.2 *Vérification de la tension appliquée au récepteur utilisé comme source sonore* (voir la figure 4)

Dans cette condition de mesure, le voltmètre indique la tension aux bornes du récepteur. Il n'est pas absolument nécessaire avec un récepteur linéaire de relever cette valeur, mais cela permet de spécifier les conditions de mesures et de les reproduire. Généralement, on adopte une valeur de tension de −15 dB par rapport à 1 volt à la fréquence 1000 Hz.

4.3 *Mesure de la tension à la sortie du microphone à sonde* (voir la figure 5)

Dans cette position de mesure, le voltmètre est placé à la sortie du microphone à sonde et, sans modifier la tension de sortie de l'oscillateur, on règle l'amplificateur d'émission de façon à obtenir une déviation convenable « $y$ » du voltmètre.

4.4 *Mesure de la tension à la sortie du microphone de l'A.R.A.E.N.* (voir la figure 6)

Dans cette position de mesure, on règle l'affaiblisseur (qui varie de 0 à 100 dB) jusqu'à ce que le voltmètre indique exactement la même déviation « $y$ ».

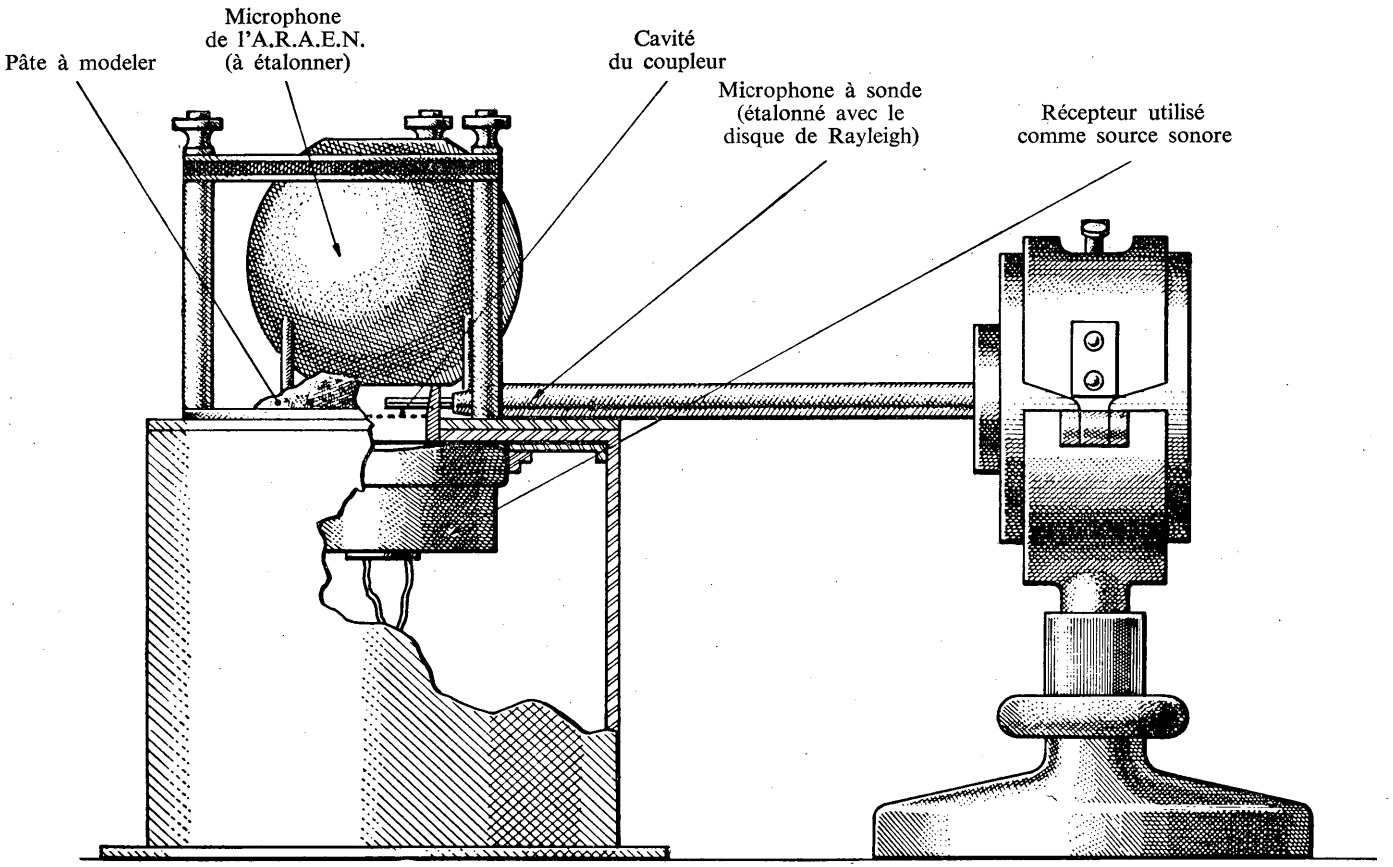
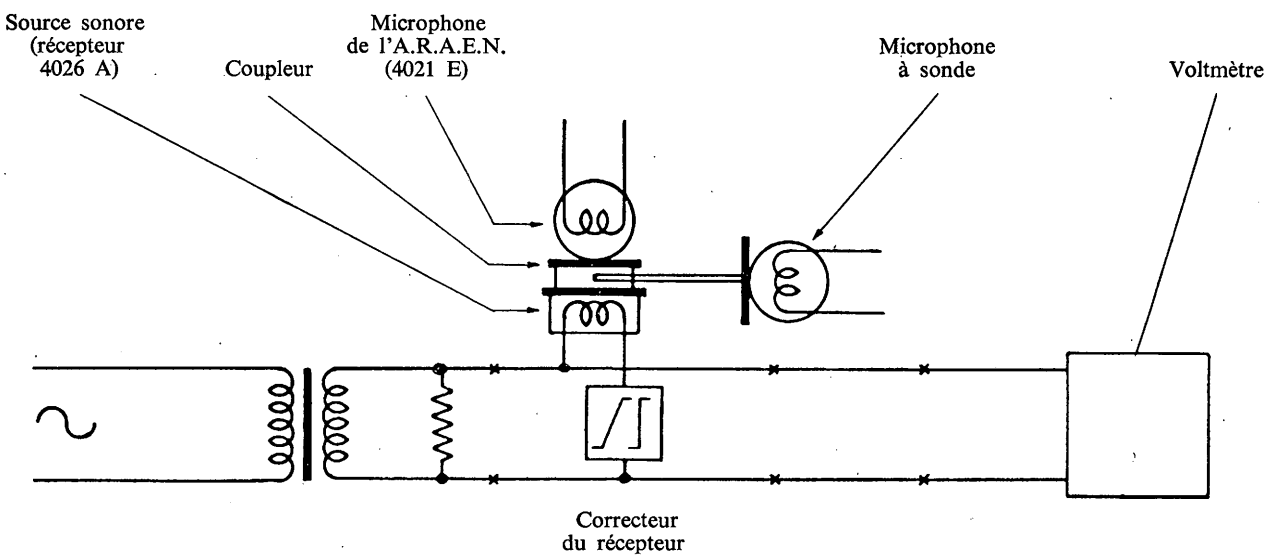



FIGURE 3. — **Coupleur clos pour l'étalonnage des microphones à bobine mobile**




Vérification de la tension appliquée au récepteur utilisé comme source sonore

FIGURE 4. — **Etalonnage d'un microphone de l'A.R.A.E.N.**

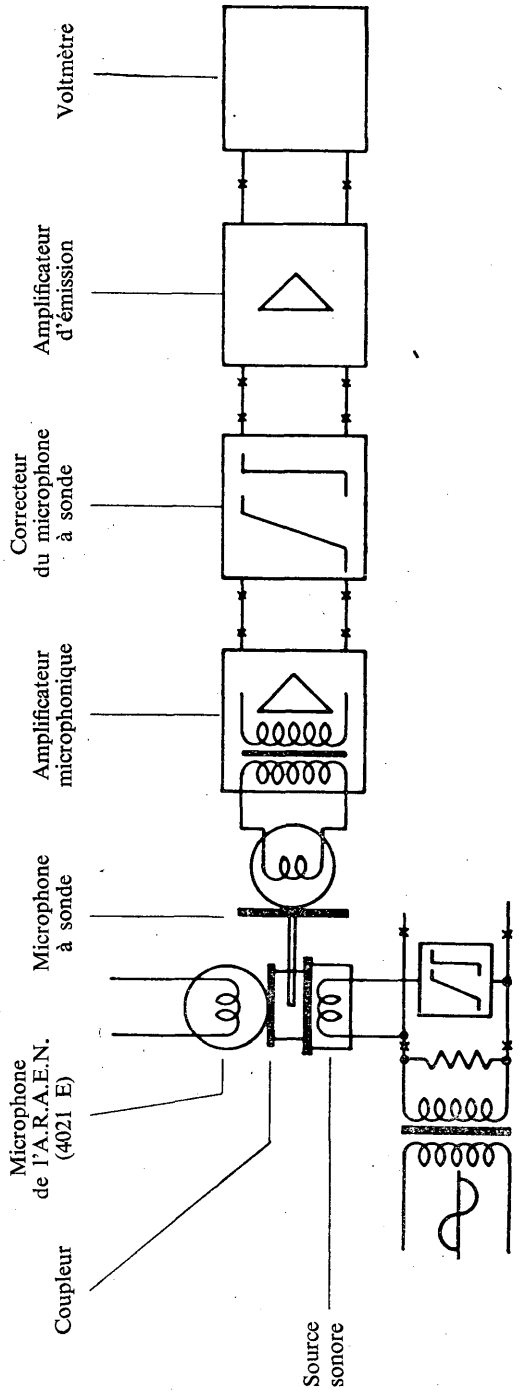
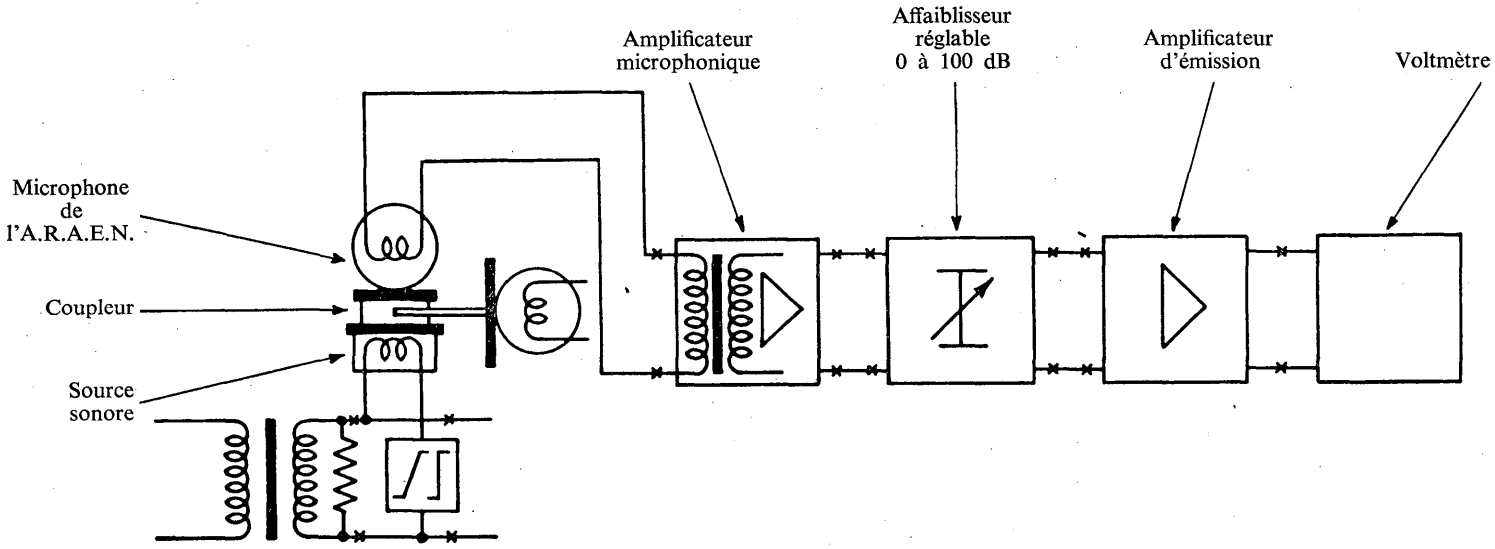



FIGURE 5. — **Etalonnage d'un microphone de l'A.R.A.E.N.**




Mesure de la tension à la sortie du microphone de l'A.R.A.E.N.

FIGURE 6. — **Etalonnage d'un microphone de l'A.R.A.E.N.**

Si l'on ajoute, à la valeur qui est lue sur l'affaiblisseur, l'efficacité du microphone à sonde mesurée comme il est indiqué au paragraphe 3, on obtient une grandeur qui est fonction de l'efficacité du microphone de l'A.R.A.E.N. dans *ces conditions particulières de mesure*, qui doit rester constante dans toutes les séries de mesures et qui peut ainsi servir de critère de la stabilité du microphone de l'A.R.A.E.N. (voir aussi le paragraphe 6).

## 5. *Etalonnage d'un récepteur électrodynamique de l'A.R.A.E.N.*

### 5.1 *Généralités*

L'étalonnage d'un récepteur électrodynamique de l'A.R.A.E.N. est obtenu en plaçant ce récepteur sur une oreille artificielle dont l'impédance acoustique représente approximativement la moyenne de valeurs relevées sur des oreilles humaines. Cette oreille artificielle se compose essentiellement d'une cavité cylindrique d'un volume de 3 $cm^3$ terminée à sa partie inférieure

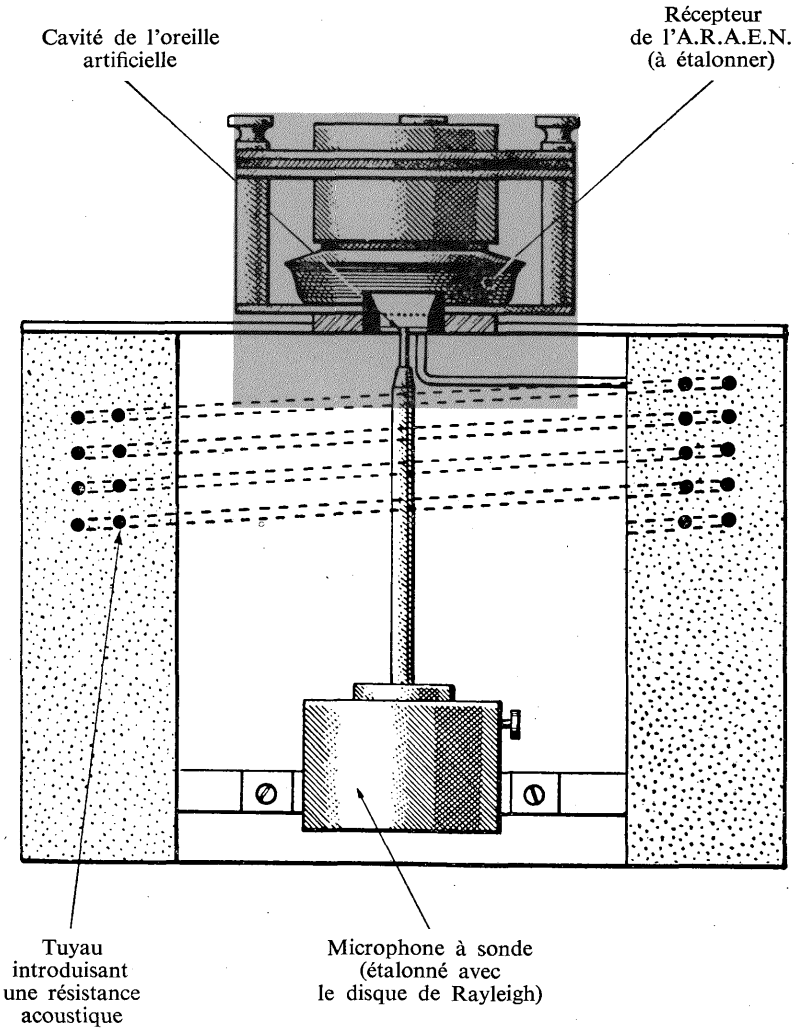



FIGURE 7. — **Oreille artificielle pour l'étalonnage des récepteurs à bobine mobile**

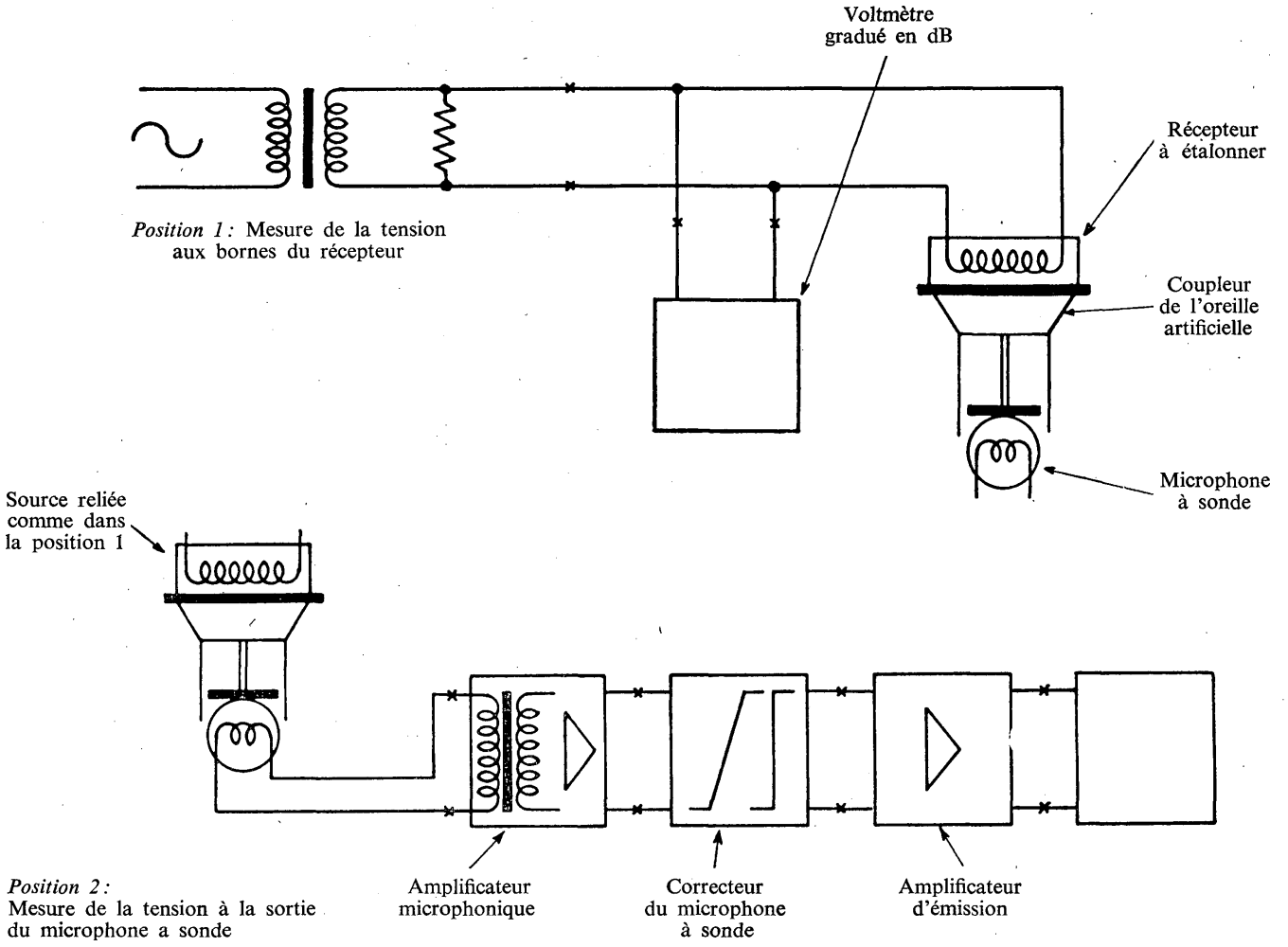
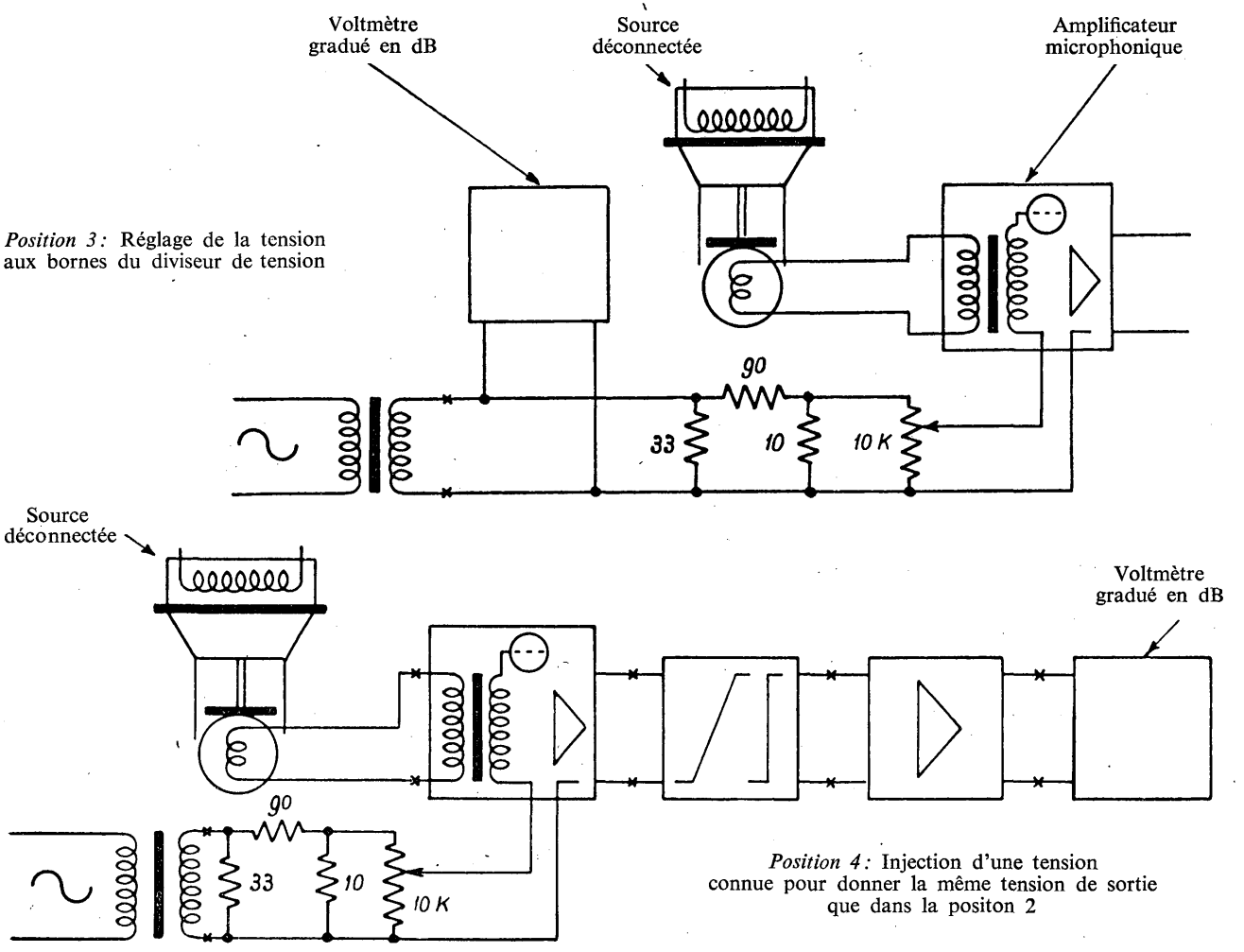



FIGURE 8. — **Etalonnage d'un récepteur de l'A.R.A.E.N.**




*Position 3:* Réglage de la tension aux bornes du diviseur de tension

*Position 4:* Injection d'une tension connue pour donner la même tension de sortie que dans la positon 2

FIGURE 8 (*suite*). — **Etalonnage d'un récepteur de l'A.R.A.E.N.**

par un tuyau en spirale représentant l'impédance acoustique (voir la description de cette oreille artificielle dans l'Annexe 11 du tome V du *Livre Rouge*).

La pression acoustique développée par le récepteur en un point bien déterminé de la cavité de cette oreille artificielle est mesurée à l'aide d'un microphone à sonde étalonné.

La figure 7 reproduit cette oreille artificielle avec le récepteur à étalonner ainsi que le microphone à sonde dans la position de mesure.

5.2 *Mesure de la tension électrique appliquée aux bornes du récepteur à étalonner* (figure 8, position 1)

L'on mesure la tension aux bornes du récepteur que l'on règle à une valeur convenable et qui est fixée, dans ce cas, au Laboratoire du C.C.I.T.T., à −15 dB par rapport à 1 volt.

5.3 *Mesure de la tension électrique à la sortie du système formé par le microphone à sonde et son amplificateur* (figure 8, position 2)

On amène l'indication du voltmètre branché à la sortie de l'amplificateur à une valeur convenable vers le milieu de l'échelle. On note cette valeur.

5.4 *Réglage de la tension d'injection qui sera substituée à la force électromotrice engendrée par le microphone à sonde* (voir la figure 8, position 3)

Le voltmètre est placé à l'entrée du diviseur de tension et réglé à la valeur de −20 dB par rapport à un volt; c'est la tension aux bornes du système d'injection.

5.5 *Réglage de la valeur de la tension d'injection appliquée dans le circuit du microphone à sonde* (voir la figure 8, position 4)

Dans cette mesure, les cadrans du diviseur de tension sont réglés de façon à obtenir sur le voltmètre la même déviation que dans la position 2.

On fait généralement les mesures à partir de la fréquence 80 Hz et pour une série de fréquences croissantes jusqu'à 7000 Hz.

5.6 *Interprétation et discussion des résultats*

Le tableau ci-après indique des résultats typiques. L'efficacité calculée à partir de ces résultats correspond au cas d'un étalonnage à tension constante (−15 dB par rapport à 1 volt, mesurée à la fiche du récepteur), la pression acoustique étant mesurée à la base de la cavité de l'oreille artificielle.

| Fréquence | Tension injectée | | Efficacité du microphone à sonde | Pression acoustique | Efficacité du récepteur |
|---|---|---|---|---|---|
| Hz | mV | dB par rapport à 1 mV | dB par rapport à 1 mV/barye | dB par rapport à 1 barye | dB par rapport à 1 barye/volt |
| 80 | 0,392 | 8,2 | −35,5 (d'après la mesure décrite au § 3.2 ci-dessus) | +27,3 | +47,3 |

*Remarque.*— Dans la pratique, quand on règle la tension à l'entrée du diviseur de tension, il y a un certain avantage pour la précision des lectures sur le voltmètre à employer un niveau de −15 dB car cette indication se trouve au milieu de l'échelle du voltmètre alors que la division de −20 dB, par suite de la forme courbée de l'échelle, n'est pas très visible. Dans ce cas il faut apporter la correction correspondante à la valeur de l'efficacité du récepteur.

6. *Réglage du gain de l'amplificateur d'émission de l'A.R.A.E.N.*

Des mesures décrites dans le rapport de recherches n° 13180 de l'Administration britannique ont indiqué qu'une « pression vocale » de 1 barye règne en un point situé à 13,25 pouces (1 pouce = 2,54 cm) des lèvres d'un opérateur qui parle avec la « puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N. » (pour la définition de l'expression « pression vocale » (speech pressure) voir le rapport précité). L'A.R.A.E.N. est muni d'un volumètre destiné à contrôler la puissance vocale de l'opérateur qui parle. Ce volumètre est branché à l'entrée de la ligne de l'A.R.A.E.N. et le gain de l'ensemble de la partie émettrice est réglé de telle sorte que, quand un opérateur parle avec la « puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N. », la « tension vocale » à l'entrée de la ligne est égale à 1 volt. La sensibilité globale de chacun des microphones utilisés avec l'A.R.A.E.N. varie légèrement quand on passe d'un microphone à un autre, par conséquent le gain doit être réglé pour chaque microphone.

La caractéristique « efficacité-fréquence » de ces microphones (mesurée dans le champ acoustique libre) est approximativement horizontale avec une pointe de 5 dB à 450 Hz, mais un correcteur de distorsion placé après l'amplificateur microphonique compense largement la présence de cette pointe. Une fois que l'on a tenu compte de cette compensation, il reste une variation d'efficacité de l'ordre de $\pm 0{,}5$ dB dans la bande des fréquences de 100 à 1000 Hz et une variation un peu plus grande en dehors de cette bande. Pour tenir entièrement compte de ces variations, il est nécessaire d'adopter une valeur moyenne d'efficacité; cette valeur doit représenter l'efficacité du microphone dans toute la bande de fréquences vocales qui contient la plus grande partie de l'énergie correspondant aux courants vocaux, puisque ce sont les composantes comprises dans cette bande qui détermineront l'indication du volumètre. L'étude de la courbe spectrale énergétique de la voix humaine indique que la plus grande partie de cette puissance maximum se trouve dans la bande des fréquences de 100 à 900 Hz. Par conséquent, c'est dans cette bande de fréquences que l'on doit considérer l'efficacité du microphone. Comme la caractéristique « efficacité-fréquence » de l'ensemble du microphone et de son correcteur est sensiblement horizontale dans cette région, il y a lieu de prendre la moyenne arithmétique des efficacités du microphone à 100, 300 et 900 Hz. On peut alors utiliser cette valeur moyenne pour calculer le gain que doit avoir la partie émettrice de l'A.R.A.E.N. pour que la tension vocale soit de 1 volt à l'entrée de la ligne quand une « pression vocale » de 1 barye est appliquée au microphone. Le gain normal de l'ensemble de l'amplificateur microphonique et de l'amplificateur d'émission (gain défini comme égal à :

$$20 \log_{10} \frac{\text{tension mesurée à la sortie aux bornes d'une résistance de 600 ohms}}{\text{force électromotrice appliquée à l'entrée par un générateur de 20 ohms)}}$$

est de 89 décibels et en comparant ce nombre au gain nécessaire dans le cas d'un microphone particulier utilisé, on peut déterminer le réglage de l'amplificateur d'émission. (Les commandes de réglage du gain sont graduées en décibels par rapport au gain normal.)

Le réglage du gain de l'amplificateur d'émission se ramène à une série d'opérations toujours les mêmes, qui s'effectuent en trois temps :

1. Prendre la caractéristique « efficacité-fréquence » du microphone en question (dans le champ acoustique libre) et soustraire des valeurs d'efficacité à 100, 300 et 900 Hz les affaiblissements d'insertion correspondants du correcteur de distorsion du microphone;

2. Prendre la moyenne des trois valeurs d'efficacité (après correction) ainsi déterminées;

3. Exprimer cette efficacité moyenne en décibels par rapport à 1 volt par barye et y ajouter algébriquement 89 décibels (somme des gains de l'amplificateur microphonique et de l'amplificateur d'émission); (l'efficacité moyenne est de l'ordre de $-90$ décibels par rapport à 1 volt par barye). Si cette somme est nulle, le réglage normal du gain de l'amplificateur est correct. Si cette somme est positive, on doit diminuer le gain de l'amplificateur d'une quantité égale à cette somme; si elle est négative on doit augmenter le gain de l'amplificateur d'une quantité égale à la valeur absolue de cette somme.

On a fourni avec chaque microphone sa caractéristique « efficacité-fréquence » mesurée dans le champ acoustique libre, qui peut être utilisée pour appliquer la méthode décrite ci-dessus. Toutefois, les étalonnages périodiques du microphone fourniront une caractéristique « efficacité-fréquence » déterminée sur un coupleur clos arbitraire. On admet une variation de 1 décibel, sur la caractéristique d'efficacité déterminée sur le coupleur, avant de rejeter un microphone; mais il faut modifier le réglage du gain de l'amplificateur d'émission si l'efficacité varie de 0,2 décibel. Bien que l'efficacité déterminée sur le coupleur ne puisse pas servir directement à calculer le réglage du gain, on peut l'utiliser pour modifier le résultat déterminé d'après l'efficacité dans le champ acoustique libre.

Si l'on a déterminé une caractéristique efficacité-fréquence sur le coupleur en même temps que la caractéristique initiale dans le champ acoustique libre, toute variation d'efficacité au cours de la vie du microphone sera indiquée par des différences entre les caractéristiques déterminées ultérieurement sur le coupleur et les caractéristiques initiales. Si l'on prend la moyenne des efficacités à 100, 300 et 900 Hz, d'une part pour la caractéristique initiale sur le coupleur et d'autre part pour chaque caractéristique déterminée ultérieurement sur ce coupleur, on peut ainsi déterminer la valeur de toute variation de la sensibilité moyenne.

On doit alors utiliser cette valeur pour corriger le réglage primitif du gain, calculé d'après la caractéristique dans le champ acoustique libre (une diminution d'efficacité exigeant une augmentation du gain et vice versa). Cette méthode suppose qu'à toute variation de l'efficacité dans le champ acoustique libre correspond une variation semblable de l'efficacité mesurée sur le coupleur; cette hypothèse est justifiée pour les petites variations que l'on considère ici.

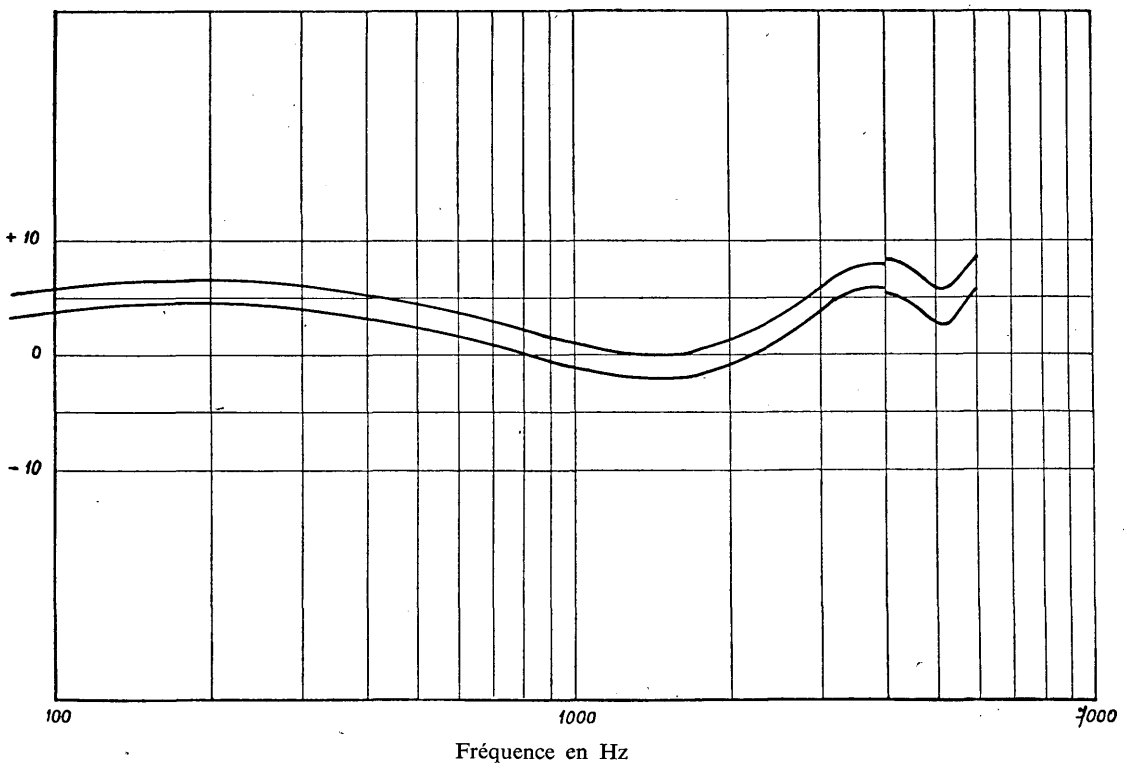



FIGURE 9. — **Courbes donnant les limites entre lesquelles doit être comprise l'« efficacité-fréquence » des récepteurs de l'A.R.A.E.N. mesurée dans les conditions décrites dans la section 5. — Récepteurs n° 4026 A**

7. *Réglage du gain de l'amplificateur de réception de l'A.R.A.E.N.*

Le système récepteur de l'A.R.A.E.N. est terminé par quatre récepteurs du même type (Standard Telephone and Cable, type 4026 A) reliés en série. On doit maintenir leurs caractéristiques « efficacité relative-fréquence » et leur sensibilité absolue entre des limites rapprochées. En outre, le *gain de l'amplificateur de réception est réglé à une valeur fixe de 23 dB.* L'affaiblissement total de la partie électrique du système récepteur de l'A.R.A.E.N. comprise entre les bornes d'entrée du correcteur de distorsion d'affaiblissement des récepteurs et les bornes d'un seul récepteur est de 19,5 dB à 1000 Hz en tenant compte de l'affaiblissement supplémentaire de 12 dB dû à la division par 4 de la tension à la sortie de l'adaptateur des impédances des récepteurs (les quatre récepteurs étant en série).

Les caractéristiques « efficacité-fréquence » des quatre récepteurs doivent rester dans des limites fixées (voir la figure 9); dans le cas contraire, les récepteurs qui sont hors de ces limites sont retournés au Service de l'Administration britannique.

Si les caractéristiques « efficacité-fréquence » des quatre récepteurs se trouvent dans les limites fixées, on ne considère qu'un seul récepteur et on détermine la moyenne de ses efficacités aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz. Cette valeur moyenne doit être égale à +43,7 dB par rapport à une barye par volt. Afin d'obtenir cette valeur et que tous les récepteurs aient la même efficacité, des affaiblissements spéciaux variables par échelon de 0,25 dB sont adaptés sur chaque récepteur.

8. *Réglage normal de l'A.R.A.E.N.*

L'efficacité théorique de l'A.R.A.E.N. est définie dans l'Avis P.41, paragraphe D.

Le Laboratoire du C.C.I.T.T. tient compte, lors du réglage du gain de l'amplificateur du système émetteur, des différences entre les caractéristiques « efficacité-fréquence » individuelles des microphones. Ces différences sont déterminées d'après les résultats des mesures d'étalonnage effectuées périodiquement.

BIBLIOGRAPHIE

W. KONIG : *Annalen der Physik*, Vol. 43, p. 43 (1891).

E. J. BARNES et W. WEST : *J.I.E.E.*, Vol. 65, p. 871 (1927).

R. A. SCOTT : *Proc. Roy. Soc. A*, Vol. 183, p. 296 (1945).

W. WEST : *Proc. Phys. Soc. B*, Vol. 62, p. 437 (1949).

## SUPPLÉMENT n° 10

(ancienne Annexe 19; cité dans les Avis P.42, P.45 et P.52)

## VOLUMÈTRE DE L'A.R.A.E.N. OU VOLTMÈTRE VOCAL (SPEECH VOLTMETER)

Cet appareil satisfait à la spécification de l'indicateur de volume du S.F.E.R.T. (Annexe 18 du tome V du *Livre Rouge*), sauf en ce qui concerne les durées d'intégration et de retour au zéro, et le point de référence utilisé pour l'étalonnage de l'appareil. La durée d'intégration et la durée de retour au zéro spécifiées par le C.C.I.T.T. sont de 200 millisecondes, tandis que pour le volumètre de l'A.R.A.E.N. ces durées sont approximativement égales à 100 millisecondes. L'expérience pratique acquise avec ce volumètre, ayant une durée d'intégration plus courte, a montré qu'il est tout à fait satisfaisant pour le contrôle du volume des sons vocaux dans les

essais de netteté. S'il est nécessaire d'avoir la durée d'intégration plus longue spécifiée par le C.C.I.T.T., on peut l'obtenir en changeant les milliampèremètres utilisés avec cet appareil.

La spécification du volumètre de l'A.R.A.E.N. est la suivante :

*Durée d'intégration :* 100 millisecondes

*Durée de retour au zéro :* 100 millisecondes

*Graduation.* — En décibels. L'échelle de l'instrument indicateur comprend des divisions de 1 décibel dans l'intervalle de −8 à +3 décibels par rapport au point de référence défini ci-après.

*Etalonnage.* — L'appareil est étalonné pour indiquer un nombre de décibels par rapport à une tension de 1 volt à 1000 Hz. Les commandes de sensibilité permettent d'obtenir une indication de 0 décibel sur l'instrument indicateur pour des niveaux de tension variant dans tout l'intervalle de −50 à +30 décibels par rapport à 1 volt à 1000 Hz.

*Utilisation.* — a) *Pour mesurer le volume des sons vocaux au cours d'une conversation suivie.* — Le volumètre est relié au point où l'on veut mesurer le volume et l'on règle les commandes de sensibilité de telle sorte que l'aiguille de l'instrument indicateur atteigne le point de référence (graduation « zéro décibel » de l'échelle de cet instrument) approximativement une fois toutes les trois secondes.

b) *Pour déterminer la puissance vocale de l'opérateur qui parle dans les essais de netteté.* — Le volumètre est relié à l'A.R.A.E.N. en un point où le volume des sons vocaux doit correspondre à une tension de 1 volt. On règle à 0 les commandes de sensibilité de sorte que l'appareil est réglé de façon à indiquer le volume de référence. L'opérateur qui parle énonce alors les logatomes (insérés dans une phrase appropriée) d'une façon telle que chacune des syllabes préliminaires de la phrase de liaison fasse dévier l'aiguille de l'instrument indicateur en l'amenant à la position de référence (0 dB sur l'échelle graduée de cet instrument).

c) *Pour déterminer la puissance vocale de l'opérateur qui parle dans les mesures d'équivalents de référence.* — Le volumètre est relié à la sortie du système émetteur du N.O.S.F.E.R. On règle à −10 décibels les commandes de sensibilité du volumètre, l'appareil est donc réglé de façon que la graduation zéro corresponde au « volume normal pour les mesures téléphonométriques ». L'opérateur qui parle énonce alors la phrase conventionnelle Paris, Bordeaux, le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun de façon que l'aiguille atteigne cette graduation de référence (0 dB).

*Dépassement balistique de l'instrument indicateur.* — Lors de l'application d'une tension sinusoïdale, l'aiguille ne doit pas dépasser de plus de 0,1 dB sa déviation finale.

*Caractéristique de fonctionnement en fonction de la fréquence.* — La sensibilité de l'appareil pour des ondes sinusoïdales à une fréquence quelconque comprise entre 40 Hz et 12 000 Hz est la même qu'à 1000 Hz avec les tolérances suivantes :

de 40 Hz à 12 000 Hz ..... ±2 dB

de 150 Hz à 6 000 Hz ..... ±0,5 dB

*Loi d'addition.* — La loi d'addition des composantes à diverses fréquences est quadratique dans un intervalle de ±8 dB par rapport au point de référence (0 dB) de l'instrument indicateur.

*Impédance.* — L'impédance d'entrée de l'appareil est supérieure à 10 000 ohms dans toute la bande de fréquences utile.

SUPPLÉMENT nº 11

(ancienne Annexe 20; cité dans les Avis P.42 et P.52)

# VOLUMÈTRE NORMALISÉ AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE, APPELÉ V.U. MÈTRE

(Traduction de la norme C.16.5.1942 « American recommended practice for volume measurements of electrical speech and program waves », adoptée le 6 novembre 1942 par l'American Standards Association)

*Introduction*

La radiodiffusion, dont l'exigence fondamentale est la transmission de la parole et de la musique, à la fois par circuits métalliques et par radioélectricité, a conduit à envisager le problème de la mesure des ondes électriques utilisées pour cette transmission. Les mesures faites par différents organismes de radiodiffusion, avec des appareils de construction variée, ont montré des discordances sensibles.

L'appareil décrit dans la norme ci-après a été mis au point particulièrement pour la radiodiffusion et pour les circuits téléphoniques qui assurent le service d'interconnexion entre les stations émettrices de radiodiffusion. Il donne une corrélation satisfaisante entre les mesures faites dans des conditions normales de fonctionnement et présente une caractéristique dynamique qui permet une lecture de la déviation de l'aiguille de l'instrument de mesure plus rapide et plus précise que dans le cas des types antérieurs de volumètres. La norme ci-après concerne l'indicateur de volume et son mode d'emploi.

*Généralités*

La présente norme s'applique à un appareil de mesure de la grandeur des ondes électriques avec fréquences vocales, telles que celles qui correspondent à la transmission de la parole et de la musique.

La mesure des ondes complexes et non périodiques que l'on rencontre dans les télécommunications ne peut pas s'exprimer d'une façon simple en fonction des notions habituelles de courant électrique, de tension électrique ou de puissance. Le concept de « volume » fournit une méthode pratique d'une grande utilité à l'ingénieur des télécommunications pour assigner une valeur numérique à la grandeur des ondes électriques correspondant à la transmission de paroles et de musique.

On lit les valeurs du volume en notant les déviations extrêmes de l'aiguille d'un appareil appelé « volumètre ». Puisque l'indication fournie par l'instrument de mesure de cet appareil, sous l'action d'ondes rapidement variables, dépend beaucoup de la vitesse du déplacement de sa partie mobile, de son amortissement, et d'autres caractéristiques, une norme applicable aux mesures de volume doit comprendre une spécification de ces caractéristiques.

Il a été d'usage jusqu'ici d'exprimer les valeurs mesurées du volume sous forme d'un nombre de décibels au-dessus ou au-dessous d'un « niveau de référence », choisi parmi un certain nombre de « niveaux de référence » variés et arbitraires. La présente norme emploie un terme nouveau, « unités de volume » (volume units, en abrégé v.u.), pour exprimer le volume sous forme d'un nombre de décibels au-dessus ou au-dessous d'un niveau de référence particulier, dont la spécification fait partie de la norme.

*Définitions*

Les définitions suivantes concernent l'emploi des termes ci-après, en tant qu'ils s'appliquent spécifiquement aux grandeurs et aux appareils pour les mesures de volume.

*Volume.*— Ce terme est employé pour désigner la grandeur des ondes électriques correspondant à la transmission de paroles et de musique. C'est l'indication d'un appareil appelé

« volumètre américain », défini ci-après, qui a une caractéristique dynamique et d'autres caractéristiques spécifiées, et qui est étalonné et sur lequel on fait les lectures d'une manière prescrite.

*Volumètre.*— C'est l'appareil employé pour indiquer le volume. Un volumètre conforme à la norme américaine doit avoir les caractéristiques indiquées au paragraphe ci-après intitulé « Spécification du volumètre américain ».

« *Unité de volume* » (v.u., généralement écrit en lettres minuscules).— On emploie cette expression pour désigner la valeur numérique du volume. Le volume, exprimé en « unités de volume », est numériquement égal à la grandeur relative des ondes considérées, exprimée en décibels au-dessus ou au-dessous du « volume de référence américain [1] », défini ci-après.

On ne devrait pas employer l'expression « unité de volume » pour exprimer des résultats de mesures d'ondes complexes faites avec des appareils ayant des caractéristiques différentes de celles du volumètre américain normalisé.

*Volume de référence américain.*— C'est la base du système de mesure du volume. Le « volume de référence américain » est la grandeur des ondes électriques, correspondant à la transmission de paroles ou de musique, qui donne une lecture de zéro unité de volume sur un volumètre dont les caractéristiques et la méthode de lecture sont décrites dans la présente norme, et qui est étalonné de façon à donner la lecture zéro unité de volume pour une onde sinusoïdale en régime permanent, de fréquence 1000 Hz, dont la puissance est de 1 milliwatt dans 600 ohms [1].

*Déviation de référence.*— C'est la déviation de l'aiguille de l'instrument de mesure, correspondant au point de l'échelle graduée de cet instrument auquel, ou près duquel, on a normalement l'intention de faire les lectures.

*Spécification du volumètre américain*

On mesure le volume au moyen d'un volumètre (indicateur de volume). Cet appareil doit être conforme aux spécifications suivantes et doit être employé suivant la méthode décrite ci-après.

*Parties constitutives.*— Un volumètre comprend au moins deux parties :

a) Un instrument de mesure,

b) Un affaiblisseur.

*Caractéristique dynamique.*— Si l'on applique brusquement une tension sinusoïdale de fréquence comprise entre 35 et 10 000 Hz, ayant une amplitude telle qu'en régime permanent elle produise la « déviation de référence » définie ci-dessus, l'aiguille de l'instrument de mesure devra atteindre la graduation correspondant à 99 % de la « déviation de référence » en 0,3 seconde $\pm 10\%$, et devra ensuite dépasser la « déviation de référence » d'au moins 1 % et d'au plus 1,5 %. Le temps nécessaire pour que l'aiguille de l'instrument de mesure atteigne sa position de repos, quand on supprime la tension sinusoïdale, ne devra pas être très différent de cette « durée de fonctionnement ».

*Caractéristique de fonctionnement aux diverses fréquences.*— La sensibilité du volumètre ne devra pas s'écarter de la sensibilité à 1000 Hz de plus que 0,2 décibel entre 35 et 10 000 Hz, ni de plus que 0,5 décibel entre 25 et 16 000 Hz.

*Fonctionnement sous l'action d'ondes complexes.*— Le fonctionnement sous l'action d'ondes complexes, d'amplitude telle qu'elles produisent la « déviation de référence » quand on effectue la lecture comme il est indiqué ci-après, doit être équivalent au fonctionnement de l'ensemble d'un instrument de mesure en courant continu et d'un redresseur, dont la courbe caractéristique a pour exposant 1,2 $\pm 0,2$.

*Symétrie.*— L'indication de l'instrument de mesure doit être indépendante de la polarité avec laquelle les ondes sont appliquées au volumètre, quand on mesure des ondes de forme

[1] On remarquera que le « volume de référence américain » diffère du « volume de référence » défini par le C.C.I.T.T.

dissymétrique. On peut obtenir de telles caractéristiques en employant un instrument de mesure en courant continu, associé avec un redresseur qui redresse les deux alternances du courant.

*Graduation de l'échelle de l'instrument de mesure.*— La graduation correspondant à la déviation de référence définie ci-dessus devra être indiquée nettement, d'une façon appropriée. Le reste de l'échelle devra être gradué en « unités de volume » au-dessus et au-dessous de la déviation de référence (voir aussi l'alinéa « échelle graduée » du paragraphe suivant).

*Affaiblisseur.*— L'affaiblisseur est normalement d'un type réglable et son cadran de réglage devra être gradué en « unités de volume ».

*Etalonnage.*— L'instrument de mesure d'un volumètre étalonné correctement donnera la déviation de référence, avec l'affaiblisseur réglé à zéro quand on relie le volumètre à un générateur de force électromotrice sinusoïdale réglé pour développer une puissance de 1 milliwatt dans une résistance de 600 ohms, ou avec l'affaiblisseur réglé à $n$ « unités de volume » quand la puissance d'étalonnage correspond à $n$ décibels au-dessus de 1 milliwatt.

*Méthode de lecture du volumètre.*— L'indication de l'instrument de mesure est déterminée par les déviations maxima qui se produisent au cours d'une durée d'environ une minute pour les transmissions radiophoniques, ou d'une durée plus courte (par exemple 5 à 10 secondes) pour les conversations téléphoniques, en laissant de côté au plus une ou deux déviations occasionnelles d'amplitude inhabituelle.

D'habitude le volumètre est branché en dérivation sur le circuit en un point où l'impédance est de 600 ohms, et on règle l'affaiblisseur jusqu'à ce que les déviations de l'aiguille de l'instrument de mesure, lues comme il est indiqué ci-dessus, atteignent juste le point de l'échelle graduée correspondant à la déviation de référence. Le volume, en « unités de volume », est donné par la graduation du cadran de réglage de l'affaiblisseur correspondant au réglage ainsi obtenu. Si pour une raison quelconque les déviations de l'aiguille atteignent un autre point de l'échelle graduée que celui qui correspond à la déviation de référence, le volume est donné par la somme algébrique de la valeur à laquelle est réglé l'affaiblisseur et de la déviation réelle de l'aiguille, lue sur l'échelle graduée de l'instrument de mesure.

Quand l'impédance du circuit au point où l'instrument est branché diffère de 600 ohms, on doit corriger le volume indiqué, pour tenir compte de cette différence d'impédance, au moyen de la relation suivante :

La correction (à ajouter) est, en « unités de volume »,

$$10 \log_{10} \frac{600}{|Z|}$$

où $|Z|$ est le module de l'impédance réelle au point de mesure.

*Caractéristiques de construction recommandables pour le volumètre*

Les points suivants ne sont pas des spécifications essentielles faisant partie de la présente norme, mais constituent des caractéristiques de construction recommandables.

*Impédance.*— Le volumètre est employé normalement en dérivation sur le circuit avec lequel on l'utilise et, quand on l'emploie ainsi, son impédance doit être assez élevée pour ne pas modifier exagérément les ondes transmises sur ce circuit. Il est recommandable de rendre l'impédance au moins égale à 7500 ohms, pour l'emploi sur un circuit d'impédance égale à 600 ohms.

*Distorsion harmonique.*— Quand le volumètre est relié à un circuit simple, purement résistif, à travers lequel on transmet une onde sinusoïdale, de fréquence comprise entre 25 et 8000 Hz, la somme quadratique des harmoniques produits ne devrait pas dépasser 0,2%.

*Aptitude à supporter une surcharge.*— A cause des grandes variations d'amplitude que ce volumètre peut rencontrer, il devrait avoir une aptitude à supporter les surcharges plus grande que celle qui est exigée des appareils de mesure courants. Une spécification souvent employée demande que le volumètre soit capable de supporter, sans dommage et sans altération de l'éta-

lonnage, une surcharge momentanée égale à dix fois la tension correspondant à la déviation de référence et une surcharge continue égale à cinq fois cette tension.

*Echelle graduée.*— La graduation correspondant à la déviation de référence devrait se trouver entre les $^2/_3$ et les $^3/_4$ du développement total de l'échelle. En plus de l'échelle graduée en « unités de volume », il est recommandable que l'instrument de mesure comporte aussi une échelle graduée de 0 à 100, proportionnelle à la tension, le point 100 coïncidant avec le point qui correspond à la déviation de référence. Les figures 1 et 2 donnent des exemples des deux types d'échelles généralement employés.

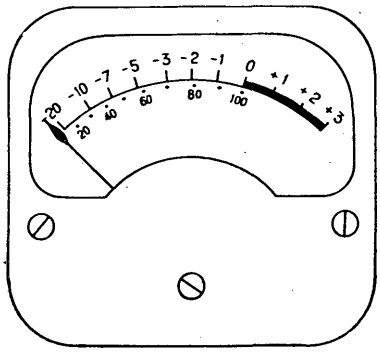



FIGURE 1

Cette échelle met en évidence la graduation en « unités de volume » (v.u.).

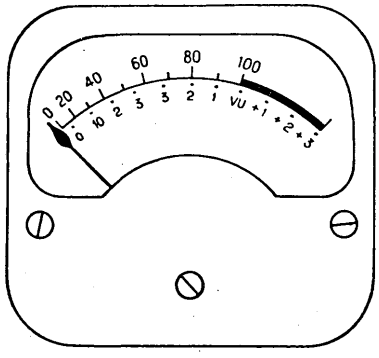



FIGURE 2

Cette échelle met en évidence la graduation de 0 à 100 et est utile pour indiquer le pourcentage d'utilisation des circuits et des équipements. Elle est employée en général par les principaux organismes de radiodiffusion.

## SUPPLÉMENT n° 12

(ancienne Annexe 21; cité dans l'Avis P.52)

## INDICATEUR DE CRÊTE UTILISÉ PAR LA BRITISH BROADCASTING CORPORATION

*Description*

L'indicateur de crête utilisé par la British Broadcasting Corporation est un appareil destiné à enregistrer des amplitudes de crête atteintes par des signaux de forme d'onde complexe qui se rencontrent dans les transmissions radiophoniques de parole et de musique. Il comprend un instrument indicateur du type à aiguille de 3 pouces $^1/_4$ de diamètre (environ 8,3 cm) avec une échelle simple tracée en blanc sur fond noir. Cette échelle est logarithmique, couvrant un intervalle de 26 décibels en six échelons et la durée d'enregistrement est relativement brève tandis que la durée de retour au zéro est très longue.

On a choisi ce type d'instrument indicateur pour aider l'œil à faire très rapidement des lectures rapides et précises et l'échelle simple tracée en blanc sur fond noir tend à diminuer la fatigue de l'œil. Bien que cet instrument soit essentiellement un voltmètre de crête, la vitesse d'enregis-

trement a été délibérément limitée à une valeur inférieure à celle que l'on pourrait obtenir facilement, pour la raison suivante : L'aptitude de l'oreille à apprécier les distorsions dues à la surcharge dans un système pour transmissions radiophoniques dépend de la durée des amplitudes de crête considérées; par conséquent, il ne serait pas seulement inutile d'interdire à des crêtes de très courte durée d'atteindre une amplitude inférieure au point de surcharge, mais une telle pratique aurait pour effet d'abaisser d'une façon générale le taux de modulation au-dessous de la valeur dictée par l'emploi économique de ce système.

On a rendu assez longue la durée de retour au zéro de cet instrument afin de permettre à l'œil d'observer sans fatigue l'indication de la valeur de crête atteinte; cependant, il est assez rapide pour permettre d'enregistrer avec précision des crêtes subséquentes ayant une valeur inférieure.

*Réalisation des circuits*

L'instrument indicateur est actionné par un amplificateur comprenant un étage séparateur à haute impédance d'entrée, un redresseur à diode redressant les deux alternances de crête et une pentode à pente variable qui fournit les indications suivant une échelle logarithmique.

Les constantes de temps du redresseur de crête sont respectivement de 2,5 millisecondes à la charge et de 1 seconde à la décharge, afin de fournir les caractéristiques spécifiées ci-après et l'on peut régler d'une façon correcte la loi d'indication de l'échelle en faisant varier les potentiels des électrodes de la pentode à pente variable.

L'instrument indicateur lui-même est un instrument à fonctionnement rapide et à faible inertie dont la position de repos correspond à l'extrémité de droite de l'échelle; ceci est dû à ce que l'absence de signal à la sortie de la pentode à pente variable correspond à la déviation maximum de l'échelle et la tension à la sortie de cette pentode fait dévier l'aiguille vers la gauche. L'échelle comprend sept graduations numérotées de 1 à 7, chaque intervalle entre deux graduations représentant 4 dB, à l'exception de l'intervalle inférieur qui représente 6 dB.

*Caractéristiques spécifiées et mesure de ces caractéristiques*

La durée d'établissement de l'appareil est telle que, pour une impulsion carrée durant 4 ms, on enregistre 80 % de sa valeur de crête tandis que la durée de retour au zéro est telle que l'aiguille retombe de la graduation 7 à 1 (c'est-à-dire un écart de 26 dB en 3,0 $\pm$0,5 secondes. On vérifie la durée d'établissement au moyen de l'impulsion de tension qui apparaît aux bornes d'une résistance de 600 ohms quand on décharge à travers cette résistance un condensateur de 5 microfarads. Le condensateur est chargé par la tension de crête d'une onde sinusoïdale en régime permament qui ferait dévier l'instrument indicateur jusqu'à la graduation 6 et cette impulsion doit faire dévier l'instrument indicateur jusqu'à la graduation 4 à $\pm$1 dB près.

L'instrument indicateur lui-même doit dévier jusqu'à 97 % du maximum de l'échelle quand un condensateur de 10 microfarads est chargé, en série avec une résistance de 100 000 ohms et avec cet instrument, par une tension qui, si le condensateur était court-circuité, produirait une déviation égale au maximum de l'échelle. En outre, quand cette tension est appliquée brusquement, le condensateur étant court-circuité, l'aiguille de l'instrument indicateur ne doit pas présenter un dépassement balistique de plus de 5 % par rapport au maximum de l'échelle.

*Emploi*

L'indicateur de crête sert généralement à surveiller un programme dont le volume serait de « zéro » dans un circuit de 600 ohms. Ceci implique qu'une onde sinusoïdale en régime permanent de 0,775 volt doit correspondre à un taux de modulation de 40 % pour le système de transmission et que l'on peut régler l'indicateur de crête de façon que son indication corresponde à la graduation 4 dans ces conditions. Par conséquent, la graduation 6 correspond à une modulation de 100 %, de sorte que l'on voit immédiatement des crêtes ayant un niveau inférieur d'au moins 20 dB à ce niveau et que des surcharges de 4 dB sont mesurables.

SUPPLÉMENT n° 13

(ancienne Annexe 22; cité dans l'Avis P.52)

# INDICATEURS D'AMPLITUDE MAXIMUM DES TYPES U 21 ET U 71 UTILISÉS DANS LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

*Application*

L'indicateur d'amplitude maximum décrit ci-dessous est approprié à la surveillance de la tension de crête au cours de la transmission d'un programme radiophonique. C'est pourquoi il est à utiliser partout où une surcharge des équipements de transmission doit être évitée et où la dynamique de la transmission est à contrôler, par exemple dans les studios, à l'origine et à l'extrémité d'un circuit de transmission radiophonique, ou à certains points intermédiaires et à l'entrée d'un émetteur.

*Caractéristiques générales*

En vue de pouvoir suivre l'amplitude de la tension augmentant rapidement au cours d'une transmission radiophonique, l'indicateur d'amplitude maximum est doté d'une durée d'intégration très courte. La durée de retour de l'aiguille est relativement grande, afin que des pointes de tension très brèves puissent être observées facilement. L'instrument indicateur, muni d'un spot lumineux, a par conséquent une courte durée d'établissement. Plusieurs instruments indicateurs secondaires et un enregistreur peuvent être raccordés. L'échelle est déformée approximativement de façon logarithmique, et étalonnée en népers ou en décibels. Une échelle additionnelle est étalonnée en pour cent (100% correspondent à la tension utile la plus élevée). La bande de fréquences est un peu plus large que la bande recommandée par le C.C.I.T.T. pour les circuits normaux pour transmissions radiophoniques. L'impédance d'entrée, par rapport à 600 ohms, est si élevée que l'erreur provenant de l'application de l'indicateur d'amplitude maximum à un circuit peut être négligée.

*Valeurs spécifiées*

| | |
|---|---|
| Bande de fréquences | 30 à 15 000 Hz |
| Impédance d'entrée | supérieure à 30 000 ohms |
| Gamme d'indication de la dynamique | 1 : 300 |
| correspondant à (une gamme additionnelle de 100% à 180% servant de gamme de surcharge, est repérée en rouge) | 0,3 à 100% |
| Tension d'entrée pour 100% (correspondant à 8 ou 32 milliwatts dans une résistance de 600 ohms) | 2,2 ou 4,4 volts efficaces [1], commutable |
| Variation de l'indication en fonction de la fréquence, à 100% | inférieure à ±10% par rapport à la valeur mesurée à 800 Hz |
| Caractéristique du redresseur | linéaire |

[1] Quelques Administrations ont fixé d'autres valeurs pour la tension aux points de contrôle; en Allemagne il y a d'ailleurs des indicateurs d'amplitude maximum se référant par exemple à des tensions d'entrée de 1,55 ou 3,1 volts.

| | |
|---|---|
| Durée d'intégration en cas d'application brusque d'une tension sinusoïdale correspondant à 100% | |
| pour atteindre 80% | 5 millisecondes environ |
| pour atteindre 90% | 10 millisecondes environ |
| Durée d'établissement pour atteindre 99% | 80 millisecondes environ |
| Durée de retour de 100% à 10% en cas de déconnexion brusque d'une tension sinusoïdale | 1 ou 2 secondes environ, commutable |
| Dépassement balistique de l'aiguille | 10% au maximum |
| Alimentation | secteur 40 à 60 Hz, 110 ou 220 volts, 55 watts environ |

## SUPPLÉMENT n° 14

(ancienne Annexe 23; cité dans les Avis P.42 et P.52)

## COMPARAISON DES LECTURES FAITES AVEC DES VOLUMÈTRES DE TYPES DIFFÉRENTS, AU COURS DE CONVERSATIONS

(Essais effectués par l'Administration britannique)

1. *Spécification d'un volumètre classique*

Quand on utilise un volumètre de type classique comportant un voltmètre équipé de redresseurs, on peut définir la lecture faite avec cet appareil en donnant les spécifications suivantes :

1. Le niveau (ou tension) de référence à une fréquence pure (par exemple 1 kHz), qui définit le repère « zéro dB ».

2. La durée d'intégration, définie par le temps nécessaire pour qu'une impulsion sinusoïdale d'amplitude constante produise une déviation de l'aiguille égale à 63% de la déviation que l'on aurait obtenue en appliquant à l'appareil la même amplitude en régime permanent. On peut encore, si l'on veut, spécifier la durée d'établissement 99%, ou à 90%; il s'agit alors du temps nécessaire pour que, après l'application d'une onde sinusoïdale d'amplitude constante, l'aiguille atteigne 99% (ou 90%) de sa déviation finale. La relation entre la durée d'intégration et la durée d'établissement est assez compliquée, car elle dépend aussi du dépassement balistique.

3. Le dépassement balistique; à moins que l'amortissement de l'appareil de mesure ne soit égal ou supérieur à la valeur critique, l'aiguille commence par atteindre une déviation supérieure à sa déviation finale.

4. La loi du redressement; pour une demi-alternance, on peut exprimer la relation entre les grandeurs à l'entrée et à la sortie (valeurs instantanées) du redresseur par une relation de la forme suivante :

$$A_{\text{sortie}} = \text{Cte} \times (B_{\text{entrée}})^k$$

Les signaux vocaux ayant fréquemment l'allure d'ondes de forme dissymétrique, il est essentiel que le redressement porte sur l'onde entière.

5. La façon dont on interprète la déviation de l'aiguille de l'instrument de mesure.

2. *Effets de variables physiques*

La méthode d'interprétation des lectures étant supposée donnée (en fait, il s'agit de la méthode recommandée par le C.C.I.T.T.— voir ci-après), on peut résumer comme suit les effets des variables physiques 2, 3 et 4 mentionnées au paragraphe 1.

Pour une durée d'intégration (2) et une loi de redressement (4) données, l'influence d'une variation du dépassement balistique entre 0 (amortissement critique) et 5% (valeur pratique) est tout à fait négligeable.

L'influence de la durée d'intégration est la suivante : la lecture est exprimée en fonction de celle que l'on fait pour une durée d'intégration de 100 ms.

| 100 ms | 150 ms | 200 ms | 250 ms | 300 ms |
|---|---|---|---|---|
| 0 | −0,6 dB | −1,2 dB | −1,9 dB | −2,6 dB |

Cette relation est à peu près la même, que la mesure porte soit sur des signaux de téléphonie de haute qualité, soit sur des signaux de téléphonie commerciale.

L'influence de la loi de redressement (4) n'est pas tout à fait indépendante du type des signaux vocaux. Les résultats suivants sont exprimés par rapport aux lectures faites pour $k = 2$.

| $k$ | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
|---|---|---|---|
| Téléphonie de haute qualité ..... | 0 | −1,1 dB | −2,8 dB |
| Signaux vocaux provenant d'un appareil téléphonique de l'Administration britannique | 0 | −1,6 dB | −3,6 dB |

3. *Comparaison de certains volumètres classiques*

Nous avons étudié trois types importants de volumètres classiques :

A. l'indicateur de volume du S.F.E.R.T., décrit à l'Annexe 18 du tome V du *Livre Rouge*;

B. le voltmètre vocal britannique, qui est identique au volumètre de l'A.R.A.E.N., décrit dans le Supplément n° 10 au présent ouvrage;

C. le v.u. mètre (Etats-Unis d'Amérique), décrit dans le Supplément n° 11.

Lorsque les mesures portent sur une conversation courante et non sur des logatomes ou des phrases conventionnelles, il est spécifié, lorsque les mesures sont faites avec des appareils de type A et B, d'interpréter les indications selon la méthode recommandée par le C.C.I.T.T., à savoir que l'on doit régler le cadran de sensibilité de l'appareil de manière que l'aiguille atteigne le repère en moyenne toutes les trois secondes. En revanche, avec l'appareil du type C, on lit les valeurs du volume en prenant la moyenne des déviations extrêmes environ toutes les 10 secondes, et en faisant abstraction des deux ou trois valeurs les plus élevées.

L'interprétation d'une lecture unique est naturellement entachée d'une erreur due à l'élément humain; pour un observateur donné, il peut arriver (ceci est un maximum) que 5% des lectures diffèrent de 2 dB de la valeur moyenne obtenue par cet observateur sur un très grand nombre d'observations du même échantillon de conversation. De plus, pour un même observateur, il

peut se faire que toutes ses lectures soient entachées d'erreurs qui sont systématiquement d'un signe donné; même avec un observateur entraîné, on a rencontré un domaine de variation de 4 dB. L'Administration britannique a trouvé que les erreurs sont à peu près du même ordre de grandeur avec les deux méthodes d'interprétation.

Les deux méthodes d'interprétation des déviations donnent des résultats qui diffèrent d'environ 3 dB (la méthode recommandée par le C.C.I.T.T. donne toujours lieu aux lectures les plus élevées).

Le tableau ci-après donne les lectures obtenues avec les trois types d'appareil, ainsi que les valeurs de leurs constantes physiques. On a fait les moyennes des lectures pour un certain nombre de personnes qui parlent et pour un certain nombre d'observateurs entraînés; les valeurs moyennes sont sûres à $\pm$ 1 dB près environ; elles sont valables pour les signaux vocaux produits par les appareils téléphoniques de l'Administration britannique.

| Appareil de mesure | Volume de référence zéro | Durée d'intégration (ms) | Dépassement balistique (%) | Durée d'établissement à 99 % (en ms) | Caractéristiques du redresseur (exposant $K$) | Méthode de lecture | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Méthode du C.C.I.T.T. | Méthode du v.u. mètre |
| Voltmètre vocal de l'Administration britannique | 1 volt | 100 | 2,5 | 230 | 2 | 0 | — |
| Indicateur de volume du S.F.E.R.T. | 6 mW dans 600 ohms | 200 | 0 à 5 | (410 à 650) selon le dépassement balistique | 2 | −6,8 | — |
| v.u. mètre | 1 mW dans 600 ohms | (120) | 1 à 1,5 | 300 | 1,4 | — | −3,2 |

*Remarque.*— Les nombres entre parenthèses sont approximatifs.

Les relations ci-dessus sont valables aussi bien dans le cas d'une émission continue de parole (par exemple, la lecture d'un passage d'un livre) que dans celui d'une conversation téléphonique, en négligeant évidemment, dans ce dernier cas, les périodes de silence. En revanche, elles ne s'appliquent pas au cas de mots ou de syllabes isolés que l'on utilise pour les essais de netteté, ni à celui des phrases conventionnelles toutes faites (comme « can con by dace also » ou « Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun ») dont on se sert dans les essais d'équilibres sonores.

Dans certaines mesures, il est difficile d'éliminer l'effet des périodes de silence en cours de conversation, aussi les relations figurant dans le tableau ci-après ont-elles été obtenues uniquement sur une émission continue de parole.

L'indicateur de crête de la British Broadcasting Corporation (B.B.C.) (Supplément n° 12) donne des lectures supérieures de 1 à 2 dB au niveau à 99 % indiqué ci-dessous. On remarquera, que, malgré les mouvements apparemment plus lents de l'aiguille de cet instrument, ses lectures sont sujettes à une erreur accidentelle qui est sensiblement du même ordre qu'avec le voltmètre vocal de l'Administration britannique et avec le v.u. mètre américain; cela est également vrai de l'erreur systématique de l'observateur.

| Mesure | Liaison | |
|---|---|---|
| | Haute qualité | Qualité commerciale (appareils de l'Administration britannique) |
| Lecture au voltmètre vocal ..... | 0 | 0 |
| Valeur quadratique moyenne sur une longue durée (en dB par rapport à 1 V) ..... | −6,9 | −8,2 |
| Niveau non dépassé pendant 99 % du temps au cours d'un essai de longue durée (en dB par rapport à 1 V) ..... | +5,1 | +6,0 |

4. *Elimination des erreurs dues à l'observateur*

Dans bien des travaux de laboratoire, les erreurs dues à l'observateur ne sont pas acceptables; aussi, depuis quelques années, l'Administration britannique utilise-t-elle un équipement électronique qui fait une interprétation objective des variations d'une grandeur électrique analogues au mouvement de l'aiguille d'un volumètre. Cet équipement est décrit dans l'article cité en référence; c'est de ce même article qu'ont été extraits les renseignements donnés plus haut.

*Référence.*— J. N. SHEARME et D. L. RICHARDS : The measurement of speech level; *P.O.E.E.J., 47* p. 159 (1954).

## SUPPLÉMENT n° 15

(ancienne Annexe 6; cité dans l'Avis P.42)

## EXTRAIT D'UNE ÉTUDE DES DIFFÉRENCES CONSTATÉES ENTRE LES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES DIVERS MEMBRES D'UNE ÉQUIPE D'OPÉRATEURS DANS LES COMPARAISONS DE LA FORCE DES SONS

(Contribution de l'Administration du Royaume-Uni)

1. *Introduction*

Les comparaisons de la force des sons sont généralement effectuées au moyen d'une équipe de six personnes, chacune jouant à son tour le rôle d'opérateur qui parle et celui d'opérateur qui écoute. Ainsi, avec une équipe de trois personnes, il y a six combinaisons possibles; avec une équipe de cinq, il y en a 20; et avec une équipe de six, il y en a 30.

Bien que les membres de l'équipe soient susceptibles de recevoir un entraînement préliminaire et d'acquérir une importante expérience, ils gardent cependant des différences individuelles caractéristiques, aussi bien dans leur rôle d'« opérateur qui écoute » que dans celui d'« opérateur qui parle ». En outre, ces différences individuelles tendent à changer légèrement au cours d'une période de quelques semaines; parfois il arrive que l'on observe un changement très considérable, et lorsqu'on l'observe, il est généralement possible de le rattacher à une cause physique bien précise.

Les méthodes ci-après, si elles sont utilisées régulièrement, permettront d'instituer un contrôle sur les activités de chacun des membres de l'équipe et de dépister à temps tout changement inhabituel. La méthode fait également apparaître des différences entre les résultats obtenus par les divers membres de l'équipe, différences qui, bien que normalement présentes, peuvent demeurer insoupçonnées, si l'on conserve une même équipe pendant une longue période. Ces effets, s'ils ne sont pas dépistés, peuvent aboutir à une interprétation très fausse des résultats obtenus.

2. *Méthode*

La méthode d'analyse sera d'abord illustrée à partir d'un exemple simple extrait des mesures mentionnées dans le Rapport technique n° 257.

Les valeurs individuelles pour l'équilibre de la force des sons pour l'équivalent de référence du système émetteur de l'A.R.A.E.N. (essai 1) se répartissent comme au tableau 1 ci-après.

Dans un tableau de cette forme, la séparation des effets des personnes qui parlent et de ceux des personnes qui écoutent est compliquée par suite de la « diagonale manquante ». Une méthode pour traiter ce problème a été mise au point par Yates (*Annals of Eugenics*, 1, p. 121, 1936) et se trouve décrite dans plusieurs manuels traitant diverses méthodes statistiques, sous le titre de « Balanced incomplete blocks »; pour le cas qui nous intéresse, on peut se référer avec profit au travail de Brownlee, *Industrial Experimentation*, Her Majesty Stationery Office, 4e édition 1949, p. 147.

TABLEAU 1

*Résultats individuels « opérateur qui parle »/« opérateur qui écoute »*

| Opérateur qui parle | Opérateur qui écoute | | | | | | Somme $T$ | $Q_T$ | $V_T$ dB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mk | Lv | El | Ik | Cz | Ct | | | |
| Mk | | −2 | −3 | −1 | −4 | −2 | −12 | −11 | −0,46 |
| Lv | −3 | | −5 | −4 | +2 | +1 | − 9 | −13 | −0,54 |
| El | +4 | −2 | | −5 | −1 | 0 | − 4 | + 7 | +0,29 |
| Ik | +3 | −3 | 0 | | −1 | +1 | 0 | +27 | +1,12 |
| Cz | +1 | −3 | −5 | −4 | | +1 | −10 | −10 | −0,42 |
| Ct | 0 | −2 | −4 | −3 | 0 | | − 9 | 0 | 0 |
| Somme $L$ | +5 | −12 | −17 | −17 | −4 | +1 | −44 | 0 | −0,01 |
| $Q_L$ | +57 | −25 | −45 | −41 | +14 | +40 | 0 | | |
| $V_L$ dB | +2,38 | −1,04 | −1,88 | −1,71 | +0,58 | +1,67 | 0 | | |

Moyenne générale = −44/30 = −1,47 dB

La formation des trois dernières lignes et des trois colonnes complétant celles où se trouvent les chiffres observés s'explique comme suit :

Les sommes $T$ et $L$ s'obtiennent en additionnant les chiffres de chaque ligne ou colonne sans tenir compte des cases vides.

TABLEAU 2

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence de l'A.R.A.E.N. par rapport au S.F.E.R.T.*

| Système | Membre de l'équipe | Sans filtre $V_T$ Essai 1 | Essai 2 | Essai 3 | Essai 4 | Moyenne | Sans filtre $V_L$ Essai 1 | Essai 2 | Essai 3 | Essai 4 | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A.R.A.E.N. à l'émission | Mk | −0,46 | −0,38 | +0,62 | +0,83 | +0,16 | +2,38 | +2,62 | +1,46 | +0,50 | +1,74 |
| | Lv | −0,54 | −0,71 | +0,42 | −0,04 | −0,22 | −1,04 | −0,04 | +0,42 | −0,88 | −0,38 |
| | El | +0,29 | +0,71 | +0,08 | −0,08 | +0,25 | −1,88 | −2,96 | −3,25 | −2,08 | −2,54 |
| | Ik | +1,12 | −0,33 | −0,17 | +0,33 | +0,24 | −1,71 | −2,17 | +0,50 | +1,00 | −0,59 |
| | Cz | −0,42 | +0,46 | +0,21 | +1,38 | +0,41 | +0,58 | +1,79 | +1,38 | +2,21 | +1,49 |
| | Ct | −0,01 | +0,25 | −1,17 | −2,42 | −0,83 | +1,67 | −0,75 | −0,50 | −0,75 | +0,29 |
| | E.R. | −1,47 | −2,10 | −2,33 | −1,93 | −1,96 | −1,47 | −2,10 | −2,33 | −1,93 | −1,96 |
| A.R.A.E.N. à la réception | Mk | −1,42 | +0,54 | +0,33 | −0,50 | −0,26 | +0,25 | +1,71 | +0,17 | 0,0 | +0,53 |
| | Lv | +0,25 | −0,88 | +0,62 | +0,21 | +0,05 | −0,42 | −0,38 | −0,38 | −0,46 | −0,41 |
| | El | +0,46 | −1,17 | −0,42 | −0,17 | −0,32 | +0,62 | +0,17 | −0,58 | −1,33 | −0,28 |
| | Ik | −0,42 | +0,62 | 1,08 | +1,29 | +0,64 | −2,75 | −1,88 | −1,08 | −0,04 | −1,44 |
| | Cz | +0,33 | +0,08 | 0,17 | +0,04 | +0,16 | 0,0 | −0,58 | +0,33 | +0,71 | +0,11 |
| | Ct | +0,79 | +0,79 | −1,79 | −0,88 | −0,27 | +2,29 | +0,96 | +1,54 | +1,12 | +1,48 |
| | E.R. | +5,47 | +5,80 | +5,30 | +4,90 | +5,36 | +5,47 | +5,80 | +5,30 | +4,90 | +5,36 |
| A.R.A.E.N. système complet | Mk | −1,58 | −1,04 | +2,83 | +0,71 | +0,23 | +3,75 | +2,29 | +2,0 | +1,04 | +2,27 |
| | Lv | 0,0 | +0,38 | +0,58 | −0,42 | +0,14 | −0,33 | −0,62 | −2,25 | −2,58 | −1,45 |
| | El | −0,25 | −0,04 | −0,88 | −0,12 | −0,32 | −1,58 | −1,71 | −3,54 | −3,12 | −2,49 |
| | Ik | −0,17 | −0,25 | 0,0 | +1,42 | +0,25 | −4,17 | −2,75 | +1,83 | +0,58 | −1,12 |
| | Cz | +1,46 | −1,08 | −1,0 | −0,29 | +0,31 | +0,96 | +0,92 | +0,83 | +2,04 | +1,19 |
| | Ct | +0,54 | −0,12 | −1,54 | −1,29 | −0,60 | +1,38 | +1,38 | +1,12 | +2,04 | +1,60 |
| | E.R. | +3,33 | +3,30 | +3,37 | +2,90 | +3,22 | +3,33 | +3,30 | +3,37 | +2,90 | +3,22 |





TABLEAU 2

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence de l'A.R.A.E.N. par rapport au S.F.E.R.T.*

| Avec filtre $V_T$ Essai 1 | Essai 2 | Essai 3 | Essai 4 | Moyenne | Avec filtre $V_L$ Essai 1 | Essai 2 | Essai 3 | Essai 4 | Moyenne | Membre de l'équipe | Système |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - 0,58 | 1,00 | +0,92 | +0,79 | - 0,03 | +0,92 | +1,33 | −0,42 | −2,04 | −0,05 | Mk | A.R.A.E.N. à l'émission |
| + 1,58 | - 0,25 | −0,58 | -0,54 | + 0,45 | −0,25 | −1,42 | -1,92 | −2,29 | - 1,47 | Lv | |
| −1,29 | - 0,67 | −1,00 | +0,75 | - 0,55 | −1,62 | −2,0 | −1,00 | --0,25 | −1,22 | El | |
| +0,96 | −0,12 | +0,67 | −0,29 | + 0,30 | −2,38 | −1,29 | +0,08 | +0,54 | −0,70 | Ik | |
| −0,79 | +0,25 | −0,08 | −0,12 | −0,19 | +0,88 | +0,58 | +2,83 | −4,38 | +2,10 | Cz | |
| - 0,12 | +1,29 | +0,88 | −1,67 | −0,04 | +2,46 | +2,79 | +0,42 | −0,33 | +1,33 | Ct | |
| - 3,77 | + 3,47 | +3,40 | +4,0 | + 3,66 | + 3,77 | +3,47 | - 3,40 | +4,0 | +3,66 | E.R. | |
| −0,33 | −1,50 | +0,50 | + 0,21 | −0,28 | + 2,67 | + 3,0 | −1,17 | -- 1,29 | +0,80 | Mk | A.R.A.E.N. à la réception |
| −0,62 | + 1,04 | −0,42 | 1,58 | 0,19 | −0,79 | −2,29 | - 0,58 | --1,25 | −1,23 | Lv | |
| - 0,50 | - 1,08 | +1,25 | 1,21 | - 0,22 | −1,17 | −0,92 | 0,42 | −2,29 | −1,20 | El | |
| - 2,42 | −0,17 | +0,46 | 1,08 | - 0,95 | −3,58 | −3,33 | +0,62 | + 1,08 | −1,30 | Ik | |
| - 0,54 | + 0,62 | −0,88 | 0,08 | - 0,05 | + 1,04 | + 0,62 | 0,04 | +2,25 | - 0,97 | Cz | |
| - 1,50 | + 1,08 | −1,75 | - 0,83 | --0,75 | + 1,83 | +2,92 | - 1,58 | + 1,50 | +1,96 | Ct | |
| --8,87 | + 8,10 | + 8,47 | 8,13 | + 8,40 | +8,87 | + 8,10 | + 8,47 | + 8,13 | + 8,40 | E.R. | |
| −0,79 | − 2,96 | +0,21 | + 1,75 | − 0,45 | + 1,38 | + 3,21 | - 0,79 | 0,92 | + 0,72 | Mk | A.R.A.E.N. système complet |
| - 0,21 | + 1,29 | −0,38 | −0,04 | + 0,27 | - 0,62 | −1,54 | - 1,71 | −1,88 | −1,44 | Lv | |
| --0,96 | +0,29 | + 1,17 | −0,12 | + 0,09 | − 2,46 | −0,54 | - 2,0 | −3,29 | −2,07 | El | |
| - 0,88 | - 0,58 | −0,75 | + 0,21 | + 0,31 | − 4,29 | − 3,92 | + 0,92 | - 2,38 | −1,23 | Ik | |
| - 1,21 | + 2,54 | + 0,38 | +0,12 | + 1,06 | + 3,38 | + 1,71 | + 2,04 | + 1,96 | + 2,27 | Cz | |
| −0,54 | −0,58 | −2,12 | −1,92 | - 1,29 | - 2,62 | + 1,08 | + 1,54 | + 1,75 | + 1,75 | Ct | |
| - 6,67 | + 8,60 | + 6,83 | + 7,07 | + 7,29 | + 6,67 | + 8,60 | - 6,83 | + 7,07 | + 7,29 | E.R. | |

La somme $Q_T$ se forme comme suit :

5 (somme $T$ correspondante) + (somme $L$ pour la colonne contenant la case vide dans la ligne considérée) — le total général.

Ainsi, pour la première ligne, on a :

$$Q_T = 5\ (-12) + (+5) - (-44) = -11$$

$Q_L$ se forme de la manière correspondante : ainsi, pour la première colonne :

$$Q_L = 5\ (+5) + (-12) - (-44) = +57$$

Comme vérification on a : $\sum Q_T = 0$

$\sum Q_L = 0$

$V_T$ et $V_L$ sont égales au 1/24e des $Q_T$ ou $Q_L$ correspondantes.

Comme vérification, on a : $\sum V_T = 0$

$\sum V_L = 0$

excepté que les erreurs résultant de l'arrondissement des dernières décimales, comme c'est le cas ici pour $\sum V_T$, peuvent donner une légère différence résiduelle. Lorsque le nombre « d'opérateurs qui parlent » et d'« opérateurs qui écoutent » est différent de six, les valeurs des cœfficients sont différentes; on trouvera une formule générale dans l'appendice.

Les quantités $V_T$ et $V_L$ représentent les divergences pour chaque personne qui parle ou qui écoute autour de la moyenne générale après correction pour tenir compte de la valeur manquante dans la diagonale. Ainsi, pour Mk (opérateur qui parle) le résultat moyen corrigé lorsqu'on en établit la moyenne pour tous les « opérateurs qui écoutent », y compris Mk, serait :

$$-1{,}47 - 0{,}46 = -1{,}93 \text{ dB}$$

et pour Mk, dans le rôle de l'opérateur qui écoute, la moyenne calculée sur tous les opérateurs qui parlent, y compris Mk, serait de :

$$-1{,}47 + 2{,}38 = +0{,}91 \text{ dB}$$

Comme dans cet exemple, on constate habituellement que $V_T$ varie moins largement que $V_L$.

Il est possible, au moyen de l'analyse de la variance (décrite par Brownlee), de distinguer une variance d'erreur et de déterminer ainsi un intervalle de confiance pour $V_T$ et pour $V_L$. D'après une seule série de résultats, comme dans le tableau 1 ci-dessus, l'intervalle serait assez large (peut-être $\pm 1{,}5$ dB pour une confiance de 95%) et c'est pourquoi il est rarement profitable d'effectuer les calculs ci-dessus pour une seule série isolée de, disons, 30 équilibres. On n'en constaterait pas moins dans l'exemple ci-dessus que Mk, El et Ik se sont écartés de façon importante de la moyenne en tant qu'« opérateurs qui écoutent ».

## 3. *Application*

### 3.1 *Equivalent de référence de l'A.R.A.E.N.*

Les avantages de la méthode décrite ci-dessus se font sentir surtout si l'on considère ensemble plusieurs séries de résultats. On a utilisé par exemple quatre séquences de mesures d'équivalent de référence de l'A.R.A.E.N., (voir les Rapports techniques nos 257 et 257 ter, tableaux 1, 2 et 3).

Les résultats individuels « opérateur qui parle/opérateur qui écoute » de chaque détermination ont d'abord été réunis en un tableau de la forme du tableau 1 ci-dessus; les valeurs de $V_T$ et de $V_L$ figurent dans le tableau 2 et l'examen attentif de ces valeurs fait apparaître quelques caractères bien particuliers) :

a) La dispersion des valeurs de $V_L$ est beaucoup plus large que celle des valeurs de $V_T$.

b) En gros, dans ce cas, les opérateurs qui écoutent conservent leurs caractéristiques relatives qui se traduisent par les valeurs de $V_L$. Ainsi, Ik est généralement de quelques dB au-dessous de zéro, tandis que Mk et Ct sont également de 1 dB au-dessus ou à peu près. (Cela ne peut toutefois être considéré comme une règle générale comme on le verra plus loin.)

Un examen plus approfondi des résultats est possible si l'on calcule les limites de confiance et il est possible de les calculer en analysant la variance des résultats pendant plusieurs essais groupés de manière appropriée. Pour simplifier, on examine le cas où l'on a groupé chaque série de quatre séquences; en général, on peut choisir n'importe quel nombre, mais il est souhaitable de grouper seulement celles qui ont des traits communs importants, par exemple les séquences d'une même série d'expériences.

*Analyse de la variance*

Les calculs pour chaque analyse de variance sont effectués sur les résultats groupés sous forme de quatre séquences, chaque séquence présentée comme l'indique le tableau 1, en même temps qu'un tableau de sommation des résultats, analogue au tableau 1 mais contenant pour chaque rubrique la somme correspondant aux quatre séquences (excepté pour $V_T$ et $V_L$ qui sont des valeurs moyennes). Toutes les vérifications de calcul habituelles doivent être faites.

Les détails des calculs pour évaluer les diverses grandeurs sont indiqués dans l'appendice et les résultats pour l'A.R.A.E.N. à l'émission, sans filtre, sont les suivants :

TABLEAU 3

*Analyse de la variance pour quatre séquences*

Equivalent de référence de l'A.R.A.E.N. à l'émission, sans filtre

| Facteur | Symbole | Degrés de liberté | Somme des carrés | Carré moyen | Rapport des variances $F$ | Importance statistique |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Séquence ..... | B | 3 | (1) 12,09 | 4,03 | 1,48 | N.S. |
| Opérateur : | | | | | | |
| qui « parle » ... | « C » | — | (2) 31,34 | — | — | — |
| qui « écoute » ... | « D » | — | (3) 247,14 | — | — | — |
| qui parle ..... | C | 5 | (4) 20,19 | 4,04 | 1,48 | N.S. |
| qui écoute ..... | D | 5 | (5) 235,99 | 47,20 | 17,35 | * |
| Interaction ..... | C D | 19 | (6) 77,71 | 4,09 | 1,50 | N.S. |
| | B « C » | — | (7) 46,96 | — | — | — |
| | B « D » | — | (8) 87,16 | — | — | — |
| | B C | 15 | (9) 47,51 | 3,17 | 1,16 | N.S. |
| | B D | 15 | (10) 87,71 | 5,85 | 2,15 | N.S. |
| Erreur ..... | B C D | 57 | (11) 154,99 | 2,72 | — | — |
| Total ..... | | 119 | (12) 646,79 | | | |

* Importance statistique (valeur critique à 1 % près).
N.S. Sans importance statistique (valeur critique à 5 % près).

De ce tableau, on peut déduire ce qui suit :

a) les résultats moyens pour les quatre séquences ne présentent pas de différences importantes et leur moyenne commune qui est de −1,96 dB (tableau 2) peut être utilisée;

b) les opérateurs qui parlent ne présentent pas entre eux de différences importantes, autrement dit la dispersion des $V_T$ n'est pas importante;

c) les opérateurs qui écoutent présentent des différences fortement importantes, de sorte qu'il faut prendre une moyenne corrigée distincte ($-1{,}96+V_L$) pour chacun d'eux;

d) l'interaction CD n'est pas importante et ainsi le résultat pour un couple donné d'opérateurs, l'un parlant, l'autre écoutant, peut être évalué comme $-1{,}96+V_T+V_L$;

e) les interactions BC et BD ne sont pas importantes, de sorte que la dispersion des $V_T$ et des $V_L$ ne présente pas de différences importantes entre les quatre expériences;

f) le carré moyen de l'erreur (2,72) permet de fixer des limites de confiance pour les $V_L$ (et si on le désire, pour la moyenne générale).

Le jeu des facteurs, qui sont les uns importants et les autres sans importance, obtenus d'après les résultats de cette analyse de variance sur tous les essais indiqués ci-dessus se présente comme suit (tableau 4) :

TABLEAU 4

*Résumé de l'analyse de la variance*

| Facteur | Symbole | A.R.A.E.N./S.F.E.R.T. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | émission | | réception | | complet | |
| | | sans filtre | avec filtre | sans filtre | avec filtre | sans filtre | avec filtre |
| Essais ..... | B | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. |
| Opérateurs qui parlent ..... | C | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. |
| Opérateurs qui écoutent ..... | D | *** | * | *** | N.S. | ** | * |
| Interaction ..... | C D | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | N.S. | *** |
| | B C | N.S. | * | N.S. | N.S. | *** | *** |
| | B D | N.S. | *** | N.S. | *** | *** | *** |
| Carré moyen de l'erreur ..... | | 2,72 | 2,01 | 2,46 | 3,10 | 1,60 | 0,91 |

* Important (valeur critique à 5 % près).
** Important (valeur critique à 1 % près).
*** Important (valeur critique à 0,1 % près).
N.S. Sans importance statistique (valeur critique à 5 % près).

*Note.*— Les « effets principaux » ont été soumis à des épreuves visant à déterminer s'ils étaient importants ou non par rapport au carré moyen du facteur d'interaction, qui a le carré moyen le plus grand et qui, tout à la fois, est important et intéresse le facteur « effet principal ». Quand aucune interaction de ce genre n'était statistiquement importante, on a utilisé le carré moyen de l'erreur.

De ce qui précède se dégagent certaines conclusions que voici :

(i) Le facteur « essais » n'est pas important (lorsqu'il l'est, il faut faire un examen plus approfondi).

(ii) Le facteur « opérateur qui parle » est généralement sans importance statistique, mais il n'y a rien de spécial à faire s'il devient important.

(iii) Le facteur « opérateur qui écoute » est presque toujours important.

(iv) Le facteur d'interaction CD normalement n'est pas important; dans le cas présent, sa très grande importance, indiquée dans la dernière colonne, mériterait un examen plus détaillé.

(v) L'interaction BC est en général sans importance statistique; le fait qu'elle soit très importante dans les résultats d'ensemble invite à un réexamen de la question.

(vi) L'interaction BD généralement sans importance statistique, lorsqu'il s'agit de séquences effectuées à peu de jours d'intervalle. Lorsque, comme c'est ici le cas, il s'agit de séquences réparties sur une longue période, les changements différentiels dans la façon d'écouter sont fort communs, et auront pour effet que cette interaction devienne importante, si les systèmes comparés sont très différents entre eux.

(vii) Seule l'expérience permettra de savoir quelle est la gamme normale des valeurs possibles pour le carré moyen de l'erreur (soit ici environ 1 à 3 décibels au carré).

*Evaluation des limites de confiance*

Si aucun facteur n'était important, les valeurs des limites de confiance seraient données par l'expression :

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{carré moyen de l'erreur}}{\text{nombre des observations}}}$$

Si l'équipe comprend $n$ membres, et si toutes les combinaisons possibles sont utilisées une fois par séquence, le nombre des observations par séquence est de $n(n-1)$; le nombre total d'observations serait alors de $rn\,(n-1)$ où $r$ est le nombre de séquences, $t$ est le facteur $t$ de « Student » donné dans des tables en fonction du nombre de degrés de liberté pour l'erreur.

Si, comme il arrive très souvent, le facteur « personne qui écoute » est important, les mêmes limites de confiance « interne » s'appliqueront aux comparaisons entre des conditions de circuit mesurées à la même époque avec la même équipe, mais non pour celles qui seraient mesurées à une autre époque ou avec des équipes différentes. Dans ce dernier cas, les limites de confiance « externe » seraient accrues par l'existence d'une composante de la variance pour les « opérateurs qui écoutent ». Une évaluation rigoureuse de ces limites de confiance est très difficile, mais l'approximation ci-après suffit pour ce que nous voulons faire ici.

La composante de la variance pour les « opérateurs qui écoutent » est donnée approximativement par l'expression

$$\overset{2}{\sigma}_{L} = \frac{\text{carré moyen pour les « opérateurs qui écoutent »} - \text{carré moyen pour l'erreur}}{r \cdot n\,(n-2)\,/\,(n-1)}$$

Les limites de confiance deviennent alors

$$\pm t \sqrt{\frac{\text{carré moyen pour l'erreur}}{\text{nombre total des observations}} + \frac{\overset{2}{\sigma}_{L}}{\text{nombre des « opérateurs qui écoutent »}}}$$

où $t$ est le facteur $t$ de « Student » pour $(n-1)$ degrés de liberté.

Du tableau 3, on tire :

$$\overset{2}{\sigma}_{L} = \frac{47{,}20-2{,}72}{4 \cdot 6 \cdot 4/5} = \frac{44{,}48}{19{,}2} = 2{,}32$$

et les limites de confiance à 95% deviennent alors :

$$\pm 2{,}57 \sqrt{\frac{2{,}72}{120} + \frac{2{,}32}{6}} =$$

$$= \pm 2{,}57 \sqrt{0{,}0227 + 0{,}387} = \pm 1{,}65 \text{ dB}$$

En l'absence d'un effet « opérateur qui écoute » important, les limites de confiance à 95% auraient été

$$\pm 2{,}09 \sqrt{\frac{2{,}72}{120}} = \pm 0{,}31 \text{ dB}$$

Il est évident d'après cet exemple que la composante de la variance « opérateur qui écoute » est celle qui exerce l'influence la plus forte sur les limites de confiance externe (celles dont on a normalement besoin), et montre clairement que $n$ doit être aussi grand que possible, de préférence au moins égal à 6, et qu'il ne sert à rien d'augmenter le nombre de séquences d'essais avec la même équipe; on peut même dire qu'il suffit souvent d'une seule séquence, avec l'interaction CD traitée comme « erreur ».

3.2 *Equivalent de référence et équivalent relatif de sept types de systèmes téléphoniques commerciaux*

Les valeurs de $V_T$ et $V_L$ pour une séquence de mesure de l'équivalent de référence et de l'équivalent relatif de sept systèmes téléphoniques commerciaux mentionnés dans le Rapport technique n° 257 sont réunies dans le tableau 5 ci-après. Il conviendrait de traiter les résultats de deux séquences ensemble en analysant la variance de la manière décrite ci-dessus, dans le paragraphe 3.1, mais nous ne montrerons pas ce procédé ici.

Il est toutefois intéressant aussi de déterminer indirectement l'équivalent de référence en ajoutant les équivalents relatifs aux valeurs appropriées de l'équivalent de référence de l'A.R.A.E.N. données dans le tableau 2, c'est-à-dire les valeurs moyennes calculées sur quatre séquences. Les résultats de cette addition sont indiqués dans le tableau 6 ci-après, qui comprend non seulement les moyennes des équivalents de référence indirects (désignés par E.R.) mais aussi les écarts individuels qui séparent de cette moyenne les valeurs pour chaque opérateur qui parle et pour chaque opérateur qui écoute (désignées ici par $V_T$ et $V_L$).

La comparaison du tableau 6 avec les équivalents de référence correspondants dans le tableau 5 fait apparaître des différences qui sont de l'ordre de 2 dB en moyenne. Les valeurs moyennes de celles-ci calculées pour chaque type de système téléphonique local figurent au tableau 7, qui montre également les écarts individuels (soient $V_T$ et $V_L$) qui séparent chaque membre de l'équipe de chacune de ces différences moyennes. On constatera que beaucoup de ces écarts, et surtout $V_L$ pour les résultats à la réception, sont du même ordre de grandeur que les différences moyennes; cela montre que certains sujets ne s'écartent pratiquement pas de la moyenne, tandis que d'autres ont quelquefois 4 dB d'écart. Il devient dès lors évident que ces différences dépendent très nettement des sujets utilisés pour l'expérience, et il serait vain de s'attendre à des différences moyennes inférieures à quelques décibels, à moins d'utiliser un très grand nombre de sujets.

4. *Méthode d'analyse recommandée pour la pratique*

Il est recommandé que les valeurs de $V_T$ et de $V_L$ soient calculées pour les expériences ultérieures en même temps que les valeurs moyennes, comme il est indiqué dans le tableau 1, que toutes les séquences de chaque essai soient combinées et que l'analyse de la variance soit effectuée comme il est dit au paragraphe 3.1. Ceci permettra de dépister toutes irrégularités dans les résultats et permettra de déterminer les intervalles de confiance.

TABLEAU 5

TABLEAU 5

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence (E.R.) et équivalent relatif des systèmes téléphoniques commerciaux*

| Mesure de : | Membre de l'équipe | $V_T$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède |
| Equivalent de référence à l'émission | Mk | −1,01 | −1,36 | −0,38 | −0,99 | −0,68 | −0,19 | −1,78 |
| | Lv | +1,33 | +0,65 | +0,53 | +0,24 | +1,36 | +1,38 | −0,09 |
| | El | −0,34 | +0,01 | −0,32 | +0,01 | −0,60 | +0,41 | −0,08 |
| | Ik | −0,78 | +0,12 | +0,15 | +0,57 | +0,12 | −1,52 | +0,18 |
| | Cz | +0,24 | +0,93 | +0,26 | +0,47 | +0,12 | −0,41 | +0,58 |
| | Ct | +0,55 | −0,36 | −0,24 | −0,29 | −0,32 | −0,34 | +1,20 |
| | E.R. | +4,31 | +13,26 | +8,01 | +8,77 | +14,19 | +12,97 | +9,51 |
| Equivalent relatif à l'émission (Cas 1) | Mk | −0,23 | −1,11 | −0,48 | −0,58 | −0,70 | +0,40 | −0,50 |
| | Lv | +0,58 | +0,43 | +1,12 | +0,55 | +0,88 | +1,05 | +0,60 |
| | El | −1,1 | −0,98 | −0,83 | −0,68 | −1,93 | −0,28 | −0,91 |
| | Ik | −0,52 | +1,01 | +0,90 | +0,31 | +0,88 | −0,43 | −0,14 |
| | Cz | +0,64 | +0,64 | −0,22 | +0,17 | +0,27 | −0,25 | +0,37 |
| | Ct | +0,64 | +0,01 | −0,50 | +0,24 | +0,61 | −0,49 | +0,58 |
| | E.R. | +8,23 | +17,03 | +11,89 | +11,53 | +18,57 | +17,49 | +12,01 |
| Equivalent relatif à l'émission (Cas 2) | Mk | −0,45 | −1,10 | −0,77 | −0,49 | −0,42 | +0,34 | −1,58 |
| | Lv | +0,33 | +0,18 | +0,98 | +1,24 | +0,97 | +0,52 | +0,49 |
| | El | −0,42 | −0,81 | −0,84 | +0,33 | −0,52 | +0,05 | −0,62 |
| | Ik | +0,66 | +1,02 | +2,20 | +0,35 | +0,59 | +0,64 | +0,59 |
| | Cz | −0,42 | +0,70 | 0,57 | −0,85 | −0,18 | −1,30 | +0,52 |
| | Ct | +0,31 | +0,01 | −1,01 | −0,58 | −0,44 | −0,25 | +0,59 |
| | E.R. | +5,48 | +13,56 | +8,67 | +8,2 | +15,25 | +14,43 | +9,83 |
| Equivalent relatif à l'émission (Cas 3) | Mk | −0,25 | −0,55 | −0,55 | −0,28 | −0,12 | −0,46 | −1,08 |
| | Lv | +0,41 | −0,39 | +0,78 | +1,15 | +1,18 | +1,09 | −0,13 |
| | El | +0,02 | −0,09 | −0,26 | +0,02 | −1,38 | −0,32 | −0,48 |
| | Ik | −0,43 | +0,33 | +1,59 | +0,42 | −0,24 | −0,08 | −0,03 |
| | Cz | −0,19 | −0,18 | −0,82 | −0,38 | +0,64 | −0,85 | +0,67 |
| | Ct | +0,44 | +0,09 | −0,73 | −0,92 | −0,08 | −0,31 | +1,06 |
| | E.R. | +2,90 | +11,41 | +6,76 | +6,65 | +13,21 | +12,49 | +6,95 |





TABLEAU 5

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence (E.R.) et équivalent relatif des systèmes téléphoniques commerciaux*

| $V_L$ | | | | | | | Membre de l'équipe | Mesure de : |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède | | |
| +0,69 | −0,09 | +1,32 | +0,11 | −0,24 | +0,51 | +0,25 | Mk | Equivalent de référence à l'émission |
| +1,80 | −0,65 | +0,90 | −0,72 | −0,88 | +0,14 | +0,11 | Lv | |
| −0,18 | −0,66 | −1,35 | −0,09 | −0,67 | −0,89 | −0,61 | El | |
| −2,34 | −0,08 | −2,02 | −0,30 | −0,08 | −0,96 | −0,96 | Ik | |
| −0,86 | −0,63 | −1,08 | −0,80 | −0,44 | −0,98 | −0,16 | Cz | |
| −0,88 | +2,11 | +2,22 | +1,81 | +2,31 | +2,18 | +1,37 | Ct | |
| +4,31 | +13,26 | +8,01 | +8,77 | +14,19 | +12,97 | +9,51 | E.R. | |
| +0,97 | −0,58 | +0,89 | −0,05 | +0,37 | −0,93 | +0,77 | Mk | Equivalent relatif à l'émission (Cas 1) |
| −0,59 | −2,27 | −0,31 | −2,18 | −1,76 | −0,28 | −0,93 | Lv | |
| +0,23 | +0,45 | −0,70 | +0,45 | +0,40 | +0,70 | −0,88 | El | |
| −0,09 | +0,81 | −0,23 | +0,01 | −0,12 | +0,29 | −0,04 | Ik | |
| −1,26 | −0,62 | −1,22 | −0,30 | −1,60 | −1,58 | −0,10 | Cz | |
| +0,74 | +2,21 | +1,57 | +2,08 | +2,71 | +1,81 | +1,18 | Ct | |
| +8,23 | +17,03 | +11,89 | +11,53 | +18,57 | +17,49 | +12,01 | E.R. | |
| +0,95 | −0,10 | +0,50 | −0,46 | −0,25 | −0,52 | +0,25 | Mk | Equivalent relatif à l'émission (Cas 2) |
| −0,33 | −1,52 | −0,35 | −0,79 | −1,13 | −0,05 | −0,37 | Lv | |
| −0,32 | −0,84 | −1,28 | −0,53 | −0,55 | −0,78 | −0,72 | El | |
| −0,51 | +0,12 | −0,27 | −0,05 | −0,01 | +0,37 | −0,88 | Ik | |
| −1,12 | −0,50 | −0,70 | −0,05 | −0,68 | −0,93 | −0,21 | Cz | |
| −1,34 | +2,84 | +2,09 | +1,88 | +2,62 | +1,92 | +1,92 | Ct | |
| +5,48 | +13,56 | +8,67 | +8,2 | +15,25 | +14,43 | +9,83 | E.R. | |
| +0,65 | +0,32 | +1,25 | +0,85 | +0,64 | −0,04 | +0,92 | Mk | Equivalent relatif à l'émission (Cas 3) |
| +0,74 | −0,78 | +0,88 | −0,38 | −0,46 | +0,32 | −0,13 | Lv | |
| +0,22 | −0,79 | −1,29 | −0,65 | −0,81 | −0,12 | −1,08 | El | |
| −0,47 | +0,53 | −0,84 | +1,15 | −0,14 | −0,31 | −0,59 | Ik | |
| −0,46 | −0,21 | −0,52 | +0,19 | −0,92 | −0,58 | −0,33 | Cz | |
| −0,69 | +0,92 | +0,53 | −0,16 | +1,69 | +0,72 | +1,22 | Ct | |
| +2,90 | +11,41 | +6,76 | +6,65 | +13,21 | +12,49 | +6,95 | E.R. | |

TABLEAU 5 (suite)

| Mesure de : | Membre de l'équipe | $V_T$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède |
| Equivalent de référence à la réception, poste non alimenté | Mk | −0,18 | +0,62 | +0,20 | −0,03 | +0,11 | −0,75 | −0,18 |
| | Lv | −0,08 | −0,01 | +0,06 | +0,32 | +0,15 | +0,15 | +0,19 |
| | El | −0,28 | −0,41 | −0,72 | −0,59 | −0,34 | −0,07 | −0,27 |
| | Ik | +0,08 | +0,01 | +0,31 | −0,07 | 0,0 | −0,63 | +0,47 |
| | Cz | +0,41 | −0,30 | −0,07 | +0,34 | +0,09 | +0,91 | −0,10 |
| | Ct | +0,05 | +0,09 | +0,22 | +0,03 | −0,01 | +0,39 | −0,12 |
| | E.R. | +2,28 | +5,31 | +0,28 | +1,33 | −1,09 | +0,30 | −7,86 |
| Capsule microphonique remplacée par une résistance pure, poste alimenté | Mk | +0,07 | +0,61 | −0,02 | −0,53 | −0,11 | −0,32 | +0,17 |
| | Lv | +0,39 | +0,07 | +0,32 | +0,52 | +0,28 | +0,36 | +0,23 |
| | El | −0,45 | −0,60 | −0,40 | −0,12 | −0,59 | −0,28 | −0,22 |
| | Ik | −0,35 | −0,58 | +0,30 | +0,12 | −0,20 | −0,52 | −0,28 |
| | Cz | +0,25 | +0,14 | −0,25 | +0,55 | −0,01 | +0,53 | −0,03 |
| | Ct | +0,09 | +0,36 | +0,04 | −0,53 | +0,39 | +0,23 | +0,12 |
| | E.R. | +1,38 | +5,78 | −0,19 | +1,27 | −0,68 | −0,26 | −7,40 |
| Equivalent relatif à la réception (Cas 1) | Mk | +0,74 | +1,57 | +0,88 | +0,47 | +1,07 | +0,48 | +0,28 |
| | Lv | +0,24 | +0,44 | +0,42 | +0,71 | +0,18 | +0,22 | +0,71 |
| | El | −0,36 | −0,56 | −0,78 | −0,59 | −0,67 | −0,21 | −0,54 |
| | Ik | −0,51 | −0,66 | −0,68 | +0,03 | +0,34 | −0,57 | +0,06 |
| | Cz | −0,48 | −0,30 | −0,83 | −0,33 | −0,25 | −0,31 | +0,15 |
| | Ct | +0,36 | −0,49 | −0,36 | −0,28 | −0,68 | +0,38 | −0,65 |
| | E.R. | −1,25 | +3,71 | −2,21 | −0,98 | −3,99 | −3,58 | −10,46 |
| Equivalent relatif à la réception (Cas 2) | Mk | +1,07 | +1,63 | +1,06 | +0,98 | +0,99 | +0,19 | +0,24 |
| | Lv | −0,02 | +0,34 | +0,22 | +0,25 | +0,18 | +0,34 | +0,13 |
| | El | −0,40 | −0,49 | −0,42 | −0,12 | −0,37 | +0,25 | −0,33 |
| | Ik | −0,03 | −0,12 | +0,15 | −0,22 | −0,32 | −0,32 | +0,14 |
| | Cz | −0,32 | −0,46 | −0,51 | −0,11 | −0,11 | +0,02 | −0,08 |
| | Ct | −0,30 | −0,91 | −0,50 | −0,78 | −0,38 | −0,49 | −0,11 |
| | E.R. | −3,33 | +1,04 | −4,11 | −2,97 | −5,29 | −6,17 | −12,19 |
| Equivalent relatif à la réception (Cas 3) | Mk | +0,41 | +1,27 | +0,37 | +0,70 | +0,68 | +0,04 | −0,11 |
| | Lv | +0,92 | +0,91 | +0,61 | +0,77 | +0,95 | +0,79 | +1,32 |
| | El | +0,32 | −0,78 | −0,13 | +0,38 | −0,44 | −0,02 | +0,32 |
| | Ik | −0,48 | −0,22 | +0,19 | −0,38 | −0,04 | −0,63 | +0,28 |
| | Cz | −1,08 | −0,99 | −0,56 | −0,72 | −0,68 | −0,59 | −1,19 |
| | Ct | −0,08 | −0,19 | −0,48 | −0,75 | −0,47 | +0,41 | −0,62 |
| | E.R. | −5,23 | −0,26 | −6,17 | −4,62 | −7,99 | −8,32 | −14,51 |





TABLEAU 5 (suite)

| $V_L$ | | | | | | | Membre de l'équipe | Mesure de : |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède | | |
| +0,52 | +1,45 | +1,80 | +2,30 | +1,31 | +1,35 | +1,82 | Mk | Equivalent de référence à la réception, poste non alimenté |
| −0,38 | −0,08 | −0,31 | −1,15 | −0,08 | −2,35 | −0,54 | Lv | |
| −0,42 | +0,12 | −1,02 | −0,29 | −0,14 | −0,83 | +0,17 | El | |
| −1,22 | −1,79 | +0,74 | −1,07 | −1,43 | +0,13 | −0,77 | Ik | |
| +1,04 | −0,53 | +0,07 | +0,38 | −0,18 | +0,84 | −0,20 | Cz | |
| +0,45 | +0,82 | −1,28 | −0,17 | +0,52 | +0,86 | −0,48 | Ct | |
| +2,28 | +5,31 | +0,28 | +1,33 | −1,09 | +0,30 | −7,86 | E.R. | |
| +0,63 | +1,94 | +0,78 | +2,30 | +1,34 | +0,72 | +2,43 | Mk | Capsule microphonique remplacée par une résistance pure, poste alimenté |
| −1,14 | −0,37 | +1,09 | −1,01 | −0,58 | −1,91 | −0,43 | Lv | |
| −0,15 | +0,10 | −1,33 | −0,26 | −0,36 | −0,52 | −0,48 | El | |
| −1,25 | −1,58 | −0,23 | −0,85 | −1,20 | −0,12 | −1,58 | Ik | |
| +0,95 | −0,99 | +0,42 | +0,12 | +0,04 | +1,17 | +0,23 | Cz | |
| +0,96 | +0,89 | −0,72 | −0,30 | +0,76 | +0,67 | −0,18 | Ct | |
| +1,38 | +5,78 | −0,19 | +1,27 | −0,68 | −0,26 | −7,40 | E.R. | |
| −0,56 | +0,17 | +1,74 | +1,43 | +0,57 | +0,28 | +0,88 | Mk | Equivalent relatif à la réception (Cas 1) |
| −1,86 | −1,86 | −0,55 | −1,76 | −1,85 | −3,38 | −1,76 | Lv | |
| −0,46 | −0,26 | −0,31 | −0,86 | −0,30 | −0,14 | −0,21 | El | |
| +3,19 | +0,04 | +2,34 | +2,87 | +0,94 | +3,27 | +2,59 | Ik | |
| −0,04 | −0,37 | −1,00 | −1,17 | −0,02 | −0,04 | −0,35 | Cz | |
| −0,28 | +2,28 | −2,22 | −0,52 | +0,66 | +0,02 | −1,15 | Ct | |
| −1,25 | +3,71 | −2,21 | −0,98 | −3,99 | −3,58 | −10,46 | E.R. | |
| +0,30 | +0,37 | +2,12 | +0,84 | +1,29 | −0,11 | +0,64 | Mk | Equivalent relatif à la réception (Cas 2) |
| −2,32 | −1,89 | −1,28 | −1,78 | −1,59 | −3,16 | −1,50 | Lv | |
| −0,43 | −0,86 | −0,05 | −0,46 | −0,50 | +0,98 | −0,03 | El | |
| +2,40 | +1,22 | +2,38 | +3,08 | +1,75 | +2,15 | +2,14 | Ik | |
| +0,18 | −0,29 | −1,11 | −1,38 | −1,01 | −0,14 | −0,74 | Cz | |
| −0,13 | +1,46 | −2,07 | −0,31 | +0,06 | +0,28 | −0,51 | Ct | |
| −3,33 | +1,04 | −4,11 | −2,97 | −5,29 | −6,17 | −12,19 | E.R. | |
| −1,11 | +1,43 | +1,80 | +1,20 | +1,21 | +0,61 | +1,09 | Mk | Equivalent relatif à la réception (Cas 3) |
| −1,55 | −1,56 | +0,81 | −1,07 | −0,62 | −2,24 | −0,98 | Lv | |
| −0,55 | −0,18 | −0,10 | −0,58 | −0,38 | −0,08 | +0,02 | El | |
| +2,05 | +1,62 | +2,52 | +2,82 | +1,22 | +2,83 | +2,25 | Ik | |
| −0,11 | −1,06 | −1,62 | −1,12 | −0,54 | −0,16 | −0,72 | Cz | |
| −0,95 | −0,26 | −3,41 | −1,25 | −0,90 | −0,96 | −1,65 | Ct | |
| −5,23 | −0,26 | −6,17 | −4,62 | −7,99 | −8,32 | −14,51 | E.R. | |

TABLEAU 6

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence indirect des systèmes téléphoniques commerciaux*

Valeurs obtenues par l'addition des valeurs d'équivalent de référence du tableau 2 aux valeurs d'équivalent de référence du tableau 5

| Equivalent de référence | Membre de l'équipe | $V_T$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède |
| A l'émission (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) | Mk | −0,07 | −0,95 | −0,32 | −0,42 | −0,54 | +0,56 | −0,34 |
| | Lv | +0,36 | +0,21 | +0,90 | +0,33 | +0,66 | +0,83 | +0,38 |
| | El | −0,85 | −0,73 | −0,58 | −0,43 | −1,68 | −0,03 | −0,66 |
| | Ik | −0,28 | +1,25 | +1,14 | +0,55 | +1,12 | −0,19 | +0,10 |
| | Cz | +1,05 | +1,05 | +0,19 | +0,58 | +0,68 | +0,16 | +0,78 |
| | Ct | −0,19 | −0,82 | −1,33 | −0,59 | −0,22 | −1,32 | −0,25 |
| | E.R. | +6,27 | +15,07 | +9,93 | +9,57 | +16,61 | +15,53 | +10,05 |
| A l'émission (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) | Mk | −0,22 | −0,52 | −0,52 | −0,25 | −0,09 | +0,49 | −1,05 |
| | Lv | +0,86 | +0,84 | +1,23 | +1,60 | +1,63 | +1,54 | +0,32 |
| | El | −0,53 | −0,64 | −0,81 | −0,53 | −1,93 | −0,87 | −1,03 |
| | Ik | −0,13 | +0,63 | +1,89 | +0,72 | +0,06 | +0,22 | +0,27 |
| | Cz | −0,38 | −0,37 | −1,01 | −0,57 | +0,45 | −1,04 | +0,48 |
| | Ct | +0,40 | +0,05 | −0,77 | −0,96 | −0,12 | −0,35 | +1,02 |
| | E.R. | +6,56 | +15,07 | +10,42 | +10,31 | +16,87 | +16,15 | +10,61 |
| A la réception (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) | Mk | +0,48 | +1,31 | +0,62 | +0,21 | +0,89 | +0,29 | +0,02 |
| | Lv | +0,29 | +0,49 | +0,47 | +0,76 | +0,23 | +0,27 | +0,76 |
| | El | −0,68 | −0,88 | −1,10 | −0,91 | −0,99 | −0,53 | −0,86 |
| | Ik | +0,13 | −0,02 | +1,32 | +0,67 | +0,98 | +0,07 | +0,70 |
| | Cz | −0,32 | −0,14 | −0,67 | −0,17 | −0,09 | −0,15 | +0,31 |
| | Ct | +0,09 | −0,76 | −0,63 | −0,55 | −0,95 | +0,11 | −0,92 |
| | E.R. | +4,11 | +9,07 | +3,15 | +4,38 | +1,37 | +1,78 | −5,10 |
| A la réception (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) | Mk | +0,13 | +0,99 | +0,09 | +0,42 | +0,40 | −0,24 | −0,39 |
| | Lv | +0,73 | +0,72 | +0,42 | +0,58 | +0,76 | +0,60 | +1,13 |
| | El | +0,54 | −0,56 | +0,09 | +0,60 | −0,22 | +0,20 | +0,54 |
| | Ik | +0,47 | +0,73 | +1,14 | +0,57 | +0,91 | +0,32 | +1,23 |
| | Cz | −1,03 | −0,94 | −0,51 | −0,67 | −0,63 | −0,54 | −1,14 |
| | Ct | −0,83 | −0,94 | −1,23 | −1,50 | −1,22 | −0,34 | −1,37 |
| | E.R. | +3,17 | +8,14 | +2,23 | +3,78 | +0,41 | +0,08 | −6,11 |





TABLEAU 6

*Valeurs de $V_T$ et $V_L$, équivalent de référence indirect des systèmes téléphoniques commerciaux*

Valeurs obtenues par l'addition des valeurs d'équivalent de référence du tableau 2 aux valeurs d'équivalent de référence du tableau 5

| $V_L$ | | | | | | | Membre de l'équipe | Equivalent de référence |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède | | |
| +2,71 | +1,16 | +2,63 | +1,69 | +2,11 | +0,81 | +2,51 | Mk | A l'émission (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) |
| −0,97 | −2,65 | −0,69 | −2,56 | −2,14 | −0,66 | −1,31 | Lv | |
| −2,31 | −2,09 | −3,24 | −2,09 | −2,14 | −1,84 | −3,42 | El | |
| −0,68 | +0,22 | −0,82 | −0,58 | −0,71 | −0,30 | −0,63 | Ik | |
| +0.23 | +0,87 | +0,27 | +1,19 | −0,11 | −0,09 | +1,39 | Cz | |
| +1,03 | +2,50 | +1,86 | +2,37 | +3,00 | +2,10 | +1,47 | Ct | |
| +6,27 | +15,07 | +9,93 | +9,57 | +16,61 | +15,53 | +10,05 | E.R. | |
| +0,60 | +0,27 | +1,20 | +0,80 | +0,59 | −0,09 | +0,87 | Mk | A l'émission (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) |
| −0,73 | −2,25 | −0,59 | −1,85 | −1,93 | −1,15 | −1,60 | Lv | |
| −1,00 | −2,01 | −2,51 | −1,87 | −2,03 | −1,34 | −2,30 | El | |
| −1,17 | −0,17 | −1,54 | −0,55 | −0,84 | −1,01 | −1,29 | Ik | |
| +1,64 | +1,89 | +1,58 | +2,29 | +1,18 | +1,52 | +1,77 | Cz | |
| +0,64 | +2,25 | +1,86 | +1,17 | +3,02 | +2,05 | +2,55 | Ct | |
| +6,56 | +15,07 | +10,42 | +10,31 | +16,87 | +16,15 | +10,61 | E.R. | |
| −0,03 | +0,70 | +2,27 | +1,96 | +1,10 | +0,81 | +1,41 | Mk | A la réception (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) |
| −2,27 | −2,27 | −0,96 | −2,17 | −2,26 | −3,79 | −2,17 | Lv | |
| −0,74 | −0,54 | −0,59 | −1,14 | −0,58 | −0,42 | −0,49 | El | |
| +1,75 | −1,40 | +0,90 | +1,43 | −0,50 | +1,83 | +1,15 | Ik | |
| +0,07 | −0,26 | −0,89 | −1,06 | +0,09 | +0,07 | −0,24 | Cz | |
| +1,20 | +3,76 | −0,74 | +0,96 | +2,14 | +1,50 | +0,33 | Ct | |
| +4,11 | +9,07 | +3,15 | +4,38 | +1,37 | +1,78 | −5,10 | E.R. | |
| +1,91 | +2,23 | +2,60 | +2,00 | +2,01 | +1,41 | +1,89 | Mk | A la réception (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) |
| −2,78 | −2.79 | −0,42 | −2,30 | −1,85 | −3,47 | −2,21 | Lv | |
| −1,75 | −1,38 | −1,30 | −1,78 | −1,58 | −1,28 | −1,18 | El | |
| +0,75 | +0,32 | +1,22 | +1,52 | −0,08 | +1,53 | +0,95 | Ik | |
| +0,86 | −0,09 | −0,65 | −0,15 | +0,43 | +0,81 | +0,25 | Cz | |
| +1,01 | +1,70 | −1,45 | +0,71 | +1,06 | +1,00 | +0,31 | Ct | |
| +3,17 | +8,14 | +2,23 | +3,78 | +0,41 | +0,08 | −6,11 | E.R. | |

TABLEAU 7

*Divergences entre les valeurs calculées et mesurées d'équivalent de référence*

Les divergences sont obtenues par la soustraction des valeurs d'équivalent de référence indirect du tableau 6 des valeurs d'équivalent de référence mesurées du tableau 5 ($V_T + V_L$ représentent les divergences individuelles par rapport à la moyenne générale)

| Système | Membre de l'équipe | $V_T$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède |
| Emission (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) | Mk | +0,94 | +0,41 | +0,06 | +0,57 | +0,14 | +0,75 | +1,44 |
| | Lv | +0,97 | −0,44 | +0,37 | +0,09 | −0,70 | −0,55 | +0,47 |
| | El | −0,51 | −0,74 | −0,26 | −0,44 | −1,08 | −0,44 | −0,58 |
| | Ik | +0,50 | +1,13 | +0,99 | −0,02 | +1,00 | +1,33 | −0,08 |
| | Cz | +0,81 | +0,12 | −0,07 | +0,11 | +0,56 | +0,57 | +0,20 |
| | Ct | −0,74 | −0,46 | −1,09 | −0,30 | +0,10 | −1,66 | −1,45 |
| Divergence moyenne | | +1,96 | +1,81 | +1,92 | +0,80 | +2,42 | +2,56 | +0,54 |
| Emission (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) | Mk | +0,70 | +0,84 | −0,14 | +0,74 | +0,59 | +0,68 | +0,73 |
| | Lv | −0,47 | +0,19 | +0,70 | +1,36 | +0,27 | +0,16 | +0,41 |
| | El | −0,19 | −0,65 | −0,49 | −0,54 | −1,33 | −1,28 | −0,95 |
| | Ik | +0,65 | +0,51 | +1,74 | +0,15 | −0,06 | +1,74 | +0,09 |
| | Cz | −0,62 | −1,30 | −1,27 | −1,04 | +0,33 | −0,63 | −0,10 |
| | Ct | −0,15 | +0,41 | −0,53 | −0,67 | +0,20 | −0,69 | −0,18 |
| Divergence moyenne | | +2,25 | +1,81 | +2,41 | +1,54 | +2,68 | +3,18 | +1,10 |
| Réception (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) | Mk | +0,41 | +0,70 | +0,64 | +0,74 | +0,70 | +0,54 | −0,15 |
| | Lv | −0,10 | +0,42 | +0,15 | +0,24 | −0,05 | −0,09 | −0,53 |
| | El | −0,23 | −0,28 | −0,70 | −0,79 | −0,40 | −0,25 | −0,64 |
| | Ik | +0,48 | +0,56 | +1,02 | +0,55 | +1,18 | +0,59 | +0,98 |
| | Cz | −0,57 | −0,28 | −0,42 | −0,72 | −0,10 | −0,70 | +0,34 |
| | Ct | 0,00 | −1,12 | −0,67 | −0,02 | −1,34 | −0,12 | −1,04 |
| Divergence moyenne | | +2,73 | +3,29 | +2,96 | +3,11 | +2,05 | +2,04 | +2,30 |
| Réception (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) | Mk | +0,06 | +0,38 | +0,11 | +0,95 | +0,29 | +0,08 | −0,56 |
| | Lv | +0,34 | +0,65 | +0,10 | +0,06 | +0,48 | +0,24 | +0,90 |
| | El | +0,99 | +0,04 | +0,49 | +0,72 | +0,37 | +0,48 | +0,74 |
| | Ik | +0,82 | +1,31 | +0,84 | +0,45 | +1,11 | +0,84 | +1,51 |
| | Cz | −1,28 | −1,08 | −0,26 | −1,22 | −0,64 | −1,07 | −1,11 |
| | Ct | −0,92 | −1,30 | −1,27 | −0,97 | −1,61 | −0,57 | −1,49 |
| Divergence moyenne | | +1,79 | +2,36 | +2,42 | +2,51 | +1,09 | +0,34 | +1,29 |





TABLEAU 7

*Divergences entre les valeurs calculées et mesurées d'équivalent de référence*

Les divergences sont obtenues par la soustraction des valeurs d'équivalent de référence indirecte du tableau 6 des valeurs d'équivalent de référence mesurées du tableau 5 ($V_T + V_L$ représentent les divergences individuelles par rapport à la moyenne générale)

| $V_L$ | | | | | | | Membre de l'équipe | Système |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suisse | Belgique | Italie | Mexique | Pays-Bas | R. F. d'All. | Suède | | |
| +2,02 | +1,25 | +1,31 | +1,58 | +2,35 | +0,30 | +2,26 | Mk | Emission (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) |
| −2,77 | −2,00 | −1,59 | −1,84 | −1,26 | −0,80 | −1,42 | Lv | |
| −2,13 | −1,43 | −1,89 | −2,00 | −1,47 | −0,95 | −2,81 | El | |
| +1,66 | +0,30 | +1,20 | −0,28 | −0,63 | +0,66 | +0,33 | Ik | |
| +1,09 | +1,50 | +1,35 | +1,99 | +0,33 | +0,89 | +1,55 | Cz | |
| +0,15 | +0,39 | −0,36 | +0,56 | +0,69 | −0,08 | +0,10 | Ct | |
| +1,96 | +1,81 | +1,92 | +0,80 | +2,42 | +2,56 | +0,54 | Divergence moyenne | |
| −0,09 | +0,36 | −0,12 | +0,69 | +0,83 | −0,60 | +0,62 | Mk | Emission (A.R.A.E.N. avec filtre) (Cas 3) |
| −2,53 | −1,60 | −1,49 | −1,13 | −1,05 | −1,29 | −1,71 | Lv | |
| −0,82 | −1,35 | −1,16 | −1,78 | −1,36 | −0,45 | −1,69 | El | |
| −1,17 | −0,09 | −0,48 | −0,25 | −0,76 | −0,05 | −0,35 | Ik | |
| +2,50 | +2,52 | +2,66 | +3,09 | +1,62 | +2,50 | +1,93 | Cz | |
| −0,24 | +0,14 | −0,36 | −0,64 | +0,71 | −0,13 | +1,18 | Ct | |
| +2,25 | +1,81 | +2,41 | +1,54 | +2,68 | +3,18 | +1,10 | Divergence moyenne | |
| −0,66 | −1,24 | +1,49 | −0,34 | −0,24 | +0,09 | −1,02 | Mk | Réception (A.R.A.E.N. sans filtre) (Cas 1) |
| −1,13 | −1,90 | −2,05 | −1,16 | −1,68 | −1,88 | −1,74 | Lv | |
| −0,59 | −0,64 | +0,74 | −0,88 | −0,22 | +0,10 | −0,01 | El | |
| +3,00 | +0,18 | +1,13 | +2,28 | +0,70 | +1,95 | +2,73 | Ik | |
| −0,88 | +0,73 | −1,31 | −1,18 | +0,05 | −1,10 | −0,47 | Cz | |
| +0,24 | +2,87 | −0,02 | +1,26 | +1,38 | +0,83 | +0,51 | Ct | |
| +2,73 | +3,29 | +2,96 | +3,11 | +2,05 | +2,04 | +2,30 | Divergence moyenne | |
| +1,28 | +0,29 | +1,82 | −0,30 | +0,67 | +0,69 | −0,54 | Mk | Réception A.R.A.E.N.) avec filtre) (Cas 3) |
| −1,64 | −2,42 | −1,51 | −1,29 | −1,27 | −1,56 | −1,78 | Lv | |
| −1,60 | −1,48 | +0,03 | −1,52 | −1,22 | −0,76 | −0,70 | El | |
| +2,00 | +1,90 | +1,45 | +2,37 | +1,12 | +1,65 | +2,53 | Ik | |
| −0,09 | +0,90 | −1,07 | −0,27 | +0,39 | −0,36 | −0,02 | Cz | |
| +0,05 | +0,81 | −0,73 | +1,01 | +0,30 | +0,33 | +0,49 | Ct | |
| +1,79 | +2,36 | +2,42 | +2,51 | +1,09 | +0,34 | +1,29 | Divergence moyenne | |

APPENDICE

## Analyse des « balanced incomplete blocks ». Essais subjectifs. Comparaison des volumes sonores utilisant des opérateurs qui parlent et qui écoutent

1. *Valeurs de $Q_T$, $Q_L$, $V_T$ et $V_L$*

Dans l'exemple qui figure au paragraphe 2, les valeurs de $Q_T$, $Q_L$, $V_T$ et $V_L$ sont données pour un essai effectué avec une équipe de six opérateurs. La formule générale (dérivée de Brownlee) figure ci-après.

Supposons que la somme $T_1$ et la somme $L_1$ correspondent respectivement aux sommes des nombres qui figurent dans la rangée et la colonne afférentes au membre 1 de l'équipe.

Soit $G_1$ = total général pour la première séquence

$n$ = nombre de membres de l'équipe.

Les valeurs nécessaires pour l'opérateur 1, pour la première séquence, seraient les suivantes, et pourraient être calculées de même pour les autres membres.

$$Q_{T1} = (n-1)\ T_1 + L_1 - G_1$$

$$Q_{L1} = (n-1)\ L_1 + T_1 - G_1$$

$$V_{T1} = \frac{Q_{T1}}{n\ (n-2)}$$

$$V_{L1} = \frac{Q_{L1}}{n\ (n-2)}$$

2. *Analyse de la variance*

Des valeurs générales pour l'analyse de la variance sont indiquées dans le tableau suivant pour une expérience où

$r$ = nombre de séquences

$G = G_1 + G_2 + \ldots\ldots G_r$

| Facteur | Symbole | Degrés de liberté | Somme des carrés | Carré moyen | Rapport des variances $F$ | Importance statistique |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Séquences ..... | B | $(r-1)$ | (1) | ø | | |
| Opérateurs qui « parlent » | « C » | — | (2) | — | — | — |
| Opérateurs qui « écoutent» | « D » | — | (3) | — | — | — |
| Opérateurs qui parlent .. | C | $(n-1)$ | (4) | ø | | |
| Opérateurs qui écoutent . | D | $(n-1)$ | (5) | ø | | |
| Interactions ..... | C D | $(n-1)\ (n-2)-1$ | (6) | ø | | |
| | B « C » | — | (7) | — | — | — |
| | B « D » | — | (8) | — | — | — |
| | B C | $(r-1)\,(n-1)$ | (9) | ø | | |
| | B D | $(r-1)\,(n-1)$ | (10) | ø | | |
| Erreur ..... | B C D | $(r-1)\,[(n-1)\,(n-2)-1]$ | (11) | ø | | |
| Total ..... | | $r \cdot n\,(n-1)-1$ | (12) | | | |

*Note.* — Les carrés moyens ø se déduisent de la somme des carrés divisée par les degrés de liberté correspondants.

Des résultats typiques se rapportant à un examen des résultats de quatre séquences groupées et exécutées avec une équipe de six personnes, figurent au tableau 3.

Les sommes des carrés (1), (2), etc. sont calculées comme suit, d'après des valeurs données dans les tableaux dressés individuellement pour chaque séquence, comme le tableau 1, et d'après un autre tableau où l'on a combiné les résultats de toutes les séquences. Ce dernier montre pour chaque rubrique les sommes correspondantes pour un nombre $r$ de séquences (à l'exception de $V_T$ et $V_L$ qui sont des valeurs moyennes).

$$(1) = \frac{G_1^2 + G_2^2 + \ldots\ldots G_r^2}{n\ (n-1)} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)}$$

$$(2) = \frac{\sum \text{(total général pour chaque opérateur qui parle d'après le tableau des séquences combinées)}^2}{r \cdot (n-1)} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)}$$

$$(3) = \frac{\sum \text{(total général pour chaque opérateur qui écoute d'après le tableau des séquences combinées)}^2}{r \cdot (n-1)} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)}$$

$$(4) = \frac{\sum Q_T^2}{r \cdot n \cdot (n-1)\ (n-2)} \quad \text{où les valeurs de } Q_T \text{ sont tirées du tableau des séquences combinées}$$

$$(5) = \frac{\sum Q_L^2}{r \cdot n \cdot (n-1)\ (n-2)} \quad \text{où les valeurs de } Q_L \text{ sont tirées du tableau des séquences combinées}$$

$$(6) = \frac{\sum (y_1 + y_2 + \ldots\ldots y_r)^2}{r} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)} - [\{(2) + (5)\} \text{ ou } \{(3) + (4)\}]$$

où $y_1$, $y_2 \ldots\ldots y_r$ sont la somme des données individuelles de chaque séquence telles qu'elles figurent dans le tableau des séquences combinées

$$(7) = \frac{\sum \text{(total pour chaque opérateur qui parle d'après le tableau individuel pour chaque séquence)}^2}{(n-1)} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)} - (1) - (2)$$

$$(8) = \frac{\sum \text{(total pour chaque opérateur qui écoute d'après le tableau individuel pour chaque séquence)}^2}{(n-1)} - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)} - (1) - (3)$$

$$(9) = \frac{\sum Q_T^2}{n \cdot (n-1)\ (n-2)} - (4) \quad \text{On prend les valeurs de } Q_T \text{ dans chaque séquence}$$

$$(10) = \frac{\sum Q_L^2}{n \cdot (n-1)\ (n-2)} - (5) \quad \text{On prend les valeurs de } Q_L \text{ dans chaque séquence}$$

$$(11) = (12) - (1) - [\{(2) + (5)\} \text{ ou } \{(3) + (4)\}] - [\{(7) + (10)\} \text{ ou } \{(8) + (9)\}] - (6)$$

$$(12) = \sum (y_r)^2 - \frac{G^2}{r \cdot n \cdot (n-1)} \quad \text{où } y_r = \text{donnée des tableaux individuels de chaque séquence}$$

On effectuera les vérifications ci-après: $(2) + (5) = (3) + (4)$

$(7) + (10) = (8) + (9)$

## INDEX ALPHABÉTIQUE


*Abonnés* (voir aussi Appareils téléphoniques d'abonné)

Installations d'— utilisées avec des circuits internationaux loués pour service privé . . . . . P.31
Mesure de maintenance des équipements d'— . . . . . P.81
Postes téléphoniques d'— comportant soit des récepteurs haut-parleurs soit des microphones associés à des amplificateurs . . . . . P.33

*Acoustique*

Déformation du champ — par la présence de la tête . . . . . P.41, D
Différence de pression — entre deux points . . . . . P.41, D
Etalonnage — du S.E.T.E.D. . . . . P.42
Impédance — de l'oreille artificielle . . . . . P.51, B 2.2
Intensité — du bruit de fond à l'entrée de l'A.R.A.E.N. . . . . P.45, g
Pression — mesurée à l'aide du microphone à sonde . . . . . P.41, D
Pression — vocale pour la mesure des A.E.N. . . . . P.45, b
Réseau — de l'oreille artificielle . . . . . P.51, B 2 et 3

*A.E.N.* (voir Affaiblissement équivalent pour la netteté)

*Affaiblissement équivalent pour la netteté (A.E.N.)*

L'— de la liaison entre le central urbain et le centre international . . . G.112 (P.12), B
L'— moyen de chaque central intermédiaire . . . . . G.112 (P.12), B
L'— moyen des circuits locaux . . . . . G.112 (P.12), B
Calcul de l'— nominal d'un système national . . . . . G.112 (P.12), B
Définition de l'— . . . . . G.112 (P.12), A
Distance de conversation pour l'— . . . . . P.45, a
Fixation des combinés . . . . . P.45, c
Ligne de l'A.R.A.E.N. . . . . P.45, h
Mesure de l'— . . . . . P.45
Puissance vocale de référence pour l'A.R.A.E.N. . . . . P.45, b
Traitement préalable du microphone . . . . . P.45, d
Valeurs de l'— nominal du système national . . . . . G.112 (P.12), D

*Affaiblissement d'insertion*

L'— du filtre passe-bande du S.R.A.E.N. . . . . P.44
L'— produit par la table de contrôle dans les centraux interurbains manuels . . . . . P.22
Réduction de l'— causée par un poste d'opératrice . . . . . P.22

*Affaiblissement*

— entre abonnés d'un circuit muni d'un système d'enregistrement des messages ou conversations . . . . . P.32, 4
— composite d'un circuit local . . . . . G.112 (P.12)
— nominal d'un circuit international . . . . . G.111 (P.11), B

*Analyse*

— statistique des essais au laboratoire du C.C.I.T.T. . . . . P.42, E c




ARCHIVES U.I.T. GENÈVE

*Anneau de garde*

Croquis perspectif de l'— . . . . . P.72
Détermination de la position de l'— pour les A.E.N. . . . . P.45, c
Exemple d'— pour essais de combiné . . . . . P.72
Jauge pour la détermination de la position de l'— . . . . . P.45, c
Position et fixation de l'— pour les équivalents de référence . . . . . P.72, C

*Appareil de référence pour la détermintion des affaiblissements équivalents pour la netteté (A.R.A.E.N.)*

Description de l'— . . . . . P.41
Efficacité des systèmes émetteur et récepteur de l'— . . . . . P.41, D
Efficacité théorique de l'— complet . . . . . P.41, D
Equipement d'étalonnage de l'— . . . . . P.41, C
Equipement générateur de bruit de salle pour l'— . . . . . P.41, B
Réglage normal de l'— . . . . . P.41
Système de transmission de l'— . . . . . P.41, A

*Appareils de mesures objectives* P.51

*Appareils téléphoniques d'abonné*

Emploi d'appareils de mesure spéciaux pour le contrôle des — . . . . P.81, B c
Essai rapide de conversation des — . . . . . P.81, A
Essai téléphonométrique complet des — . . . . . P.81, A
Mesures des — à partir de la table d'essai . . . . . P.81, B a
Mesures électriques de caractère général . . . . . P.81, B b
Mesures électroacoustiques sur les — . . . . . P.82
Mesures objectives des — . . . . . P.81
Mesures subjectives des — . . . . . P.81
Réception en usine des — . . . . . P.82

*A.R.A.E.N.* (voir Appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté)

*Audiométriques*

Description de l'oreille artificielle pour mesures — . . . . . P.51, B 3

*Bouche artificielle* . . . . . P.51

*Bruits*

Appareils pour la mesure des — impulsifs . . . . . P.55
— de fond électriques (Hoth) pour l'A.R.A.E.N. . . . . P.44, c
— de fond des systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques . . . . . P.32, 3
Influence des — de circuit sur les équivalents nominaux . . . . . G.111 (P.11), D
Mesure des — des microphones . . . . . P.62, B
Valeur moyenne de la distribution des — de circuit . . . . . G.113 (P.13), B

*Bruit(s) de salle*

Appareils pour la mesure objective des — . . . . . P.54
Courbe spectrale énergétique du — . . . . . P.45, g
Equipement générateur du — pour l'A.R.A.E.N. . . . . P.41, B
Intensité acoustique du — . . . . . P.45, g
Réduction de la qualité de transmission due au — . . . . . G.113 (P.13), A b

*Centraux*

Central directeur . . . . . P.22, C a
Centraux téléphoniques interurbains manuels . . . . . P.22

*Chaîne internationale*

Equivalent nominal de la — . . . . . G.111 (P.11), B

*Circuit(s) international(aux)*

Affaiblissement nominal d'un — . . . . . G.111 (P.11), B
— loués pour un service privé . . . . . P.31
— à quatre fils . . . . . G.111 (P.11)
Extrémités virtuelles du — . . . . . G.111 (P.11), A
Valeurs du temps de propagation moyen dans un sens pour un — . . . G.114 (P.14), B b

*Combiné*

Fixation de l'anneau de garde des équivalents de référence sur le — . . P.72, C
Fixation du — pour les mesures d'A.E.N. . . . . P.45, c

*Communication(s) collective(s)*

Dispositif de couplage pour — dans les centraux interurbains manuels . P.22, C b
Equivalent de référence d'une — . . . . . P.22, C b
Etablissement et surveillance des — dans les centraux interurbains manuels . . . . . P.22, C a

*Compresseur*

— de volume du système d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques . . . . . P.32, 3

*Coupleur*

— de référence du C.C.I.T.T. . . . . P.51, B
Description d'un — clos . . . . . P.41, C

*Distance*

— de conversation pour la mesure des A.E.N. . . . . P.45, a
— de conversation pour la mesure des équivalents de référence . . . . P.72, C

*Dimensions de la tête*

Dispositif de mesure des — . . . . . P.72, C

*Distorsion*

Mesure de la — d'affaiblissement d'un appareil téléphonique . . . . P.62, A
Mesure de la — de non-linéarité d'un appareil téléphonique . . . . P.62, B
Réseau correcteur de — du N.O.S.F.E.R. . . . . P.42

*Distorsion de temps de propagation de groupe*

Valeurs admissibles . . . . . P.15
Valeurs typiques à plusieurs fréquences . . . . . P.15

*Effet local*

— pour les bruits de salle . . . . . P.73
— pour la parole . . . . . P.73
Equivalent de référence de l'— . . . . . G.121 (P.21), E

*Effect local* (suite)

Influence de l'— sur la puissance vocale des abonnés . . . . . G.112 (P.12), D
Mesure de l'équivalent de référence de l'— . . . . . P.73
Mesure objective de l'équivalent de référence de l'— . . . . . P.62, C

*Efficacité*

— « air à air » de l'A.R.A.E.N. . . . . P.41, D
— théorique de l'A.R.A.E.N. complet . . . . . P.41, D
Mesure de l'— absolue d'un système émetteur ou d'un système récepteur . P.61

*Electroacoustiques*

Mesures — sur les microphones et récepteurs téléphoniques . . . . . P.82
Mesures — objectives . . . . . P.61

*Enregistrement de messages* (Système d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques) . . . . . P.32

*Equivalent(s) de référence*

Définition des — des systèmes nationaux . . . . . G.121 (P.21), A
Détermination de l'— d'un système national . . . . . G.121 (P.21), D
— d'une communication collective entre deux abonnés quelconques . . P.22, C b
— dans une communication internationale . . . . . G.111 (P.11)
— de l'effet local . . . . . G.121 (P.21), E
— minimaux des systèmes nationaux . . . . . G.121 (P.21), C
— nominal de la chaîne internationale . . . . . G.111 (P.11), B
— nominal d'une communication complète . . . . . G.111 (P.11), C
— nominaux des systèmes nationaux . . . . . G.111 (P.11), A
Influence du bruit de circuit sur les — nominaux . . . . . G.111 (P.11), D
Limites de confiance pour la détermination des — . . . . . P.42
Limites pratiques de l'— entre deux opératrices . . . . . G.111 (P.11), E
Limites pratiques de l'— entre une opératrice et un abonné . . . . . G.111 (P.11), E
Mesure de l'— de l'effet local . . . . . P.73
Mesure objective de l'— . . . . . P.62, C 1
Mesure objective de l'— de l'effet local . . . . . P.62, C 2
Mesure subjective de l'— . . . . . P.72, A
Mesure subjective des — relatifs . . . . . P.72, B
Note concernant les mesures d'— . . . . . P.72
Nouveau système fondamental pour la détermination des — (voir N.O.S.F.E.R.)
Répartition des — dans un pays d'étendue moyenne ou grande . . . G.121 (P.21)
Systèmes étalons de travail pour la détermination des — . . . . . P.42, E
Systèmes primaires pour la détermination des — . . . . . P.42, D
Valeurs maximales des — nominaux des systèmes nationaux . . . . . G.121 (P.21), B
Valeurs maximales de l'— nominal entre un abonné et le premier circuit international . . . . . G.111 (P.11), A b
Variations en fonction du temps des — nominaux . . . . . G.111 (P.11), D

*Etalon* (Système(s) étalon(s) de travail)

Directives concernant la constitution des S.E.T.A.B. . . . . P.42
Etalonnage périodique des — . . . . . P.42, E e
— avec appareils d'abonné (S.E.T.A.B.) . . . . . P.43, B 2.1
— à microphone à charbon Solid Back et récepteur Bell (S.E.T.A.C.) . . P.43, B 2.2
— avec microphone et récepteur électrodynamiques (S.E.T.E.D.) . . . P.42
— avec microphone électromagnétique (S.E.T.E.M.) . . . . . P.72, B β
Utilisation d'un — du type S.E.T.A.B. . . . . P.72, B α
Utilisation d'un — du type S.E.T.E.D. . . . . P.72, B β

*Etalonnage*

Equipement d'— de l'A.R.A.E.N. . . . . P.41, C
— acoustique des S.E.T.E.D. . . . . P.42
— du microphone à sonde de l'A.R.A.E.N. . . . . P.41, C
— d'une oreille artificielle . . . . . P.51, B 5
— périodique des systèmes étalons de travail . . . . . P.42, E e
Méthode de réciprocité pour l'— des microphones à condensateurs . . . P.61, d

*Filtre passe-bande*

Caractéristique affaiblissement-fréquence du — de l'A.R.A.E.N. . . . . G.111 (P.11), C

*Hoth*

Bruit de fond (spectre de Hoth) de l'A.R.A.E.N. . . . . P.44, c
Courbe spectrale énergétique de bruit de salle d'après Hoth . . . . . P.45, g

*Hypsogramme*

— de l'A.R.A.E.N. . . . . P.41
— du N.O.S.F.E.R. . . . . P.42

*Indicateur*

— de crête de la B.B.C. . . . . P.52
— de volume du S.F.E.R.T. . . . . P.52
— d'amplitude maximum (types U21 et U71) de la R.F.A. . . . . P.52

*Installations d'abonnés* (voir Abonnés)

*Jauge*

— pour déterminer la position de l'ensemble combiné-anneau de garde P.45, c

*Laboratoire du C.C.I.T.T.*

Envoi de systèmes étalons et commerciaux au — . . . . . P.43
Frais du — relatifs à des mesures d'équivalents . . . . . P.47

*Maintenance des équipements d'abonnés* . . . . . P.81

*Méthode de mesure de l'efficacité absolue d'un système* . . . . . P.61

— de compensation . . . . . P.61, c
— du thermophone . . . . . P.61, a
— de réciprocité pour l'étalonnage des microphones à condensateur . . P.61, d
— du disque de Rayleigh . . . . . P.61, b
— d'entraînement par grille . . . . . P.61, c
— de détermination subjective de la qualité de transmission . . . . P.74
— de détermination des équivalents de référence et des équivalents relatifs . . . . . P.72
— « à deux opérateurs avec affaiblissement secret » . . . . . P.72, β α.1
— « à trois opérateurs sans affaiblissement secret » . . . . . P.72, β α.2

*Microphone*

Description du — à quartz piézoélectrique du S.E.T.E.D. . . . . P.42

*Niveau relatif*

— en un point d'un circuit à quatre fils . . . . . G.111 (P.11), A a
Point de — zéro . . . . . G.111 (P.11), A a

*N.O.S.F.E.R.* (voir Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence)

*Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.)*

Efficacité du système émetteur du — . . . . . P.42, B 1
Efficacité du système récepteur du — . . . . . P.42, B 2
Réglage normal du — . . . . . P.42, B
Réseaux correcteurs de distorsion du — . . . . . P.42
Système émetteur du — . . . . . P.42, A 1
Système récepteur du — . . . . . P.42, A 2

*Opératrice*

Caractéristique des postes d'opératrice dans le service international manuel . . . . . P.22

*Oreille(s) artificielle(s)*

Définition d'une — . . . . . P.51, B 2.2
Descriptions de l'— pour mesures audiométriques . . . . . P.51, B 3
Etalonnage de l'— . . . . . P.51, B 5
Exemple de réalisation d'une — . . . . . P.51, B 3.6
Microphone de l'— . . . . . P.51, B 3.4
Mode d'utilisation de l'— . . . . . P.51, B 4
— de référence provisoire . . . . . P.51, B 1
Réseau électrique équivalent à l'— . . . . . P.51
Les divers types d'— de la C.E.I. . . . . P.51, B 1

*Pondération(s)*

Comparaison des — de divers psophomètres . . . . . P.53
Table des poids du psophomètre . . . . . P.53

*Postes téléphoniques d'abonné comportant soit des récepteurs haut-parleurs, soit des microphones associés à des amplificateurs* . . . . . P.33

*Propagation* (temps moyen de propagation dans un sens)

Distorsion du temps de — . . . . . P.15
Limites du — pour une communication . . . . . G.114 (P.14), A
Valeurs du — pour les circuits internationaux (lignes de terre) . . . . G.114 (P.14), B b
Valeurs du — pour les circuits nationaux de prolongement . . . . . G.114 (P.14), B a
Valeurs du — pour les liaisons par satellites . . . . . G.114 (P.14), B b.2
Ligne à grande vitesse de — . . . . . G.114 (P.14), B a
Vitesse de — des lignes de terre . . . . . G.114 (P.14), B b.1

*Psophomètre(s)*

Cahier des charges pour un — . . . . . P.53, A
Caractéristique dynamique d'un — . . . . . P.53, A 5
Correspondance avec les — américains . . . . . P.53, A
Graduation du — . . . . . P.53, A 1
Impédance d'entrée d'un — . . . . . P.53, A 6
Indifférence d'un — aux champs extérieurs . . . . . P.53, A 8
Linéarité d'un — . . . . . P.53, A 4
Mesures avec un — . . . . . P.53, A 3
— pour circuits téléphoniques commerciaux . . . . . P.53, A
— utilisé avec circuits pour transmissions radiophoniques . . . . . P.53, B
Réalisation pratique d'un — . . . . . P.53, A 10
Réglage d'un — . . . . . P.53, A 9
Réseau filtrant du — pour circuit interurbain . . . . . P.53, A
Sensibilité d'un — . . . . . P.53, A 2
Symétrie d'un — . . . . . P.53, A 7
Utilisation d'un — pour mesures aux bornes du récepteur téléphonique d'abonné . . . . . P.53, A

*Rayleigh*

Disque de — . . . . . P.41, C
Méthode du disque de — (mesures électroacoustiques objectives) . . . P.61, b

*Référence*

Equivalent de référence (voir Equivalent)
Système de référence (voir Système)

*Répétitions*

Essais d'observation des — (qualité de transmission) . . . . . P.74, A

*Réseau téléphonique national*

Indications au sujet de l'organisation d'un — . . . . . G.120 (P.20)

*Secret*

— des conversations téléphoniques dans les systèmes d'enregistrement de messages ou conversations . . . . . P.32, 5

*S.E.T.A.B.* (voir Système étalon de travail avec appareil d'abonné) . . P.43, B 2.1

*S.E.T.A.C.* (voir Système étalon de travail à microphone à charbon Solid Back et récepteur Bell) . . . . . P.43, B 2.2

*S.E.T.E.D.* (voir Système étalon de travail avec microphone et récepteur électrodynamiques) . . . . . P.42

*S.E.T.E.M.* (voir Système étalon de travail avec microphone électromagnétique) . . . . . P.72, B β

*S.F.E.R.T.* (voir Système fondamental européen pour la transmission téléphonique) . . . . . P.42

*S.R.A.E.N.* (voir Système de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté) . . . . . P.44

*Sonomètres* . . . . . P.54

*Statistique*

Analyse — des essais au laboratoire du C.C.I.T.T. . . . . P.42, E c

*Surcharge*

— des systèmes à courants porteurs par des postes d'abonné comportant des haut-parleurs ou des microphones associés à des amplificateurs . . P.33
— des systèmes d'enregistrement des messages ou conversations téléphoniques . . . . . P.32, 3

*Surveillante*

Equipement de la table de contrôle de la — dans les centraux interurbains manuels . . . . . P.22, B

*Système de référence*

Système fondamental européen pour la transmission téléphonique (S.F.E.R.T.) . . . . . P.42
— pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (S.R.A.E.N.) (voir aussi Affaiblissement et A.E.N.) . . . . . P.44
Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (N.O.S.F.E.R.) . . . . . P.42

*Tables de contrôle du trafic téléphonique*

Equipement des — du trafic téléphonique dans les centraux interurbains manuels . . . . . P.22, B

*Téléphonométriques*

Précautions à prendre lors des mesures — . . . . . P.72, C
Puissance vocale normale pour les mesures — . . . . . P.42, C

*Thermophone*

Méthode du — (mesure de l'efficacité absolue d'un poste) . . . . . P.61

*Trafic téléphonique*

Table de contrôle du — . . . . . P.22, B

*Traitement préalable du microphone pour les mesures d'A.E.N.* . . . . . P.45, d

*Transmission*

Caractéristiques de — des réseaux nationaux . . . . . G.120 (P.20)
Etalons de — . . . . . P.41
Plan national de — . . . . . G.120 (P.20), B

*Transmission* (Qualité de)

Amélioration de la — dans les réseaux existants . . . . . G.120 (P.20)
Choix d'une méthode de spécification de la — . . . . . G.120 (P.20)
Essais d'appréciation immédiate de la — . . . . . P.74, B
Essais d'observation des répétitions pour la détermination subjective de la — . . . . . P.74, A
Indice de — . . . . . G.112 (P.12), D
Influence du bruit de circuit sur la — . . . . . G.113 (P.13), B
Mesure des réductions de la — . . . . . P.74, A
Méthode de détermination subjective de la — . . . . . P.74
Méthodes d'évaluation de la — sur la base des mesures objectives . . . P.63
Recommandations générales relatives à la — d'une communication téléphonique internationale complète . . . . . Section 1
Réduction de la — due au bruit de salle . . . . . G.113 (P.13), A b
Réduction de la — due à la limitation de la bande des fréquences . . G.113 (P.13), A a

*Tube à ondes stationnaires*

— pour étalonnage de l'A.R.A.E.N. . . . . P.41, C

*Vitesse de propagation*

Ligne à grande — . . . . . G.114 (P.14), B a
— des lignes de terre . . . . . G.114 (P.14), B b. 1

*Vocale*

Puissance — normale pour les mesures téléphonométriques . . . . . P.42, C
Puissance — de référence pour l'A.R.A.E.N. . . . . P.45, b

*Voix artificielle* . . . . . P.51

*Voltmètre vocal* (speech voltmeter) de l'A.R.A.E.N. . . . . P.52

*Volume des sons vocaux*

Mesure du — . . . . . P.71

*Volumètre(s)*

Divers types de — . . . . . P.52
Essais comparatifs de — . . . . . P.52
— de l'A.R.A.E.N. . . . . P.52
— normalisé aux U.S.A. (v.u. mètre) . . . . . P.52