



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.

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

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.

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

(C.C.I.T.T.)

CINQUIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

GENÈVE, 4-15 DÉCEMBRE 1972

LIVRE VERT

TOME III-3

Transmission sur les lignes

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1973

COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

(C.C.I.T.T.)

CINQUIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

GENÈVE, 4-15 DÉCEMBRE 1972

LIVRE VERT

TOME III-3

Transmission sur les lignes

Publié par
L'UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
1973

CINQUIÈME PARTIE

QUESTIONS DE TRANSMISSION ÉTUDIÉES EN 1973-1976

QUESTIONS RELATIVES AUX SYSTÈMES DE TRANSMISSION CONFIÉES À LA COMMISSION D'ÉTUDES XV

Question 1/XV. — Caractéristiques pour les équipements et les lignes procurant des circuits radiophoniques à 15 kHz en cas de transmission monophonique

(Suite de la Question 1/XV étudiée en 1968-1972)

Quelles additions ou modifications doit-on apporter à l'Avis J.31 (tome III du *Livre Vert*, Genève, 1972) pour tenir compte des travaux de la C.M.T.T. ?

Remarque 1. — Les caractéristiques déjà recommandées par la C.M.T.T. et approuvées par le C.C.I.T.T. en 1972, pour les circuits pour transmissions radiophoniques à 15 kHz, sont indiquées dans l'Avis J.21.

Remarque 2. — Il y a lieu d'étudier notamment les points suivants:

- a) *Caractéristiques aux fréquences acoustiques du circuit fictif de référence ou des différentes sections de celui-ci:*
 - 1) répartition des conditions générales indiquées par la C.M.T.T.;
 - 2) limites pour la non-linéarité des diverses sections du circuit fictif de référence;
 - 3) quelle réserve de puissance utilisable les circuits doivent-ils présenter?
- b) *Caractéristiques de circuits pour transmissions radiophoniques à courants porteurs dans une section de circuit du circuit fictif de référence*
 - 1) résidus de courant porteur admissibles dans la bande de fréquences de la voie radiophonique et mesures pour le maintien de cette condition.

Remarque 3. — Il serait utile d'étudier le point b, en tenant également compte des conditions qui doivent être remplies pour procurer soit deux circuits pour transmission radiophonique monophonique dans le même groupe primaire, soit un couple de circuits radiophoniques assurant une transmission stéréophonique (voir la Question 2/XV).

Remarque 4. — Pour la revision de la section B de l'Avis J.31, on devrait tenir compte notamment de l'Avis H.14.

Question 2/XV. — Caractéristiques pour les équipements et les lignes qui procurent des couples de circuits assurant une transmission stéréophonique

(Suite de la Question 2/XV étudiée en 1968-1972)

Quelles caractéristiques supplémentaires doit-on définir, en cas de transmission stéréophonique, par rapport aux caractéristiques des lignes et équipements procurant deux circuits pour transmission monophonique définies dans l'Avis J.31 et étudiées dans la Question 1/XV ?

Remarque 1. — Les caractéristiques supplémentaires recommandées pour un couple de circuits assurant une transmission stéréophonique sont indiquées dans la section 3.2 de l'Avis J.21.

Remarque 2. — Pour une utilisation économique des circuits, on devrait offrir la possibilité qu'un couple de circuits aménagé pour une transmission stéréophonique soit aussi utilisable pour deux transmissions monophoniques indépendantes. Il en résulte en particulier que la condition de diaphonie recommandée pour la transmission monophonique doit être également valable pour des couples de circuits aménagés pour la transmission stéréophonique.

Question 3/XV. — Etablissement de circuits pour transmissions radiophoniques à 5 kHz

(Question nouvelle)

Considérant

- 1) que la C.M.T.T. a été chargée d'étudier les caractéristiques des circuits pour transmissions radiophoniques à 5 kHz;
- 2) qu'en réponse à cette question, la C.M.T.T. doit définir une liaison fictive de référence ainsi que les caractéristiques de cette liaison aux fréquences acoustiques (par exemple: bande des fréquences effectivement transmises, distorsion d'affaiblissement, distorsion de phase, bruit pondéré, diaphonie intelligible, variation du niveau, distorsion de non-linéarité, erreur dans la restitution des fréquences, etc.);
- 3) que la constitution du circuit fictif de référence pour chaque système de transmission et les caractéristiques auxquelles chaque circuit fictif de référence doit satisfaire entre bornes à fréquences acoustiques résulteront de l'étude mentionnée au considérant 2;
- 4) que les caractéristiques dynamiques des signaux transmis sur les circuits pour transmissions radiophoniques monophoniques et, en particulier, leur puissance maximale et leur puissance moyenne au point de niveau relatif zéro sont étudiées dans le cadre du Programme d'études 5-1D-1/C.M.T.T.;

il y a lieu d'étudier les points suivants:

- a) *Caractéristiques aux fréquences acoustiques du circuit fictif de référence ou des différentes sections de celui-ci*
 - 1) bande des fréquences effectivement transmises;
 - 2) niveau relatif à la sortie de l'amplificateur à fréquences acoustiques d'une liaison radiophonique (conforme aux points D, C, ... sur la figure 3/J.13 (tome III du *Livre Vert.*);
 - 3) conditions d'adaptation;
 - 4) répartition des conditions générales spécifiées par la C.M.T.T.;
 - 5) limites pour la non-linéarité des diverses sections du circuit fictif de référence;
 - 6) quelle réserve de puissance utilisable les circuits doivent-ils présenter ?
- b) *Caractéristiques d'une section du circuit fictif de référence dans le cas de transmissions radiophoniques à courants porteurs*
 - 1) nombre maximal de voies radiophoniques par groupe primaire;
 - 2) position de fréquence des voies radiophoniques dans le groupe primaire et, le cas échéant, des voies téléphoniques restantes;
 - 3) niveau relatif du circuit pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire, par rapport au niveau relatif des voies téléphoniques;
 - 4) variation admissible du niveau relatif en fonction du temps;
 - 5) résidus de courant porteur admissibles dans la bande de fréquences de la voie radiophonique et mesures pour le maintien de cette condition;

6) erreur de fréquence admissible à l'extrémité d'une section de circuit radiophonique et mesures pour le maintien de cette condition;

7) dispositions à prendre pour satisfaire aux conditions de bruit et de diaphonie (préaccentuation, compresseur-extenseur, position de fréquence).

Remarque 1. — L'attention de la Commission mixte spéciale C est attirée sur les points b, 3 et b, 7.

Remarque 2. — Il est important d'étudier le coût de l'équipement de modulation à prévoir pour les circuits par rapport au nombre de voies téléphoniques remplacées, ainsi que le coût d'établissement de la liaison en groupe primaire.

Question 4/XV — Service visiophonique

(Suite de la Question 34/XV, étudiée en 1968-1972)

a) Les études faites sur cette question montrent clairement qu'un intérêt croissant s'attache à la possibilité d'exploiter un service visiophonique conjointement avec les services téléphoniques existants. Le terme *visiophone* désigne ici un service de transmission d'images en temps réel selon des normes inférieures à celles de la radiodiffusion télévisuelle, ce service étant associé directement au service téléphonique; certaines organisations désignent aussi ce service, en anglais, par les termes *viewphone* et *picturephone*.

b) L'étude de cette question a conduit à définir un système dont les caractéristiques sont indiquées dans l'Annexe 1.

c) Il convient d'entreprendre une nouvelle étude sur les points suivants:

1. Nombre de lignes d'exploration par image.

2. Nombre de trames par seconde.

3. Structure du signal de synchronisation.

4. Largeur de bande vidéo:

— optique-optique,

— voie.

5. Définition d'une communication fictive de référence internationale à utiliser comme modèle pour la répartition des altérations de transmission. Cette définition doit mentionner les cas dans lesquels il convient d'utiliser une transmission analogique ou numérique et les cas dans lesquels il convient d'utiliser une commutation analogique ou numérique.

6. Définition d'un circuit fictif de référence international.

7. Normes de transmission recommandées pour la communication fictive de référence internationale.

Ces caractéristiques devront comprendre:

7.1 La réponse de la voie aux vidéofréquences:

— en fréquence (amplitude/fréquence et phase/fréquence),

— dans le temps (exprimée sous forme d'échos, du coefficient K, y compris l'effet de coupure progressive à basse fréquence, etc.).

Remarque. — Le C.C.I.T.T. pense que la spécification dans le temps est plus importante que la spécification en fréquence, en ce qui concerne la fixation de limites.

7.2 Le bruit aléatoire (rapport signal d'image crête-à-crête sur valeur efficace du bruit):

— bruit non pondéré,

— bruit pondéré.

Remarque 1. — Il faudra établir une courbe de pondération appropriée tenant compte du filtre à coupure progressive dans le poste récepteur, des dimensions de l'image, de la structure des lignes, etc.

Remarque 2. — Dans le bruit aléatoire doit être inclus le bruit de quantification produit par les systèmes MIC.

7.3 Le bruit impulsif — nombre d'impulsions, d'une amplitude relative donnée, par unité de temps.

Remarque 1. — Ce paramètre du bruit impulsif ne sera peut-être pas suffisant pour spécifier de façon adéquate cette caractéristique.

Remarque 2. — La source principale de ce bruit est constituée par les équipements de commutation téléphonique.

7.4 Perturbation par une onde sinusoïdale (rapport signal d'image crête-à-crête sur onde sinusoïdale crête à crête).

Remarque. — Il conviendra de tenir compte du filtre à coupure progressive dans le poste récepteur lorsqu'on spécifiera la valeur appropriée.

7.5 Ronflement de secteur (rapport signal d'image crête à crête sur bruit crête à crête).

7.6 Ecart diaphonique pour la perturbation la plus gênante.

Remarque. — La diaphonie la plus gênante peut se produire dans le cas où les signaux présents sur le circuit perturbateur et sur le circuit perturbé proviennent de la transmission de documents.

7.7 Variations de gain, de longue durée et de courte durée.

7.8 Distorsion de non-linéarité (non-linéarité de la durée d'une ligne).

Remarque. — Il conviendra d'examiner les Avis J.61 et J.62 du C.C.I.T.T. (ou 421-2 et 451-1 du C.C.I.R.) pour l'étude de ce point.

7.9 Parole: différence tolérable entre les temps de propagation de la parole et du signal vidéo.

7.10 Niveaux: valeurs pour des liaisons internationales en un point où, en principe, le niveau est indépendant de la fréquence.

8. Normes de transmission pour un circuit fictif de référence international.

Remarque. — Il faut spécifier si le signal est analogique ou numérique avant de pouvoir spécifier les caractéristiques.

9. Caractéristiques des systèmes de signalisation et de commutation pour la transmission visio-phonique sur le réseau international.

Remarque. — Il est proposé d'étudier ces problèmes dans le cadre de cette question, dans le but de formuler des questions particulières à soumettre à l'examen des Commissions d'études appropriées du C.C.I.T.T.

10. Méthode de transmission de la parole associée au système visiophonique.

Remarque. — L'étude des téléphones à haut-parleur dans le cadre de la Question 17/XII doit tenir compte de l'emploi de postes à haut-parleur en liaison avec des systèmes visiophoniques.

ANNEXE 1 (à la Question 4/XV)

Commentaires du Groupe de travail « service visiophonique » sur la Question 34/XV pour la période 1968-1972

Remarque. — La numérotation de cette annexe a été révisée de manière à correspondre au texte de la Question 4/XV.

*Partie a) Définition du service visiophonique, étudié dans le cadre de la Question 34/XV (période 1968-1972)**1. Service visiophonique*

Ce qu'on demande au service visiophonique de base, c'est de fournir aussi bien une image du buste de l'abonné qu'une image de petites réunions (au moins deux personnes) transmise en temps réel avec une qualité satisfaisante.

La largeur de bande nominale de 1 MHz est recommandée pour ce service visiophonique de base, sur des communications internationales.

Ce service visiophonique permet aussi de transmettre certains types d'information portée par des caractères alphanumériques ou des symboles graphiques, mais il ne convient pas pour l'affichage d'une page imprimée de dimensions normales.

Certaines Administrations ont exprimé leur confiance dans des méthodes utilisant des techniques d'exploration lente pour la transmission de certains documents (par exemple, une page dactylographiée de format A4) par le service visiophonique de base à 1 MHz. Les études devraient être poursuivies pour définir plus complètement ces techniques.

Plusieurs techniques possibles qui existent déjà, ou seront probablement mises au point, permettront finalement de transmettre des graphiques ou dessins avec un pouvoir de séparation plus élevé, sur des voies de largeur nominale 1 MHz.

Il peut se faire que certains de ces services graphiques comportent l'emploi de postes d'abonné dont les types diffèrent de ceux normalement employés pour le service de base.

2. Autres applications

On a reçu des contributions où se manifeste un intérêt pour l'application d'un système à largeur de bande nominale 1 MHz à des services visiophoniques spéciaux qui n'entrent pas dans les catégories susmentionnées. Ce sont notamment les services de recherches d'informations et d'interrogation des ordinateurs, avec affichage de la réponse sous forme, par exemple, de caractères alphanumériques, de graphiques et d'images animées.

Dans certains cas, ces applications peuvent exiger seulement un trajet vidéo unidirectionnel.

La nature et les caractéristiques de ces applications du système utilisant une largeur de bande nominale de 1 MHz ne sont pas encore claires. Cependant, il est hors de doute que la souplesse d'emploi de ce système, avec commutation, se manifestera, et l'on peut escompter que, outre le service de transmission de l'image du buste de l'abonné, le système à largeur de bande nominale de 1 MHz trouvera plus d'une application.

Le Groupe de travail demande aux Administrations qui s'intéressent à d'autres services de les décrire en détail, en indiquant pour chacun d'eux :

- le mode de fonctionnement (par exemple, bidirectionnel ou unidirectionnel);
- l'influence de ce service tant sur le système visiophonique (poste d'abonné, installations de transmission et de commutation, etc.) que sur le service téléphonique ordinaire;
- toute autre caractéristique pertinente.

Partie b) Caractéristiques

1. Dans le type de service destiné à compléter le service téléphonique normal, on est parvenu, dans une large mesure, à un accord sur les paramètres du système fondamental. Les chiffres sur lesquels cet accord porte sont les suivants :

Type d'exploration :	horizontal
Entrelacement :	2 : 1
Proportion de l'image :	10 : 11 (H:L)
Fréquence de répétition de ligne :	8 kHz
Largeur nominale de la bande vidéo :	1 MHz

2. Il n'a pas été jugé nécessaire de prévoir une normalisation internationale des caractéristiques suivantes : dimension de l'image reproduite, distance de l'image au sujet, niveau minimal de la brillance de l'image reproduite, niveau minimal acceptable de la luminance pour la caméra, niveaux à l'entrée et à la sortie d'un poste d'abonné.

On trouvera ci-après le résumé d'un certain nombre de commentaires qui ont été faits à ce sujet.

3. Niveau minimal acceptable de la luminance pour la caméra

Il est nécessaire de s'assurer que la qualité du signal d'image produit par la caméra est suffisamment bonne. Il est donc demandé aux Administrations de fournir des renseignements sur la façon dont elles définissent les caractéristiques entre l'entrée optique et la sortie électrique et sur les valeurs qu'elles spécifient en tenant compte de l'étendue de la gamme de variations d'éclairement acceptable.

4. Gamme des niveaux

Le Groupe de travail estime qu'on ne doit pas chercher à fixer les niveaux à l'entrée et à la sortie d'un poste d'abonné, car le niveau à une fréquence de référence et la courbe de préaccentuation qu'il convient d'adopter dépendent des caractéristiques des réseaux locaux. Le filtre à coupure progressive, qui est incorporé au poste d'abonné (pour assurer la protection contre le bruit et éviter l'apparition d'oscillations sur les transitoires de l'image), ne devrait pas faire l'objet d'une spécification par le C.C.I.T.T., mais les Administrations devraient communiquer des renseignements sur les caractéristiques des filtres qu'elles utilisent, ces caractéristiques influant sur la pondération à recommander pour le bruit et peut-être aussi sur la méthode de codage à recommander pour la transmission numérique à grande distance. La réponse en phase du filtre devrait aussi être indiquée. Il est souhaitable de donner également un schéma de ce filtre et les valeurs des éléments qui le constituent.

Partie c) Points à étudier

1. Nombre de lignes d'exploration par image

Les caractéristiques énumérées sous b) étant données, il reste encore à choisir le nombre de lignes par image et la fréquence de trame. A cet égard, il existe deux possibilités, à savoir :

Fréquence (nominale) de trame: 60 Hz ou 50 Hz

Nombre de lignes: 267 ou 319 ou 321

Tolérance sur la fréquence de lignes

Le Groupe de travail a pris note du fait que la Commission spéciale D étudiera la question de la tolérance à appliquer à la fréquence d'exploration horizontale des lignes, en tenant compte de considérations économiques et de l'influence de cette tolérance sur le réseau numérique. On a noté qu'il est possible de spécifier une tolérance pour la fréquence d'exploration horizontale et, de ce fait, pour la fréquence d'échantillonnage du codec (synchronisée sur la première) et une autre tolérance pour le débit binaire du signal numérique engendré par le codec visiophonique. Une relation peut être établie entre la fréquence d'exploration et le débit binaire au sein du codec.

Trois propositions ont été examinées et mises à l'étude (voir Appendice). Les valeurs proposées sont comprises entre $\pm 10.10^{-6}$ et $\pm 100.10^{-6}$. La Commission spéciale D a été invitée à formuler ses commentaires à ce sujet.

2. Nombre de trames par seconde

a) Il serait préférable d'avoir une norme mondiale en ce qui concerne la fréquence de trame et 60 Hz serait la fréquence la plus avantageuse à cet effet. Une Administration ayant deux fréquences différentes pour son réseau d'alimentation a obtenu de bons résultats d'exploitation en normalisant à cet effet la fréquence de 60 Hz. Cependant, les études faites par d'autres Administrations montrent que l'adoption de cette norme pourrait soulever des difficultés importantes dans les pays dont le réseau électrique a une fréquence de 50 Hz et il pourrait être nécessaire d'adopter deux normes différentes. Des études sont nécessaires pour résoudre ce problème (voir Annexe 2).

b) Dans le cas où l'on adopterait deux fréquences de trame différentes, il a été suggéré que la solution la plus commode pour résoudre le problème de la compatibilité à l'échelle internationale consisterait à admettre que chaque pays émette des images selon sa propre norme (correspondant nominalement à la fréquence du réseau local), mais puisse recevoir des images sur les deux normes. Il convient d'étudier les conséquences qu'aurait l'adoption d'un tel système.

3. Structure du signal de synchronisation

3.1 Tant que le nombre de lignes par image et le nombre d'images par seconde n'auront pas été fixés, les caractéristiques du signal de synchronisation ne pourront pas être normalisées.

3.2 Une fois réalisé l'accord sur la normalisation des caractéristiques de l'image, la meilleure solution sera que toutes les Administrations utilisent des caractéristiques identiques pour le signal de synchronisation.

3.3 Le Groupe s'est accordé à reconnaître qu'il y aurait grand avantage à utiliser un maître oscillateur dans chaque poste d'abonné pour fixer le rythme des signaux de synchronisation et de suppression par un procédé numérique.

3.4 Il a noté que les signaux de synchronisation dont les formes d'onde sont décrites dans les documents présentés à la réunion se rangent dans deux catégories:

- a) Ceux qui sont généralement semblables aux formes d'ondes utilisées en radiodiffusion mais qui, en fait, sont différents en principe, pour ce qui est de la synchronisation verticale. Pour ce qui est du signal de synchronisation horizontal, le Groupe de travail propose d'augmenter la durée du palier arrière. La nouvelle proposition est contenue dans la figure 1;

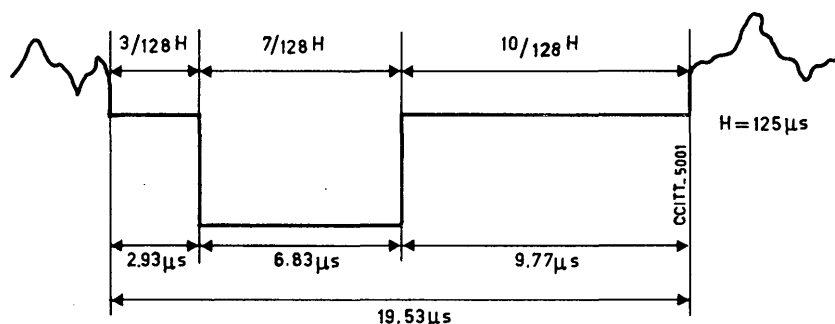


FIGURE 1

- b) Ceux qui diffèrent entièrement de la pratique suivie en radiodiffusion et transmettent l'information de synchronisation au moyen d'un code numérique. (Voir par exemple: F. W. DE VRIJER, Proposal for an integrated videophone signal, travaux du Cycle d'études international de Zurich sur les systèmes intégrés pour la transmission de la parole, de l'image et des données, 15-17 mars 1972.)

3.5 Le Groupe a noté que certaines administrations peuvent être amenées à insérer des signaux supplémentaires dans les intervalles de synchronisation et de suppression à des fins telles que la surveillance, la signalisation et la transmission de la conversation correspondante (voir, par exemple, les références données à l'alinéa 3.4 b). Il a noté aussi que l'A.T.T. propose que les voies de conversation et de signalisation soient établies sur le réseau téléphonique normal, pour franchir les petites distances où le signal vidéo se trouve sous forme analogique. En revanche, pour la transmission à grande distance, le signal vidéo et le signal de conversation seraient convertis dans le mode numérique et multiplexés.

3.6 Le Groupe a reconnu que, si l'emploi de la préaccentuation et de la désaccentuation est une chose importante pour la transmission des signaux, il n'entre pas en considération dans la normalisation des caractéristiques du signal de synchronisation.

4. Largeur de bande d'une voie vidéo

Il est convenu que, pour la transmission à grande distance, la largeur de bande (environ 1 MHz) doit être définie comme une bande dans laquelle les caractéristiques nominales d'affaiblissement et de temps de propagation de groupe sont plates. Il convient de poursuivre l'étude de la valeur exacte à recommander.

5 à 8. Communications et circuits fictifs de référence; normes de transmission

Le Groupe de travail a noté que la Commission spéciale D l'invitait à étudier les caractéristiques des communications et des circuits fictifs de référence pour les transmissions visiophoniques, afin qu'elles soient en mesure de décider du nombre maximal de codecs en cascade à envisager. De toute façon, cette étude est nécessaire pour déterminer les objectifs qui peuvent raisonnablement être atteints, compte tenu de ce nombre de codecs.

Le Groupe de travail a également noté que la Commission spéciale D avait demandé aux Administrations de déterminer par des essais comparatifs les détériorations de qualité des images engendrées par les procédés de codage, étant donné que, si les limites de bruit fixées pour les transmissions analogiques sont appliquées au bruit de quantification (voir la remarque 2 au point c, 7.2 de la Question), il n'est pas garanti que la qualité des images sera toujours satisfaisante. Les résultats de ce genre d'essais doivent être portés à l'attention du Groupe de travail en vue d'en évaluer l'acceptabilité par rapport aux normes de transmissions requises pour les transmissions visiophoniques sur le réseau international.

Le Groupe de travail répartira les altérations permises aux éléments constitutifs de la communication fictive de référence, y compris les détériorations tolérables de la part du codage numérique.

Les propositions du Groupe de travail pour la transmission analogique seront transmises au Groupe mixte LTG, dans la mesure où elles peuvent affecter les caractéristiques des circuits à large bande en groupe tertiaire. Il y a lieu de tenir compte des conséquences qui pourraient découler de ces propositions en ce qui concerne l'onde pilote de groupe tertiaire.

Les problèmes de transmission numérique seront étudiés conjointement avec la Commission spéciale D.

APPENDICE

(à l'Annexe de la Question 4/XV)

Propositions relatives à la tolérance de la fréquence de ligne

1. Proposition de l'A.T.T.

L'American Telephone and Telegraph Company estime qu'une fréquence des lignes de 8 kHz, avec une tolérance de $\pm 10^{-4}$, convient pour le codage en visiophonie. Dans son propre système de visiophone, l'horloge d'échantillonnage du codeur visiophonique sera synchronisée à la vitesse d'exploration horizontale du signal visiophonique d'entrée. L'horloge de transmission du codeur aura une tolérance numérique de $\pm 3 \times 10^{-5}$ et ne sera pas synchronisée avec l'horloge d'échantillonnage. Il faudra donc prévoir dans le codeur une synchronisation avec justification et il y aura deux circuits de rétablissement de la vitesse d'exploration horizontale: l'un dans le codeur, l'autre dans le décodeur, qui interviendra après l'opération inverse. Le choix de la valeur $\pm 10^{-4}$ pour la variation maximale admissible de la vitesse d'exploration horizontale constitue un compromis approprié entre le prix d'un oscillateur en visiophonie et la complexité du circuit de rythme du codeur-décodeur rendu nécessaire pour obtenir un rétablissement rapide à partir des transitoires initiaux qui se produisent après la fermeture d'un commutateur.

2. Proposition de la République fédérale d'Allemagne

Compte tenu de la vitesse de déplacement de la perturbation, due à la diaphonie, sur l'image, nous proposons une précision de $\pm 10^{-5}$. Le temps pendant lequel le signal capté, émanant d'une voie adjacente, se déplace sur l'écran correspondant à la différence entre la fréquence horizontale du signal utile et celle du signal brouilleur. Selon les études faites par J. Orr aux Bell Laboratories, en 1969, l'intensité du brouillage engendré par ce genre de perturbation à mouvement lent correspond à un maximum d'environ 0,2 passage par seconde. Avec une tolérance de $\pm 10^{-5}$, la fréquence de passage d'une telle perturbation ne dépasse pas $8 \times 2 \cdot 10^{-5}$ kHz = 0,16 Hz, ce qui correspond à une valeur inférieure au maximum toléré pour le brouillage, même dans les conditions les plus défavorables. Cela permet de réduire simultanément les exigences en ce qui concerne le rapport de bruit diaphonique (d'une trame sur l'autre). Une précision de $\pm 10^{-5}$ peut être obtenue, par exemple avec un quartz à 2048 kHz (sans enceinte thermique) dans une gamme de température de 40 °C, sans dépense supplémentaire. La précision de la structure de synchronisation touche à la qualité de l'image mais n'affecte pas la compatibilité.

3. Proposition de la N.T.T.

Le glissement de fréquence d'un quartz est principalement dû aux variations de température, au vieillissement et à des erreurs dans le réglage initial. La figure 2 montre le glissement de fréquence en fonction des variations de température d'un quartz taillé à la température ambiante. Pour maintenir une précision de $5 \cdot 10^{-6}$ sur une gamme de température de 30 ± 20 °C, l'angle d'orientation devrait être de $54^\circ 47' 30'' \pm 0^\circ 03'$. Les caractéristiques de vieillissement dépendent essentiellement des conditions de fabrication du quartz, comme le polissage, le décapage, le nettoyage, le montage, la fixation, etc. Le glissement de fréquence dû au vieillissement est en règle générale évalué à 2 à $5 \cdot 10^{-6}$ par an. L'erreur initiale sur la fréquence est de l'ordre de $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ et peut être réglée à moins de $1 \cdot 10^{-6}$ au moyen d'un condensateur variable associé.

Pour obtenir une précision de $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ sans réglage annuel, on pourrait réduire à $5 \cdot 10^{-6}$ environ le glissement de fréquence dû à des variations de température, à moins de $1 \cdot 10^{-6}$ le changement de fréquence dû au vieillissement et à moins de $1 \cdot 10^{-6}$ l'erreur de fréquence provenant du réglage initial. En réduisant la précision recherchée à $\pm 30 \cdot 10^{-6}$, il est possible de se passer de réglage, et le prix de revient d'un quartz serait réduit à un tiers ou un

quart du prix initial. Pour une précision de $\pm 100 \cdot 10^{-6}$ le prix de revient d'un oscillateur en visiophonie diminuerait encore plus mais le circuit de l'horloge du codeur du signal vidéo serait compliqué. En choisissant une solution de compromis entre le prix de revient d'un oscillateur et la complexité du circuit de l'horloge, la N.T.T. estime qu'une précision de $\pm 30 \cdot 10^{-6}$ est suffisante pour la vitesse d'exploitation horizontale d'un système visiophonique.

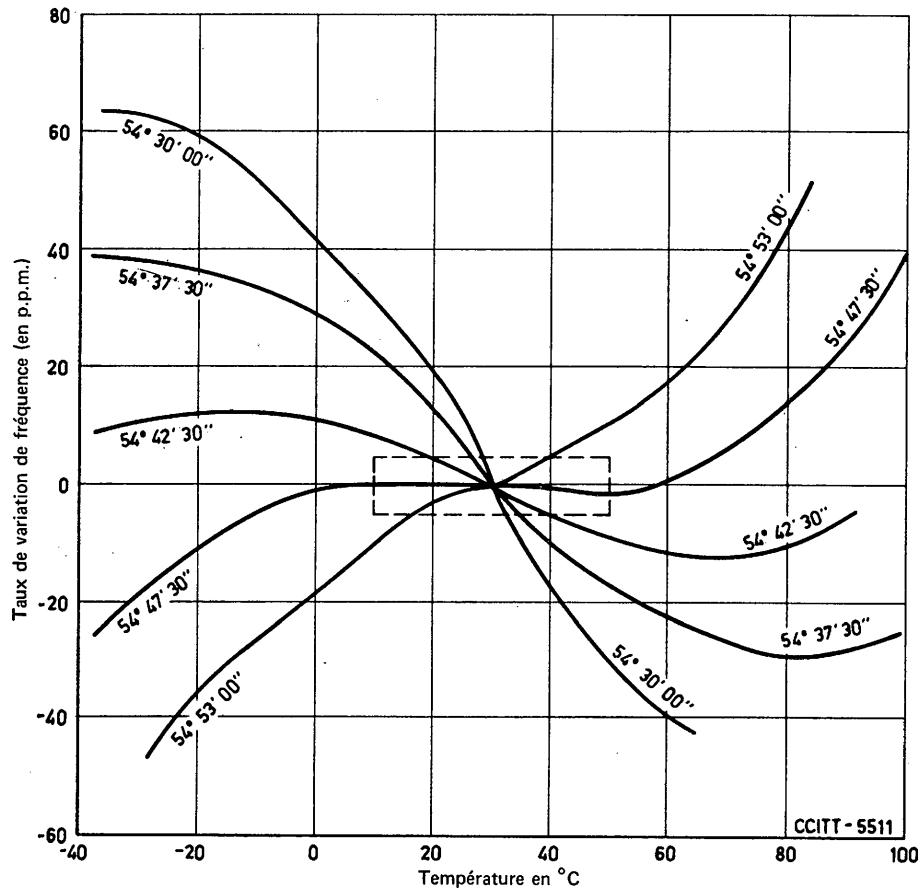


FIGURE 2. — Taux de variation de fréquence en fonction de la température, avec l'angle d'orientation comme paramètre

ANNEXE 2

(à la Question 4/XV)

Choix de la fréquence de trame

(Rapport de M. I. F. MacDiarmid, Post Office du Royaume-Uni, Rapporteur spécial)

1. Résumé des contributions

1.1 I.T.T.

La première contribution de l'I.T.T. contient des arguments en faveur d'une norme unique de 60 trames/seconde; elle attire particulièrement l'attention sur les difficultés que l'on rencontrerait si des convertisseurs de normes étaient nécessaires sur certaines communications, notamment parce qu'il ne s'agirait pas seulement de communications interrégionales. Ces difficultés auraient tendance à s'accroître dans l'avenir, dans l'éventualité d'une utilisation de transmissions de diagrammes à exploration lente et/ou de transmissions en couleur. La contribution de l'I.T.T. met en évidence les avantages de la « transparence » dans les liaisons à grande distance et, selon sa conclusion, l'utilisation d'une norme unique de 60 trames/seconde, pour le monde entier, serait avantageuse et n'entraînerait pas des dépenses d'équipement exagérées.

Dans sa deuxième contribution, l'I.T.T. examine la question des coûts d'équipement, que le Rapporteur a soulevée par correspondance et elle affirme que ces coûts — tels qu'on peut les établir actuellement — ne fournissent pas une indication adéquate du prix de revient qui s'établira ultérieurement lorsqu'on en sera au stade de la production industrielle. Dans sa contribution, l'I.T.T. propose également deux méthodes de réduction de la modulation dans les appareils d'abonné, sans donner pour autant les valeurs de fonctionnement probables, et elle en vient à la conclusion selon laquelle tout accroissement actuel du coût dû à l'utilisation de tels circuits ne justifie pas l'application de différentes normes dans différentes parties du monde.

1.2 *N.N.T. (Japon)*

Dans sa contribution, la N.T.T. donne les résultats d'un grand nombre de travaux expérimentaux. Cette contribution contient des mesures de sources d'éclairage, des mesures de la modulation à la sortie de la caméra, en fonction de la persistance, des résultats subjectifs de l'effet de la modulation sur la détérioration des images, les résultats subjectifs de l'effet de persistance sur l'altération des images en mouvement et les résultats subjectifs d'une comparaison entre des images à 50 trames et des images à 60 trames ayant diverses luminances, en fonction d'une modulation de 100 Hz. La conclusion générale est que 60 trames/seconde est la norme préférée, du fait que la luminance la plus forte de l'image se situe normalement entre 150 et 500 cd/m², bien qu'il soit reconnu qu'une certaine détérioration due à la modulation à 100 Hz se produira dans les conditions d'éclairage à un seul tube fluorescent.

1.3 *Italie*

L'Italie a présenté une courte contribution contenant les résultats des mesures du papillotement dû à l'éclairage et de l'effet de modulation exercé sur le signal sortant de la caméra, pour diverses sources d'éclairage.

1.4 *Post Office du Royaume-Uni*

La première contribution du Post Office contient une mise à jour des résultats présentés à la dernière réunion (Annexe 4 au document COM XV-n° 174, période 1968-1972) en ce qui concerne les mesures du papillotement dû à l'éclairage et de l'effet de modulation exercé sur le signal sortant de la caméra. Elle fait également état d'une comparaison subjective préliminaire, effectuée avec des observateurs techniciens, entre les normes à 50 et à 60 trames/seconde pour une présentation à 500 cd/m², avec des taux variables de modulation à 100 Hz. Il est aussi question de circuits réducteurs de modulation. Selon la conclusion de cette contribution, si l'on emploie des lampes à un seul tube fluorescent, il convient d'utiliser un circuit réducteur de modulation dans chaque appareil d'abonné, mais — même dans ce cas — il ne sera guère possible d'éliminer les effets de modulation dans toutes les conditions d'éclairage.

La seconde contribution du Post Office porte sur une série plus étendue de comparaisons subjectives. Dans une première catégorie d'expériences, les observateurs ont comparé la qualité de l'image pour des normes à 50 et à 60 trames/seconde et des taux variables de modulation à 100 Hz. Dans une deuxième catégorie d'expériences, on a fait des essais complets d'évaluation de qualité avec un système à 60 trames/seconde et divers taux de modulation à 100 Hz. Ces deux catégories d'expériences ne faisaient pas appel à des observateurs techniciens; les observations ont été effectuées avec deux valeurs de luminance de l'image. Des cinq images utilisées, l'une représentait un tracé linéaire, l'autre un buste vivement éclairé, les trois dernières des bustes normalement éclairés. Les deux images très lumineuses (moyenne du niveau moyen de l'image = 84 %) et les trois images normales (moyenne du niveau moyen de l'image = 39 %) ont conduit à deux groupes distincts de résultats, représentés respectivement dans les figures 2 et 4.

1.5 *A.T. & T.*

Brève contribution contenant les résultats de diverses mesures du papillotement dû à l'éclairage à 50 Hz et de la modulation qui en résulte, avec un appareil *Picturephone* utilisé dans le Bell System. Bien qu'aucune expérience subjective n'ait été entreprise à grande échelle, on trouve néanmoins dans cette contribution les résultats de certaines observations sur l'altération de l'image.

2. *Discussion*

Les diverses contributions contiennent un grand nombre de chiffres relatifs au papillotement produit par différentes sources d'éclairage et également en ce qui concerne l'effet de modulation des tubes de caméra de divers types. On a tenté d'établir une relation entre les différents chiffres obtenus pour le papillotement dû à l'éclairage, la modulation et la persistance dans la caméra. Les résultats de cette tentative montrent que s'il existe une certaine concordance entre les chiffres pour différentes catégories de tubes de caméra, par exemple vidicon normal, diode au silicium

et à l'oxyde de plomb, il n'y a en revanche que très peu de concordance en ce qui concerne la persistance de la troisième trame. Les raisons pourraient en être celles qui sont énoncées dans deux commentaires contenus dans la contribution du Royaume-Uni, à savoir que :

- a) la persistance est très difficile à mesurer et dépend de plusieurs facteurs, notamment des normes d'exploration et de la focalisation du faisceau et
- b) la persistance de la troisième trame pourrait ne pas représenter la valeur la plus appropriée pour caractériser les propriétés du tube de caméra favorisant une réduction de modulation.

Pourtant, il est probablement superflu de chercher à résoudre ces problèmes d'une manière plus approfondie. Il existe un volume suffisant de renseignements pour permettre de donner une approximation des valeurs :

<i>Eclairage</i> (fluorescent)	<i>Papillotement (%)</i>	<i>Modulation (%)</i> (tous types de tube de caméra)
Monotube	20-100	1,4-16
Tubes jumelés (en phase)	12-44	2-8,5

Ainsi, à moins que des restrictions ne soient spécifiées en ce qui concerne le type d'éclairage utilisable par un abonné, on peut s'attendre à une modulation de 100 Hz pouvant atteindre 16 %. Même avec des tubes jumelés (en phase), on peut prévoir une modulation atteignant 8,5 %.

La N.T.T. et le Post Office du Royaume-Uni fournissent les résultats d'essais subjectifs entrepris pour comparer les préférences d'observateurs regardant des images à haute luminance, avec des normes de 60 et 50 trames/seconde, en présence d'une modulation de 100 Hz. Les résultats (figures 1 et 2) sont très différents. Une partie de l'écart peut provenir du choix des images présentées — d'après la contribution du Royaume-Uni, ce facteur pourrait être très important — et en partie aussi de conditions légèrement différentes d'un essai à l'autre, notamment en ce qui concerne l'éclairage ambiant (200 lux dans le cas de la N.T.T., 700 lux dans celui du Royaume-Uni). Une brève expérience effectuée au Royaume-Uni montre cependant que ces différences d'éclairage ne jouent probablement pas un rôle majeur. Il semble que ce soit, de loin, le conditionnement des observateurs qui explique le mieux l'écart entre les résultats. En effet, les observateurs japonais ont l'habitude de voir des images de télévision à 60 trames/seconde pratiquement exemptes de papillotement dû à la brillance; lorsqu'ils regardent des images à 50 trames/seconde, ce papillotement leur semble donc anormal et gênant. Par contre, les observateurs européens, habitués à la fréquence de 50 trames/seconde, ne remarquent plus le papillotement qui accompagne toujours les images brillantes; peu sensibles au papillotement, ils se montrent par ailleurs assez critiques en ce qui concerne l'effet de modulation.

En admettant que le raisonnement ci-dessus soit valable, les résultats fournis par le Royaume-Uni semblent concerner plus particulièrement les pays dont la télévision utilise la norme de 50 trames/seconde. Ainsi, pour une image « critique » présentée avec une luminance très élevée (500 cd/m²), c'est la norme de 50 trames/seconde qui est préférée, à moins que la modulation ne soit inférieure à environ 2 %. Pour des valeurs de luminance plus normales (200 cd/m²), ce pourcentage s'abaisse à 1,2 %. Ces deux pourcentages diminuent peut-être un peu si la majorité des observateurs est d'un âge compris entre 40 et 60 ans.

Il est, de plus, intéressant de relever la proportion d'observateurs du Royaume-Uni qui manifestent une préférence pour la fréquence de 60 trames/seconde en l'absence de modulation :

<i>Luminance des plages brillantes (cd/m²)</i>	<i>Images</i>	<i>Préférence (%)</i>
200	normales	51
200	très lumineuses	89
500	normales	73
500	très lumineuses	86

En ce qui concerne les images très lumineuses, les valeurs citées concordent assez bien avec les résultats obtenus par la N.T.T. mais, pour les images normales, ces valeurs sont sensiblement plus basses. Notons encore que la tendance moyenne des préférences n'est pas très affirmée, les observateurs jugeant le résultat « un peu meilleur » dans le cas des images très lumineuses.

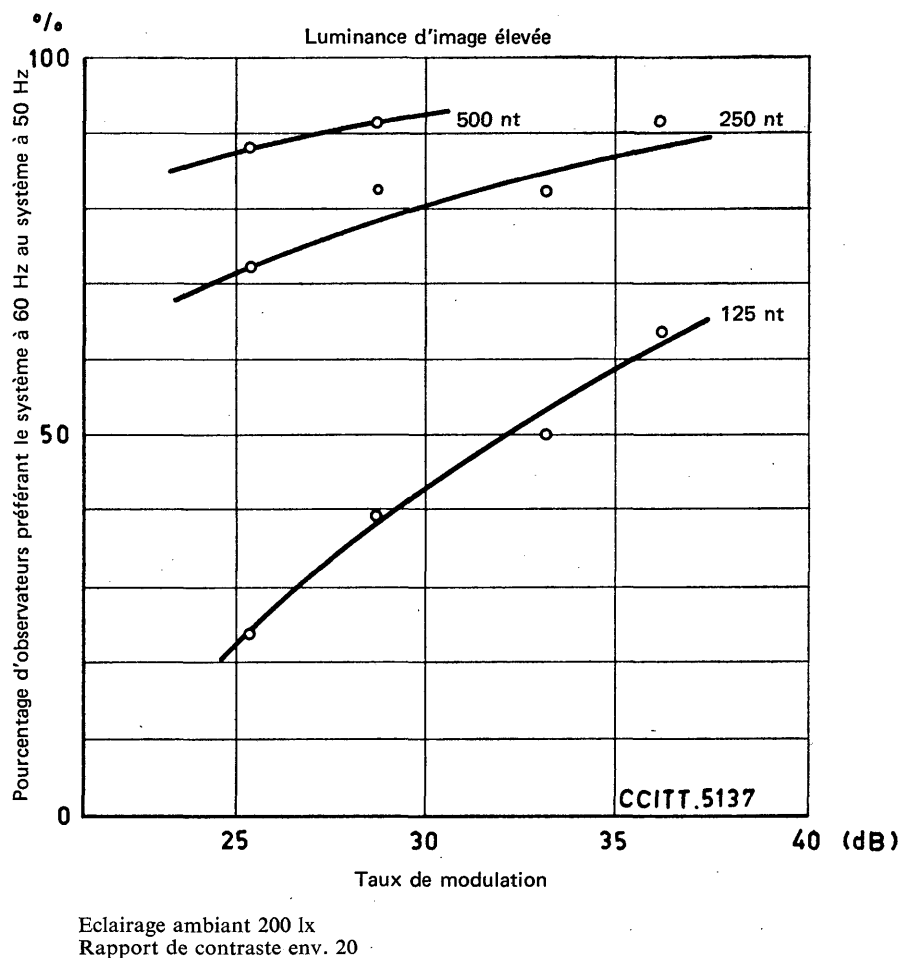


FIGURE 1. — Comparaison entre le système à 50 Hz et le système à 60 Hz (contribution N.T.T.)

Des essais subjectifs complets ne permettent généralement pas de déterminer avec une grande précision le taux de modulation à 100 Hz correspondant au seuil de visibilité de la modulation sur une image à 60 trames/seconde. Les résultats de la N.T.T. (figure 3) indiquent un taux de 2,5 % pour « à peine perceptible » dans le cas d'une image présentée à 270 cd/m^2 . Les résultats du Royaume-Uni (figure 4) vont de 1,4 % à 3,6 %, selon l'image, pour un niveau subjectif à peu près correspondant (1/8 de détérioration) et une luminance de 200 cd/m^2 . L'A.T. & T. donne 1,3 % pour « à peine perceptible ». Il est évident que ces résultats dépendent étroitement des images présentées. Comme il est clair qu'un taux de modulation d'environ 1,5 % est perceptible sur des images normales, non spécialement choisies en raison de leur grande sensibilité à l'effet de la modulation, il semble souhaitable de choisir, compte tenu des images particulièrement sensibles à cet effet, un objectif de 1 % pour cette cause de détérioration.

De ce qui précède, on peut conclure que les usagers d'un service visiophonique manifesteront une préférence — mais peut-être pas très marquée — pour un système à 60 trames/seconde, si l'on considère exclusivement la lumière du jour. Pour maintenir cette préférence chez les utilisateurs des pays dans lesquels la norme est de 50 trames/seconde, avec un éclairage fluorescent monotube, une réduction d'au moins 20 dB sera nécessaire en ce qui concerne la modulation indésirable de 100 Hz à la sortie de la caméra. Pour que l'effet de la modulation soit négligeable, on doit avoir une réduction d'environ 25 dB. Les méthodes d'aménagement des circuits visant à réduire cette modulation ont été étudiées par Siemens AG (Annexe 3 à la Contribution COM XV-n° 174, période 1968-1972), ainsi que par le Royaume-Uni et l'I.T.T. On ne dispose que de peu de renseignements au sujet de la manière dont ces circuits se comporteront dans la pratique: il ne semble pas certain que l'on puisse parvenir à 25 dB, et une réduction de 20 dB ne peut être obtenue qu'avec difficulté dans les conditions réelles. Il faudrait disposer à ce sujet d'un plus grand nombre de résultats et de chiffres relatifs à la qualité obtenue dans des conditions pratiques.

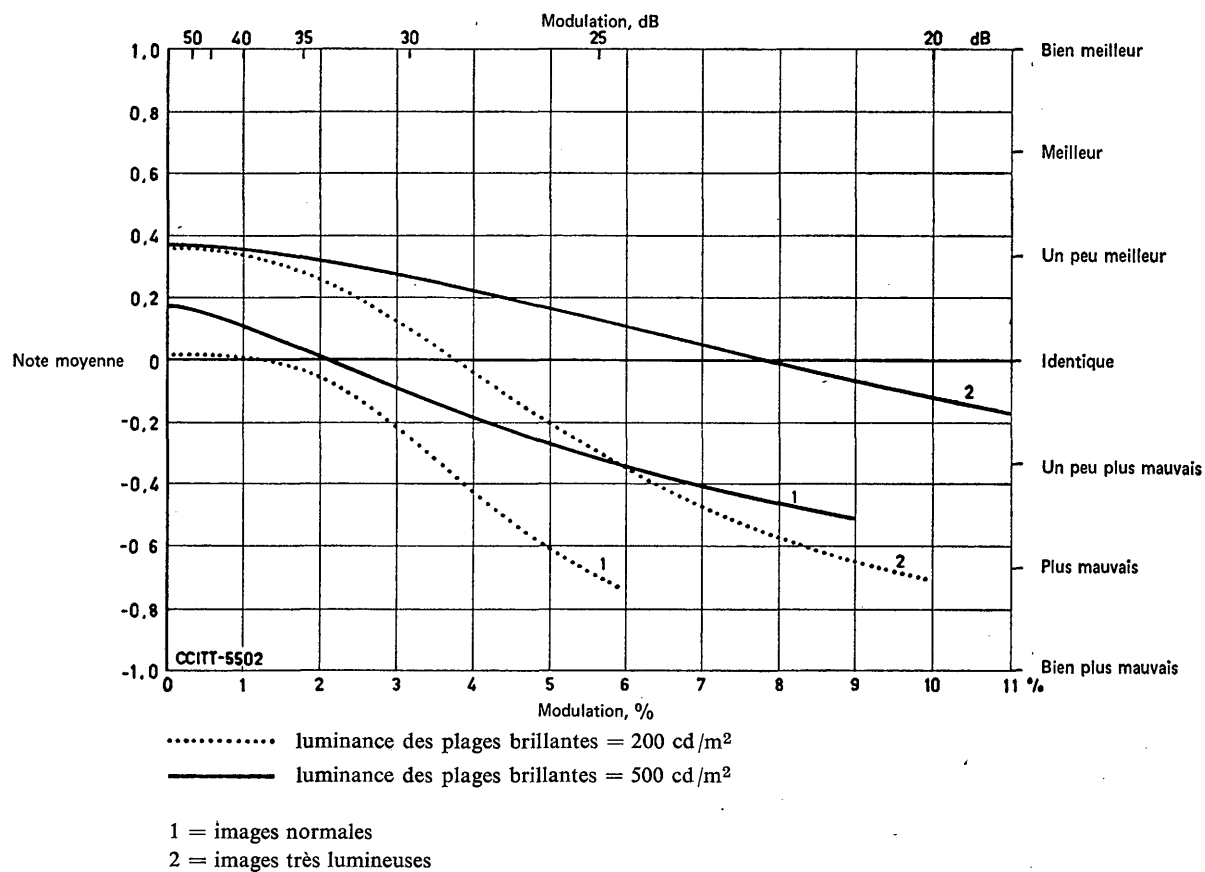


FIGURE 2. — Comparaison entre le système à 60 trames/seconde et le système à 50 trames/seconde en présence d'une modulation de 100 Hz à niveau variable (contribution du Post Office du Royaume-Uni)

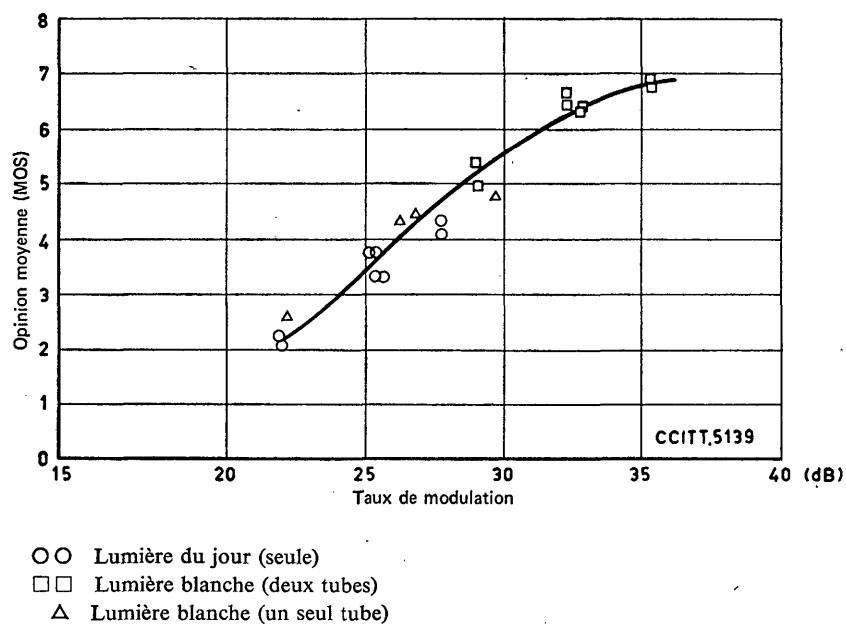


FIGURE 3. — Opinion moyenne en fonction du taux de modulation du papillotement (contribution de N.T.T.)

Le Royaume-Uni a indiqué un coût de 15 livres sterling par élément, pour un modèle expérimental de circuit réducteur de modulation, tandis que Siemens annonce que le système correcteur ferait augmenter de 1 à 2 % le prix d'un récepteur. De son côté, l'I.T.T. estime que le coût actuel de tels circuits n'a pas grande importance.

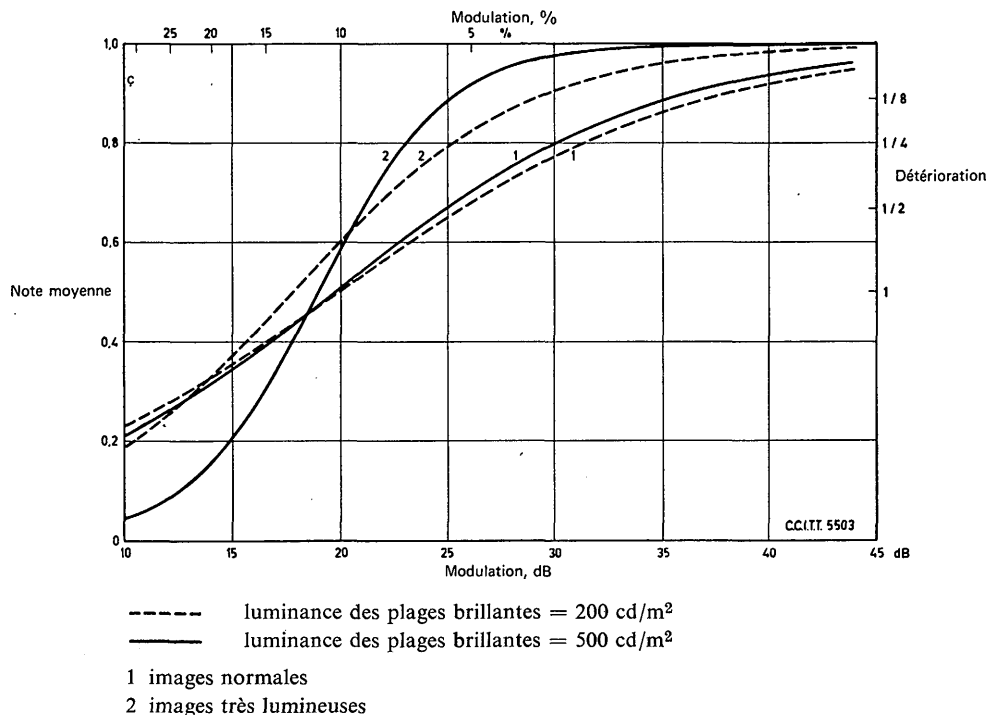


FIGURE 4. — Variation de la qualité de l'image en présence d'une modulation de 100 Hz dans un système à 60 trames/seconde (contribution du Post Office du Royaume-Uni)

Le Royaume-Uni fait état d'une limitation de l'efficacité des circuits réducteurs de modulation, dont les conséquences pratiques seraient importantes. En fait, dans tout circuit utilisant un filtre à bande étroite pour extraire la composante à 100 Hz, même si ledit circuit permet de rendre la modulation subjectivement invisible en présence d'un éclairage artificiel, cette modulation devient néanmoins visible dans certaines conditions d'utilisation simultanée de la lumière du jour et de la lumière artificielle.

3. Conclusions

Dans l'ensemble des contributions, de solides arguments soulignent la simplification de l'exploitation du réseau qu'entraînerait l'utilisation d'une norme mondiale unique de 60 trames/seconde. Ces contributions contiennent, de plus, certaines données d'après lesquelles les usagers préféreraient la norme en question lorsque les images sont reproduites avec une luminance élevée et que la caméra est exposée à la lumière du jour. Néanmoins, pour des images reproduites avec des niveaux de luminance plus courants (200 cd/m^2), certains résultats récents indiquent que les usagers accoutumés au système à 50 trames/seconde ne manifestent pas de préférence sensible pour le système à 60 trames/seconde s'il s'agit d'images de bustes normalement éclairés et ne manifestent pour ce dernier système qu'une légère préférence dans le cas d'images très lumineuses (images « graphiques »).

D'autre part, lorsque la caméra est exposée à une source de lumière artificielle à 50 Hz, d'importantes difficultés surgissent en raison de la modulation du signal vidéo à 100 Hz. Les contributions indiquent que, si une norme subjective élevée est spécifiée pour la qualité de l'image, comme ce devrait être le cas pour un service visiophonique relativement cher, en ce cas l'utilisation de lampes fluorescentes à tubes jumelés et/ou l'utilisation de tubes de caméra à longue persistance sont insuffisantes pour justifier une préférence de la norme à 60 trames (plutôt que de la norme à 50 trames) en ce qui concerne les téléspectateurs habitués à une norme de 50 trames/seconde.

Pour l'exploitation d'une norme à 60 trames, l'utilisation de circuits réducteurs de modulation dans chaque appareil d'abonné semble essentielle. On ne dispose pas des renseignements requis en ce qui concerne le comportement de tels circuits dans la pratique et, dans l'une des contributions, il est suggéré que l'on se trouvera toujours en présence de défauts dans certaines conditions d'éclairage qui ne sont pas particulièrement rares.

Une autre objection opposée à l'adoption de la norme à 60 trames/seconde dans les pays utilisant la norme à 50 trames/seconde pour leur télévision est que certaines Administrations estiment qu'il serait important d'assurer l'interfonctionnement entre le système visiophonique et divers systèmes de télévision et de diffusion en circuit fermé, fonctionnant sur les normes de la radiodiffusion. La conversion des normes entre les deux systèmes paraît plus aisée et moins coûteuse si les fréquences de trame sont les mêmes. La valeur de cet argument ne peut être confirmée avant d'avoir reçu un plus grand nombre de contributions au sujet de la manière dont l'interfonctionnement pourrait être réalisé et également de la manière dont on parviendra à résoudre le problème de la fourniture des convertisseurs de normes.

Un facteur qui risque de rompre l'équilibre de l'argument défavorable à l'utilisation de la norme de 50 trames/seconde dans les pays dont la fréquence de réseau est de 50 Hz réside dans l'éventualité d'une mise au point de tubes image dont l'élément au phosphore soit moins sujet au papillotement à 50 trames/seconde. Cette possibilité a été esquissée il y a de nombreuses années (Haantjes, J., et de Vrijer, F. W., « Flicker in television pictures », *Wireless Engineer*, février 1951, pages 40-42) et plus récemment encore (Bovo, A., Calanchi, R. et Mosca, V., « Technical and physiological considerations involved in the choice of a videotelephone system », *Telecomunicazioni*, vol. 38, 1971, pages 55-62).

En définitive, le manque de données ne permet pas encore de justifier d'une manière claire et nette une décision en faveur d'une norme mondiale unique. Les domaines dans lesquels des renseignements supplémentaires sont nécessaires ont été indiqués plus haut.

Question 5/XV — Service visiophonique conforme aux normes de la radiodiffusion télévisuelle

(Question nouvelle)

Les études entreprises au titre de la Question 34/XV (période 1968-1972)¹ ont suscité certaines opinions, selon lesquelles la transmission d'une image du buste de l'abonné n'est pas adéquate pour assurer un nouveau service viable et qu'un certain nombre de facilités supplémentaires sont nécessaires, notamment l'inclusion de la possibilité d'interfonctionnement avec des services vidéo en circuit fermé exploités conformément aux normes de la radiodiffusion télévisuelle locale. Si ces exigences sont considérées comme fondamentales, les paramètres du système devront être améliorés pour faciliter la conversion entre la norme visiophonique et la norme de radiodiffusion. Les normes visiophoniques peuvent en ce cas être identiques aux normes de radiodiffusion télévisuelle ou porter sur un système à largeur de bande nominale de 1 MHz choisi pour la commodité de la conversion.

Les Administrations et autres organisations intéressées sont invitées à fournir des renseignements sur les plans ou les travaux expérimentaux envisagés en vue de l'établissement d'un tel service.

Remarque. — En raison de l'existence de diverses normes de radiodiffusion télévisuelle dans les différentes parties du monde, on sera amené à adopter au moins deux normes différentes.

Question 6/XV — Circuits radiophoniques établis sur des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire

(Suite de la Question 6/XV, étudiée en 1968-1972)

(intéresse la Commission mixte spéciale C)

Considérant

que le nombre total de circuits pour transmissions radiophoniques dont on aura besoin pour pouvoir réaliser un reportage radiophonique ou télévisuel d'intérêt général dépend en premier lieu :

- 1) du caractère du programme;
- 2) du nombre de pays destinataires du programme;
- 3) du nombre de commentateurs que les organismes de radiodiffusion désirent envoyer au point de reportage (langues différentes ou plusieurs organismes indépendants dans le même pays);

¹ Voir la Question 4/XV.

que le nombre total de circuits pour transmissions radiophoniques intervenant dans un tel programme peut dépasser le nombre des circuits dont dispose normalement l'Administration;

qu'en particulier, pour ce qui concerne les Administrations utilisant les circuits radiophoniques établis sur systèmes à courants porteurs, il se pourra que le nombre des circuits radiophoniques demandés dépasse le nombre total de liaisons en groupe primaire entre la station de répéteurs la plus proche au point du reportage et le centre d'ordre plus élevé dont dépend celle-ci du point de vue de l'acheminement de ces groupes primaires;

que les circuits pour transmissions radiophoniques demandés peuvent être de différents types (voir l'Avis J.12);

Il y a lieu d'étudier la question suivante :

- a) Quel est le nombre de circuits pour transmissions radiophoniques que l'on peut établir sur une ou plusieurs liaisons en groupe primaire ou sur une ou plusieurs liaisons en groupe secondaire en tenant compte :
 - des différents types de circuits radiophoniques;
 - de la charge maximale admise pour chaque groupe primaire ou secondaire?
- b) En particulier il y a lieu de spécifier si, en tenant compte d'une corrélation éventuelle entre les signaux transmis sur chaque circuit radiophonique, il est possible de respecter les clauses de l'Avis J.14 pour chacun de ces circuits radiophoniques, ou si d'autres clauses doivent être spécifiées pour ce cas d'exploitation.

Remarque 1. — L'Avis J.31 répond déjà à cette question pour les circuits à 15 kHz.

Remarque 2. — L'Annexe 1 reproduit une contribution de la République fédérale d'Allemagne. L'Annexe 2 reproduit le rapport soumis à la Commission IV sur ce sujet. La CMTT étudie les caractéristiques des signaux radiophoniques dans le cadre du Programme d'études 5-1D-1/CMTT et a déjà établi le Rapport 491.

ANNEXE 1

(à la Question 6/XV)

Contribution de la République fédérale d'Allemagne

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne attache une grande importance à la question de la charge maximale admissible d'un groupe primaire lors de l'établissement de circuits radiophoniques sur les systèmes à courants porteurs.

S'il s'agit d'un circuit radiophonique à 10 kHz, le niveau moyen à long terme du signal radiophonique ne devrait pas dépasser la valeur suivante:

$$-15 \text{ dBm}_0 + 10 \log_{10} 3 = -10 \text{ dBm}_0$$

Afin de déterminer les niveaux moyens des signaux radiophoniques à la sortie des locaux de radiodiffusion, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne a chargé l'Institut für Rundfunktechnik de Hambourg d'étudier la distribution statistique des niveaux de signaux radiophoniques courants, particulièrement dans les cas suivants:

A = signal radiophonique sans changement,

B = signal radiophonique modifié par préaccentuation (1,5 dB/0,8 kHz) conformément à l'Avis J.17.

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-après pour les cas suivants:

a = puissance moyenne dans les cas A et B;

b = valeurs de crête qui, dans ces cas, sont dépassées pendant 1 %, 0,1 %, 0,01 % et 0,001 % du temps. Les valeurs de crête sont exprimées en valeurs efficaces de la tension sinusoïdale équivalente.

	A (dBm0Δ)	B (dBm0t)
a	— 4,4	— 2,8
b (1 %)	+ 3,6	+ 5,6
b (0,1 %)	+ 7,3	+10,5
b (0,01 %)	+ 9,6	+13,8
b (0,001 %)	+11,4	+16,5

Remarque. — Bien que ces valeurs aient été obtenues avec une largeur de bande de 15 kHz, elles s'appliquent aussi aux signaux ayant une largeur de bande de 10 kHz. Cela s'explique par le fait que les signaux radiophoniques transportent peu d'énergie au-dessus de 10 kHz, comme on peut le voir d'après la forme proposée pour un signal conventionnel, à la figure 1 du Rapport 497 du C.C.I.R.

ANNEXE 2

(à la Question 6/XV)

Rapport de M. G. Zedler (République fédérale d'Allemagne)

Rapporteur sur la Question 14/IV (période 1968-1972)

1. Généralités

Le Rapporteur a été chargé d'entreprendre une analyse statistique des données à recueillir pour répondre aux questions soulevées aux points a, b, c et d de la Question 14/IV.

Le Rapporteur a donc établi un questionnaire que le Secrétariat du C.C.I.T.T. a transmis aux membres de la Commission d'études IV sous couvert d'une circulaire. Dans ce questionnaire, le libellé du point a de la Question 14/IV a été légèrement modifié. Cette modification a été faite en accord avec M. Gagliardi (Italie), Président du Groupe de travail de la Commission d'études XV chargé de la rédaction de ces questions. Au lieu de demander « quel est le nombre de circuits pour transmissions radiophoniques établies sur *un même* système téléphonique à courants porteurs ? » (voir point a, Question 14/IV), le Rapporteur a demandé « quel est le nombre de circuits pour transmissions radiophoniques établis sur *une ou plusieurs* liaisons en groupe primaire ou secondaire » (voir lettre collective n° 927/juin 1970).

Les membres de la Commission d'études IV étaient invités à répondre aux quatre questions suivantes :

- Quel est en pratique le nombre de circuits pour transmissions radiophoniques établis sur une ou plusieurs liaisons en groupe primaire ou secondaire ?
- Quelle est la probabilité de transmission simultanée de programmes radiophoniques différents sur chacun de ces circuits ?
- Quelle est la probabilité de transmission radiophonique simultanée de programmes identiques sur chacun de ces circuits ?
- Quelle est la probabilité de coïncidence des transmissions simultanées envisagées ci-dessus avec les heures de fort trafic téléphonique ?

2. Réponses aux questions

Sept Administrations ont répondu à ces questions. Il n'a pas été possible de faire une analyse statistique des réponses aux sous-questions b, c et d en raison de la trop faible importance de l'échantillon, les circuits pour transmissions radiophoniques étant actuellement relativement très peu nombreux. Il semble donc que le mieux serait de présenter seulement les résultats correspondant aux cas les plus défavorables. On suppose que la Commission

d'études XV a besoin de ce renseignement pour connaître la pratique suivie lors de l'établissement de circuits pour transmissions radiophoniques et savoir s'il y a lieu d'améliorer les systèmes utilisés actuellement pour les transmissions radiophoniques acheminées sur des lignes téléphoniques à courants porteurs ou même de les remplacer par des systèmes de conception nouvelle. Il y a des raisons de croire que, dans les cas les plus défavorables qui ont été présentés, les systèmes existants sont sujets à surcharge.

2.1 Réponse à la question a

Dans le cas d'une liaison en groupe primaire, on établit un seul circuit radiophonique par groupe primaire, conformément à l'Avis J.22 du *Livre Blanc*, qui recommande une position appropriée dans le groupe primaire pour établir un circuit radiophonique.

Toutefois, cinq des sept Administrations qui ont répondu à la lettre collective indiquent qu'elles n'ont pas pu éviter, dans certains cas, d'établir deux (dans un cas, même trois) circuits radiophoniques dans un même groupe *secondaire*. On pense que la Commission d'études XV apprendra beaucoup avec d'intérêt qu'il est des cas où deux circuits radiophoniques sont établis sur un même groupe secondaire.

Pour répondre aux trois autres sous-questions, on compare actuellement les cas de transmissions radiophoniques simultanées sur un même groupe secondaire. Autrement dit, cinq réponses seulement sur les sept reçues présentent de l'intérêt. Au demeurant, on ne fait état que des cas les plus défavorables.

2.2 Réponse à la question b

Il ressort des réponses au questionnaire que deux Administrations constatent qu'il se produit souvent des transmissions simultanées tandis que trois Administrations constatent que cette simultanéité est rare.

Il y a lieu de souligner que la réponse à cette question dépend de l'utilisation qu'on fait du circuit: par exemple, dans le cas de circuits pour l'échange international de programmes, les transmissions simultanées ne sont pas aussi fréquentes que sur des circuits nationaux reliant par exemple un studio à un émetteur.

Si l'on considère les cas les plus défavorables de surcharge des systèmes, on peut tenir pour acquis que des transmissions simultanées de programmes radiophoniques différents ont bien lieu et que, dans certaines conditions, cela arrive très souvent.

2.3 Réponse à la question c

La transmission simultanée de programmes radiophoniques identiques est très rare; il faut toutefois observer à cet égard qu'une manifestation sportive peut être parfois commentée dans plusieurs langues. Dans ce cas, les pointes peuvent être plus fortes que dans le cas où les commentaires portent sur des manifestations différentes, ou si les deux programmes n'ont aucun rapport l'un avec l'autre.

2.4 Réponse à la question d

Les réponses à cette question sont classées en deux groupes, le premier donnant des renseignements sur la transmission simultanée de programmes différents tandis que le second se rapporte au cas de programmes identiques.

Pour le premier groupe de réponses on peut dire qu'il est effectivement probable que des transmissions simultanées se produisent justement pendant les heures de fort trafic téléphonique.

Pour le second groupe toutes les réponses indiquent que cette coïncidence est très rare.

Question 7/XV — Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques

(Suite de la Question 7/XV, étudiée en 1968-1972)

Quelles caractéristiques essentielles (statistiques et dynamiques) doit-on recommander pour les dispositifs de compression-extension à utiliser sur les circuits radiophoniques ?

Remarque 1. — Deux types de compresseurs-extenseurs pour les circuits radiophoniques sont à considérer:

- le premier à insérer en des points où le signal transmis est compris dans la bande des fréquences musicales (compresseur-extenseur à fréquence acoustiques);
- le second à insérer après modulation et avant démodulation des signaux radiophoniques (compresseur-extenseur haute fréquence).

Il semble confirmé qu'on devra parvenir à deux spécifications séparées pour les deux types de compresseurs-extenseurs définis ci-dessus. Ces spécifications devront prendre en considération trois applications pour lesquelles on pourra utiliser un seul type ou bien des types différents de compresseurs-extenseurs :

- sur circuits radiophoniques à 10 kHz, répondant aux Avis J.22 et J.32;
- sur circuits radiophoniques monophoniques à 15 kHz, répondant aux Avis J.21 et J.31;
- sur circuits radiophoniques stéréophoniques (voir la Question 2/XV).

Remarque 2. — Pour guider l'étude de cette question, on indique ci-dessous une liste de caractéristiques (du compresseur et de l'extenseur en tandem) sur lesquelles devraient, en principe, être basées les spécifications requises.

1. Caractéristique de compression et valeur du gain en l'absence de transmission radiophonique;
2. Complémentarité du compresseur et de l'extenseur;
3. Influence d'une variation de l'affaiblissement entre le compresseur et l'extenseur;
4. Impédances nominales et affaiblissement d'adaptation pour l'impédance nominale, à l'entrée et à la sortie du compresseur et de l'extenseur;
5. Caractéristiques de fonctionnement à plusieurs fréquences et tolérances correspondantes pour le compresseur et l'extenseur. Il conviendra d'indiquer dans la réponse si l'on utilise une préaccentuation;
6. Caractéristiques de distorsion de non-linéarité et de surcharge;
7. Tensions de bruit pondéré et non pondéré à la sortie du compresseur et à la sortie de l'extenseur;
8. Temps d'établissement et temps de retour au repos; méthodes de mesure correspondantes;
9. Détermination des caractéristiques (par exemple, fréquence, niveaux, largeur de bande, etc.) d'une voie pilote éventuelle servant à régler l'affaiblissement du circuit, ou à réaliser un asservissement du circuit de commande de l'extenseur au circuit de commande du compresseur;
10. Caractéristiques d'un réseau de préaccentuation, si un tel réseau est associé à un compresseur-extenseur;
11. Effets d'une modulation parasite (ronflement) introduite entre le compresseur et l'extenseur;
12. Influence du compresseur-extenseur sur la puissance appliquée au groupe primaire; la mesure devra être faite suivant la méthode décrite dans le Document CMTT/1034 (contribution COM XV-n° 22, période 1968-1972).

Remarque 3. — Dans la période d'études 1964-1968, plusieurs Administrations ont communiqué des valeurs relatives à l'amélioration subjective du rapport signal/bruit provoquée par le compresseur-extenseur: ces valeurs varient entre 10 et 25 dB. Cette différence de valeurs a pour origine, d'une part, les caractéristiques différentes des compresseurs-extenseurs et, d'autre part, les différentes méthodes d'essais subjectifs, y compris les types de bruit et de programmes utilisés. L'évaluation de l'amélioration que l'on peut obtenir avec les compresseurs-extenseurs est de la compétence de la CMTT, qui dispose du Programme d'études 5-1E-1/CMTT à ce sujet.

Remarque 4. — Il pourrait être opportun que les Administrations intéressées fournissent aussi des contributions sur les résultats des mesures de caractéristiques électriques, effectuées sur circuits radiophoniques réels de grande complexité et comportant, si possible, plusieurs couples d'un compresseur et d'un extenseur en tandem.

Remarque 5. — L'Annexe 1 reproduit un résumé de la réponse provisoire donnée à la Question 7/XV au cours des périodes 1964-1968 et 1968-1972.

Les Annexes 2 et 3 reproduisent les contributions de deux Administrations au sujet de réalisations de compresseurs-extenseurs pour circuits radiophoniques.

Remarque 6. — Les Administrations qui utilisent des compresseurs-extenseurs sur circuits radiophoniques réalisés par suppression d'un certain nombre de voies téléphoniques à espacement de 3 kHz sont priées de fournir aussi des contributions à ce sujet. L'Annexe 2 est une contribution de ce type.

Remarque 7. — On envisagera la possibilité de la présence simultanée d'un réseau de préaccentuation et d'un compresseur-extenseur. Dans de tels cas, il est recommandé d'insérer le compresseur après le réseau de préaccentuation.

Remarque 8. — La question devrait être étudiée en liaison étroite avec les Questions 1/XV, 2/XV, 6/XV et 9/XV, et avec la Question 5-1/CMTT et les Programmes d'études 5-1A-1/CMTT et 5-1B-1/CMTT.

ANNEXE 1
(à la Question 7/XV)

Résumé de la réponse provisoire donnée à la Question 7/XV au cours de la période 1968-1972

Les contributions reçues ne permettent pas, jusqu'à présent, de formuler une réponse substantiellement différente de celle formulée dans la période 1964-1968. Il semble donc confirmé que, dans le but de gagner du temps, on devra prévoir deux spécifications séparées: une pour les compresseurs-extenseurs à fréquences acoustiques et l'autre pour les compresseurs-extenseurs à hautes fréquences. Ces derniers semblent trouver une diffusion considérable, au moins en Europe.

L'utilisation des compresseurs-extenseurs à fréquences acoustiques devrait, dans une certaine mesure, simplifier les conditions de commutation des circuits radiophoniques sur la base des fréquences acoustiques, en permettant d'éviter, sur une liaison constituée de plusieurs circuits connectés en tandem, la présence de plusieurs couples compresseur-extenseur, qui pourraient produire une détérioration de la qualité des signaux transmis. D'autre part, on doit observer qu'on a aussi tendance à effectuer la commutation des circuits radiophoniques sur une base « haute fréquence » (à savoir la bande occupée par le circuit radiophonique dans le groupe primaire de base), dans le but de réduire la détérioration de qualité résultant de la présence en tandem de plusieurs équipements de modulation et démodulation radiophoniques. Cela étant, on évite la présence de plusieurs couples compresseur-extenseur en tandem, même dans le cas de compresseurs-extenseurs haute fréquence.

La commutation des circuits radiophoniques sur une base « haute fréquence » fait l'objet de la Question 8/XV. La liste des caractéristiques à étudier a été revue en 1968-1972 et figure dans la remarque 2 à la Question.

ANNEXE 2
(à la Question 7/XV)

Contribution de la Canadian Association of Telecommunication Carriers

Introduction

Au cours de ces trois dernières années, les organismes de radiodiffusion du Canada ont mis en œuvre, sur le plan national, un service de radiodiffusion fonctionnant dans une bande de 8 kHz. Les sociétés canadiennes responsables de l'exploitation du service téléphonique se sont engagées à fournir les liaisons nécessaires à ce service de radiodiffusion, qui couvre des distances atteignant 6400 km.

Afin de disposer d'installations de haute qualité, il a fallu aménager une station d'émission, un réseau de préaccentuation et un système de compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques. On trouvera ci-après les caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques fonctionnant dans une bande de 8 kHz.

Caractéristiques de transmission des compresseurs-extenseurs

1. *Amélioration du rapport signal/bruit*

Avec un affaiblissement complet dans l'extenseur (absence de signal), le niveau de bruit est réduit de 28 dB sur un circuit fonctionnant dans une bande de 8 kHz. Cependant, les essais subjectifs ont montré que l'amélioration du rapport signal/bruit, en présence d'un signal, est inférieure d'environ 5 dB à l'amélioration mesurée en l'absence du signal.

2. *Niveau inchangé*

Le niveau qui n'est pas affecté par le compresseur est de -6 dBm à l'entrée du compresseur. Ce niveau correspond à un niveau de $+15$ dBm sur un circuit pour transmissions radiophoniques.

3. *Taux de compression et d'extension*

Le taux de compression et d'extension sur une dynamique de 45 dB est respectivement 2:1 et 1:2.

4. *Dynamique*

La caractéristique de réponse est définie pour une gamme de niveaux, à l'entrée du compresseur, comprise entre -3 dBm et -48 dBm ($+18$ dBm0 à -27 dBm0 sur un circuit pour transmissions radiophoniques).

5. *Courbe de complémentarité*

La courbe de complémentarité du compresseur-extenseur, sur la dynamique de 45 dB spécifiée ci-dessus (4), est comprise dans les limites de $\pm 0,5$ dB. Les courbes de complémentarité du compresseur et de l'extenseur, considérées individuellement sur cette dynamique, sont à l'intérieur de $\pm 0,2$ dB.

6. *Impédance*

L'impédance du compresseur et celle de l'extenseur sont adaptées à celle des équipements adjacents, qui est de 600 ohms.

7. *Caractéristique de fréquence*

La caractéristique de fréquence du compresseur-extenseur, pour un niveau de -21 dBm (0 dBm0) à l'entrée du compresseur, présente une dispersion maximale de 0,6 dB entre 100 Hz et 8 kHz. Les caractéristiques de fréquence du compresseur et de l'extenseur sont complémentaires; le compresseur a une dispersion maximale de 0,4 dB entre 100 Hz et 8 kHz, tandis que l'extenseur présente une dispersion maximale de 0,6 dB entre 100 Hz et 8 kHz.

8. *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique du compresseur-extenseur est inférieure à 0,42 % pour un niveau de crête de -13 dBm ($+8$ dBm0) de la transmission radiophonique, avec une fréquence de référence de 400 Hz; la distorsion correspondant au niveau maximal de -3 dBm ($+18$ dBm0) à l'entrée du compresseur est normalement inférieure à 0,75 %. Ces valeurs de distorsion sont les sommes quadratiques des distorsions du compresseur et de l'extenseur.

A 400 Hz, la distorsion harmonique du compresseur, pour un niveau de crête de la transmission égal à -13 dBm ($+8$ dBm0), est inférieure à 0,3 %; pour un niveau d'entrée maximal de -3 dBm ($+18$ dBm0), elle est normalement inférieure à 0,4 %.

A 400 Hz, la distorsion harmonique de l'extenseur, pour un niveau de crête du programme de 0 dBm, est inférieure à 0,3 %, et la distorsion correspondant à un niveau maximal de $+5$ dBm à l'entrée de l'extenseur est normalement inférieure à 0,62 %.

Remarque. — 400 Hz est la fréquence de référence pour les mesures de distorsion; les spécifications sont indiquées en fonction de cette fréquence.

9. *Niveau de bruit*

Les niveaux de bruit correspondant exclusivement aux compresseurs-extenseurs sont les suivants:

- niveau de bruit à la sortie du compresseur: 15 dBRN (-74 dBm), avec pondération uniforme dans une bande de 15 kHz;
- niveau de bruit à la sortie de l'extenseur: 20 dBRN (-70 dBm), avec pondération uniforme dans une bande de 15 kHz.

10. *Température*

Pour le compresseur-extenseur, la température ambiante doit être comprise entre 10 °C et 50 °C.

11. *Constantes de temps*

Les constantes de temps du compresseur et de l'extenseur, selon la définition du C.C.I.T.T., sont: *temps d'établissement*: 20 ms, et *temps de retour au repos*: 75 ms.

12. *Réseau de préaccentuation*

A l'extrémité d'émission associée au compresseur-extenseur, on utilise la prédistorsion. Le dispositif de prédistorsion a une caractéristique qui applique aux fréquences basses un affaiblissement plus important qu'aux fréquences élevées (différence d'affaiblissement: 18 dB). Le réseau de régénération placé à l'extrémité de réception a une caractéristique complémentaire et l'effet global des dispositifs de prédistorsion et de régénération correspond à une courbe uniforme. La prédistorsion est généralement appliquée après le compresseur et avant la modulation, tandis que la régénération est appliquée après la démodulation et avant l'extenseur.

Conclusions

Le compresseur-extenseur pour transmissions radiophoniques décrit ci-dessus est en service depuis un certain nombre d'années. L'expérience a montré qu'il donne une qualité de service fort satisfaisante, à condition que le rapport signal/bruit avant l'extenseur soit supérieur ou égal à 40 dB.

Il peut être utile de signaler encore que la commutation du réseau pour transmissions radiophoniques se fait, soit aux fréquences porteuses, soit aux fréquences acoustiques après compression. Avec cet arrangement, il n'est pas nécessaire de faire fonctionner des compresseurs-extenseurs en cascade.

ANNEXE 3
(à la Question 7/XV)

Compresseurs-extenseurs basse fréquence pour transmissions radiophoniques
(Contribution de la France)

Le compresseur-extenseur utilisé par l'Administration française opère dans la gamme des fréquences acoustiques 50-10 000 Hz. Il est utilisé sur les circuits de transmissions radiophoniques définis par les Avis J.22 et J.32. Ce type de compresseur-extenseur a fait l'objet d'une description détaillée dans la revue *Câbles et Transmission*, volume 25, n° 4, octobre 1971. Rappelons-en brièvement le principe.

Compresseur

Le compresseur est équivalent à deux quadripôles montés en série.

Le premier quadripôle est un réseau de préaccentuation dont la loi de variation de l'affaiblissement en fonction de la fréquence est celle figurant dans l'Avis J.17.

Le second quadripôle est équivalent à un réseau affaiblisseur variable dont l'affaiblissement varie en fonction du niveau du signal incident, indépendamment de la fréquence. Le taux de compression a pour valeur 2.

Le compresseur est normalement inséré en un point des circuits où le niveau de tension nominal est de +6 dB (relatif à 0,775 V) et l'impédance de 600 Ω . A 800 Hz, un signal de niveau de tension -2,7 dB appliqué à l'entrée de l'appareil est retransmis sans modification de niveau. Il en résulte que le « niveau inchangé » à 800 Hz est de -8,7 dBm0; ce niveau varie avec la fréquence suivant la loi de préaccentuation; il est par exemple de -5 dBm0 à 1400 Hz.

Extenseur

L'extenseur a une structure symétrique de celle du compresseur.

Le premier quadripôle est équivalent à un amplificateur à gain variable dont le gain varie en fonction du niveau du signal incident, indépendamment de la fréquence. Le taux d'extension est de 2.

Le second quadripôle est équivalent à un réseau de désaccentuation dont la loi de variation de l'affaiblissement en fonction de la fréquence est complémentaire de celle du réseau d'entrée du compresseur.

Les « niveaux inchangés » de l'extenseur sont identiques, à fréquence égale, à ceux du compresseur. Comme ce dernier, il est inséré sur les circuits en un point où le niveau de tension nominal est de +6 dB (relatif à 0,775 V) et l'impédance de 600 Ω .

Note. — Au point de vue réalisation, le compresseur et l'extenseur ne constituent qu'un seul appareil, le passage de la fonction compression à la fonction extension s'effectuant par inversion d'un connecteur placé en face avant. Le retrait de ce connecteur transforme l'appareil en un quadripôle à gain nul.

*Caractéristiques des compresseurs-extenseurs*1. *Valeur du « niveau inchangé »*

A la fréquence 800 Hz, le « niveau inchangé » est de -8,7 dBm0.

2. *Taux de compression et d'extension*

La valeur nominale des taux de compression et d'extension est de 2 dans la plage des niveaux de tension comprise entre -35 et +5 dB à l'entrée du compresseur et en sortie de l'extenseur.

3. *Variation de gain du compresseur*

A la fréquence 800 Hz et pour un niveau d'entrée de +6 dB, la variation de gain est inférieure à :

$\pm 0,2$ dB pour une variation de température de 10 à 40 °C

$\pm 0,2$ dB pour une variation de tension d'alimentation de ± 10 %.

4. *Variation du gain de l'extenseur*

A la fréquence 800 Hz et pour un niveau de sortie de +6 dB, la variation de gain est inférieure à :

$\pm 0,2$ dB pour une variation de température de 10 à 40 °C

$\pm 0,2$ dB pour une variation de tension d'alimentation de ± 10 %.

5. *Equivalent d'un couple compresseur-extenseur*

Le compresseur et l'extenseur étant connectés en cascade, la différence de niveau $N_s - N_e$ à 800 Hz entre le niveau de sortie de l'extenseur et le niveau d'entrée du compresseur satisfait au gabarit de la figure 1 lorsque le niveau à l'entrée du compresseur varie dans une plage de -35 à -15 dB.

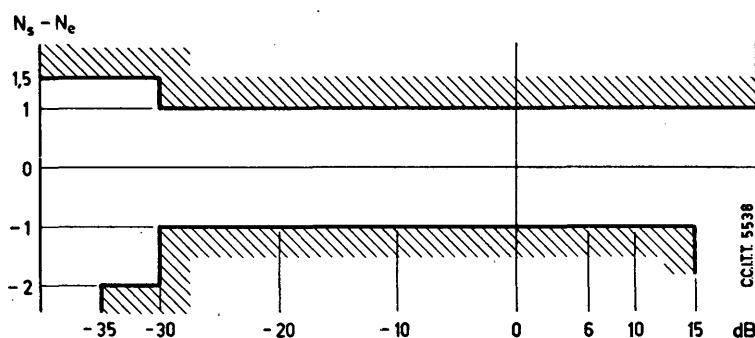


FIGURE 1

6. *Impédances nominales et affaiblissement d'adaptation*

Les impédances nominales aux accès d'entrée et de sortie du compresseur et de l'extenseur sont égales à 600 Ω .

L'affaiblissement d'adaptation aux accès d'entrée du compresseur et de l'extenseur est supérieur à 26 dB entre 50 et 6400 Hz, supérieur à 20 dB entre 6400 et 10 000 Hz.

Les impédances de sortie du compresseur et de l'extenseur sont très faibles vis-à-vis de 600 Ω . La variation de niveau de sortie occasionnée par le passage de l'impédance de bouclage d'une valeur infinie à 600 Ω est inférieure à 0,3 dB dans la bande de fréquence de 50 à 10 000 Hz.

7. *Caractéristiques de fonctionnement d'un couple compresseur-extenseur en fonction de la fréquence*a) *Circuit de commande bloqué*

La variation de l'équivalent dans la bande de fréquence 50-10 000 Hz par rapport à l'équivalent à 800 Hz est inférieure à 0,3 dB.

b) *Circuit de commande en fonctionnement normal*

Les variations de l'équivalent dans la bande de fréquence 50-10 000 Hz par rapport à l'équivalent à 800 Hz doivent être comprises dans les limites d'un gabarit qui peut être déduit du gabarit (figure 1/J.22, en divisant par deux les tolérances indiquées, la mesure étant faite avec un niveau d'entrée de +6 dB.

8. *Distorsion de non-linéarité*

Le tableau ci-dessous donne les valeurs typiques des taux de distorsion harmonique relevées sur des couples compresseurs-extenseurs en fonction de la fréquence fondamentale et du niveau du signal à l'entrée du compresseur.

f (Hz)		50	100	200	4000	7500	10 000
+ 6 dB	%	1,5	0,45	0,25	0,30	0,5	0,90
+ 17 dB	%	1,4	0,35	0,15	0,25	0,6	1

9. *Tensions parasites*

La valeur typique du niveau des signaux parasites mesurés en sortie d'un couple compresseur-extenseur, l'entrée du compresseur et la sortie de l'extenseur étant bouclées sur 600 Ω , est de -76 dBm0p, la mesure étant effectuée avec le psophomètre pour transmissions radiophoniques défini par l'Avis P.53.

10. *Temps d'établissement et de retour au repos*

Le temps d'établissement est de 4 ± 2 ms.

Le temps de retour au repos est de 22 ± 7 ms.

11. *Influence du compresseur-extenseur sur la puissance appliquée au groupe primaire*

En appliquant le signal d'essai décrit par le Document CMTT/1043 avec une puissance de 1 mW en un point de niveau relatif zéro en entrée du compresseur, le niveau de puissance en sortie du compresseur est de l'ordre de -5 dBm0.

12. *Influence de l'extenseur sur un bruit blanc injecté entre le compresseur et l'extenseur*

Lorsqu'un signal de bruit blanc de puissance 120 000 pW est injecté en un point de niveau relatif zéro entre le compresseur et l'extenseur, la tension mesurée en sortie de l'extenseur avec un psophomètre radiophonique conforme à l'Avis P.53 est de l'ordre de 600 μ V (-68 dBm0p).

Question 8/XV — Interconnexion de circuits pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire de base

(Suite de la Question 8/XV, étudiée en 1968-1972)

Considérant qu'un certain nombre d'Administrations envisagent d'interconnecter des circuits pour transmissions radiophoniques dans la bande de fréquences qu'ils occupent dans le groupe primaire de base, quel procédé convient-il de recommander pour appliquer cette méthode d'interconnexion?

Remarque 1. — En particulier si cette méthode est appliquée, on peut éviter l'insertion en tandem de plusieurs compresseurs-extenseurs à haute fréquence et d'un ensemble démodulateur-modulateur lorsque les transmissions radiophoniques empruntent plusieurs liaisons en groupe primaire en tandem.

Remarque 2. — Les avantages essentiels de cette méthode sont:

1. réduction de la distorsion de non-linéarité due aux équipements à fréquences acoustiques;
2. réduction du bruit de modulation.

Remarque 3. — La Commission d'études XV a constaté en 1972 qu'aucune Administration n'envisageait d'interconnecter dans la bande de fréquences du groupe primaire de base des circuits pour transmissions radiophoniques à 10 kHz en les séparant des circuits téléphoniques établis sur le même groupe primaire. Il n'y a donc pas lieu de poursuivre l'étude de la Question 8/XV pour ce type de circuit.

En ce qui concerne les circuits pour transmissions radiophoniques à 15 kHz, l'Avis J.31 (tome III du *Livre Vert*) contient déjà certaines clauses relatives à cette méthode, et en particulier indique qu'en général l'emploi des filtres de transfert de groupe primaire normaux donnera satisfaction. Toutefois, il serait intéressant d'étudier l'emploi à cette fin de filtres qui sont en cours d'étude pour le transfert de circuits à large bande pour transmissions de données; ceux-ci ont une bande passante un peu moins large que celle des filtres de transfert de groupe primaire pour la téléphonie, présentent une distorsion de phase plus petite et sont d'une construction plus simple.

Question 9/XV — Diaphonie entre un circuit pour transmissions radiophoniques perturbateur et un circuit téléphonique perturbé

(Question nouvelle)

Dans l'Avis J.22, la limite recommandée pour l'écart diaphonique entre un circuit pour transmissions radiophoniques perturbateur et un circuit téléphonique perturbé est de 58 dB (pour les circuits en câble). Dans l'Annexe 1 à la présente Question, il est indiqué que cette limite ne suffit pas à assurer une protection acceptable contre une diaphonie gênante. Est-il possible de recommander une limite plus élevée pour cet écart diaphonique? L'Annexe 2 à la Question contient des renseignements sur les mécanismes de diaphonie qui interviennent dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence.

Remarque. — Le décalage de fréquence adopté pour certains équipements pour transmissions radiophoniques permet d'améliorer la diaphonie d'un circuit téléphonique perturbateur vers un circuit pour transmissions radiophoniques; il n'améliorera la diaphonie dans le sens inverse que pour la parole, alors qu'il sera pratiquement inefficace pour la musique.

ANNEXE 1

(à la Question 9/XV)

Limites de la diaphonie directe exercée par un circuit pour transmissions radiophoniques sur un circuit du réseau téléphonique public

(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

1. *Résumé*

L'Avis J.22 recommande une limite de 58 dB pour l'écart diaphonique entre un circuit pour transmissions radiophoniques (circuit perturbateur) et un circuit téléphonique (circuit perturbé). Cette valeur est insuffisante pour assurer un degré d'immunité acceptable contre une diaphonie gênante, et une limite de 74 dB est proposée pour les systèmes sur paires coaxiales et pour les systèmes sur faisceaux hertziens. Cette limite correspond d'ailleurs à celle qui est déjà recommandée dans l'Avis J.22 pour l'écart diaphonique entre circuits téléphoniques (perturbateurs) et circuits pour transmissions radiophoniques (perturbés). On estime que l'on pourra atteindre une probabilité d'au moins 95 % pour l'absence de diaphonie gênante si l'on peut assurer un écart diaphonique de 74 dB.

Il faudra peut-être prévoir des mesures spéciales si l'on veut respecter cette limite sur des circuits par satellites avec systèmes de transmission MRF/MF lorsque les voies téléphoniques et les voies pour transmissions radiophoniques font partie de la bande de base d'une porteuse radioélectrique commune. Toutefois, aucune proposition définie n'est présentée dans cette Annexe pour les systèmes de télécommunication par satellite.

On ne peut s'attendre à ce que cette limite soit respectée dans le cas des systèmes sur paires symétriques si la diaphonie emprunte le trajet circuit combinant/circuit combinant. Le trajet diaphonique circuit fantôme/circuit combinant n'entre pas en considération, les bandes pour transmissions radiophoniques et pour la téléphonie ne se chevauchant pas lorsque le signal radiophonique est transmis dans la bande de base sur les fantômes des paires symétriques.

2. *Résultats des mesures subjectives*

a) La figure 1 indique l'opinion moyenne en fonction de l'écart diaphonique (entre points de niveaux relatifs égaux) entre un circuit perturbateur pour transmissions radiophoniques et une communication (perturbée) du réseau public. La figure 1 indique les écarts diaphoniques correspondant aux seuils moyens d'audibilité et de gêne (avec et sans bruit de salle):

Seuil moyen	Sans bruit de salle	Avec bruit de salle
Audibilité	92 dB	76 dB
Gêne	70 dB	58 dB

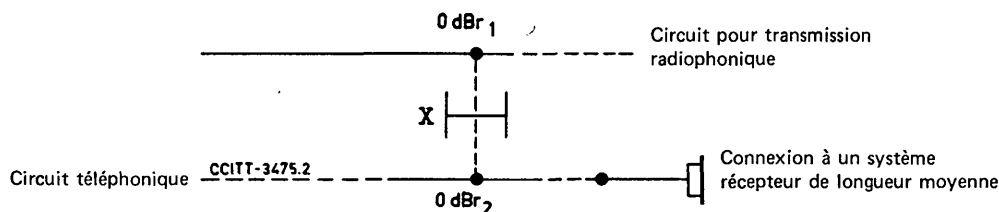
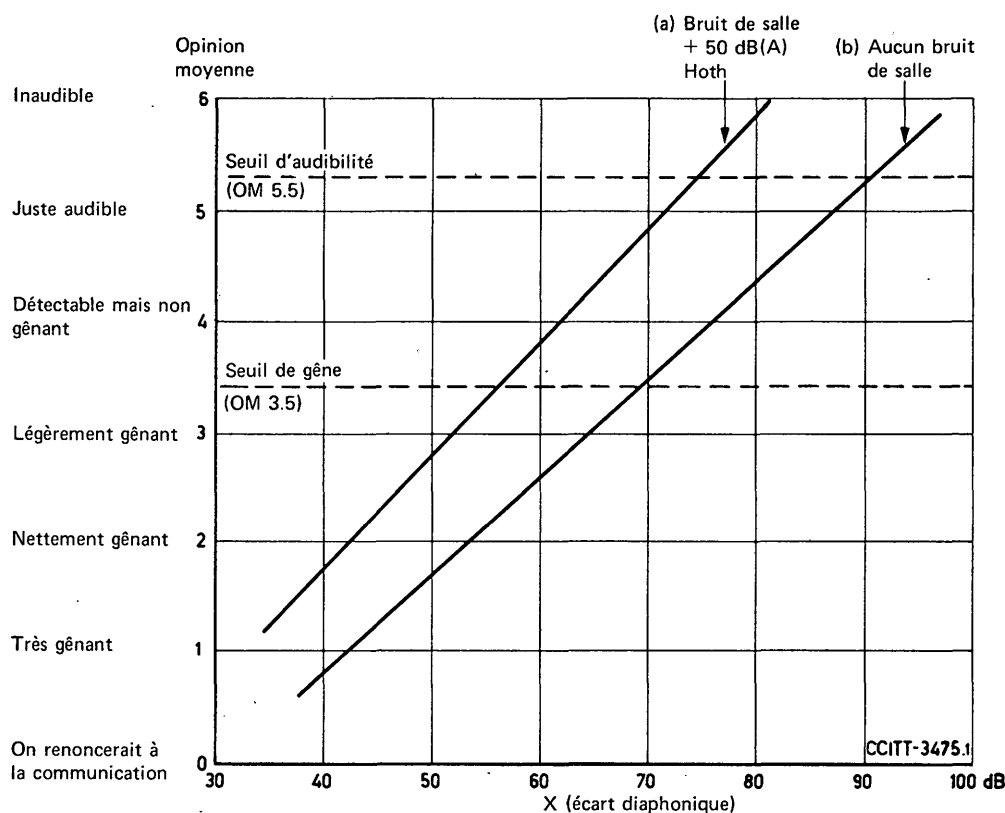


FIGURE 1. — Opinion moyenne en fonction de l'écart diaphonique X d'un circuit pour transmissions radiophoniques vers une communication du réseau téléphonique public

b) Il convient de prendre note des hypothèses et contraintes suivantes:

1) On admet que la diaphonie dominante se produit en un point, le programme radiophonique n'étant ni accentué ni comprimé en ce point.

2) On a admis que le rapport puissance de crête pendant 1 seconde/puissance moyenne à long terme de ce programme radiophonique est $2,5 \text{ mW}/330 \mu\text{V} = 7,6$, ce qui correspond à $+ 8,8 \text{ dB}$ (environ). Les derniers renseignements fournis par la CMTT ne précisent pas de valeur définitive à utiliser aux fins de la planification.

3) L'appareil téléphonique (plus la ligne d'abonné et le pont d'alimentation) a un équivalent de référence à la réception de -4 dB représentatif d'une bonne technique moderne pour une ligne de longueur moyenne. L'écart type est négligeable (par rapport à celui du seuil), compte tenu de l'effet exercé par le régulateur.

4) Dans les réseaux téléphoniques modernes, les points de niveau relatif zéro (à l'émission) des circuits téléphoniques à courants porteurs MRF peuvent de plus en plus être directement commutés au pont d'alimentation des centres locaux. D'autres arrangements (par exemple, un point à -3 dBr connecté au pont d'alimentation par l'intermédiaire d'un complément de ligne de 3 dB) sont identiques en principe.

5) On admet que ces mêmes points (à la réception) ont une valeur nominale de -3 dBr, car les circuits interurbains à courants porteurs à quatre fils modernes — qui acheminent la plus grande partie du trafic interurbain — sont exploités normalement avec un affaiblissement nominal minimal de 3 dB.

6) L'écart type combiné de l'affaiblissement du circuit pour transmissions radiophoniques et du circuit téléphonique interurbain est considéré comme étant égal à 3 dB, compte tenu de l'imprécision du réglage initial et des variations ultérieures dans le temps. Cette valeur est caractéristique de la pratique et des réalisations modernes.

7) Au cours des essais, aucun bruit de circuit simulé n'était présent sur la communication téléphonique perturbée.

3. *Limite proposée pour les systèmes en paires coaxiales et pour les systèmes sur faisceaux hertziens*

a) Aux fins de la planification des réseaux téléphoniques, on utilise le seuil de gêne en même temps qu'un bruit de salle de $+ 50$ dB (pondération A) par rapport à $20 \mu\text{V}$ (spectre de [Hoth]). Dans la pratique, les seuils d'audibilité sont relativement peu réalistes, compte tenu de l'effet de masque exercé par le bruit du central et le bruit de circuit. Il n'est d'ailleurs pas davantage possible d'assurer un service où le bruit soit si faible qu'il ne puisse gêner un abonné national utilisant un appareil de prothèse acoustique et un appareil téléphonique avec amplification dans une salle absolument silencieuse.

b) La limite actuellement recommandée est de 58 dB; elle correspond à une probabilité de rencontre de niveaux diaphoniques gênants de 50% , ce qui est insuffisant.

c) La limite actuellement recommandée pour la diaphonie provoquée par un circuit téléphonique sur un circuit pour transmissions radiophoniques est (pour d'autres raisons) de 74 dB. Il semble raisonnable d'envisager l'application de cette limite aux systèmes sur paires coaxiales et aux systèmes sur faisceaux hertziens en ce qui concerne l'écart diaphonique direct entre circuits pour transmissions radiophoniques (perturbateurs) et circuits téléphoniques.

d) L'écart type total pour la distribution combinée des affaiblissements-seuil et des affaiblissements de circuit est $\sqrt{(9^2 + 3^2)} = 9,49$ dB, en sorte que 74 dB correspondent à un écart normal de $(74 - 58)/9,49 = 1,68$ entraînant, si on admet une distribution gaussienne, une probabilité de rencontre d'une diaphonie gênante de 5% , ce qui constitue une norme raisonnable.

OBSERVATIONS CONCERNANT D'AUTRES SYSTÈMES DE TRANSMISSION

4. *Systèmes à paires symétriques*

On ne peut s'attendre à ce qu'une limite aussi élevée que 74 dB puisse être respectée avec ces systèmes, compte tenu de l'affaiblissement télédiaphonique (relativement) faible du trajet circuit combinant/circuit combinant. Le trajet diaphonique circuit fantôme/circuit combinant n'est pas en cause, les bandes téléphoniques et pour transmissions radiophoniques ne se chevauchant pas si, comme d'habitude, les circuits pour transmissions radiophoniques utilisent les fantômes des paires symétriques.

5. *Systèmes de télécommunication par satellites*

a) Une difficulté se présente dans le cas des systèmes de télécommunication par satellite MRF/MF. Si deux porteuses radioélectriques ou davantage sont acheminées par le même étage de sortie d'un tube à ondes progressives du répéteur-satellite, il est vraisemblable que les variations d'amplitude d'une porteuse (accumulées avant l'étage du tube à onde progressive) seront converties en modulation de phase dans toutes les porteuses acheminées simultanément par le tube. A la sortie du discriminateur de la station terrienne, cette modulation de phase est transformée en diaphonie directe parce qu'elle est à la fréquence de la bande de base.

b) Le niveau de la diaphonie dépend de la position de la voie pour transmissions radiophoniques dans la bande de base ainsi que la position de la porteuse radioélectrique dans la bande du répéteur. Compte tenu du nombre relativement faible de circuits pour transmissions radiophoniques des systèmes de télécommunication par satellites, il ne devrait pas être impossible de choisir les porteuses radioélectriques et les positions dans la bande de façon à respecter les limites proposées pour les systèmes à paires symétriques et pour les systèmes à hyperfréquences sans imposer des limitations indues.

c) Dans la pratique, un certain adoucissement est assuré par le niveau de puissance de bruit relativement élevé sur les circuits téléphoniques dans certaines positions du spectre radioélectrique. Par exemple, un niveau de puissance de bruit de -52 dBm0p sur le circuit interurbain perturbé (ce qui correspond en gros aux réalisations actuelles) pourrait effectivement masquer — et ainsi permettre — un niveau de puissance moyen de diaphonie à long terme provenant d'un circuit pour transmission radiophonique de -62 dBm0p par exemple (équivalent à $-59,5$ dBm0 environ); dans les conditions d'essai, cette valeur correspond à un écart diaphonique de 58 dB environ, que l'on peut peut-être plus facilement obtenir, particulièrement si les porteuses peuvent être choisies comme il a été dit au paragraphe b ci-dessus.

Toutefois, avant de pouvoir faire à cet égard une proposition précise pour les systèmes de télécommunication par satellites, il serait indispensable de poursuivre les études sur l'effet de masque exercé par la puissance de bruit en ligne dans les circuits perturbés.

d) Ces difficultés ne se présentent pas lorsque les circuits téléphoniques sont acheminés sur des systèmes de télécommunications par satellites MIC ainsi qu'il est utilisé pour certains modes d'acheminement avec accès multiple et assignation en fonction de la demande.

ANNEXE 2

(à la Question 9/XV)

Notes relatives aux mécanismes de diaphonie dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence

(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

Les notes qui suivent décrivent quelques-uns des mécanismes les plus simples selon lesquels un circuit pour transmissions radiophoniques introduit de la diaphonie dans un circuit téléphonique, dans des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence. Le cas échéant, on a indiqué également les limites adoptées par le Post Office du Royaume-Uni pour restreindre les niveaux de diaphonie.

Dans les schémas ci-après, le symbole ombré représente un groupe primaire porteur d'un circuit pour transmissions radiophoniques qui, pour faciliter la présentation, est censé occuper toute la largeur de bande de ce groupe primaire.

1. Diaphonie par couplage direct entre les trajets

La figure 1 illustre le cas où la diaphonie entre les groupes primaires se produit dans le sens d'émission à l'intérieur d'un équipement de modulation de groupe primaire. Il est évident que cela peut également se produire dans un équipement de modulation de groupe secondaire ou d'hypergroupe et également dans le sens de réception.

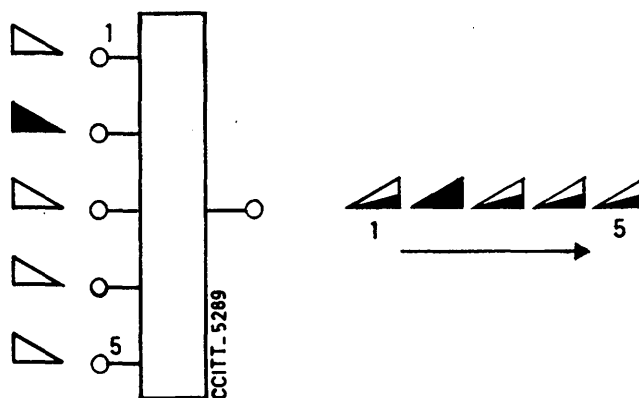


FIGURE 1. — Diaphonie dans la bande 60-108 kHz entre groupes primaires dans un équipement de modulation de groupe primaire

Pour le réseau du Royaume-Uni, la limite spécifiée pour l'écart diaphonique est la suivante:

équipement de modulation de groupe primaire:	≥ 79 dB
équipement de modulation de groupe secondaire:	≥ 79 dB
équipement de modulation d'hypergroupe:	≥ 80 dB

2. Diaphonie due à l'utilisation d'un équipement commun

On peut citer ici l'exemple de la diaphonie introduite par les équipements générateurs de fréquences porteuses, le plus souvent entre groupes primaires, groupes secondaires, etc., portant les mêmes numéros.

L'équipement commun d'alimentation peut aussi donner naissance à un trajet de diaphonie, mais il est évident que ce phénomène n'obéit pas à des règles d'application générale.

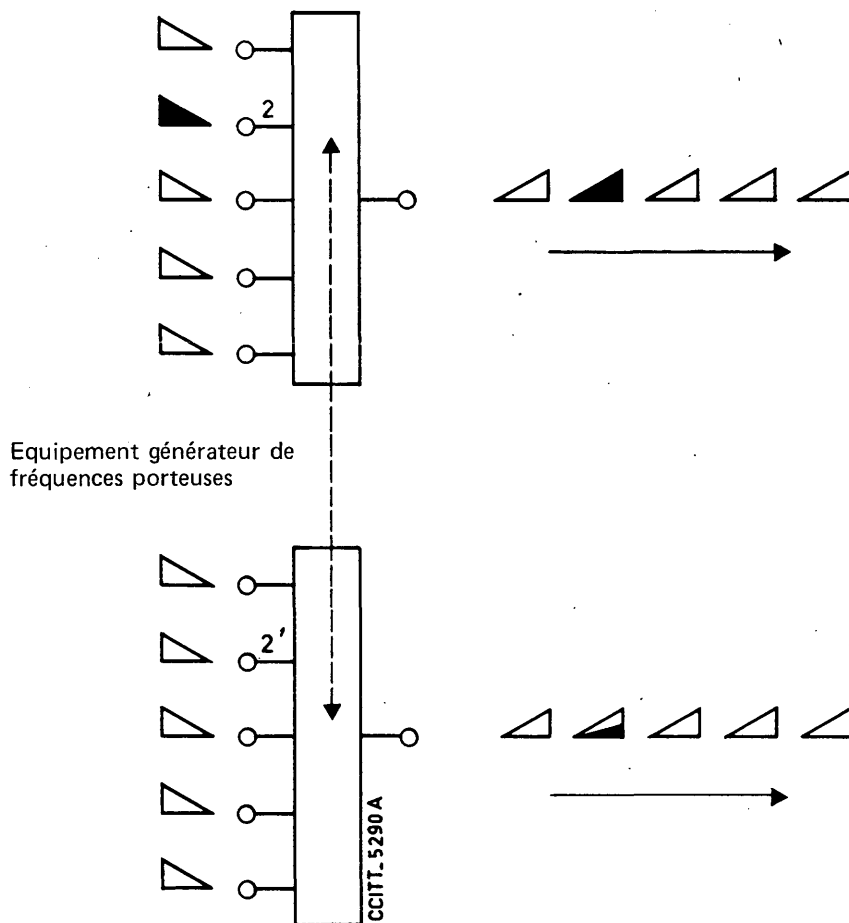


FIGURE 2. — Diaphonie produite par un équipement générateur de porteuses, entre des groupes primaires faisant partie de groupes secondaires différents et portant le même numéro

Dans le cas des équipements de modulation d'hypergroupe, le mécanisme de diaphonie par les équipements générateurs des fréquences porteuses est considéré séparément dans les spécifications du Post Office du Royaume-Uni; les limites imposées prévoient un écart qui ne doit pas être inférieur à 90 dB.

Pour les équipements de modulation de groupe primaire et de groupe secondaire, on ne fait pas de distinction entre les divers mécanismes; on spécifie une limite unique (≥ 79 dB) qui doit être respectée lorsque tous les trajets de diaphonie produisent leurs effets.

3. Diaphonie due à des résidus de signaux directs

Exemple: Equipement de modulation de groupe secondaire servant à assembler la bande 1, dans laquelle (en principe) un résidu de chacun des groupes secondaires de base passe, non modulé, à travers le modulateur associé et apparaît ainsi dans la position du groupe secondaire 2 à la sortie de l'hypergroupe (figure 3).

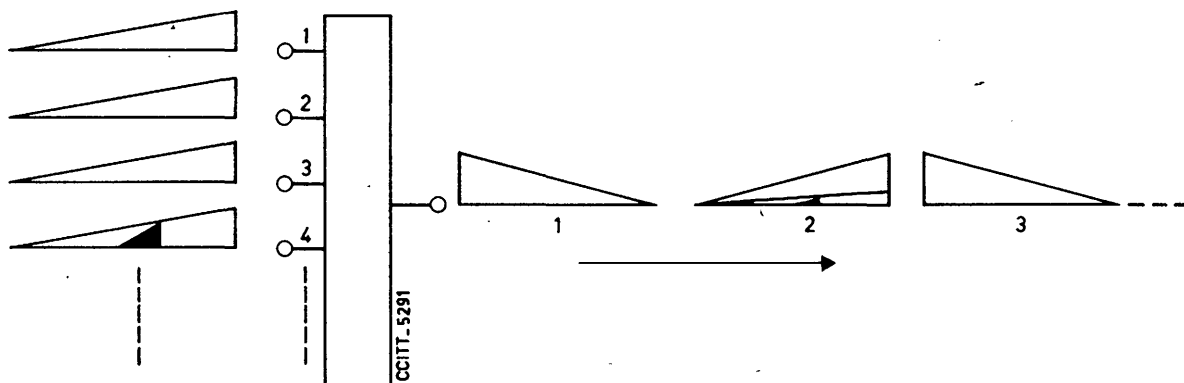


FIGURE 3. — Diaphonie entre des groupes secondaires perturbateurs et le groupe secondaire 2, perturbé, sous l'effet de résidus des signaux directs

On observe des phénomènes analogues dans l'équipement de modulation d'hypergroupe, dans lequel les modulateurs et le filtre d'hypergroupe laissent passer un résidu de la bande 1.

Dans les spécifications du Post Office du Royaume-Uni, les limites imposées à cet effet sont les suivantes:

équipement de modulation de groupe secondaire: ≥ 79 dB

équipement de modulation d'hypergroupe: ≥ 80 dB

4. Diaphonie due au transfert de groupes primaires, de groupes secondaires, etc.

La diaphonie entre groupes primaires adjacents, apparaissant en un point de transfert, constitue un exemple simple de ce mécanisme, qui est illustré par la figure 4. Dans cet exemple, le groupe primaire de base 3 est accompagné par un résidu des composantes à basse fréquence du groupe primaire adjacent sur lequel est établi un circuit pour transmissions radiophoniques (indiqué ici comme occupant toute la bande du groupe, ce qui n'est pas le cas pour certains équipements à courants porteurs pour transmissions radiophoniques). Ce groupe est transféré dans le répartiteur (par un filtre de transfert de groupe primaire) et il occupe ensuite la position du groupe primaire 4' dans le groupe secondaire suivant; de ce fait, les voies inférieures du groupe primaire 5' de ce groupe secondaire peuvent théoriquement subir une diaphonie provenant du circuit pour transmissions radiophoniques.

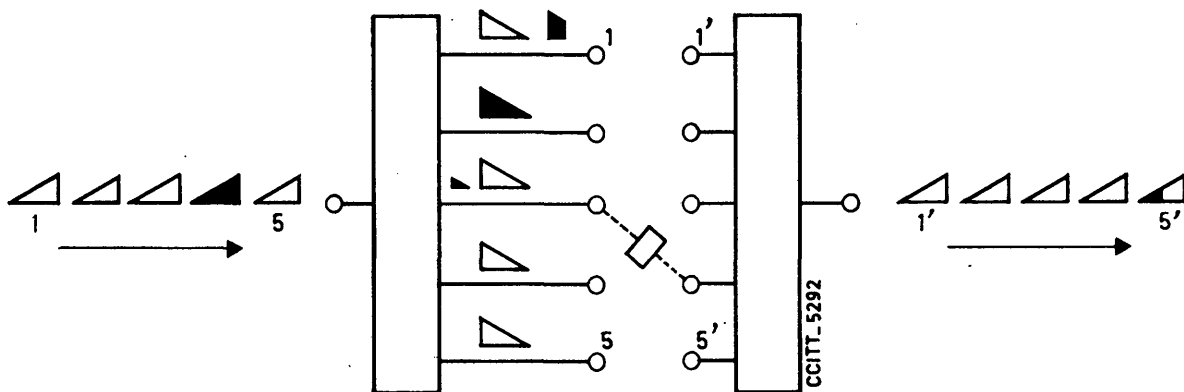


FIGURE 4. — Diaphonie du groupe primaire adjacent se produisant en un point de transfert

Il est évident que ce mécanisme particulier de diaphonie est limité par la somme des affaiblissements introduits par la partie réceptrice d'un équipement de transfert de groupe primaire, un filtre de transfert de groupe primaire et la partie émettrice d'un équipement de transfert de groupe primaire. Ces observations s'appliquent également aux groupes secondaires et aux hypergroupes transférés. Dans certains types d'équipement de modulation d'hypergroupe, il est inutile de prévoir séparément un filtre de transfert d'hypergroupe, le filtrage nécessaire étant effectué par l'équipement de modulation.

Il existe des mécanismes plus complexes, pour lesquels il ne suffit pas de considérer la somme des trois caractéristiques, ainsi qu'on le verra ci-après.

a) On peut illustrer par un graphique comme celui de la figure 5 les relations existant entre, d'une part les fréquences sommes et différences produites par des modulateurs (linéaires) utilisés dans des systèmes à multiplexage par répartition en fréquence, d'autre part les fréquences à l'entrée et les fréquences porteuses.

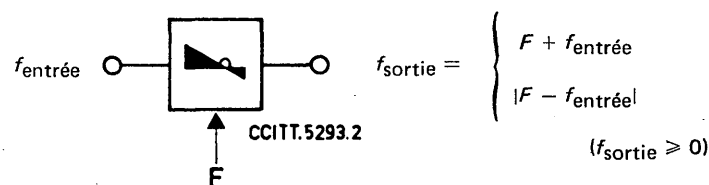
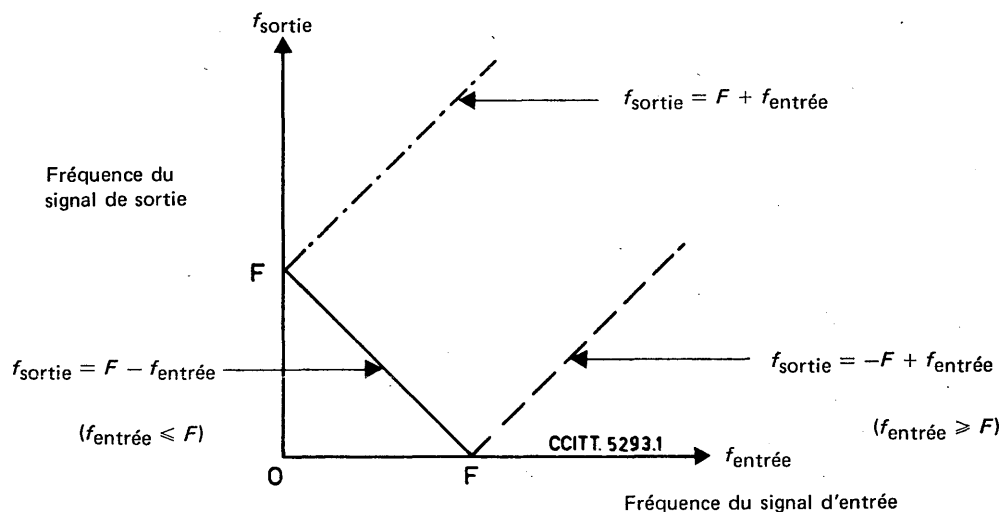


FIGURE 5. — Relations entre les fréquences d'entrée et de sortie caractérisant un étage de modulation

b) On peut donner maintenant une représentation plus complète des mécanismes linéaires essentiels de modulation et de filtrage qui entrent en jeu aux points de transfert des groupes primaires, secondaires, etc. Cette représentation est donnée dans la figure 6, où l'on voit que :

- les perturbations produites par les signaux adjacents sont limitées principalement par le filtre de transfert,
- les perturbations produites par les signaux image sont limitées par la caractéristique du filtre de réception,
- les perturbations causées par la bande latérale supérieure aux fréquences image de l'ensemble retransmis en ligne sont limitées par la caractéristique de suppression de bande latérale supérieure du filtre d'émission.

La bande latérale supérieure (perturbatrice dans les systèmes à bande latérale unique et susceptible de produire des variations d'amplitude et de phase en raison du manque de synchronisme des porteuses) est affaiblie par des filtres passe-bas dans l'équipement de modulation et par la caractéristique « au-dessus de la bande » du filtre de transfert.

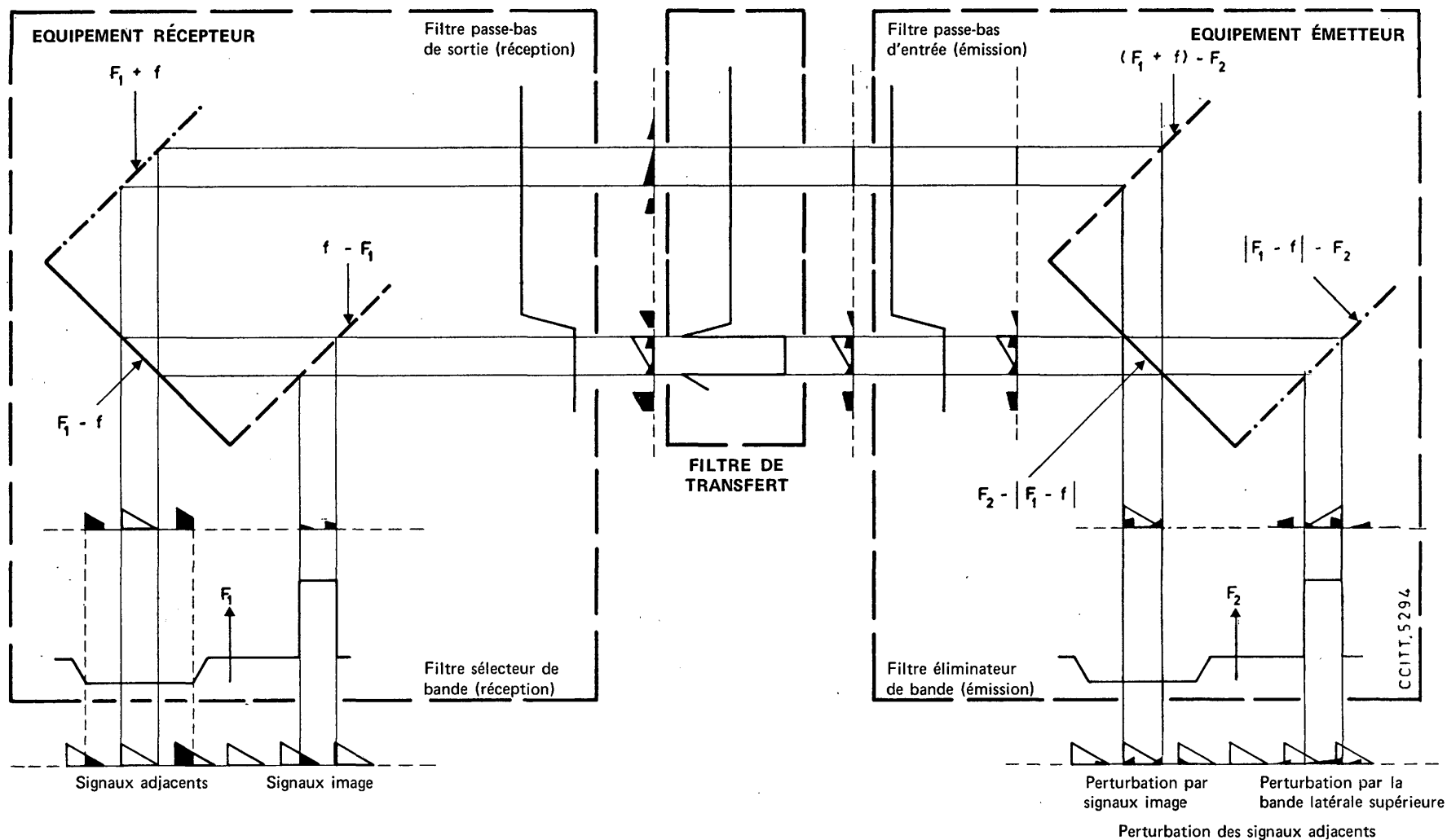


FIGURE 6. — Quelques mécanismes de diaphonie aux points de transfert

c) Les figures 7 et 8 représentent graphiquement des ensembles de limites déduites de celles qui sont actuellement spécifiées par le Post Office du Royaume-Uni pour affaiblir certaines de ces perturbations (à savoir: perturbations dans la bande produites par le signal image et perturbations causées aux signaux adjacents). On notera que la partie du graphique composite relative aux fréquences supérieures à la porteuse s'obtient par *symétrie* des caractéristiques du filtre de transfert et du filtre de l'équipement émetteur pour les fréquences inférieures à la porteuse.

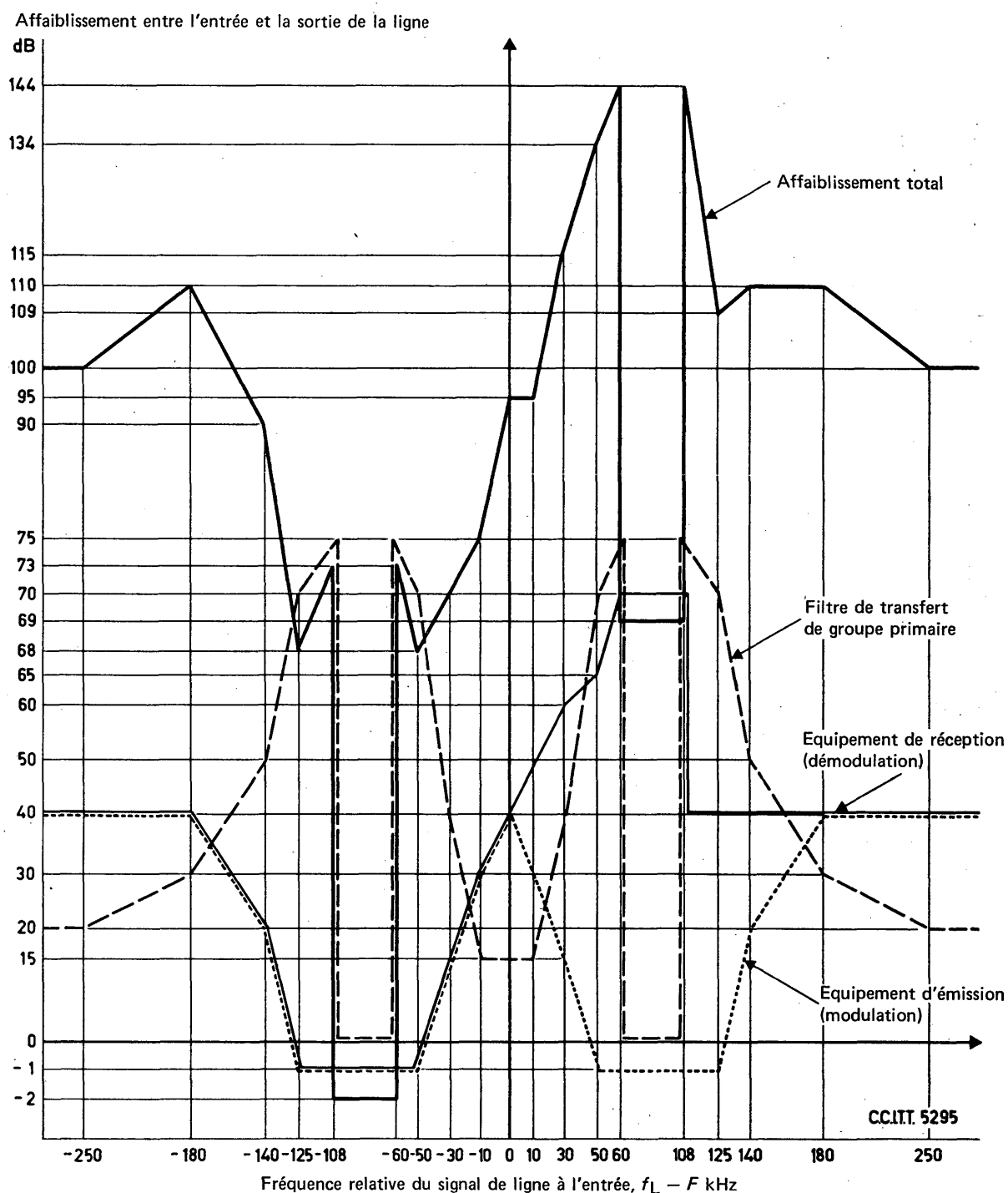


FIGURE 7. — Discrimination contre les signaux perturbateurs en un point de transport de groupe primaire

Cet artifice constitue un moyen commode pour tenir compte du fait que, avec les types de perturbations considérées seule intervient la partie de la caractéristique du filtre de transfert et du filtre d'émission qui correspond aux fréquences inférieures à la porteuse, même si le signal à l'entrée s'étend sur toute la bande de fréquences. Dans ces graphiques l'abscisse est la différence entre f_L , fréquence du signal en ligne à l'entrée d'un équipement de démodulation récepteur, et la fréquence porteuse F . L'ordonnée est graduée en valeurs de l'expression suivante :

$$10 \log_{10} \left| \frac{\text{puissance du signal en ligne à l'entrée, à la fréquence } f_L - F}{\text{puissance du signal en ligne à la sortie, à la fréquence } |f_L - F|} \right| \text{ dB}$$

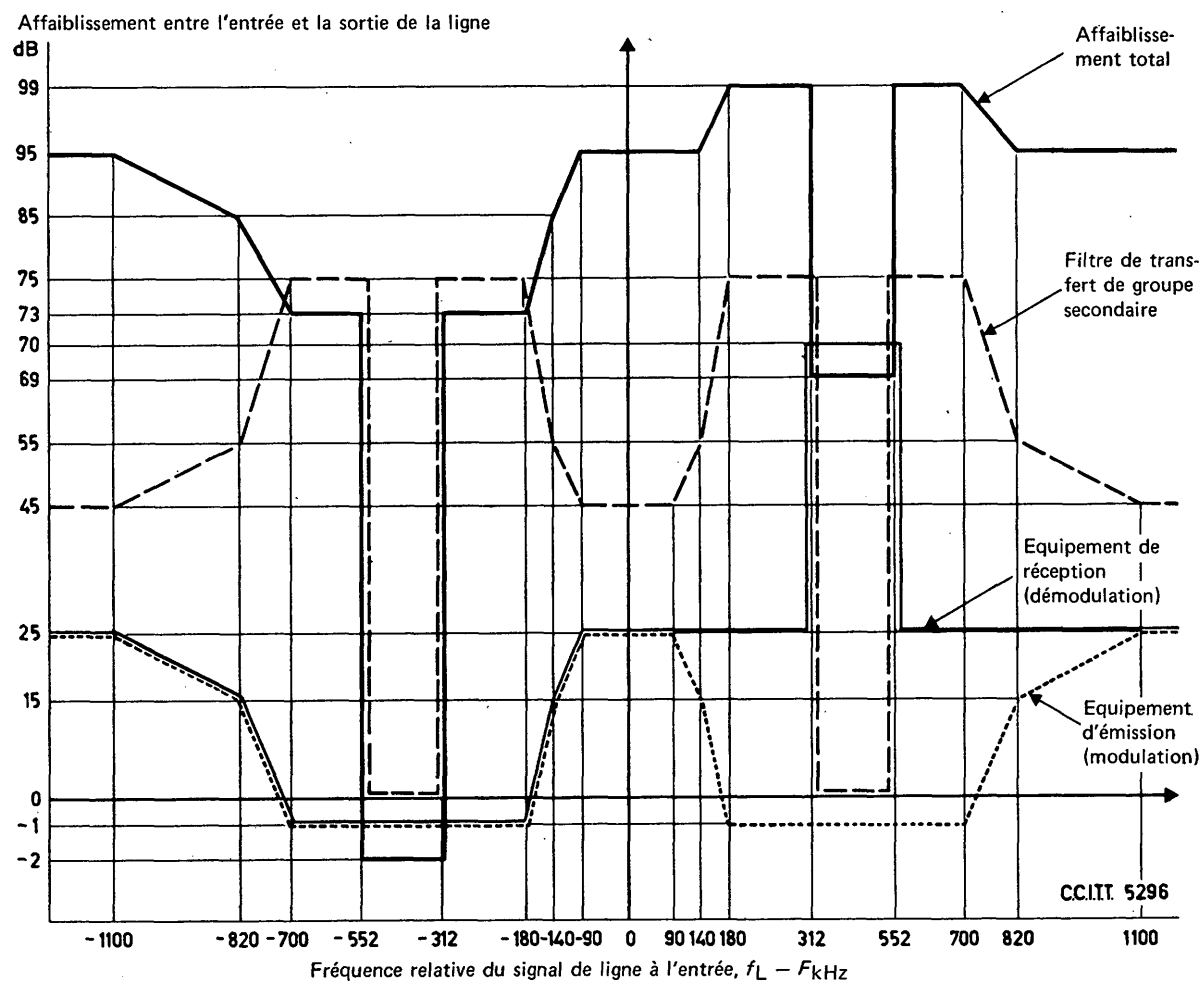


FIGURE 8. — Discrimination contre les signaux perturbateurs en un point de transfert de groupe secondaire

5. Diaphonie due à des produits de modulation perturbateurs

La figure 9 illustre trois mécanismes de formation de produits perturbateurs. On peut avoir des fréquences latérales d'expression générale $nF + mf$, où F est la fréquence de la porteuse, f une fréquence pour transmissions radiophoniques dans la bande ($f \leq B$; $B = 15$ kHz par exemple), n et m étant des nombres entiers. Le signal de bande de base et la bande latérale utile sont représentés par les grands triangles. Les petits triangles représentent les produits perturbateurs résultant des mécanismes considérés.

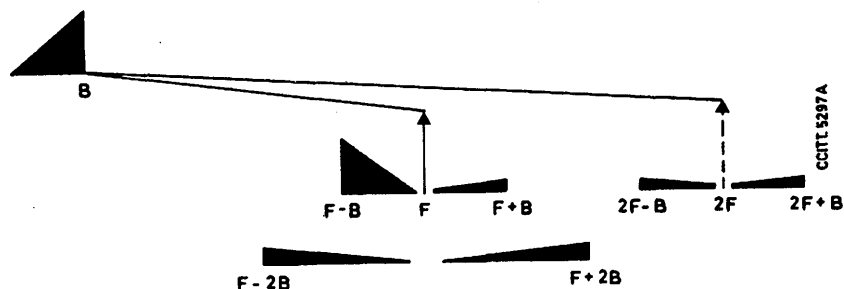


FIGURE 9. — Mécanismes d'apparition de produits de modulation perturbateurs

Les parasites de la porteuse (autres que les harmoniques) constituent aussi une source possible de perturbations de ce type.

a) Lorsqu'ils apparaissent en dehors de la bande, ces produits perturbateurs sont limités en amplitude par les filtres des divers équipements de modulation. Les figures 10 et 11 représentent schématiquement des limites basées sur les spécifications du Post Office du Royaume-Uni pour les équipements de modulation de groupe primaire et de groupe secondaire. On peut établir des graphiques analogues pour les équipements de modulation d'hypergroupe.

b) Lorsque les produits perturbateurs retombent dans la bande utile, les filtres ne jouent naturellement aucun rôle et ne sont d'aucun secours; dans ces conditions, il faut que les divers éléments de l'équipement soient linéaires (et que la porteuse produite soit pure).

On étudie actuellement au Royaume-Uni la limite de spécifications à appliquer aux équipements de modulation (multiplexage par répartition en fréquence) pour limiter l'amplitude des perturbations; cette valeur ne doit pas être inférieure à 80 dB.

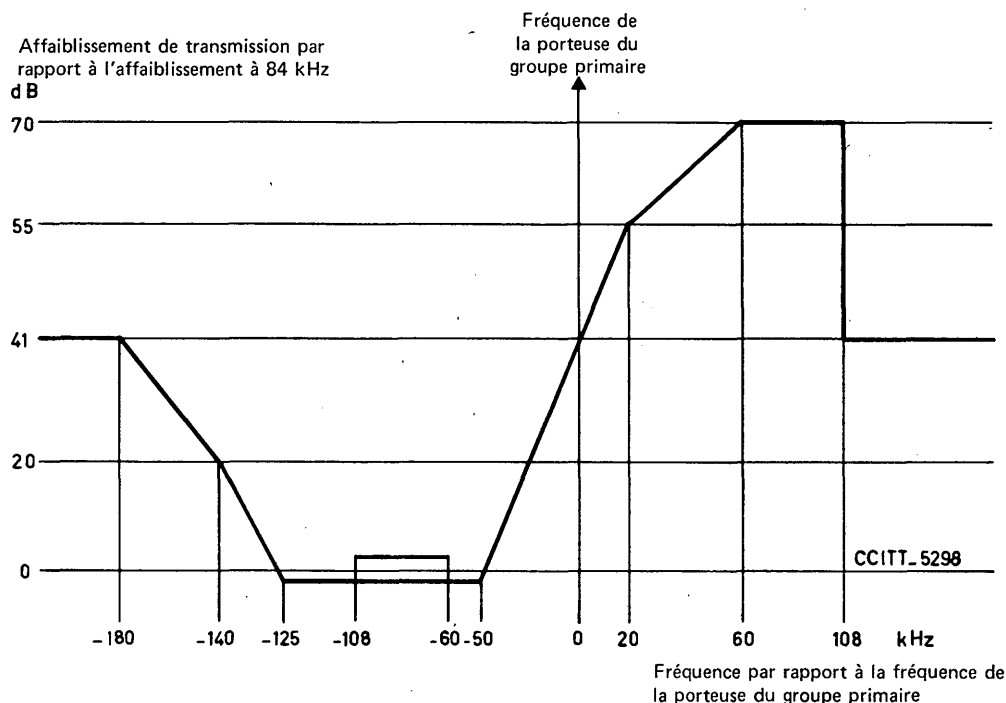


FIGURE 10. — Discrimination contre les produits de modulation perturbateurs.
Équipement de modulation de groupe primaire (sens émission : même figure pour le sens réception)

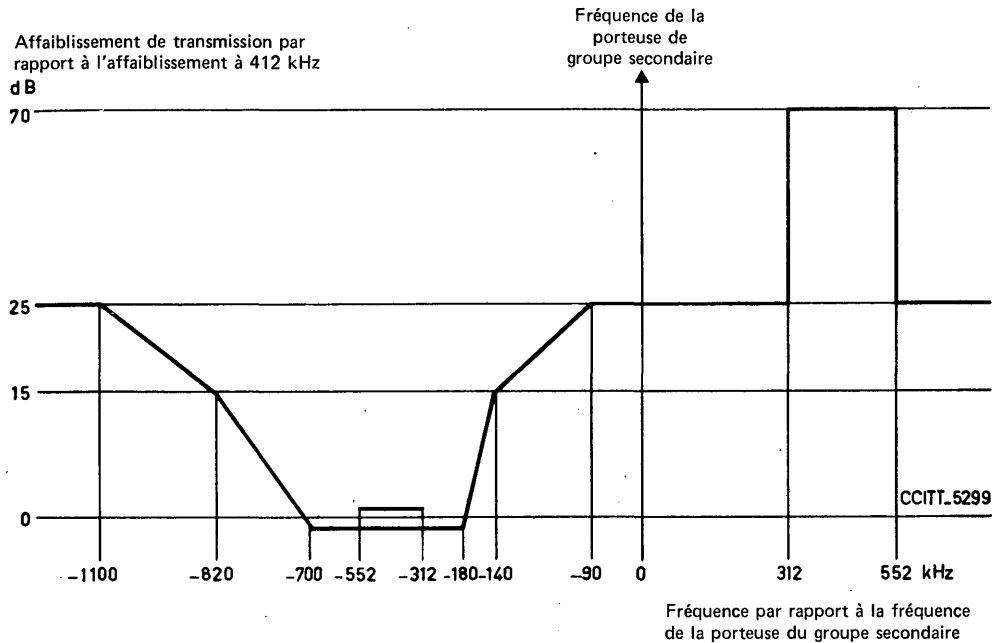


FIGURE 11. — Discrimination contre les produits de modulation perturbateurs. Equipement de modulation de groupe secondaire sens émission (groupe secondaire 3 et au-dessus)

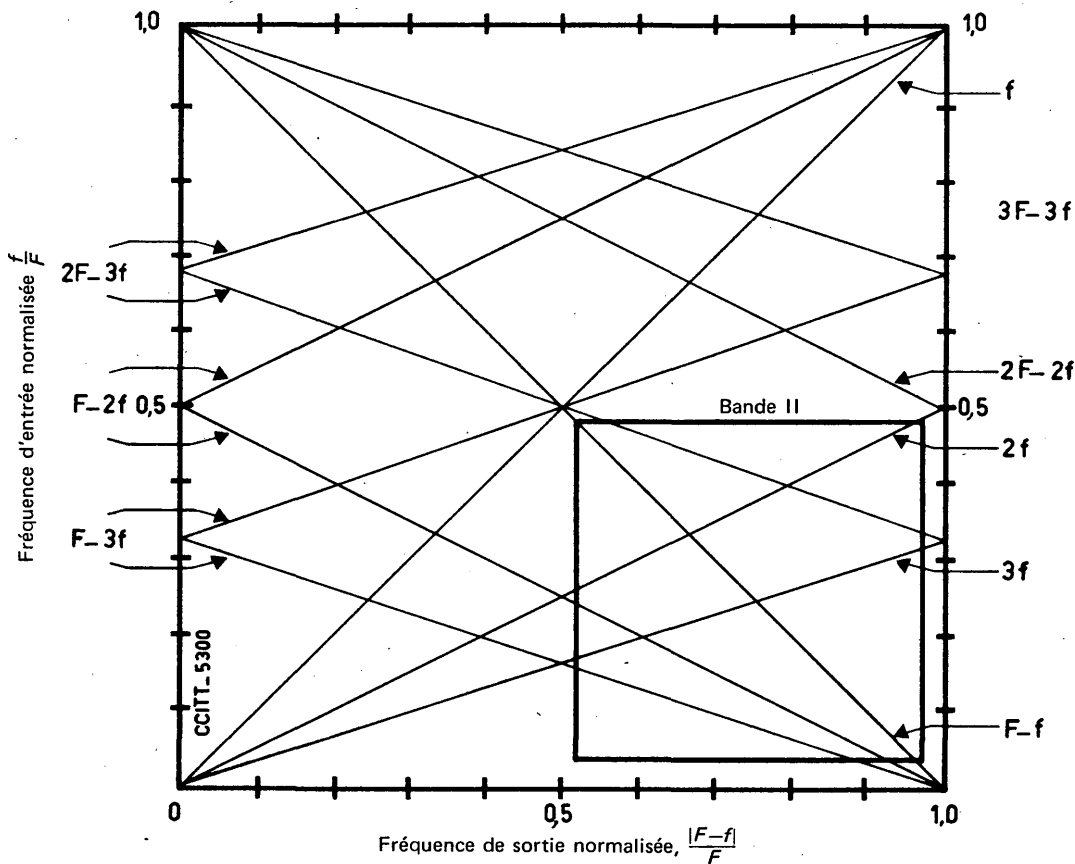


FIGURE 12. — Diagramme d'intermodulation indiquant les produits perturbateurs dans la bande

Le diagramme de la figure 12 permet de calculer rapidement l'ordre des produits d'intermodulation dans la bande pour un étage de modulation fonctionnant avec sélection de la bande latérale inférieure. Les graduations verticales donnent la fréquence du signal d'entrée normalisée par rapport à la fréquence porteuse, tandis que

l'échelle horizontale donne la fréquence normalisée de sortie. Ainsi, un étage de modulation peut être représenté par un carré dont les sommets sont déterminés par la largeur de bande (normalisée) du signal.

Les diverses lignes obliques qui traversent ce carré indiquent les catégories de produits de modulation qui tombent dans la bande utile. Ainsi, pour le cas illustré: bande II (sens émission) d'un équipement de modulation d'hypergroupe, les produits

$$2f; 3f; F-2f; F-3f; 2F-3f$$

tombent tous dans la bande de sortie, et il faut veiller dès le stade de la conception à limiter leur niveau.

f = fréquence du signal; F = fréquence de la porteuse

Pour la bande II — émission, les fréquences d'entrée normalisées sont:

$$\frac{312}{8432} = 0,04 \quad \text{et} \quad \frac{4028}{8432} = 0,48$$

et les fréquences de sortie normalisées:

$$\frac{8120}{8432} = 0,97 \quad \text{et} \quad \frac{4404}{8432} = 0,52$$

Question 10/XV — Amélioration à apporter aux supprimeurs d'écho et nouvelles méthodes de protection contre les échos

(Suite de la Question 10/XV, étudiée en 1968-1972)

a) Considérant que les supprimeurs d'écho commandés par la voix, du type général dont il est question dans l'Avis G.161, pourraient être encore améliorés:

Quelles améliorations pourrait-on obtenir:

1. en augmentant le temps de maintien commandé par l'affaiblissement à la réception pour les supprimeurs d'écho utilisés sur des circuits à longs temps de propagation (par exemple, des circuits par satellites synchrones);
2. en modifiant les caractéristiques d'intervention dans les cas où l'on peut faire en sorte que les affaiblissements minimaux sur les trajets d'écho soient supérieurs à 6 dB;
3. en incorporant des dispositifs numériques dans le supprimeur d'écho?

b) Considérant que l'on imaginera peut-être un jour des moyens de réduction des échos d'un type nouveau ou amélioré (y compris les compensateurs d'écho adaptables) capables de fournir un meilleur service aux abonnés reliés par des circuits sur lesquels de tels moyens seront employés:

1. quels dispositifs de type nouveau ou amélioré et quelles méthodes de réduction des échos convient-il de recommander? (voir aussi la Question 6/XII, partie d);

2. quelles caractéristiques du trajet d'écho (tel qu'il est défini dans la figure 2/G.161) faut-il connaître pour permettre de spécifier de nouveaux dispositifs de réduction des échos?

Remarque. — Pour étudier les compensateurs d'écho adaptables, il est important de disposer de données sur la variabilité en fonction du temps et sur la non-linéarité. La Commission d'études XVI est priée de collaborer à cette étude en recueillant de telles données. La Commission d'études XV fournira des renseignements plus précis sur les paramètres, caractérisant la non-linéarité et la variabilité en fonction du temps, à déterminer.

BIBLIOGRAPHIE SUR LES COMPENSATEURS D'ÉCHO ADAPTABLES

- [1] SONDHI, M. M. An adaptive echo canceller, *Bell System Technical Journal*, 46 (3), March 1967.
- [2] THIES, A. W., & ZMOOD, R. B., New ways of echo suppression, *Australian Telecomm. Research* 1 (1), November 1967.
- [3] MURA, A., KOBAYASHI, S., SATO, R., & NAGATA, K. Blockless echo suppressor, *Elec. and Comm. in Japan*, 51A (7), 1968.
- [4] BRUEGGEMANN, H., KIDD, G. P., MACKECHNIE, B. E., and SEYLER, A. J., Experiments on adaptive echo cancellation, *Australian Telecomm. Research*, 4 (1), May 1970.
- [5] KATO, CHIBA, ISHIGURO, SATO, TAJIMA, and OGIWARA, A digital adaptive echo canceller, Report of the Technical Committee of the IECE of Japan, CS 70-103, February 1971.
- [6] ROSENBERGER, J. R., and THOMAS, E. J., Performance of an adaptive echo canceller in a noisy, linear, time invariant environment, *Bell System Technical Journal*, 50 (3), March 1971.
- [7] THOMAS E. J., An adaptive echo canceller in a nonideal environment (nonlinear or time variant), *Bell System Technical Journal*, 50 (8), October 1971.
- [8] CAMPANELLA, S. J., SUYDERHOUD, H. G., and ONUFRY, M., Analysis of an adaptive impulse response echo canceller, *COMSAT Technical Review*, 2 (1), Spring 1972.

Question 11/XV. — Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation*(Suite de la Question 37/XV étudiée en 1968-1972)*

L'Avis G.151, G définit les limites à respecter pour l'affaiblissement minimal des composantes latérales indésirables qui résultent de la modulation d'un signal transmis sur un circuit téléphonique. L'Avis G.229 précise les conditions relatives aux effets combinés dus à tous les équipements terminaux et tous les équipements de ligne des systèmes de transmission à courants porteurs. Il reste néanmoins plusieurs points qui nécessitent une étude complémentaire :

- a) Quelles limites éventuelles convient-il de fixer pour les différentes parties des systèmes de transmission afin de faire en sorte que les affaiblissements minimaux des composantes latérales recommandés dans l'Avis G.229 soient toujours respectés sur les circuits ? Et notamment quelle est la loi d'addition à appliquer pour évaluer les effets cumulés dus aux connexions en tandem des équipements de transmission ?
- b) Quelles sources autres que les sources d'alimentation en énergie à la fréquence du secteur et le courant de traction ferroviaire sont capables d'engendrer des composantes latérales sur un signal et d'introduire ainsi une modulation parasite ? Quelles sont les limites pertinentes à recommander ?

Remarque. — On souligne en particulier les effets dus aux convertisseurs continu/continu qui, bien que fonctionnant dans certains cas à des fréquences élevées, par exemple des dizaines de kHz, peuvent néanmoins produire des effets analogues à ceux causés par l'ondulation de la fréquence du secteur.

- c) Quel est le bruit maximal (y compris l'ondulation du courant du secteur) admissible aux bornes de l'installation d'alimentation par batterie ? (Ce renseignement est demandé à titre documentaire.)

Remarque. — La tension continue nominale devrait être indiquée dans la réponse à cette partie de la Question.

- d) Quelles méthodes convient-il d'appliquer pour mesurer les composantes latérales ? (Voir aussi la Question 10/IV.)

Remarque. — Il paraît essentiel de mesurer les composantes latérales elles-mêmes et non un type particulier de modulation.

ANNEXE 1

(à la Question 11/XV)

Résultats des études effectuées pendant la période 1968-1972 (Question 37/XV)**A. Considérations générales**

Au cours de la période d'études 1968-1972, la Commission d'études XV a étudié la Question 37/XV et préparé les Avis G.151, G et G.229. Plusieurs points, que l'on trouvera résumés ci-après, nécessitent cependant de nouvelles études. C'est le cas entre autres pour la question des lois d'addition.

B. Longueur de circuit à prendre en considération

La Commission d'études XV a abouti à la conclusion que la longueur à prendre en considération devrait correspondre à la longueur totale des circuits fictifs de référence (CFR), c'est-à-dire 2500 km. On pourrait ainsi éviter par la suite le chevauchement éventuel de ces études.

C. Équipements auxquels les limites s'appliquent

En principe, la Commission d'études XV estime que les nouvelles limites doivent s'appliquer aux nouveaux équipements de transmission. Elle estime également que certains équipements modernes existants pourraient aussi y être conformes; dans certains cas cependant, il serait possible de rencontrer des composantes latérales de niveau plus élevé dans les circuits de grande longueur (jusqu'à -30 dBm0). Si cette difficulté se présente, il est possible de la résoudre par un recours à des voies spécialement choisies jusqu'au moment où l'on pourra disposer de nouveaux équipements.

D. Effets dus aux équipements de modulation

a) Il a été décidé que, pour les porteuses, il convenait d'envisager une modulation de phase pure, toute modulation d'amplitude étant dans une grande mesure éliminée par les modulateurs. Toutefois, une modulation d'amplitude ou une modulation mixte d'amplitude et de phase pourraient se présenter dans d'autres organes (amplificateurs, par exemple). A la sortie des équipements de modulation, la modulation non désirée serait donc le résultat combiné d'effets dus aux porteuses et d'effets dus aux amplificateurs.

b) Il a été décidé que le point le plus utile pour l'application d'une spécification est la sortie du signal d'un équipement de transposition (par exemple, la sortie — côté émission ou côté réception — de l'équipement de modulation de voie, de l'équipement de modulation de groupe primaire, etc.).

De cette manière, il est réellement tenu compte des composantes latérales résultantes, et il n'est pas nécessaire d'émettre des hypothèses touchant les valeurs exactes des fréquences porteuses ou la méthode utilisée pour leur génération.

c) Par hypothèse, l'attribution des voies se fait sur une base aléatoire à tous les étages de modulation.

d) Il est proposé de déterminer l'affaiblissement X des composantes latérales (défini au paragraphe e) pour lequel la probabilité de dépassement de la limite globale de -48 dBm0 (qui s'applique aux effets combinés de tous les équipements de modulation) est égale à 1 % et à 5 %. Une fois que les conséquences du choix de cette probabilité seront claires, il faudra décider quelle probabilité sera adoptée.

e) Lorsque l'on étudie les effets cumulés dus à tous les équipements de modulation que traverse un signal dans un circuit fictif de référence, la loi d'addition à utiliser dans les calculs présente une importance déterminante.

1. Selon certaines contributions, l'addition des composantes latérales non désirées devrait être une addition en puissance. Les arguments suivants sont en faveur de cette solution :

- la phase de l'ondulation du secteur d'alimentation dans différents équipements générateurs de porteuses a toutes chances d'être différente, même si ces équipements se trouvent dans la même station (par exemple, parce qu'ils utilisent des phases différentes d'un courant triphasé, etc.);
- la phase du secteur d'alimentation est presque certainement différente à chaque station de répéteurs.

Aux fins de l'analyse, il a été décidé que le signal de la voie à la fréquence la plus élevée (qui a été modulé avec une porteuse f_H) dans un équipement de modulation quelconque, doit présenter un affaiblissement admissible minimal des composantes latérales de X dB. Les autres voies seraient associées à des composantes latérales liées à cette valeur X dans le rapport $20 \log_{10} \left(\frac{f_H}{f_1} \right)$, f_1 représentant la fréquence porteuse de la voie considérée.

(Ce rapport est la conséquence de l'hypothèse selon laquelle on considérerait une modulation de phase pure.) Une voie ayant une fréquence porteuse f_1 inférieure à f_H présenterait donc un affaiblissement de composante latérale de $[X + 20 \log_{10} \left(\frac{f_H}{f_1} \right)]$ dB. Cependant, l'affaiblissement de composante latérale maximal considéré doit être de $(X + 10)$ dB, c'est-à-dire que toutes les voies associées à des porteuses f_o au plus égales à $0,1 f_H$ (le cas échéant) présenteraient un affaiblissement de composante latérale égal à $(X + 10)$ dB. Cette hypothèse tient compte de l'effet de modulation par ronflement dans d'autres organes que les générateurs d'harmoniques, par exemple dans les amplificateurs (voir également le paragraphe a ci-dessus). Les puissances correspondant à ces affaiblissements définissent un jeu de valeurs statistiques avec moyenne et écart type; pour chaque type d'équipement de modulation, il y a un jeu de valeurs de ce genre.

Les résultats de cette analyse figurent dans le tableau 1. Trois circuits de référence ont été pris en considération. On peut déduire de ces résultats que la composante latérale d'un signal une fois transmis sur un CFR de 2500 km n'est que rarement supérieure d'environ 15 dB à la composante latérale qu'on obtiendrait dans un seul étage de modulation. Autrement dit, partant de cette hypothèse et de la présente analyse, l'affaiblissement minimal de la composante latérale ($X \simeq 63$ dB) devrait être spécifié pour chaque équipement de modulation, les côtés émission et réception étant pris séparément.

TABLEAU 1

CALCUL DE L'AFFAIBLISSEMENT MINIMAL ADMISSIBLE X
DES COMPOSANTES LATÉRALES DES FRÉQUENCES PORTEUSES

Équipement de modulation ou démodulation				Système à 4 MHz			Système à 12 MHz						Système à 60 MHz					
				Plan 1			Plan 1A			Plan 2			Plan 1			Plan 2		
		$\bar{q}$	σ^2	m	$m\bar{q}$	$m\sigma^2$	m	$m\bar{q}$	$m\sigma^2$	m	$m\bar{q}$	$m\sigma^2$	m	$m\bar{q}$	$m\sigma^2$	m	$m\bar{q}$	$m\sigma^2$
1	Voie — Groupe primaire	0,650	0,0417	6	3,90	0,25	6	3,90	0,25	6	3,90	0,25	2	1,30	0,08	2	1,30	0,08
2	GP — Groupe secondaire	0,723	0,0351	12	8,68	0,42	6	4,34	0,21	6	4,34	0,21	6	4,34	0,21	6	4,34	0,21
3	GS — Groupe tertiaire	0,645	0,0556				12	7,74	0,67				6	3,87	0,33			
4	GT — Groupe quaternaire	0,817	0,0216				18	14,71	0,39				12	9,80	0,26			
5	GS — 15-GS	0,420	0,0912							18	7,56	1,64				6	2,52	0,55
6	GS — 4 MHz	0,457	0,1052	18	8,23	1,89												
7	GQ — 12 MHz	0,526	0,1680				18	9,47	3,02									
8	15-GS — 12 MHz	0,472	0,1674							18	8,50	3,01						
9	GQ — 60 MHz	0,568	0,0912										18	10,22	1,64			
10	15-GS — GQ 3	1	—													12	12,00	
11	3-GQ — 60 MHz	0,592	0,0925													18	10,66	1,67
Total: $m_t, \bar{q}_t, \sigma_t^2$ σ_t				36	20,81	2,56 1,60	60	40,16	4,54 2,13	48	24,30	5,11 2,26	44	29,53	2,52 1,59	44	30,82	2,51 1,58
$p = 50 \%$	$X - 48 = 10 \lg \bar{q}_t$			13,2 dB			16,0 dB			13,9 dB			14,7 dB			14,9 dB		
5 %	$10 \lg (\bar{q}_t + 1,65 \sigma_t)$			13,7			16,4			14,5			15,1			15,2		
1 %	$10 \lg (\bar{q}_t + 2,33 \sigma_t)$			13,9			16,6			14,7			15,2			15,4		
0 %	$10 \lg m_t$			15,6			17,8			16,8			16,4			16,4		

 $\bar{q}$ = Puissance moyenne relative des composantes latérales σ = Ecart type m = Nombre de modulateurs et démodulateurs des circuits fictifs de référence (CFR) p = Probabilité de dépassement de la limite globale de -48 dBm0

2. Une Administration, celle des Pays-Bas, a proposé une solution légèrement différente fondée sur d'autres hypothèses. On suppose qu'il n'y a qu'une composante latérale importante associée à chaque bloc d'équipement de modulation (côtés émission et réception combinés). Les blocs d'équipement de modulation sont définis comme une combinaison des étages alimentés par la même source indépendante de fréquence de base. Pour l'Administration des Pays-Bas, une voie et un équipement de modulation de groupe primaire constituent un bloc, et tous les autres étages supérieurs de modulation constituent un autre bloc. Il a été constaté en pratique que le niveau de la composante latérale importante est toujours inférieur à celui qui est associé au signal modulé par le courant porteur de fréquence la plus élevée. D'après la proposition néerlandaise, on admet que les apports de tous les blocs au CFR ont la même amplitude et que leurs phases ont une distribution aléatoire. L'effet de la connexion en tandem de ces blocs d'équipements de modulation peut donc être déterminé sur la base d'une distribution de Rayleigh. Une analyse de ce genre donne les résultats qui figurent dans le tableau 2.

TABLEAU 2

AFFAIBLISSEMENT DE LA COMPOSANTE LATÉRALE X REQUIS POUR CHAQUE BLOC D'ÉQUIPEMENT DE MODULATION, TEL QUE LE NIVEAU DE 48 dB SOIT DÉPASSÉ SUR LE CFR AVEC UNE PROBABILITÉ p

Système	Affaiblissement X dB	
	$p = 5 \%$	$p = 1 \%$
4 MHz	65,1	66,9
12 MHz. 60 MHz	64,3	66,1

3. Une autre contribution (I.T.T.) propose de recommander une limite minimale générale de 60 dB pour l'affaiblissement de la composante latérale la plus forte du signal à la sortie de n'importe quel étage de modulation (côtés émission et réception pris séparément). Cette valeur est inférieure de plusieurs décibels à celle résultant de calculs effectués jusqu'à présent. Dans la contribution précitée on justifie ce choix en se référant aux points suivants:

- une limite recommandée serait respectée avec une certaine marge de sécurité;
- dans certaines stations, l'équipement serait alimenté par des batteries, et la modulation par ronflement serait alors bien moindre que lorsque l'équipement est alimenté par le secteur;
- suivant le mode de génération des fréquences porteuses et la méthode de modulation, il se peut que les niveaux les plus élevés des composantes latérales n'apparaissent pas toujours pour la même fréquence porteuse.

4. Enfin, L. M. Ericsson propose que la répartition de la limite attribuée aux effets combinés dus à tous les équipements de modulation soit laissée au choix de celui qui conçoit l'équipement. C'est à lui qu'il appartiendra de faire la preuve que les conditions globales sont alors respectées.

Aucun accord sur la loi d'addition n'ayant été conclu à la présente étape des travaux, il convient de procéder à des études complémentaires.

E. Effets se produisant dans les équipements de ligne

La perturbation due à une ondulation résiduelle du courant du secteur peut être continue sur toute la longueur du CFR. La valeur de -51 dBm0 s'applique à toute cette longueur. Toutefois, la répartition de cette valeur fait encore l'objet de discussions. Les principes suivants sont, semble-t-il, en règle générale acceptables:

- On peut admettre que les équipements d'alimentation en énergie de chaque station d'alimentation sont alimentés sous différents angles de phase du secteur. Cela empêche, sur un certain nombre de sections d'alimentation, l'addition linéaire systématique (en tension) des composantes latérales.
- Les voies, groupes primaires, etc., seront connectés au hasard à l'extrémité de chaque section homogène du CFR.

1. Ces hypothèses suggèrent que la répartition de la limite globale pourrait se faire en puissance ($10 \log k$, où k est le nombre de sections d'alimentation de l'ensemble du CFR).

La façon dont on obtiendra les conditions valables pour un amplificateur de ligne à partir de la valeur applicable à la section d'alimentation dépendra dans une grande mesure de la réalisation de l'alimentation et doit donc être choisie par le constructeur. (Dans certains cas, une addition en tension peut se présenter tandis que dans d'autres il peut y avoir quelque compensation.)

Il convient de tenir également compte de l'influence de la façon dont le niveau des composantes latérales des amplificateurs de ligne dépend de la fréquence. On peut admettre qu'il existe une même probabilité pour qu'une voie occupe l'une quelconque des positions possibles dans la bande des fréquences transmises. Toutefois on peut démontrer que la dépendance de la fréquence ne réduit pas de façon sensible les exigences à imposer aux sections d'alimentation en énergie (1 à 2 dB pour des probabilités de dépasser les limites globales d'environ 5 % ou moins).

2. Une Administration, celle de la République fédérale d'Allemagne, estime qu'une limite de 56 dB appliquée à une section homogène du CFR suffirait pour que la limite globale de 51 dB soit respectée sur l'ensemble de ce circuit. D'après l'expérience, le taux d'addition est, semble-t-il, sensiblement moindre que celui de l'addition en puissance lorsqu'on considère qu'un certain nombre de sections sont en tandem.

Selon une autre contribution (I.T.T.), la répartition pourrait se faire conformément à la formule

$$51 \text{ dB} + 10 \log k - 3 \text{ dB}$$

où k représente ici également le nombre de sections d'alimentation en énergie sur le CFR. La réduction de 3 dB se justifie par le fait que certains équipements d'alimentation en énergie peuvent être connectés à une source de courant continu et ne pas fonctionner directement à partir du secteur et que, par ailleurs, l'ampleur de l'ondulation du secteur, dépendant de la charge, n'atteindrait pas sa valeur maximale à toutes les stations.

Il n'a pas été possible d'aboutir à un accord sur ce point, et en conséquence une étude complémentaire est nécessaire.

F. Méthode de mesure des composantes latérales perturbatrices

Étant donné que la modulation perturbatrice peut se manifester en amplitude ou en phase ou sous ces deux formes à la fois, et compte tenu du fait que le niveau des composantes latérales résultantes dans les divers équipements est vraisemblablement assez bas, il pourrait être utile d'établir une méthode de mesure. Il importe que la méthode de mesure utilisée permette de détecter les composantes latérales elles-mêmes plutôt qu'un type particulier de modulation. Il faudra aussi tenir compte à ce propos des travaux de la Commission d'études IV.

1. Une Administration, celle de la Suisse, a appliqué la méthode suivante avec succès. Le signal perturbé, associé à des composantes latérales égales, à $\pm f_1$ (Hz) de sa fréquence f_c (Hz), est démodulé dans un modulateur de produit au moyen d'un second signal, de fréquence $f_c + \Delta f$, dépourvu de composantes latérales parasites. On peut montrer que, abstraction faite des signaux dont la fréquence est égale à la somme des deux fréquences appliquées (mais qui peuvent être facilement supprimés), le résultat de sortie a pour forme

$$\sin (2\pi \Delta f t) \cdot \cos (2\pi f_1 \cdot t)$$

ce qui représente un signal de fréquence f_1 (par exemple $16 \frac{2}{3}$ Hz ou 50 Hz) modulé par $\sin (2\pi \Delta f t)$. Si Δf est suffisamment petit, on constate que l'amplitude du signal de fréquence f_1 varie lentement entre une valeur maximale et 0. Un instrument de mesure sélectif accordé sur la fréquence f_1 indique, lors de la déviation maximale de son aiguille, le niveau de la composante latérale de modulation.

Si les composantes latérales parasites de part et d'autre du signal désiré sont d'amplitude inégale, l'indication de l'instrument de mesure sélectif n'atteindra pas le zéro. On pourra déterminer les niveaux des deux composantes latérales en se basant sur les lectures maximale et minimale.

2. Une autre Administration (celle de l'Italie) utilise une méthode différente.

On illustre certains cas défavorables et l'on expose une méthode appliquée avec succès sur le réseau téléphonique italien.

Pour les causes suivantes, il peut se faire que l'amplitude des composantes indésirables varie avec le temps:

- fluctuations des caractéristiques qui donnent lieu aux composantes latérales indésirables (par exemple, variation de la charge dans l'installation d'alimentation en énergie);
- présence de bruit impulsif;

- présence d'une pluralité d'installations d'alimentation en énergie dont les fréquences sont légèrement différentes, ce qui donne lieu à des composantes latérales indésirables et entraîne une lente variation de l'amplitude du signal. C'est le cas, par exemple, quand le signal soumis aux mesures est modulé ou amplifié dans des stations différentes, dont l'une au moins est alimentée en énergie par une installation à marche continue à moteur asynchrone.

Si les composantes latérales indésirables sont d'amplitudes variables, il peut être difficile de reconnaître les maximums et les minimums, parce qu'un battement se produit entre la composante de droite et celle de gauche, après démodulation.

Toutes ces difficultés, auxquelles s'ajoutent celles que comporte la mesure de signaux de faible puissance aux harmoniques du courant industriel, ont amené l'Administration italienne à appliquer la méthode décrite ci-après. Au moyen d'un modulateur à produits et d'un oscillateur exempt de composantes latérales parasites, on transpose le signal de mesure à une fréquence $f_1 \simeq 1000$ Hz. On élimine par filtrage les produits de modulation de fréquence supérieure et l'on mesure les composantes latérales parasites avec un instrument sélectif ayant une largeur de bande de quelques hertz.

Du fait qu'on opère à une fréquence peu élevée et constante, on obtient une première amélioration par rapport à une mesure directe; toutefois, il reste à résoudre le problème posé par la gamme dynamique élevée que nécessite l'instrument de mesure.

Une solution consiste à utiliser un oscillateur dont la phase est verrouillée sur la composante utile à la fréquence f_1 , c'est-à-dire que sa boucle de verrouillage a une constante de temps qui le rend insensible aux composantes latérales parasites.

En composant avec le signal de mesure, à la phase et à l'amplitude appropriées, le signal engendré par cet oscillateur, on réduit fortement la composante de fréquence f_1 . On obtient ainsi une réduction proportionnelle du domaine dynamique nécessaire par le voltmètre.

Dans les mesures effectuées sur le réseau italien, on utilisait l'oscillateur interne (à phase verrouillée) d'un appareil pour la mesure de la gigue de phase, d'un modèle commercial, qui fonctionnait à une fréquence nominale de 1000 Hz. L'ensemble du dispositif de mesure est représenté schématiquement à la figure 1. La méthode décrite est évidemment limitée à la mesure de composantes latérales parasites dont les fréquences diffèrent de moins de f_1 de la composante utile.

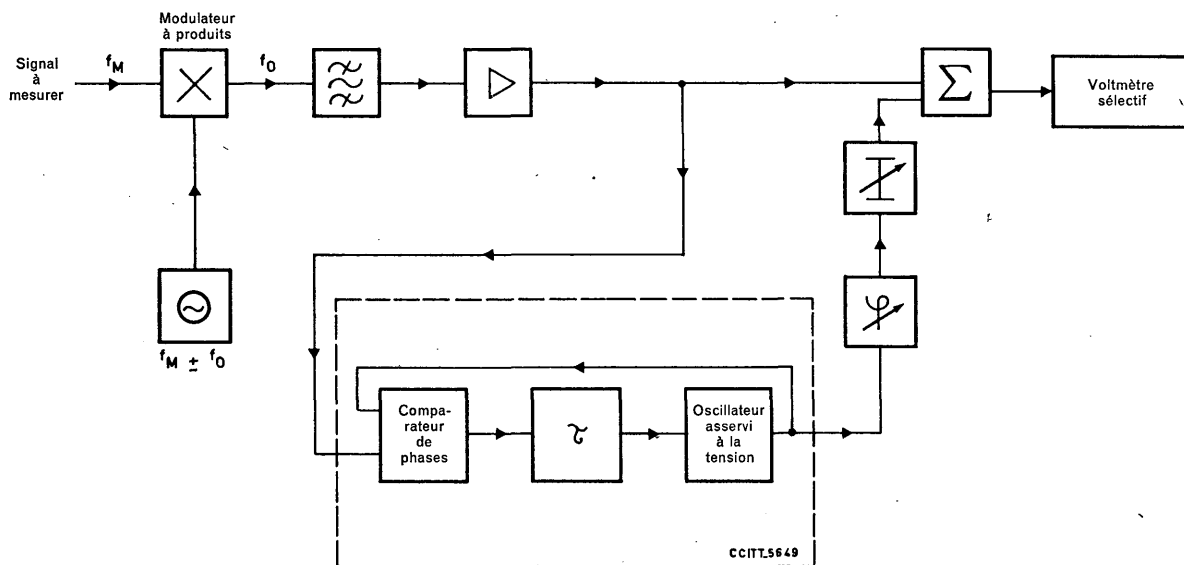


FIGURE 1. — Dispositif pour la mesure des composantes latérales indésirables, utilisé par l'Administration italienne

G. Maximum admissible du ronflement résiduel à l'alimentation par batterie

La Commission d'études XV estime qu'il serait utile d'étudier, en rapport avec cette question et à titre documentaire, le bruit maximal (y compris l'ondulation du courant du secteur) admissible aux bornes de l'installation d'alimentation par batterie. La tension continue nominale de la batterie devrait aussi être indiquée, ainsi que les

points où cette limite serait appliquée (bornes de la batterie ou bornes de la station où les équipements de transmission doivent être branchés).

On trouvera ci-après un résumé des renseignements fournis jusqu'à présent.

Nouvelle-Zélande

Bruit maximal affectant l'alimentation par batterie: 0,5 mV (pondération téléphonique) ou 50 mV (sans pondération), la principale composante étant à 100 Hz.

Pays-Bas

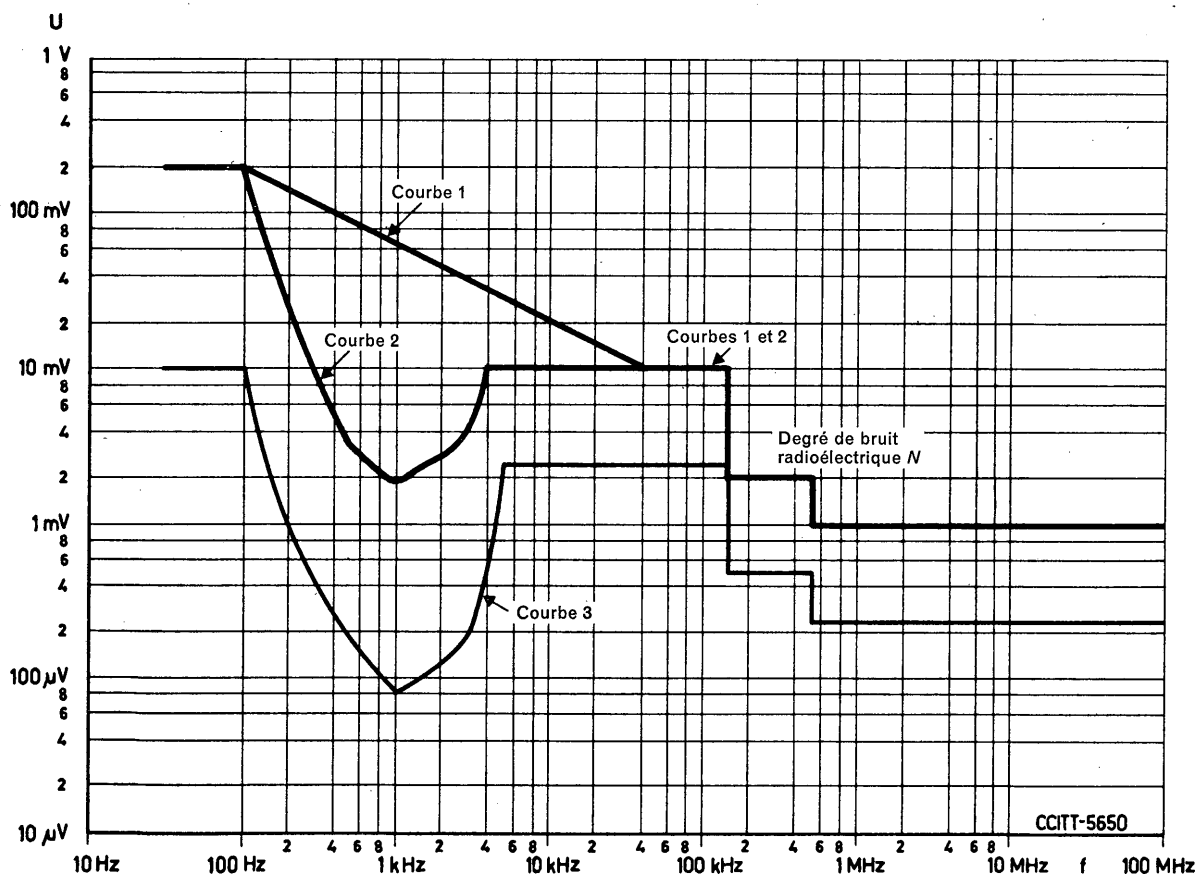
2 mV (avec pondération), 100 mV (sans pondération).

I.T.T.

Limites imposées à l'équipement dans le cas d'une batterie de 60 volts:

- ronflement de courant alternatif: 2 % de la tension de la batterie (c'est-à-dire 1,2 V eff.); cette valeur prévoit le cas où l'équipement est alimenté simplement par des redresseurs;
- autres fréquences — jusqu'à 3 kHz 200 mV eff.
 au-dessus de 3 kHz 20 mV eff.
 avec pondération 5 mV eff.
 crête à crête totale 1 V

La tension alternative maximale que peut envoyer en retour un équipement individuel d'alimentation en énergie connecté à une batterie est fixée au dixième des limites indiquées ci-dessus.



Courbe 1: système sans alimentation locale
 Courbe 2: système avec alimentation locale
 Courbe 3: réaction provoquée par une unité de charge individuelle

FIGURE 2. — Tension d'ondulation admissible pour un équipement d'alimentation de 60 V continue

République fédérale d'Allemagne

La tension efficace mesurée sélectivement au point d'alimentation continue 60 V de la station peut atteindre 200 mV à 100 Hz et doit, lorsque la fréquence augmente, redescendre jusqu'à la valeur N fixée par la norme VDE 0875 pour les fréquences radio-électriques. Différentes valeurs limites ont été fixées dans la gamme 100 Hz — 38 kHz pour des systèmes avec et sans alimentation locale (courbes 1 et 2 de la figure 2).

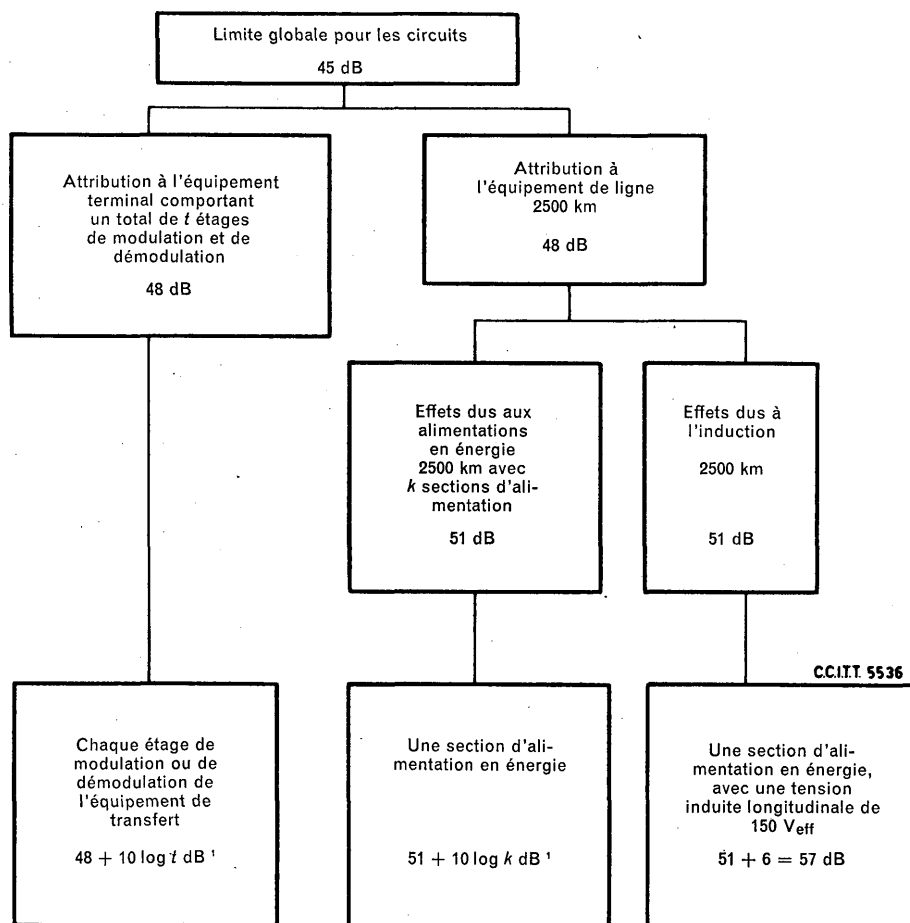
Les limites de l'ondulation superposée doivent être respectées à l'entrée du dernier fusible (ou coupe-circuit) placé en amont du circuit de charge.

Le système central d'alimentation en énergie seul peut donner lieu à 50 % des valeurs limites précitées, mesurées à la sortie du fusible du circuit de charge. Les réactions provoquées par les unités de charge individuelles ne s'additionnent pas linéairement ni selon une loi quadratique. L'ondulation superposée qu'une charge individuelle peut entraîner par réaction a donc été fixée à une valeur inférieure à la somme des tensions alternatives superposées des systèmes à alimentation locale, c'est-à-dire à 26 dB pour les fréquences ne dépassant pas 4 kHz et à 12 dB pour les fréquences supérieures à 5 kHz (courbe 3).

Mesurée avec une pondération psophométrique (filtre A), la tension efficace à large bande correspondant à la courbe 2 ne doit pas dépasser 2 mV et celle correspondant à la courbe 3 ne doit pas dépasser 0,1 mV.

H. Résumé

Certains des résultats obtenus jusqu'à présent ainsi que les points qui sont encore à l'étude et qui sont décrits ci-dessus sont représentés schématiquement dans la figure 3.



¹ La loi de répartition est encore à l'étude.

Remarque. — La répartition s'applique aux fréquences perturbatrices pour lesquelles on doit admettre qu'il y a cumulation systématique. Les limites à observer dans le cas contraire (par exemple: effets dus aux convertisseurs continu/continu) sont encore à l'étude.

FIGURE 3 — Répartition de l'affaiblissement des composantes latérales parasites modulant un signal transmis par des systèmes à courants porteurs

ANNEXE 2
(à la Question 11/XV)

Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation
(Contribution de l'A.T.T.)

Il est très difficile de fixer des limites pour chaque cause individuellement de telle façon que sur un circuit une limite précisée soit atteinte, par exemple: -45 dBm0 .

Il apparaît que la modulation de phase accidentelle (parfois appelée « modulation de fréquence » accidentelle) avec une gigue crête à crête de $7,2^\circ$ constituera un objectif réalisable pour l'avenir immédiat sur une forte proportion des communications d'abonné à abonné établies entièrement sur des installations de type analogique.

La principale source de gigue de phase réside dans les sources d'alimentation en courant porteur des équipements terminaux de groupes primaires et secondaires de multiplexage à répartition en fréquence. On a fixé un objectif de $3,6^\circ$ pour la gigue de phase crête à crête pour chaque couple multiplex terminal d'émission et réception dans n'importe quelle constitution de circuit; les performances de bien des équipements terminaux sont sensiblement meilleures. Pour les circuits de très grande longueur, qui font intervenir de nombreux équipements terminaux de multiplexage, il peut y avoir des cas où l'objectif de $7,2^\circ$ est parfois dépassé. Cependant, la limite de $7,2^\circ$ est réalisable dans la grande majorité de toutes les communications analogiques.

ANNEXE 3
(à la Question 11/XV)

Contribution du Post Office du Royaume-Uni

1. Dans les équipements modernes de transposition de fréquences, la modulation du signal par la fréquence 50 Hz (ou par ses harmoniques) provient de deux sources:

- a) impureté de l'alimentation en courant porteur: présence de signaux $f_c \pm 50 \text{ Hz}$, etc. (f_c étant la fréquence porteuse) dans l'alimentation des modulateurs en courant porteur;
- b) découplage insuffisant de l'alimentation: la présence de la fréquence 50 Hz et de ses harmoniques dans l'alimentation en courant continu excite certains organes en raison d'un découplage insuffisant.

2. *Pureté de l'alimentation en courant porteur*

Pour ses équipements générateurs de courants porteurs, le Post Office du Royaume-Uni spécifie que, dans l'alimentation des modulateurs/démodulateurs en courant porteur, le niveau de signaux parasites sur des fréquences telles que $f_c \pm 50 \text{ Hz}$ doit être inférieur de 53 dB ou davantage au niveau du signal d'alimentation en courant porteur, assurant ainsi qu'à la sortie de tout modulateur le niveau de ces signaux parasites sera inférieur d'au moins 58 dB à celui du signal de la bande latérale utile.

Le circuit fictif de référence de 830 km comporte 12 étages de modulation. Etant donné que chaque étage pourrait fournir ainsi un niveau de -58 dBm0 , la contribution totale provenant de cette source pourrait être de -47 dBm0 .

3. *Découplage insuffisant de l'alimentation en courant continu*

Les spécifications du Post Office du Royaume-Uni relatives au découplage sont telles que les niveaux des signaux parasites se trouvent limités à des valeurs ne dépassant pas celles qui sont indiquées à la colonne 2 du tableau 1. L'addition des contributions dues aux impuretés de l'alimentation en courants porteurs pourrait entraîner l'apparition des niveaux maximaux figurant à la colonne 3 du tableau 1.

TABLEAU 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Équipement	Niveau maximal des signaux parasites par équipement (émission + réception)		Nombre effectif d'équipements dans le circuit fictif de référence de 830 km	Contribution totale de chaque type d'équipement (dBm0)
	Dû à un découplage insuffisant (dBm0)	Dû à toutes les sources (dBm0)		
Modulation de voie.	— 50	— 48,8	1	— 48,8
Modulation de groupe primaire	— 60	— 53,8	2	— 50,8
Modulation de groupe secondaire	— 80	— 55	3	— 50
Filtres de transfert de groupe secondaire. . .	— 80	— 80	1	— 80
Filtres de transfert de groupe primaire . . .	— 80	— 80	1	— 80

Le tableau 1 montre également le nombre des équipements de types divers que l'on trouve dans le circuit fictif de référence de 830 km.

4. L'addition des contributions dues aux diverses sources donne un total de — 45 dBm0 pour un circuit fictif de référence de 830 km.

Il convient de remarquer que ces valeurs correspondent à l'emploi de l'équipement le plus vulnérable dans les conditions les plus difficiles, avec un maximum d'impuretés dans l'alimentation en courants porteurs et dans l'alimentation en courant continu. Il est peu probable que cette combinaison se présente dans la pratique.

5. En conclusion, les limites suivantes pourraient être appliquées à chacun des équipements (émission + réception) indiqués:

Type d'équipement	Niveau maximal de la composante latérale non désirée la plus intense (dBm0)
Modulation de voie	— 50
Modulation de groupe primaire	— 55
Modulation de groupe secondaire	— 55
Filtres de transfert de groupe primaire	— 80
Filtres de transfert de groupe secondaire	— 80

Question 12/XV. — Fréquences perturbatrices dans les circuits à large bande en groupe primaire, secondaire, etc.

(Suite de la Question 14/XV étudiée en 1968-1972)

Considérant

1) que, dans la bande d'un groupe primaire, secondaire, etc., il peut apparaître certaines fréquences qui, si elles sont des multiples de 4 kHz, ne perturbent pas les voies téléphoniques appliquant cet espacement;

2) que, si l'on veut permettre l'usage d'une liaison en groupe primaire, secondaire, etc., à d'autres fins (telles que la transmission de données, ou la transmission des programmes radiophoniques), il est souhaitable d'imposer une limite au niveau de ces fréquences;

3) que l'étude de la Question 14/XV au cours de la période 1968-1972 a abouti à la rédaction de l'Avis G.233 à cette fin sur les résidus de courant porteur de groupes primaires, secondaires.

- Est-il souhaitable de fixer des limites analogues pour les fréquences d'origine différente ?
- Dans l'affirmative, quelles devraient être ces limites ?

ANNEXE 1

(à la Question 12/XV)

(Contribution de L. M. Ericsson)

Il est vrai que la question des résidus de courant porteur de groupe primaire, secondaire, etc., a été traitée dans le texte actuel du paragraphe k de l'Avis G.233; toutefois existent d'autres sources de perturbations par une fréquence unique, et il nous apparaît qu'il faudrait leur imposer également des limites. Il serait bon notamment de fixer des limites pour le niveau des harmoniques des fréquences pilotes et des fréquences additionnelles de mesure appliquées dans la partie inférieure de la bande des fréquences transmises en ligne. Puisque le niveau de ces fréquences pilotes et autres ne dépasse pas -10 dBm0, on obtiendrait une protection adéquate si le coefficient de distorsion harmonique d'un ordre quelconque ne dépassait pas 1 %.

ANNEXE 2

(à la Question 12/XV)

(Contribution de la N.T.T. et de l'Italie)

Il semble particulièrement important de recommander un niveau admissible de résidus de courants porteurs pour l'équipement de modulation de voie, de pré-groupe, ou pour l'équipement de transfert de l'étage de pré-modulation, sur des fréquences extérieures à la bande du groupe primaire 60-108 kHz. Ces résidus de courants porteurs pourraient en fait apparaître comme des signaux perturbateurs sur un circuit à large bande en groupe primaire ou secondaire utilisé pour la transmission de signaux à large spectre. Les résidus de courants porteurs qui accompagnent la formation d'un groupe primaire peuvent en particulier perturber les groupes adjacents; par exemple, un courant porteur de pré-groupe de 120 kHz peut apparaître comme un signal perturbateur correspondant à une fréquence de 72 kHz dans le groupe primaire immédiatement supérieur.

En conséquence, la N.T.T. et l'Administration italienne proposent de définir également les résidus de courants porteurs de l'équipement de modulation de voie sur des fréquences extérieures à la bande du groupe primaire 60-108 kHz.

La N.T.T. et l'Administration italienne estiment qu'il y a lieu de recommander la valeur de -43 dBm0 (c'est-à-dire la valeur déjà recommandée pour le résidu de courant porteur de l'équipement de modulation de groupe primaire).

Question 13/XV. — Objectifs nominaux pour le niveau de bruit produit par des équipements de modulation*(Question nouvelle)*

Quels sont les objectifs nominaux révisés à recommander pour le bruit imputable aux équipements de modulation des systèmes de transmission à courants porteurs ?

Remarque. — Il est souhaitable de spécifier une limite de 500 pW0p environ (moyenne de toutes les voies du système) pour le bruit dans les liaisons terminales (voir la remarque de l'Avis G.123 B, a, 3). Cette limite est difficile à atteindre dans le cas des systèmes de transmission à courants porteurs réalisés sur la base des objectifs nominaux indiqués dans l'Avis G.222, d pour la puissance du bruit produit par des équipements de modulation de voie.

Question 14/XV. — Valeurs limites de la distorsion de temps de propagation de groupe pour un couple d'équipements d'émission et de réception de voie d'une installation terminale*(Question nouvelle)*

Etant donné que:

- le C.C.I.T.T. ne recommande pas de valeurs limites pour le temps de propagation de groupe aux différentes fréquences et se contente d'indiquer, à titre d'information, quelques valeurs mesurées sur un couple d'équipements et des valeurs typiques pour douze couples d'équipements (Avis G.232, C);
- il pourrait être utile de fournir aux constructeurs des indications pour l'étude des équipements,

- a) Ne serait-il pas souhaitable de formuler des recommandations sur les valeurs limites de la distorsion de temps de propagation de groupe pour un couple d'équipements d'émission et de réception de voie ? Quelles devraient être ces limites ?
- b) Pour quelle bande de fréquences est-il utile d'indiquer des limites strictes que la distorsion de temps de propagation de groupe ne devrait pas dépasser dans un couple d'équipements d'émission et de réception de voie ?

Remarque. — L'Administration italienne a proposé les limites suivantes pour la bande de 500 à 2800 Hz, par rapport au minimum (au-dessous de 500 Hz et au-dessus de 2800 Hz, les limites devraient être bien moins strictes):

de 500 à 600 Hz	3 ms
de 600 à 1000 Hz	1,5 ms
de 1000 à 2600 Hz	0,5 ms
de 2600 à 2800 Hz	3 ms

Question 15/XV. — Régulateurs de ligne, de groupe primaire, etc.

(Suite des Questions 15/XV, 26/XV et 11/XV point A, étudiées en 1968-1972)

A quelles recommandation doivent satisfaire les régulateurs de ligne, de groupe primaire, de groupe secondaire, etc., au point de vue:

- a) de la stabilité dynamique d'une liaison,
- b) de la protection contre les bruits et les signaux perturbateurs ?

Remarque 1. — On trouvera dans l'Annexe 1 les résultats auxquels ont abouti les études faites entre 1968 et 1972 et un programme de travail pour la période 1973-1976. L'annexe 2 est une contribution de l'Italie.

Remarque 2. — L'étude de la partie a devrait en particulier conduire à préciser ou même peut-être à modifier la clause de l'Avis G.214 relative à la stabilité dynamique du système de régulation de ligne pour les systèmes en câble.

Remarque 3. — Pour la partie b, voir les Avis G.232, G.233, G.241. On s'efforcera de déterminer quelle doit être la sensibilité des régulateurs de groupe primaire et de groupe secondaire à des signaux perturbateurs, permanents ou transitoires, tels que les composantes d'un signal de données ou de fac-similé à large spectre qui tombent au voisinage de l'onde pilote. Le fonctionnement d'un régulateur commandé par onde pilote, en présence de signaux non désirés, dépend d'une façon compliquée des caractéristiques du filtre de sélection, de la loi de détection et de la constante de temps du régulateur; on devra tenir compte de tous ces facteurs en étudiant l'effet des signaux non désirés.

ANNEXE 1 (à la Question 15/XV)

I. OBJECTIF GÉNÉRAL COUVRANT À LA FOIS LES SECTIONS DE RÉGULATION DE LIGNE ET LES RÉGULATEURS DE GROUPES (PRIMAIRES, SECONDAIRES, ETC.)

I.A Classification des types de régulateurs en deux familles

Les régulateurs peuvent être classés en deux familles principales:

1. Ceux pour lesquels le gain d'amplification dépend linéairement du niveau de l'onde pilote à l'entrée, et qu'on désignera par l'expression régulateurs de type 1;
2. Ceux pour lesquels le gain d'amplification ne varie pas tant que les variations du niveau de l'onde pilote à la sortie restent inférieures à une certaine limite. Parmi les régulateurs appartenant à cette dernière famille, il importe de distinguer:

— Ceux dont le gain d'amplification est une fonction continue du niveau d'entrée de l'onde pilote à partir du moment où le niveau de sortie de cette onde pilote a franchi les limites fixées (régulateurs de type 2),

— Ceux dont le gain d'amplification varie par bonds, le rapport entre le niveau de l'onde pilote à l'entrée et le gain d'amplification étant donné par une fonction en échelon. Un régulateur appartenant à cette famille est dit respectivement de type 3 ou de type 4 suivant qu'il est en permanence connecté à l'amplificateur ou suivant qu'il n'y a qu'un récepteur d'onde pilote pour commander l'un après l'autre un certain nombre d'amplificateurs; chaque amplificateur doit alors comporter une mémoire pour enregistrer le gain du répéteur jusqu'au cycle de mesure suivant.

I.B Définition des paramètres essentiels des régulateurs de chaque type

I.B.1 Régulateurs de la première famille (type 1)

Leurs caractéristiques essentielles sont:

- le taux de compression;
- le gain d'enveloppe.

Ces deux caractéristiques sont liées, la diminution du gain d'enveloppe pouvant être obtenue en particulier par la diminution du taux de compression. Un paramètre moins important, et pour lequel il n'est sans doute pas nécessaire d'établir de recommandation, est la vitesse de réponse. Elle varie avec le temps, le point, le fonctionnement et l'écart à corriger.

I.B.2 Régulateurs de la deuxième famille, à l'exclusion des régulateurs de type 2

Ils sont caractérisés par:

- les limites de la zone de variation du niveau du pilote pour laquelle aucune correction de gain n'est apportée, soit $\pm \varepsilon$ (dB); ε est aussi la précision de la régulation;
- l'échelon de correction de gain a (dB) qui est l'unité de correction du gain;
- la temporisation T , temps qui s'écoule entre l'instant t_0 auquel on teste le niveau du pilote hors des limites $\pm \varepsilon$ et le temps t_1 où commence la commande de correction.

Pour ces régulateurs, une première condition de stabilité nécessaire s'exprime par:

$$\frac{a}{2\varepsilon} < 1;$$

s'il n'en est pas ainsi, le niveau du pilote pourra osciller avec une amplitude a crête à crête au rythme T .

La vitesse est donnée, en dB/s, par le rapport a/T . Elle est donc constante.

I.C Objectifs proprement dits

Si l'on considère la liaison en groupe primaire la plus générale établie sur plusieurs sections de régulation de ligne, les objectifs suivants devraient être atteints:

1. Précision de la régulation

Conformément aux recommandations de l'Avis M.18, l'écart moyen par rapport à la valeur nominale doit être inférieur à 0,3 dB, et l'écart type doit être inférieur à 0,5 dB. Il est tenu compte des tolérances qui peuvent affecter le niveau d'émission du pilote.

2. Stabilité dynamique de la liaison

Le niveau de l'onde pilote de groupe primaire à l'extrémité de la liaison en groupe primaire ne doit pas augmenter ou diminuer de plus de 2 dB lorsqu'il se produit une variation brusque d'affaiblissement de 2 dB en un point quelconque de la liaison.

3. Protection contre les bruits et les signaux perturbateurs

Les signaux perturbateurs de nature variée qui peuvent affecter le fonctionnement de la régulation ne doivent pas faire varier le gain de chaque régulateur de groupe de plus d'une certaine valeur dont la détermination est mise à l'étude.

La réponse à l'extrémité de la liaison doit être inférieure à 0,3 dB quand il se produit une variation périodique de 0,1 dB en un point quelconque de la liaison.

II. CONCLUSIONS

1. Précision de la régulation

Afin de satisfaire à l'objectif de précision de la régulation, les valeurs suivantes pour les régulateurs de groupes primaires seront prises comme base d'étude:

- régulateurs auxquels s'applique la notion de taux de compression: taux de compression supérieur à 10,
- régulateurs avec plage neutre: demi-plage neutre inférieure à 0,5 dB.

2. Etude de la stabilité

2.1 But de l'étude — Définition d'un programme de travail

La Commission XV estime que son rôle n'est pas de garantir que la condition de stabilité énoncée au point 2 du paragraphe *Objectifs* est respectée dans tous les cas d'exploitation possibles, mais d'élaborer, à l'usage des ingénieurs chargés de concevoir et de réaliser les régulateurs, un certain nombre de recommandations qui, si elles sont suivies, doivent assurer le respect de cette condition de stabilité sur la plupart des liaisons en groupe primaire que l'on rencontre en pratique, pour la plupart des variations observées.

Pour cela, la Commission estime nécessaire de définir un modèle de liaison en groupe primaire qui serve de support au raisonnement et qui soit pour l'étude de la régulation ce que sont les circuits fictifs de référence pour les études de bruit. Une telle « liaison fictive de référence » se compose d'un certain nombre de sections de régulation de ligne et d'un certain nombre de régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.). Le nombre de sections de régulation de ligne importe peu, car on suppose qu'il ne se produit pas simultanément de variation brusque d'affaiblissement sur plusieurs sections de régulation de ligne. L'Avis G.214 stipule: « la longueur d'une section de régulation de ligne ne dépassera pas celle d'une section homogène du circuit fictif de référence applicable au type de système considéré ». Le nombre de régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) doit être élevé, sans être exagérément grand. Les études faites par certaines Administrations et l'examen des circuits fictifs de référence de plusieurs systèmes à courants porteurs montrent qu'un nombre de sept semble être une hypothèse raisonnable. Ce nombre a été adopté.

Dans le souci de conserver à l'exploitation le plus de liberté possible, pour que l'emploi de certains types de régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) sur une liaison en groupe primaire ne soit pas subordonné à la nature de la régulation de ligne des systèmes à courants porteurs sur lesquels la liaison en groupe primaire est établie, la Commission XV estime qu'il y a lieu d'élaborer d'une part des recommandations propres à chaque espèce de régulation de ligne, d'autre part des recommandations propres aux différents types de régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.), ces recommandations étant telles que si un système de régulation de ligne et des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) y satisfont chacun en ce qui les concerne, l'ensemble résultant de l'association du système de régulation de ligne et de sept régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) remplisse, sinon à coup sûr, du moins avec une probabilité très élevée, la condition de stabilité qui figure au point 2 du paragraphe *Objectifs*, et cela quelle que soit la nature de la régulation de ligne et des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.). Il est possible qu'un tel objectif ne puisse être atteint qu'à la condition d'imposer à chaque type de régulateur des exigences extrêmement sévères, de nature à en augmenter beaucoup le prix de revient. Si tel est le cas, il conviendra peut-être d'émettre une recommandation tendant à limiter, par exemple, le nombre de régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) d'un type donné sur une liaison en groupe primaire.

La Commission propose le programme de travail que voici:

a) Relever les écarts de niveau des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire observés en exploitation à l'étude des régulateurs de groupes primaires et de groupes secondaires et déterminer la nature de leur distribution. Ces renseignements paraissent indispensables pour pouvoir déterminer avec précision quelles doivent être les caractéristiques des régulateurs de groupes primaires et de groupes secondaires si l'on veut que les recommandations de l'Avis M.18 soient satisfaites.

b) Etablir une classification des principaux modèles de régulateurs existant actuellement. Une classification est donnée ci-dessus, mais elle demande peut-être à être complétée et corrigée.

c) Définir un certain nombre de liaisons en groupe primaire sur lesquelles un système donné de régulation de ligne est associé à certains régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) de types donnés, les régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) pouvant être soit tous du même type, soit de types différents. Il ne semble

pas concevable d'envisager toutes les combinaisons possibles, mais on se bornera aux cas les plus représentatifs, par exemple, régulation de ligne de type 1 et régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) de type 1, régulation de ligne de type 1 et régulateur de groupes (primaires, secondaires, etc.) de type 2.

d) Pour chaque modèle de liaison en groupe primaire défini en b, on cherchera les conditions que doivent remplir d'une part la régulation de ligne, d'autre part les régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.), pour que l'objectif de stabilité soit atteint. Il est souhaitable que cette étude soit à la fois théorique et expérimentale et que les résultats des calculs soient corroborés par des résultats relevés sur des liaisons réelles. Sur une liaison en groupe primaire d'un type donné, l'objectif de stabilité pourra être tenu de plusieurs façons. Pour les conditions à imposer aux équipements, il ne faudra retenir que les plus raisonnables, c'est-à-dire les plus faciles à réaliser en pratique. Exceptionnellement, deux ensembles de conditions pourront être retenus, le choix de l'un d'eux étant reporté à une date ultérieure.

e) Pour chaque régulation de ligne de type donné et chaque régulateur de groupe de type donné, comparer les exigences auxquelles on aboutit en d selon la nature des régulateurs auxquels il est associé, et retenir les exigences les plus sévères. Si l'on arrive à des exigences d'une sévérité jugée excessive, on pourra envisager de les assouplir en introduisant des restrictions concernant l'emploi de certains types de régulateurs.

2.2 *Etude d'un exemple: cas où les régulateurs de ligne et les régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) sont du type 1 (on suppose que la notion de gain d'enveloppe peut s'appliquer pour ces régulateurs)*

Lorsque la fréquence de l'onde pilote principale de régulation est supérieure à la fréquence maximale de la bande utile transmise, comme c'est le cas pour la plupart des systèmes à transistors du type quatre fils sur paires coaxiales récemment normalisés par le C.C.I.T.T., on peut montrer (document COM XV-n° 173 de la période 1968-1972) que la condition de stabilité est remplie si, G_L désignant la somme des gains d'enveloppe des régulateurs de ligne pris individuellement et G_g la somme des gains d'enveloppe des régulateurs de groupe pris individuellement, la quantité $G_L + G_g$ est inférieure à 12 dB.

Si la fréquence du pilote principal de régulation de ligne est située au milieu ou en-deçà de la bande des fréquences utiles, une autre condition doit être recherchée en fonction du type de système (système du type 4 fils, système du type N + N, etc.).

Dans le premier cas, la question se pose de partager la limite de 12 dB entre la régulation de ligne et l'ensemble des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.). Il est proposé soit 8 dB pour la régulation de ligne et 4 dB pour l'ensemble des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.), soit 7 dB pour la régulation de ligne et 5 dB pour l'ensemble des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.). Les Administrations sont invitées à réfléchir sur ce point pour la suite de l'étude. Afin de laisser aux ingénieurs chargés de concevoir les systèmes de régulation le plus de liberté possible, on exclut toute clause éventuelle tendant à fixer des limites à la fréquence pour laquelle le gain d'enveloppe des régulateurs de ligne d'une part et des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) d'autre part, atteint son maximum. Toutefois, afin de minimiser les effets des perturbations provenant des sources d'alimentation en énergie, la recommandation suivante est adoptée par la Commission d'études XV à titre provisoire: au-dessus de 50 Hz, le gain d'enveloppe du système de régulation de ligne d'une part, de l'ensemble des régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) d'autre part, doit être inférieur à 0,5 dB. Il est précisé, et cela est valable d'une façon générale, que l'on doit mesurer ce gain d'enveloppe en adoptant une valeur de 0,1 dB pour la perturbation de l'onde pilote à l'entrée du régulateur.

3. *Protection contre les bruits et les perturbateurs*

Les Administrations sont invitées à fournir des contributions en se référant aux points suivants:

3.1 *Protection contre les bruits et les perturbateurs*

Le fonctionnement de la régulation peut être affecté par des signaux de nature variée. On les énumère ci-dessous et l'on renvoie, chaque fois qu'il est possible, aux Avis indiquant la limite que leur niveau ne doit pas dépasser si l'on veut que la perturbation reste acceptable:

- courants de conversation (voir Avis G.232, M, a et M, b),
- courants de signalisation (Avis G.232, Annexe 2),
- bruits de ligne (Avis G.241, d),
- signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.).

Pour la dernière catégorie de signaux, l'étude est à faire.

Quelle que soit la nature du signal perturbateur, la variation du gain du régulateur qui en résulte ne doit pas dépasser une valeur dont la détermination est mise à l'étude.

3.2 Perturbation quasi périodique

Celle-ci peut résulter d'une perturbation due à la mauvaise suppression d'une fréquence pilote (de la section de régulation précédente, par exemple) et/ou d'une modulation d'amplitude d'une fréquence pilote due aux harmoniques du courant et/ou d'une perturbation due à des composantes de fréquence non désirée correspondant à la bande passante d'un filtre d'onde pilote, etc.

La réponse à l'extrémité d'une liaison en groupe primaire doit être inférieure à 0,3 dB quand il se produit une variation quasi périodique de 0,1 dB en un point quelconque de la liaison.

Comme on l'a fait à propos de la stabilité dynamique, il convient de distinguer trois cas :

- a) les régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) sont tous du type 1;
- b) les régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) appartiennent tous à la deuxième famille définie au paragraphe I.A.2;
- c) certains régulateurs de groupes (primaires, secondaires, etc.) sont du type 1, les autres appartenant à la deuxième famille.

Dans le cas a, si l'objectif qu'on s'est assigné en ce qui concerne la stabilité dynamique est respecté, celui que l'on vient d'énoncer pour ce qui est de la réponse à une perturbation quasi périodique sera lui aussi atteint.

Quant aux régulateurs de la deuxième famille, ils sont peu sensibles à une variation de faible amplitude (inférieure à 0,2 dB) du niveau de l'onde pilote.

ANNEXE 2 (à la Question 15/XV)

Résumé des contributions de l'Italie

1. Réponse d'une chaîne de régulateurs à des perturbations brusques

Tous les régulateurs considérés sont de type 1.

1.1 Régulateurs linéaires

1.1.1 Au tome III du *Livre Blanc*, Question 15/XV, Annexe 1: on part de la formule $G = G_L + G_g$ pour fixer une limite au gain d'enveloppe total d'une liaison, dans le but de remplir la condition de stabilité énoncée au paragraphe B de la même Annexe.

On s'appuie encore sur cette formule pour fixer les quotes-parts du gain d'enveloppe à assigner à l'ensemble des régulateurs de ligne et à l'ensemble des régulateurs de groupe.

Il y a lieu de remarquer que cette formule, si l'on conserve les hypothèses faites au paragraphe C, n'est valable que dans le cas où les variations brusques initiales seraient réparties, en fonction de la fréquence, suivant la loi $\sqrt{f}$, c'est-à-dire suivant la même loi que les variations d'affaiblissement produites par les régulateurs de ligne. On estime cette hypothèse trop restrictive pour une étude générale du problème de la stabilité; il est plus probable que la valeur de ces variations est indépendante de la fréquence, de même que les impédances au point où ces variations se produisent.

C'est pourquoi, afin de donner à l'étude un caractère plus général, on adopte comme fonction de transfert l'expression:

$$\frac{\delta_f}{\Delta_0} = \left[1 + \rho (A^n - 1) \right] A^m = (1 - \rho) A^m + \rho A^{m+n} \quad (1)$$

qui, pour tous les systèmes à courants porteurs normalisés par le C.C.I.T.T., représente bien la réalité.

Les symboles figurant dans cette formule ont la signification suivante:

- δ_f = variation en pourcentage de l'amplitude de n'importe quelle composante spectrale du signal transmis;
 Δ_0 = variation en pourcentage de l'amplitude de chaque onde pilote;
 $\rho = \sqrt{\frac{f}{f_0}}$ $\left\{ \begin{array}{l} f = \text{fréquence de n'importe quelle composante spectrale du signal transmis;} \\ f_0 = \text{fréquence de l'onde pilote de ligne;} \end{array} \right.$
 A = fonction de transfert des régulateurs de ligne et de groupe;
 n = nombre de régulateurs de ligne;
 m = nombre de régulateurs de groupe.

Une vérification expérimentale de la partie $A^n - 1$ de (1) est présentée à la figure 1.

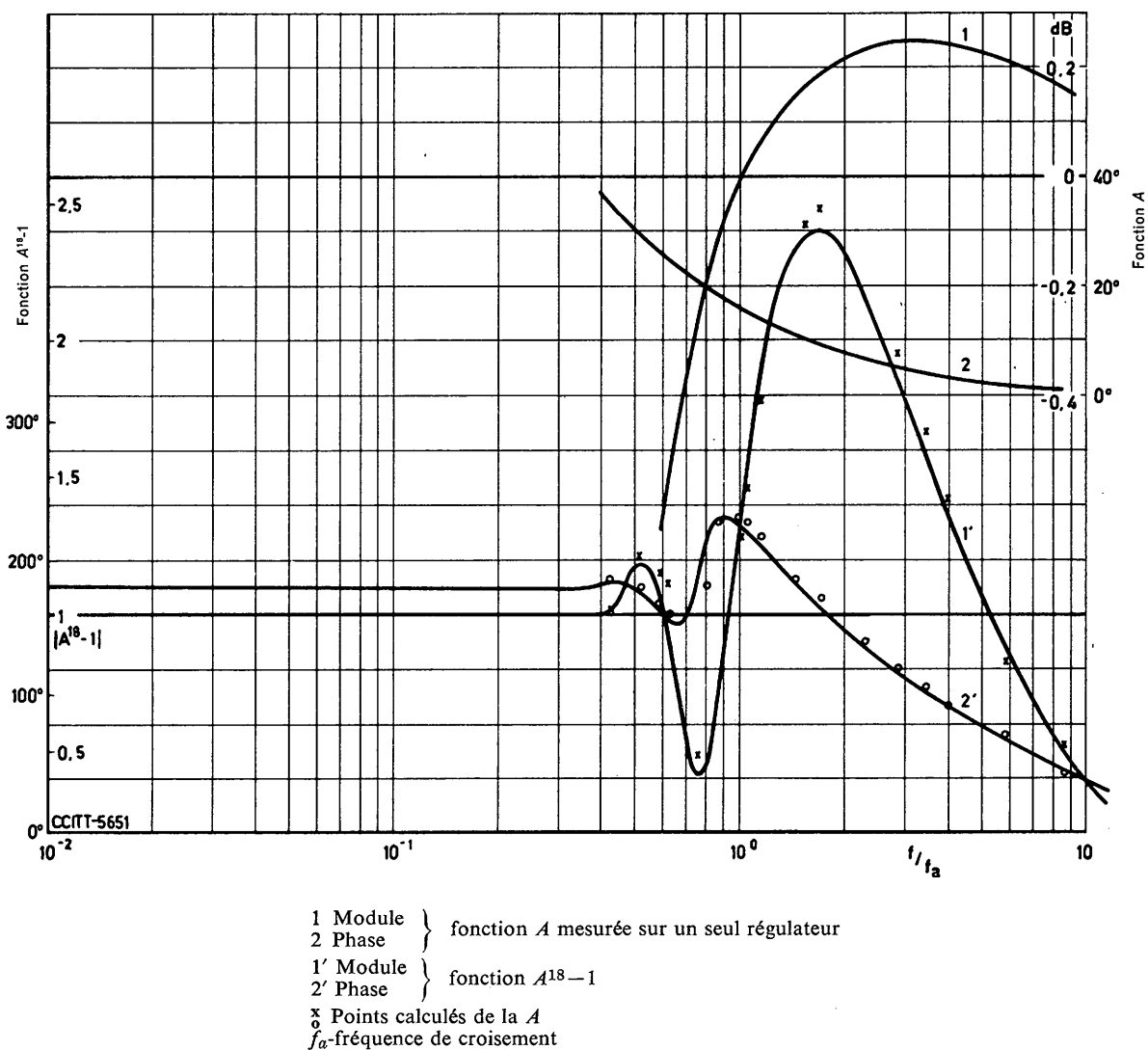


FIGURE 1. — Vérification expérimentale de la fonction de transfert $A^{18} - 1$ sur une chaîne de 18 régulateurs type 1

1.1.2 La variation de niveau $\delta(\theta)$ en fonction du temps (θ temps adimensionnel; voir appendice) à la sortie du dernier régulateur de groupe, donnée par l'entégrale de Laplace.

$$\delta(\theta) = \frac{\Delta_0}{2\pi j} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\delta_f}{\Delta_0} \frac{1}{S} e^{s\theta} ds \quad (2)$$

peut, alors, être interprétée comme la somme de deux oscillations :

- Une oscillation due à la chaîne composée des n régulateurs de ligne en cascade avec les m régulateurs de groupe. La fonction de transfert résultante A^{n+m} de cette chaîne correspond justement à la formule $G = G_L + G_g$ susmentionnée.

$$\alpha) \frac{\rho \Delta_0}{2\pi j} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{A^{n+m}}{S} e^{s\theta} ds$$

- Une oscillation due à la chaîne des m régulateurs de groupe et plus lente que la première. Cette oscillation additionnelle provient des écarts $(1-\rho)\Delta_0$ entre les variations brusques initiales (supposées réparties uniformément) et les variations de gain produites par les régulateurs de ligne (réparties suivant la loi $\sqrt{f}$). L'importance de ces écarts dépend du facteur ρ , c'est-à-dire de la position que le groupe considéré occupe dans la bande transmise.

$$\beta) \frac{(1-\rho)\Delta_0}{2\pi j} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{A^m}{S} e^{s\theta} ds$$

1.1.3 Si la fonction de transfert A correspond au modèle de régulateur à deux constantes de temps présenté dans l'Appendice, une analyse du comportement des oscillations α et β permet de distinguer deux cas :

- a) *Systèmes où l'onde pilote de ligne se trouve à l'intérieur de la bande transmise* (par exemple : systèmes à tubes à vide).

Dans de tels cas ($\rho > 1$) (figure 2), la variation de gain produite par les régulateurs de ligne devient excessive pour les groupes situés au-delà de l'onde pilote de ligne ($p = 1,7$ valeur maximale), de sorte que l'oscillation β ne se retranche pas de l'oscillation α mais que, comme elle est plus lente que cette dernière, le premier dépassement résultant est supérieur au premier dépassement de l'oscillation α .

Un calcul simple permet de conclure qu'il n'est pas possible, en général, de remplir la condition de stabilité pour tous les groupes du système transmis. Il se peut, en effet, que pour des systèmes où la différence entre l'onde pilote de ligne et le dernier groupe transmis n'est pas trop grande, on puisse encore remplir la condition de stabilité ; cela, cependant, ne serait possible qu'au prix d'une limitation sensible du gain d'enveloppe total, au détriment des systèmes de capacité plus grande et plus importants, où les régulateurs sont plus nombreux.

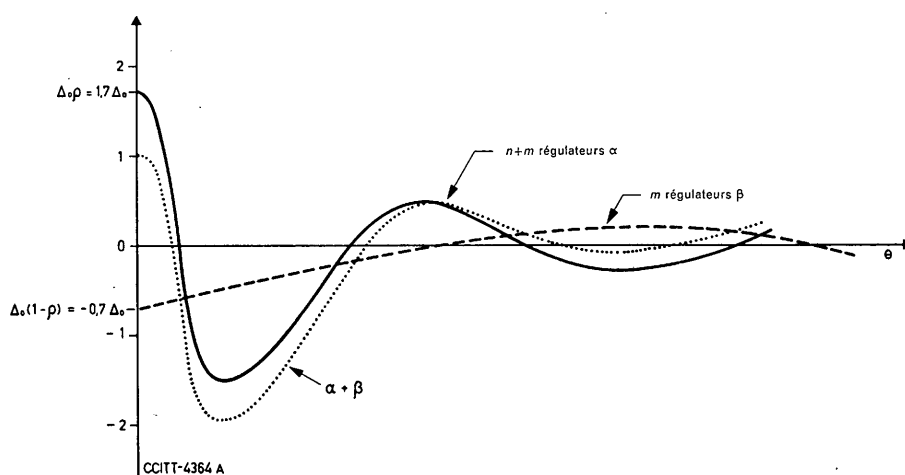


FIGURE 2. — Les deux types d'oscillation qui peuvent se produire sur les liaisons à tubes à vide

- b) *Systèmes où l'onde pilote de ligne se trouve au-delà de la limite supérieure de la bande transmise* (par exemple : systèmes à transistors).

Dans de tels cas (figure 3), la variation de gain produite par les régulateurs de ligne est, pour tous les groupes transmis, inférieure à celle qui serait nécessaire pour compenser la variation de niveau initiale ($\rho < 1$), mais l'oscillation additionnelle β , lorsque le rapport n/m est petit, ce qui est le cas le plus défavorable, pourrait encore rendre le premier dépassement résultant supérieur au premier dépassement de l'oscillation α .

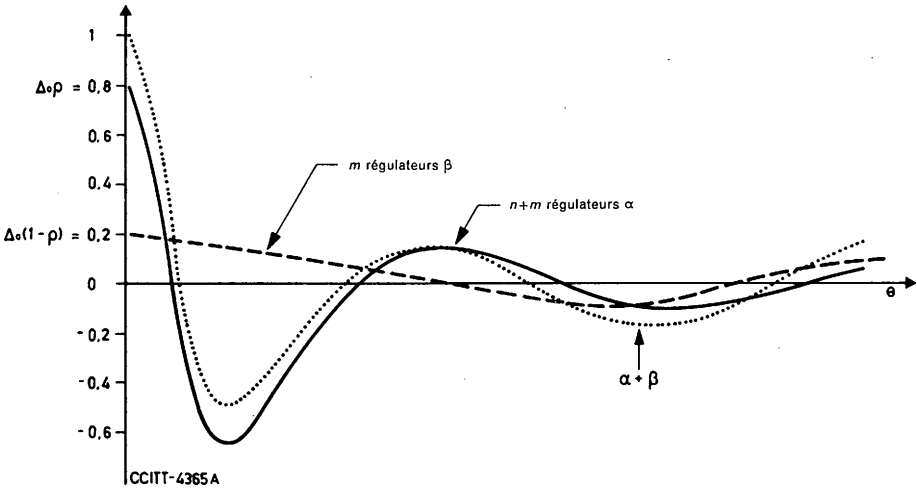


FIGURE 3. — Les deux types d'oscillation qui peuvent se produire sur les liaisons à transistors

Une analyse détaillée permet de conclure que, pour respecter l'objectif de stabilité, il suffit de limiter à 12 dB (voir appendice) le gain d'enveloppe total de la chaîne composée des $n + m$ régulateurs.

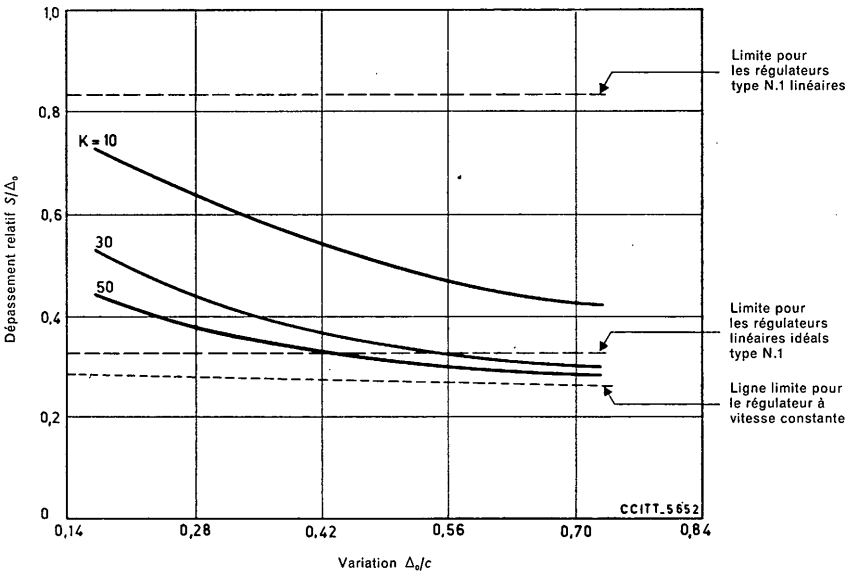
Ce n'est donc que dans ce cas que la formule $G = G_L + G_g$ peut être encore tenue pour valable.

1.2 Régulateurs non linéaires

Lorsqu'on met en œuvre des procédés destinés à réduire le nombre des constantes de temps, on rend aussi plus linéaire le comportement du régulateur.

Toutefois la plage de linéarité d'un régulateur étant toujours limitée, des phénomènes de compression des dépassements peuvent se produire au cours de la régulation, et cela d'autant plus facilement que les variations brusques Δ_0 et le taux K sont plus grands.

A la figure 4, on montre un exemple résumant ce comportement dans l'hypothèse où le gain d'enveloppe maximal de chaque régulateur serait maintenu constant (égal à 0,8 dB)



Remarque. — C est la variation de gain maximale qu'un régulateur peut produire (1 %).

FIGURE 4. — Chaîne de dix régulateurs non linéaires. Effet du taux de compression K et de la variation brusque $\frac{\Delta_0}{C}$ sur le dépassement relatif ($C = 36 \%$)

Le premier dépassement relatif y apparaît compris entre la limite supérieure des régulateurs tout à fait linéaires (voir appendice, figure 7) et la limite inférieure qu'on a déjà calculée pour les régulateurs à vitesse constante de type continu et sans retard ¹.

Ces résultats sont dus à ce que les régulateurs tendent à fonctionner comme si leur boucle de commande était ouverte, d'autant plus longtemps que le taux de compression K et la variation Δ_0 sont plus grands.

On peut alors en tirer la conclusion que la valeur de 12 dB fixée pour le gain d'enveloppe total des régulateurs de type 1 linéaires est une limite supérieure à ne jamais dépasser, même si les régulateurs de ligne et de groupe peuvent être non identiques entre eux.

Finalement, il est à remarquer que, même si le gain d'enveloppe total est 12 dB, la non-linéarité d'un régulateur est une ressource qui, si elle est suffisante, permet de remplir la condition de stabilité même dans les cas des systèmes de transmission susmentionnés où cela n'était pas possible, le pilote de ligne se trouvant à l'intérieur de la bande transmise.

Dans ces cas, il sera évidemment nécessaire de mesurer le gain d'enveloppe avec de petits taux de modulation (1 à 2 %) afin que sa signification soit conservée.

2. Réponse d'une chaîne de régulateurs de type 1 aux petites perturbations périodiques ou quasi périodiques

2.1 Régulateurs linéaires

2.1.1 Ces perturbations peuvent affecter les ondes pilotes (voir tome III, *Livre Blanc*, Question 15/XV, Annexe 2); si tel est le cas, la situation la plus défavorable est celle où la perturbation affecte l'onde pilote de ligne.

La formule (1) réécrite ci-dessous sous la forme:

$$\delta_f = \rho \Delta_0 A^m \sqrt{1 + A^{2n} - 2 A^n \cos n \varphi} \quad (3)$$

$(\varphi = \text{déphasage de } A)$

donne la grandeur que la perturbation initiale Δ_0 peut atteindre au bout d'une liaison, quel que soit le système. On ne pourrait donc jamais déduire cette grandeur du seul gain d'enveloppe total G .

En effet, en se bornant à considérer le groupe le plus défavorisé d'un système moderne du type indiqué au point 1.1.3 b ($\rho = 1$), et si l'on suppose que:

- a) la valeur de la perturbation à l'origine d'une section de régulation est $\Delta_0 = 0,1$ dB,
- b) le gain d'enveloppe total de 12 dB (A^{n+m}) est partagé en 8 dB (A^n) pour les régulateurs de ligne et en 4 dB (A^m) pour les régulateurs de groupe,

et si l'on préfère ne pas se lier à des modes de réalisation particuliers du système de transmission de ligne (ce qui obligerait à choisir une valeur pour n), la perturbation finale peut atteindre la valeur absolue maximale de la formule (3), c'est-à-dire 0,6 dB environ. Une valeur de 0,3 dB ne pourrait pas être imposée. On devrait tenir compte, pour apprécier ces résultats, de tous les types de signaux qu'on pourrait transmettre; les signaux visiophoniques, par exemple, seraient les plus sensibles.

En passant, il y aurait lieu de remarquer aussi qu'il pourrait être nécessaire d'adopter une valeur supérieure à 40 dB pour la limite inférieure de l'affaiblissement des filtres de suppression de l'onde pilote, situés entre deux sections de régulation adjacentes, le battement entre les pilotes de ces sections étant une source de perturbation périodique.

2.1.2 La même formule (3) permettrait d'établir la quote-part du gain d'enveloppe total à assigner à l'ensemble des régulateurs de groupe (A^m), une fois fixée la valeur admissible la plus grande qu'une perturbation peut atteindre au bout d'une liaison; toutefois, les résultats de (3) n'étant pas critiques, il convient de conserver le partage 8/4 dB jusqu'ici retenu pour le gain d'enveloppe total, car on estime qu'il représente le meilleur compromis entre la valeur que l'on peut admettre finalement pour la perturbation et une réalisation économique et facile des régulateurs.

¹ H. Keil, *Frequenz*, 1970.

2.2 Régulateurs non linéaires

Si les régulateurs d'une liaison présentent une non-linéarité très marquée (taux de compression élevé), des phénomènes non linéaires peuvent apparaître même si les perturbations sont petites. La probabilité de ces événements, toutefois, est d'autant plus grande que la vitesse de développement des perturbations est plus élevée. Dans ce cas les régulateurs tendent à produire des écarts de niveau additionnels δ qui, s'ajoutant aux écarts δ_0 dus aux variations de niveau saisonnières, font baisser le rendement de compression ¹, d'autant plus que le taux de compression K est plus grand.

A la figure 5, on présente, comme exemple, une caractéristique de régulation (écart de niveau moyen à la sortie du régulateur en fonction de l'écart de niveau saisonnier Δ à l'entrée) calculée d'une part dans le cas où la perturbation, d'amplitude Δ_0 , se déroule très lentement (taux de modulation $\frac{\Delta_0}{C} \simeq 0$), d'autre part dans le cas où la perturbation se déroule sinusoidalement à une fréquence égale à celle du gain d'enveloppe maximal (taux de modulation $\frac{\Delta_0}{C} \neq 0$) ^{2, 3}.

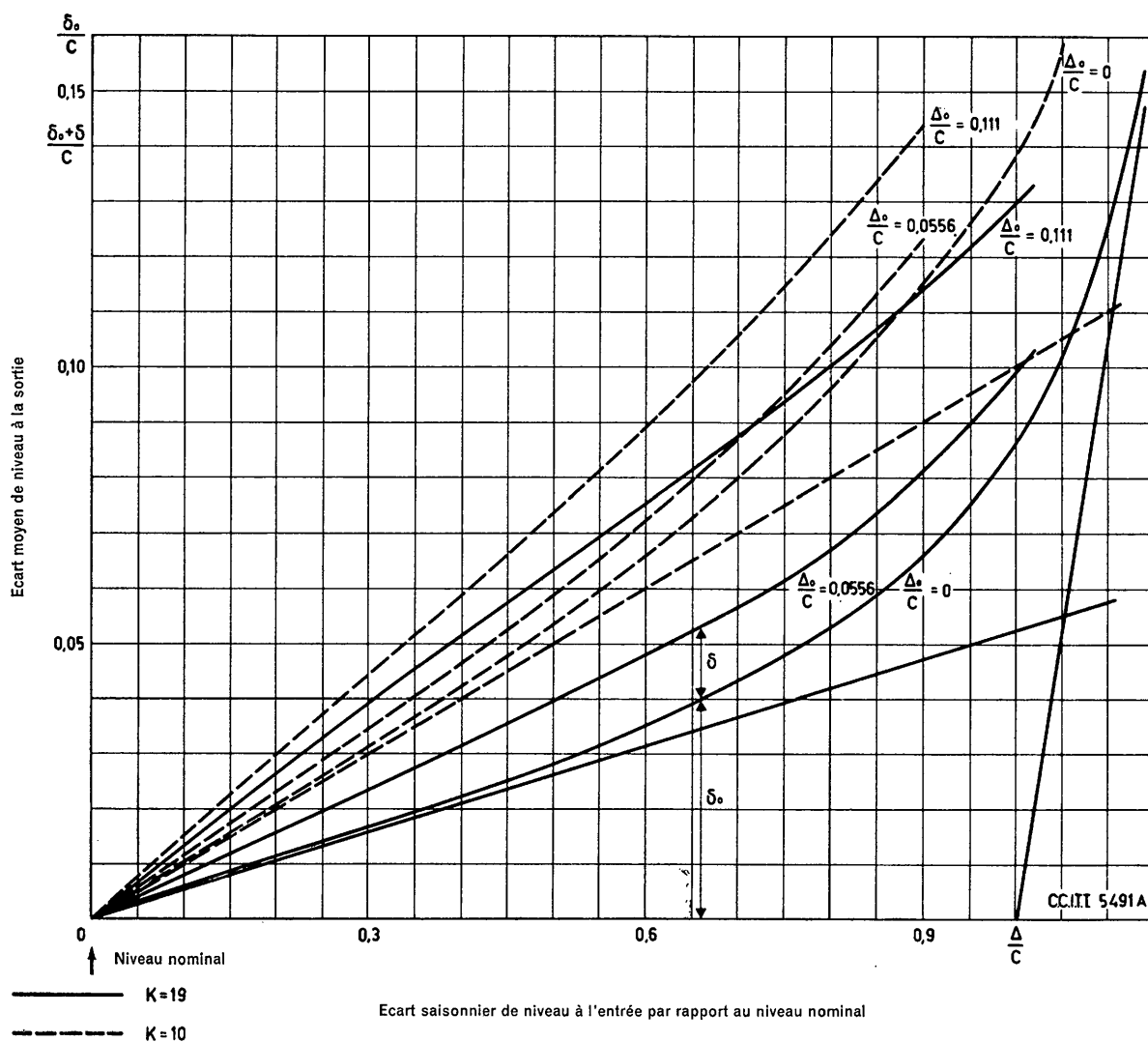


FIGURE 5. — Ecart moyen de niveau à la sortie du régulateur non linéaire quand la perturbation Δ_0 se déroule très lentement ($\frac{\Delta_0}{C} \simeq 0$) ou bien sinusoidalement avec une fréquence correspondant au gain d'enveloppe maximal et un taux de modulation $\frac{\Delta_0}{C}$ avec ($C = 36\%$)

¹ Défini comme le rapport $\frac{\delta_0}{\delta_0 + \delta}$.

² La valeur $\frac{\Delta_0}{C} = 2,78$ correspond à un taux de 1 %.

³ C est la même constante qu'à la figure 3.

Par conséquent, si l'on veut satisfaire à l'Avis M.18 d'une façon plus efficace, il y aurait lieu de recommander aussi une plage de fréquence minimale, où les régulateurs devraient assurer la correction sans écart additionnel.

En conclusion, des régulateurs non linéaires peuvent bien présenter une marge de sécurité plus grande en ce qui concerne les perturbations brusques, mais ils peuvent aussi donner lieu à des défauts d'égalisation indésirables et inutiles si les ondes pilote sont affectées par des perturbations périodiques ou quasi périodiques.

Il est à remarquer que ces effets peuvent se produire même avec des perturbations auxquelles les régulateurs seraient, au contraire, tout à fait insensibles s'ils étaient linéaires; les résultats de la figure 5 peuvent être valables même si la fréquence de modulation du pilote est très supérieure à celle qui a été considérée pour établir cette figure, car c'est la partie non linéaire du régulateur qui crée des perturbations indirectes à fréquence zéro auxquelles donc le régulateur est bien sensible. Cela signifie que les régulateurs non linéaires offrent moins de « résistance » aux petites perturbations.

APPENDICE

Pour les régulateurs de ligne comme pour les régulateurs de groupe, nous adopterons la fonction de transfert suivante (figure 6):

$$A = \frac{\frac{1}{K} + \alpha S + \beta S^2}{1 + \alpha S + \beta S^2} \quad (4)$$

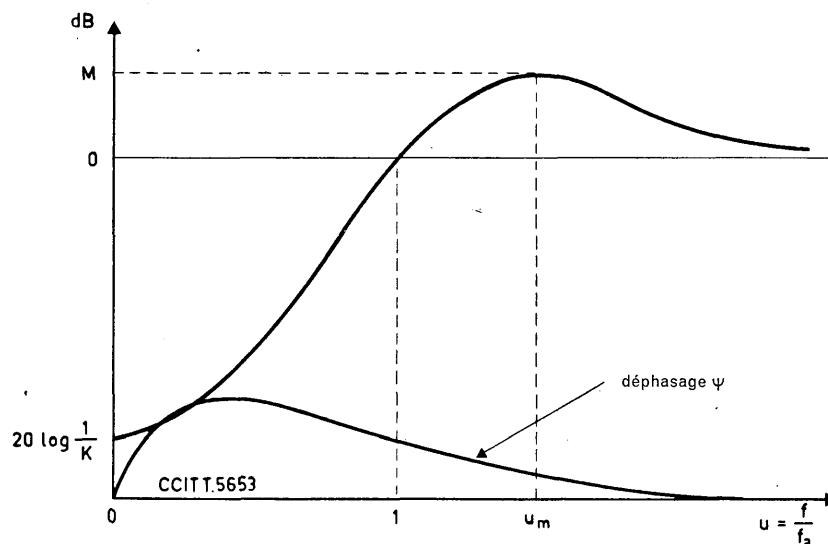
dont les symboles ont la signification suivante:

$$K = \text{taux de compression}; \quad \alpha = \sqrt{\frac{P K^2 - 1}{2 K^2}};$$

$$S = j \frac{f}{f_a} = j u;$$

$$f_a = \text{fréquence de croisement} \quad \beta = \frac{K + 1}{2 K};$$

P = paramètre lié au gain d'enveloppe maximale (voir formule 5).



$$A = \frac{\frac{1}{K} + \alpha S + \beta S^2}{1 + \alpha S + \beta S^2}$$

$$M = 20 \log_{10} \sqrt{1 + \frac{2}{P - 1 + \sqrt{1 + 2P \frac{K + 1}{K - 1}}}}$$

FIGURE 6. — Fonction de transfert d'un modèle de régulateur à deux constantes de temps

Ce choix se justifie par les considérations que voici :

a) Comparée à d'autres, cette fonction reflète déjà elle-même assez fidèlement le comportement des thermostances, qui sont la cause fondamentale des phénomènes d'instabilité des liaisons, l'effet de la deuxième constante de temps étant le plus remarquable ;

b) Si l'on estimait que cette fonction est incomplète, on pourrait y ramener toute autre fonction après avoir pris certaines précautions pour réduire l'importance des autres constantes de temps, compte tenu que des constantes de temps plus petites que la deuxième peuvent donner lieu à des phénomènes négligeables lorsque le nombre de régulateurs n'est pas trop élevé, comme c'est le cas des systèmes sur paires coaxiales modernes ;

c) Cette fonction correspond exactement à la constitution des régulateurs de groupe modernes ;

d) Cette fonction, enfin, permet d'élargir au maximum les limitations relatives au gain d'enveloppe total d'une liaison, en même temps qu'elle permet de tenir compte des causes des phénomènes d'instabilité.

La formule (4) montre déjà, d'une façon évidente, que la grandeur des dépassements se produisant sur une chaîne de régulateurs ne dépend que du paramètre K et du gain d'enveloppe maximal M , M étant donné par la formule suivante :

$$M = 20 \lg_{10} \sqrt{1 + \frac{2}{P - 1 + \sqrt{1 + 2P \frac{K + 1}{K - 1}}}} \quad (5)$$

Si $K > 5$ — condition toujours remplie en pratique, c'est le seul gain d'enveloppe maximal qui détermine la grandeur des dépassements relatifs.

A la figure 7 on peut voir le premier dépassement relatif en fonction du nombre de régulateurs en tandem et du paramètre M : les courbes coupent la droite $\frac{S}{A_0} = 1$ au point où $n \cdot M \simeq 12$ dB.

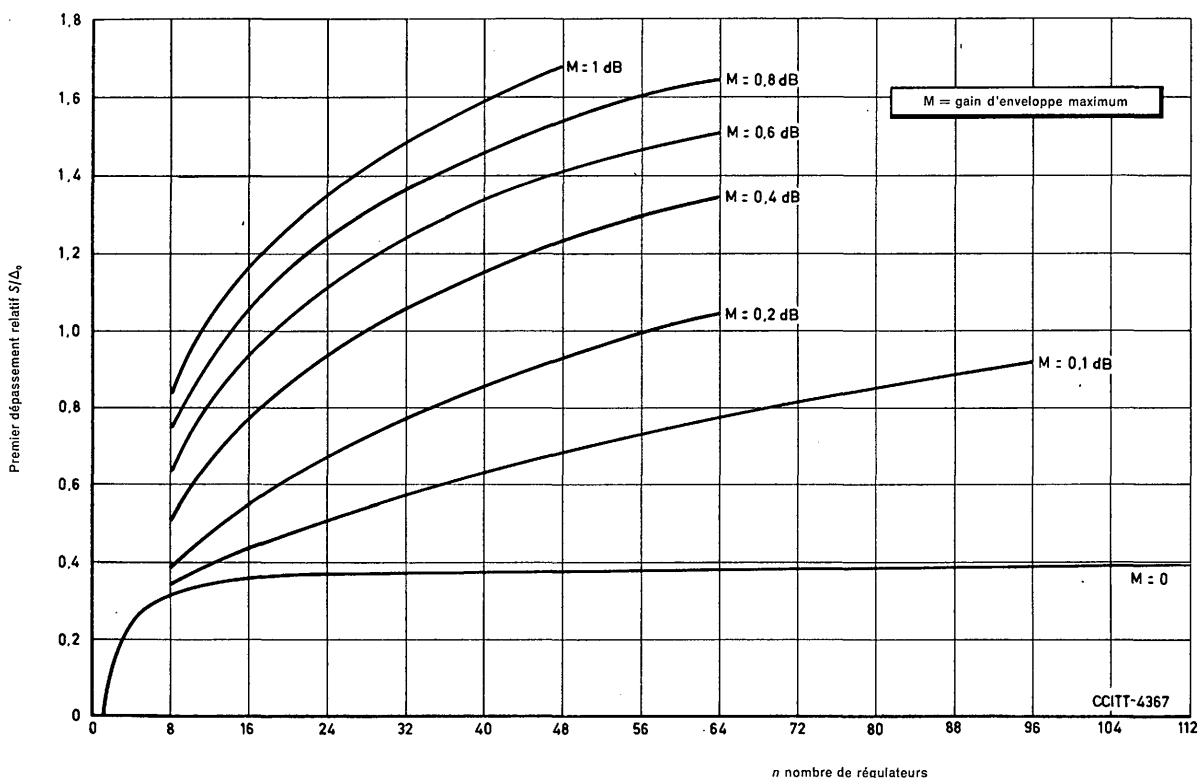


FIGURE 7. — Premier dépassement balistique de n régulateurs en tandem dans le cas d'un taux de compression supérieur ou égal à 10

Le paramètre f_a , enfin, établit l'échelle du temps réel t , le temps adimensionnel de la formule (2) étant $\theta = 2\pi f_a t$; c'est donc une mesure de la vitesse à laquelle les oscillations se développent, ainsi que de leur durée. Ainsi est-il établi qu'à des dépassements de valeur donnée peuvent être associées des oscillations de n'importe quelle durée.

Question 16/XV. — Systèmes à 10 800 voies sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm

(Suite de la Question 20/XV étudiée en 1968-1972)

a) Quelle est la meilleure façon de porter à 10 800 le nombre de circuits que peut transmettre une paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisée par le C.C.I.T.T. ?

b) En particulier, sur quels points doit-on compléter l'Avis G.331 pour qu'il soit applicable aux paires coaxiales 2,6/9,5 mm utilisables avec des systèmes à 60 MHz ?

Remarque 1. — Pour répondre aux parties a et b de cette question, il y a lieu de compléter les clauses des Avis G.333 et G.331; les Annexes 1 et 2 indiquent un certain nombre de points à étudier.

Remarque 2. — L'Annexe 3 contient les propositions présentées par la République fédérale d'Allemagne.

ANNEXE 1
(à la Question 16/XV)

Liste des points à étudier dans le cadre de la révision de l'Avis G.333

Les paragraphes de la présente Annexe correspondent à ceux de l'Avis G.333.

b.1 Ondes pilotes de régulation de ligne

Peut-on limiter le nombre d'ondes pilotes auxiliaires de régulation ?

b.3 Ondes additionnelles de mesure

Une stabilité de fréquence de 10^{-5} a été recommandée à titre provisoire; on devrait étudier si une limite plus stricte doit être recommandée à l'avenir.

d) et c.2.5 Voies à faible bruit

Il semble prématuré de donner actuellement des indications sur cette question. On ne sait pas encore si l'on peut espérer trouver ces voies dans les groupes quaternaires occupant une position médiane; cela dépendra du point de savoir si l'on pourra maintenir ces groupes dans leur position, ou s'il faudra avoir recours à un transfert totalement aléatoire pour atteindre les objectifs de bruit dans le reste de la bande. Cette question pourra être examinée une fois que l'on aura terminé les études mentionnées ci-dessus.

Il y a lieu d'étudier quelles sont les précautions à prendre dans le projet de construction du système pour qu'il soit possible d'obtenir environ 10 % de voies à 1 pW/km et 30 % de voies à 1,5 pW/km, comme l'a prévu la Commission mixte spéciale C.

Ce point doit rester à l'étude. L'appendice à cette Annexe donne des résultats de mesures effectuées par la N.T.T.

Il a été noté que l'Administration française et le Post Office du Royaume-Uni ont l'intention de mettre en service expérimental des systèmes à 60 MHz en 1973 et fourniront des contributions.

Remarque. — Dans l'étude des recommandations relatives au bruit, on devra tenir compte des travaux de la Commission mixte spéciale C relatifs à la Question 10/C (Circuits fictifs de référence pour systèmes de très grande longueur).

f) *Interconnexion*

On a relevé les valeurs suivantes dans les contributions reçues:

Origine	Niveau à la sortie des répéteurs sur la voie la plus élevée	Préaccentuation
I.T.T.	—17 dBr	6 dB
Suède.	—17 dBr	8 dB
République fédérale d'Allemagne . .	—18 dBr	8 dB, non linéaire
N.T.T.	—20 dBr	12 dB, linéaire (provisoirement) 8 dB, non linéaire (à l'étude)

Les Administrations sont priées de fournir des contributions à ce sujet, dans le but d'arriver à une recommandation ayant une forme analogue au paragraphe f.2 de l'Avis G.341.

On devrait aussi vérifier si l'Avis G.352 est applicable aux systèmes à 60 MHz.

g) *Systèmes de téléalimentation et d'alarme*

On doit étudier l'opportunité d'émettre une recommandation analogue au paragraphe g de l'Avis G.341 (le principe de g.3 étant déjà admis).

Autres points à étudier

1. La question telle qu'elle est posée se rapporte uniquement à la transmission de voies téléphoniques. Les Administrations sont priées d'indiquer dans leurs contributions les possibilités d'utilisation des paires coaxiales 2,6/9,5 mm pour d'autres services utilisant une large bande de fréquences (par exemple, visiophone et télévision), en dehors des cas déjà prévus dans le libellé de la Question 20/XV.

Remarque. — Doit rester à l'étude en liaison avec la Question 4/XV pour la visiophonie.

2. Faut-il réviser les caractéristiques des filtres de transfert de groupe quaternaire pour tenir compte de l'emploi de ces groupes dans le système à 60 MHz?

Dans une note de bas de page relative aux points d, e et f de l'Avis G.242, il est spécifié que l'équipement de transfert de groupe tertiaire ou quaternaire introduit un affaiblissement de 40 dB dans une bande s'étendant jusqu'à 600 Hz au-dessus et 600 Hz au-dessous des fréquences nominales des ondes pilotes de mesure, après transposition. Toutefois, cette grande différence de fréquence n'existe qu'avec des ondes additionnelles de mesure ou des ondes pilotes injectées dans la ligne de transmission avec une tolérance de $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ sur la fréquence à 60 MHz.

L'erreur de fréquence sur les ondes pilotes placées dans la position de fréquence en ligne dans le système à 12 MHz, avec tolérance de $1 \cdot 10^{-5}$, ne dépasse pas ± 120 Hz. L'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime par conséquent que l'affaiblissement dans la bande de ± 600 Hz ne devrait être exigé que pour les filtres de transfert de groupe quaternaire dans le système à 60 MHz.

Pour les filtres de transfert de groupe tertiaire conformes au point d de l'Avis G.242, il suffit de prévoir une bande de ± 120 Hz avec affaiblissement de 40 dB. D'après les considérations exposées au point d, il n'y a pas lieu de spécifier la suppression des ondes additionnelles de mesure lorsqu'on emploie des filtres à coupure raide pour le transfert des groupes quaternaires dans le système à 12 MHz.

3. Réexamen de la valeur de -50 dBm0 proposée à titre provisoire (Avis G.233) pour le résidu de courant porteur dans les équipements de modulation de groupes quaternaires et d'assemblages de 15 groupes secondaires.

4. Diaphonie entre les deux sens de transmission pour respecter les conditions de l'Avis J.18.

5. Méthode de correction de l'affaiblissement d'écho.

APPENDICE
(à l'Annexe 1 à la Question 16/XV)

Renseignements partiels concernant la Question 20/XV (période 1968-1972)
(Contribution de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)

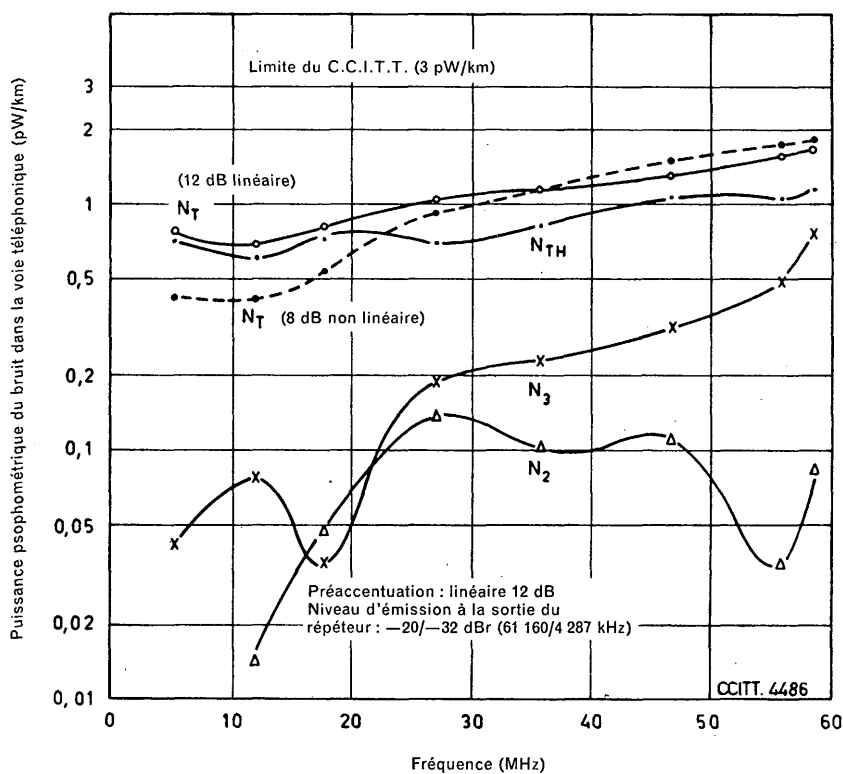
Des essais effectués dans les conditions du service d'un système en câble coaxial à 60 MHz, s'étendant sur environ 61 km entre Fukushima et Koriyama, ont débuté en février 1970 et doivent se poursuivre jusqu'au 1^{er} septembre 1971, pour confirmer la fiabilité et la stabilité de ce système.

Le présent appendice contient certaines données, acquises au cours des essais précités.

Voies à faible bruit

D'après les résultats des expériences, on peut prévoir qu'au moins 10 % et 30 % des voies pourront être utilisées comme voies à faible bruit, à savoir celles dont la puissance psophométrique moyenne de bruit est inférieure à 1 pW/km et à 1,5 pW/km, respectivement.

De plus, compte tenu de l'utilité des voies à faible bruit, nous étudions (voir figure 1) la possibilité d'utiliser une préaccentuation non linéaire d'environ 8 dB pour la téléphonie, la télévision et la visiophonie.



N_T : Puissance totale de bruit
 N_{TH} : Bruit thermique
 N_2 : Produits d'intermodulation de deuxième ordre
 N_3 : Produits d'intermodulation de troisième ordre

FIGURE 1. — Puissance psophométrique du bruit, extrapolée à 280 km

ANNEXE 2
(à la Question 16/XV)

Liste des points à étudier dans le cadre de la révision de l'Avis G.331

Les paragraphes de la présente annexe correspondent à ceux de l'Avis G.331.

A, a *Type de paire coaxiale*

On doit étudier si cet Avis est applicable à une région plus étendue que l'Europe.

A, c

La méthode de correction est à l'étude.

A, c, 2 *Mesures en régime permanent*

Les valeurs de -40 et -41 dB doivent être confirmées ou modifiées.

B, b, 2 *Mesures effectuées au moyen d'impulsions*

On doit étudier la possibilité d'utiliser aussi des impulsions de 50 ns pour les systèmes à 60 MHz.

B, c *Affaiblissement*

On doit préciser la définition de tolérance par section d'amplification pour une fabrication particulière et la valeur à recommander.

ANNEXE 3
(à la Question 16/XV)

Quelques considérations sur le système à 60 MHz
(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

a) *Affaiblissement sur une section d'amplification*

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne utilise le système V10800 avec un affaiblissement moyen de 28,5 dB entre répéteurs à $f = 61,160$ MHz. Si l'on admet pour l'affaiblissement linéique du câble la valeur $\alpha = 18,35$ dB/km ($f = 61,160$ MHz et $T = +10$ °C), cela correspond à une section d'amplification de longueur nominale $l = 1,55$ km. Cette valeur est exactement le tiers de la longueur adoptée en République fédérale d'Allemagne pour les sections d'amplification avec le système V2700 ($l = 4,65$ km) et un sixième de celle adoptée avec le système V960 ($l = 9,30$ km). Ainsi, les longueurs nominales des sections d'amplification dans les systèmes V960, V2700 et V10800 sont respectivement entre elles dans les rapports entiers 6/3/1. Cette particularité est avantageuse dans le cas où l'on veut augmenter la capacité d'une artère en câble pour y établir des systèmes à bande plus large ou lorsqu'on veut faire fonctionner en parallèle sur un même câble des systèmes de types différents.

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne préfère normaliser l'affaiblissement des sections d'amplification plutôt que leur longueur, car cette norme correspond mieux aux possibilités d'adaptation des amplificateurs de ligne eu égard à la dispersion des valeurs de l'affaiblissement entre répéteurs (influence des tolérances appliquées à la longueur des sections d'amplification, du coefficient d'affaiblissement du câble et de la température moyenne du sol).

Si le C.C.I.T.T. souhaite recommander une valeur nominale pour l'affaiblissement entre répéteurs à 60 MHz, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne suggère qu'elle soit de 28 dB à 10 °C (28,5 dB à 61,160 MHz, comme indiqué plus haut, correspond à 28,2 dB à 60 MHz).

b) *Adaptation entre les impédances des répéteurs et du câble*

1. *Transmissions téléphoniques*

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne fait sienne la proposition formulée dans le document COM XV-n° 94, période 1968-1972, page 9, selon laquelle la grandeur N (telle que définie dans l'Avis G.332) devrait être supérieure ou égale à 65 dB à une fréquence supérieure à 17 MHz en exploitation purement téléphonique, et selon laquelle une chute de N est admissible aux fréquences inférieures, sans toutefois que cette grandeur descende au-dessous de 55 dB à $f = 4,3$ MHz, sous réserve que l'écart type σ de la longueur des diverses sections d'amplification soit supérieur ou égal à 10 m.

2. *Transmissions télévisuelles*

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime que la grandeur N devrait être supérieure ou égale à 72 dB dans la portion de la bande des fréquences de ligne assignée aux signaux télévisuels, comme le propose la N.T.T. dans l'Annexe 1 à la Question 20/XV. Dans l'hypothèse où l'écart type σ de la longueur des sections d'amplification est supérieur ou égal à 10 m, on peut escompter, à l'extrémité de réception d'une liaison de 2500 km, que l'écho résultant aura un niveau inférieur à 2,5 % de celui du signal utile. Ce niveau correspond au seuil de perceptibilité.

Remarque. — Pour éviter toute restriction à l'usage de futurs services, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne procède à une étude pour voir si tous les systèmes à 60 MHz doivent satisfaire aux conditions les plus rigoureuses imposées par les transmissions télévisuelles.

c) *Ondes additionnelles de mesure*

Nous proposons pour le système à 60 MHz les fréquences additionnelles de mesure ci-après¹:

<i>Disposition à groupes tertiaires</i>	<i>Disposition à 15 groupes secondaires</i>
au-dessous de 12,5 MHz	
5 608 kHz ²	5 392 kHz ³
6 928 kHz ²	7 128 kHz ³
8 248 kHz	8 248 kHz
8 472 kHz	8 472 kHz
—	8 864 kHz ³
9 792 kHz ²	9 608 kHz ³
11 112 kHz ²	11 344 kHz ³
12 435 kHz	12 435 kHz
au-dessus de 12,5 MHz	
14 408 kHz ²	—
17 488 kHz	17 488 kHz
22 372 kHz	22 372 kHz
26 948 kHz	26 948 kHz
31 344 kHz	31 344 kHz
35 748 kHz	35 748 kHz
40 920 kHz	40 920 kHz
46 748 kHz	46 748 kHz
51 148 kHz	51 148 kHz
55 548 kHz	55 548 kHz

Il serait nécessaire de se mettre d'accord sur la suppression de ces fréquences de mesure en cas de transfert. Comme les plus petits assemblages à transfert direct du système à 60 MHz sont des groupes quaternaires ou des assemblages de 15 groupes secondaires, les fréquences repérées¹ et ² ne peuvent pas être supprimées dans l'équipement de transfert de groupe quaternaire. Elles doivent être bloquées par des filtres d'arrêt spéciaux dans la position fréquence en ligne (selon la loi d'addition 20 dB + 20 dB énoncée dans l'Avis G.243), sinon il faut éviter que des mesures soient faites simultanément dans des sections de régulation adjacentes (voir l'Avis M.50). Il devrait en être de même pour les fréquences de mesure 8248 kHz, 8472 kHz et 12 435 kHz, qui se trouvent effectivement en dehors des groupes quaternaires, mais ne sont séparées du groupe quaternaire adjacent que de 44 kHz et 47 kHz respectivement.

Les autres fréquences de mesure peuvent être affaiblies de 40 dB dans l'équipement de transfert de groupe quaternaire.

¹ *Note du Secrétariat:* Ces fréquences ont été adoptées et figurent dans l'Avis G.333.

² Ces fréquences sont comprises entre deux groupes tertiaires à l'intérieur d'un groupe quaternaire.

³ Ces fréquences sont comprises entre deux groupes secondaires à l'intérieur d'un assemblage de 15 groupes secondaires.

d) *Filtres de transfert de groupe quaternaire dans le système à 60 MHz*

Les conditions auxquelles doit satisfaire le filtre de transfert de groupe quaternaire sont moins rigoureuses dans le système à 60 MHz, qui contient les groupes quaternaires de 2 à 13, que dans le système à 12 MHz, qui comprend les groupes quaternaires de 1 à 3. Les considérations exposées au point c conduisent en effet aux conditions suivantes :

	Système à 12 MHz, filtre de transfert des groupes quaternaires 1 et 2	Système à 60 MHz, filtre de transfert des groupes quaternaires 2 à 13
Bande passante	8516-12 388 kHz	8516-12 388 kHz
Bande éliminée inférieure: séparation par rapport à l'onde pilote de mesure	—	—264 kHz/40 dB
Séparation minimale par rapport au groupe quaternaire adjacent	—144 kHz/80 dB	—312 kHz/80 dB
Bande éliminée supérieure: séparation par rapport à l'onde pilote de mesure	—	+264 kHz/40 dB
Séparation minimale par rapport au groupe quaternaire adjacent	+144 kHz/80 dB	+528 kHz/80 dB

Les calculs montrent que la conception d'un filtre de transfert de groupe quaternaire est deux fois moins compliquée avec une séparation de 312 kHz qu'avec une séparation de 144 kHz. En particulier, on peut le réaliser sans quartz.

Pour savoir s'il est avantageux de mettre en œuvre un modèle simplifié de filtre de transfert de groupe quaternaire dans un réseau en câble à paires coaxiales composé de systèmes à 12 MHz et 60 MHz, plusieurs critères sont à considérer (notamment, l'existence de liaisons de réserve en groupe quaternaire, l'introduction de groupes quaternaires dans la hiérarchie du système, la complexité du réseau, etc.).

Question 17/XV. — Câbles pour systèmes à 10 800 voies

(Question nouvelle)

a) Quels types de câbles permettent de transmettre les systèmes à 10 800 voies de l'Avis G.333 de façon plus économique que la paire coaxiale 2,6/9,5 mm déjà normalisée dans l'Avis G.331 ?

b) Est-il souhaitable de normaliser un nouveau type de paire coaxiale répondant aux conditions de la partie a de cette question ?

Remarque 1. — Pour répondre à cette question, il convient d'étudier essentiellement les points suivants:

1. *Affaiblissement linéique*

Valeurs moyennes et écarts types.

2. *Régularité d'impédance*

2.1 Proposer un cahier des charges type pour la vérification de la régularité d'impédance des paires coaxiales sur longueur de fabrication et sur sections d'amplification.

2.2 Fournir les résultats des mesures effectuées par différentes méthodes sur les diverses paires coaxiales présentées.

3. *Diaphonie*

Il convient de considérer les Avis J.18, G. 221, G. 232, G. 233 et G.242 et la Question 9/XV.

La plupart des spécifications de l'Avis G.331 devraient d'ailleurs pouvoir s'appliquer à de tels câbles.

Remarque 2. — L'annexe ci-après décrit, à titre d'exemple, une paire coaxiale étudiée par une Administration.

Remarque 3. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 13/D (22/XV), point K.

ANNEXE
(à la Question 17/XV)

Caractéristiques d'une paire coaxiale de 3,7/13,5 mm
(Contribution de l'Administration française)

1. Objectif de l'étude

En vue d'améliorer les conditions de transmission des systèmes à 60 MHz, l'Administration française a entrepris l'étude d'un nouveau type de câble spécialement destiné à ce type de transmission.

Les principes de base de cette étude sont :

1. Utiliser les systèmes définis par l'Avis G.333 sans aucune modification ;
2. Rechercher un mode de fabrication aussi économique que possible ;
3. Rechercher un prix optimal pour l'ensemble d'une liaison ;
4. Augmenter la fiabilité et la commodité d'emploi du nouveau système ;
5. Le rendre compatible dans toute la mesure possible avec d'autres systèmes existants ou en cours d'étude et en particulier avec les systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales de 1,2/4,4 mm.

Dans ce but, l'Administration française a étudié une nouvelle paire dont les dimensions sont telles que les sections d'amplification à 60 MHz seront égales à 2 km (longueur des sections d'amplification des liaisons à 12 MHz sur paires coaxiales de 1,2/4,4 mm¹). Le nombre d'amplificateurs d'une liaison est ainsi sensiblement réduit par rapport à ce qu'il serait avec la paire de 2,6/9,5 mm ; il est possible d'assembler jusqu'à 12 paires coaxiales et plus pour les câbles posés en pleine terre.

2. Spécification de la paire

Conducteur central :

cuivre massif « rasé » de diamètre égal à 3,7 mm ;

Isolation :

- disque en polyéthylène à haute densité ; épaisseur 2,3 mm ; écartement : 32 mm ;
- diamètre sur isolation : 13,5 mm ;
- permittivité moyenne : 1,09.

Les disques sont étudiés pour donner une étanchéité longitudinale totale à la paire.

Une version à isolation de type « ballon » (de permittivité 1,12) a également été mise au point et sera utilisée conjointement avec la version à disques sur la liaison expérimentale mentionnée au paragraphe 5.

Conducteur extérieur : tube d'aluminium soudé longitudinalement ;

- épaisseur : 0,7 mm ;
- diamètre intérieur : 13,5 mm ;
- diamètre extérieur : 15 mm.

La fréquence inférieure transmise est égale à 4 MHz ; aucun écran d'acier n'est donc nécessaire pour améliorer les valeurs de diaphonie aux fréquences basses. Cela répond à l'objectif d'économie qui a été recherché dans la fabrication de la paire. Des essais ont d'ailleurs montré que les valeurs de diaphonie obtenues entre 300 kHz et 4 MHz sont supérieures à 150 dB sur longueur de fabrication, ce qui permettrait d'utiliser ces paires même à des fréquences inférieures à 4 MHz. D'autre part, le tube d'aluminium soudé longitudinalement supprime tout problème de diaphonie aux fréquences élevées.

3. Spécifications des câbles

On peut fabriquer des câbles contenant 4, 6, 8, 10, 12 paires coaxiales et plus.

Quelques paires de service ou de localisation de défauts peuvent être logées dans les interstices laissés par les paires coaxiales.

4. Spécifications électriques

Les spécifications électriques du câble sont telles que l'affaiblissement et l'impédance d'une section d'amplification de 2 km de la nouvelle paire coaxiale sont *entièrement identiques*, dans toute la bande des fréquences transmises, à ceux d'une section d'amplification de 1,5 km de paire coaxiale de 2,6/9,5 mm normalisée C.C.I.T.T. (Avis G.331).

¹ Ce choix permet d'avoir les mêmes chambres d'amplification dans le cas où les deux types de paires seraient utilisés simultanément sur une même liaison, soit sous la forme d'un câble coaxial mixte, soit sous la forme de deux câbles posés dans la même tranchée.

L'affaiblissement est exactement le même ($\pm 0,05$ dB près, limite de la précision des appareils de mesure habituellement utilisés) de 4 à 60 MHz. A la fréquence maximale, les valeurs sont :

- Coaxial de 2,6/9,5 mm : 18,2 dB/km, soit 27,3 dB/section
- Coaxial de 3,7/13,5 mm : 13,5 dB/km, soit 27,3 dB/section dans le cas d'une des plus grosses contenances actuellement envisagées (10 ou 12 coaxiaux, dont l'allongement moyen au câblage est égal à 0,9 %).

L'impédance du câble est égale à $74,4 \Omega/\text{km}$ à la fréquence infinie de telle sorte que l'écart d'impédance entre la nouvelle paire et une paire coaxiale de 2,6/9,5 mm normalisée est inférieur à $0,2 \Omega$ dans toute la bande de 4 à 60 MHz. Cet écart est plus petit que la dispersion observée entre les valeurs d'impédance des diverses paires coaxiales de 2,6/9,5 mm fabriquées en France.

5. *Liaison expérimentale*

Une liaison expérimentale de 80 km environ de câble à quatre paires de 3,7/13,5 mm sera installée et mise en service en 1973-1974, afin de mettre au point la fabrication du câble et de ses accessoires, et d'essayer les équipements à 60 MHz. Ultérieurement, cette liaison fera partie d'une liaison internationale beaucoup plus longue, reliant Paris à Bruxelles.

Question 18/XV. — Câbles pour systèmes à plus de 10 800 voies

(Suite de la Question 21/XV étudiée en 1968-1972)

Quels types de câbles le C.C.I.T.T. pourrait-il normaliser pour la transmission de très gros ensembles de circuits à courants porteurs, dépassant 10 800 circuits, ou pour d'autres services utilisant une large bande de fréquences en transmission analogique ?

Remarque 1. — Cette question concerne aussi les modifications à apporter aux Avis relatifs aux paires utilisées pour les systèmes à 10 800 voies ; les guides d'ondes en sont exclus.

Remarque 2. — L'Annexe 1 indique le type de renseignements à fournir pour l'étude de cette question, et l'Annexe 2 les principales caractéristiques de divers câbles décrits dans des contributions présentées au cours des précédentes périodes d'études.

Remarque 3. — Cette question doit être étudiée en liaison avec la Question 13/D (22/XV), point K.

ANNEXE 1 (à la Question 18/XV)

Renseignements à fournir pour l'étude des câbles

1. *Affaiblissement linéique* (valeurs moyennes et écarts types)
2. *Régularité d'impédance*
 - a) Préciser les bases théoriques qui amènent à choisir tel ou tel critère de régularité (affaiblissement de réflexion, réponse impulsive, etc.). Les contributions COM XV-n° 180 (S.T.C.) et n° 185 (S.A.T.) (période 1968-1972) apportent des renseignements utiles.
 - b) Décrire les méthodes et appareils de mesure préconisés en tenant compte des aspects pratiques de l'exécution des mesures, tels que : précision, reproductibilité, rapidité, commodité.
 - c) Proposer une spécification type pour la vérification de la régularité d'impédance des paires coaxiales sur longueur de fabrication et sur section d'amplification.
 - d) Fournir les résultats des mesures effectuées par différentes méthodes sur les diverses paires coaxiales présentées.
3. *Diaphonie*

Il convient de considérer les Avis J.18, G.221, G.232, G.233 et G.242 et la Question 9/XV.
4. *Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la ligne*

ANNEXE 2
(à la Question 18/XV)

**Caractéristiques principales de divers câbles décrits dans des contributions
présentées au cours des années précédentes**

TABLEAU 1

Type	France								Japon
	7/27 mm	12/46 mm	4,6/18,7 mm	6,5/24,8 mm	9,5/35,9 mm	4/13,5 mm	5,8/20 mm	10,9/38,8 mm	5,5/21 mm
a) Caractéristiques géométriques									
— diamètre du conducteur central (mm) .			4,9	6,5		4	5,8		5,5
— fil	6,8	12			9,5			10,9	
— tube (diamètre extérieur)	24	43,2	18,7	24,8	35,9	13,5	20	39	21
— diamètre sur isolant (mm)	ballon PE	ballon PE	disques PE	disques PE	disques PE	hélice PE	hélice PE	hélice PE	PE avec
— type d'isolant	aluminium		aluminium lisse extrudé à la presse			cuivre ondulé soudé			protubérances
— conducteur extérieur	ondulé soudé								ruban en cuivre ondulé
b) Caractéristiques électriques									
— permittivité relative	1,16	1,16	1,15	1,16	1,145	1,20	1,19	1,21	1,12
— capacité linéique nominale ($\eta F/km$) . .	48	48	47	48	48	49	49	49	49
— impédance caractéristique nominale (Ω)	75	75	75	75	75	75	75	75	75
— affaiblissement linéique (dB/km):									
4 MHz	2	1,2	2,6	2	1,4	3,0	2,1	1,2	2,1
60 MHz	7,8	4,8	10,35	7,9	5,5	12,2	9,0	5,1	8,6
100 MHz	10,3	6,5	13,4	10,3	7,2	16,2	11,6	6,5	11,3
200 MHz	14,6	9,4	19,5	14,6	10,1	23,6	16,9	9,8	16,4
600 MHz	26,5	18,5	35,2	26,9	18,7	44,3	31,3	19,1	30,7

TABEAU 2

Type	Royaume-Uni (STC)	République fédérale d'Allemagne AEG (Telefunken)	
	6,4/25 mm	5,7/20,1 mm	10,9/39,7 mm
a) <i>Caractéristiques géométriques</i>			
— diamètre du conducteur central en cuivre (mm)	6,4	5,7	10,4
— diamètre sur isolant (mm)	25	20,1	39,7
— type d'isolant	disques PE	ruban hélicoïdal PE	
— conducteur extérieur	ruban en cuivre tubulaire	ruban en cuivre ou en aluminium tubulaire	
b) <i>Caractéristiques électriques</i>			
— permittivité relative	1,18	1,16	1,16
— capacité linéique nominale (nF/km)	—	48	49
— impédance caractéristique nominale (Ω)	75	75	75
— affaiblissement linéique (dB/km)			
10 MHz	3,1	—	—
30 MHz	5,4	6,2	3,3
100 MHz	10,2	11,5	6,3
300 MHz	—	20,5	11,6
1000 MHz	—	39,8	24,1
3000 MHz	—	75,3	49,6

Question 19/XV. — Systèmes analogiques à plus de 10 800 voies

(Suite de la Question 21/XV étudiée en 1968-1972)

Considérant

1. que, dans l'avenir, on aura probablement besoin de systèmes ayant une largeur de bande supérieure à celle du système à 60 MHz, par exemple dans le cas d'utilisation de paires coaxiales d'un diamètre supérieur à 9,5 mm;
2. que de tels systèmes seront appelés à fonctionner en étroite collaboration avec les systèmes existants du réseau de câbles à paires coaxiales et que leur présence risquera d'affecter les plans de fréquences du système à 60 MHz;

Il y a lieu d'étudier la question suivante:

- a) Quels devraient être la largeur de bande de transmission et le nombre de voies téléphoniques d'un système à courants porteurs de capacité supérieure à celle du système à 60 MHz ?
- b) Quel plan de fréquences pourrait-on recommander pour un tel système établi sur paires coaxiales ?
- c) Quels types de nouveaux étages de modulation (par exemple, des groupes quinaires) devrait-on recommander d'utiliser ?
- d) Quelles devraient être les possibilités de transfert vers le système à 60 MHz ?
- e) Quelles autres caractéristiques de ce nouveau système et des nouveaux étages de modulation devrait-on définir, par exemple les ondes pilotes, les ondes additionnelles de mesure ou d'autres caractéristiques conformes aux dispositions des Avis existants du C.C.I.T.T. ?

Remarque 1. — Le plan de fréquences devrait permettre une exploitation mixte de voies de téléphonie et de télévision.

Remarque 2. — La normalisation d'un nouveau type approprié de câble à paires coaxiales devrait se faire dans le cadre de la Question 18/XV.

Remarque 3. — Il est nécessaire d'étudier l'influence de nouveaux étages de modulation sur la répartition de la puissance de bruit de 2500 pW0p prévue pour le circuit fictif de référence à l'Avis G.222, d.

Question 20/XV. — Transmission de télévision sur systèmes à 60 MHz*(Suite de la Question 29/XV étudiée en 1968-1972)**Considérant*

que le système à 60 MHz sur paires coaxiales peut être utilisé pour des services à large bande tels que la transmission de l'un quelconque des signaux de télévision en couleur définis par le C.C.I.R.;

qu'il est souhaitable d'utiliser dans ce cas les mêmes répéteurs que lorsqu'on transmet uniquement la téléphonie,

quelles devraient être les recommandations complémentaires à émettre pour la ligne (câbles et répéteurs) et pour les équipements terminaux de modulation ?

Remarque 1. — On prendra particulièrement en considération l'étude des points suivants:

a) Quelle répartition des fréquences en ligne devrait-on recommander pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision ?

b) Quelle est la meilleure méthode à utiliser pour la transposition des fréquences vidéo, modulation directe ou prémodulation ? S'il est préférable d'adopter la méthode de prémodulation, quelle devrait être la fréquence porteuse ?

c) Quelles valeurs devrait-on recommander pour l'indice de modulation et le niveau relatif de puissance du signal de télévision ?

d) Quelles valeurs devrait-on recommander pour les impédances d'entrée et de sortie des répéteurs ?

e) Comment pourrait-on coder sous forme numérique de tels signaux vidéo, de façon à pouvoir transmettre un ou plusieurs signaux numériques de ce type sur le système analogique à 60 MHz sur paires coaxiales en même temps que des voies téléphoniques avec multiplexage par répartition en fréquence ?

Remarque 2. — Le point e devra être étudié en liaison avec la Question 10/D.

Remarque 3. — Les annexes 1 et 2 reproduisent des propositions de N.T.T. et L. M. Ericsson respectivement.

Remarque 4. — L'annexe 3 reproduit une contribution à l'étude du point d de la remarque 1.

ANNEXE 1
(à la Question 20/XV)

Transmission simultanée, en multiplex, de signaux de téléphonie, de visiophonie et de télévision normale
(Contribution de la NTT)

La N.T.T. a adopté provisoirement le schéma décrit ci-dessous pour la transmission simultanée, en multiplex, de signaux de téléphonie, de visiophonie et de télévision normale sur un système à 60 MHz; des essais effectués sur un système réel ont confirmé que les caractéristiques de transmission obtenue sont satisfaisantes.

1. Méthode de transposition et répartition des fréquences transmises en ligne

On estime que la méthode de transposition et la répartition des fréquences transmises en ligne, représentées à la figure 1, conviennent pour la transmission à grande distance, sur un système à 60 MHz, de 36 signaux de visiophonie (1 MHz) et 6 signaux de télévision normale (5,5 MHz, en couleur). Pour la transmission simultanée, en multiplex, de signaux de téléphonie et de visiophonie, il est souhaitable que l'on applique la même méthode de transposition pour les signaux téléphoniques et pour les signaux visiophoniques (figure 1, ce qui revient à effectuer le multiplexage par le « jumbogroup » de base.

Pour transmettre simultanément, en multiplex, des signaux de téléphonie, de visiophonie et de télévision normale, on peut combiner les fréquences en lignes qui leur sont attribuées. Au besoin, on peut transmettre neuf signaux de télévision industrielle (4 MHz) sur le système à 60 MHz en allouant trois signaux de télévision industrielle à chacun de trois « jumbogroups ».

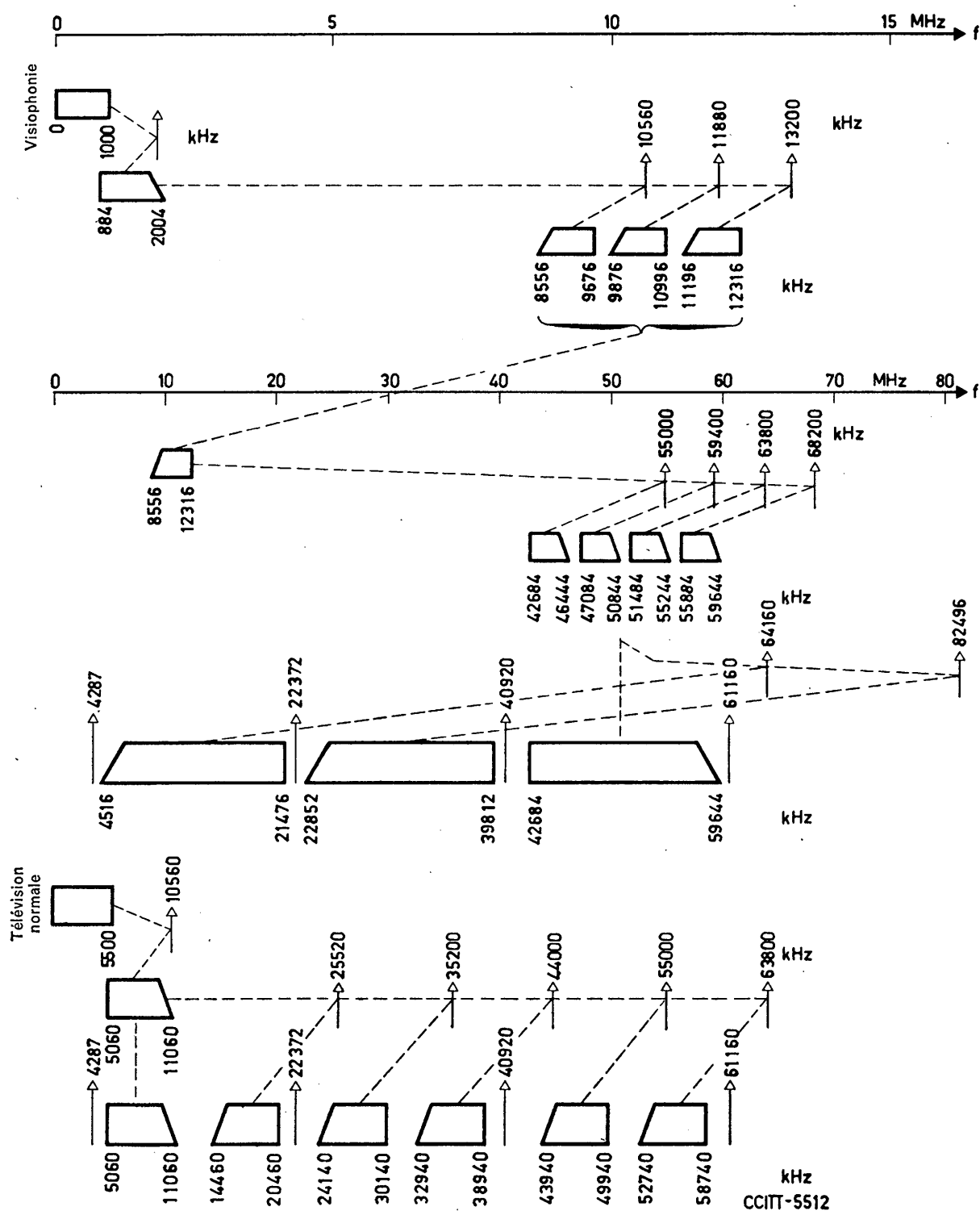


FIGURE 1. — Répartition des fréquences transmises en ligne entre les signaux de visiophonie et les signaux de télévision normale d'un système à 60 MHz

2. *Circuit fictif de référence*

On a adopté provisoirement un circuit fictif de référence pour le système de transmission considéré (voir la figure 2).

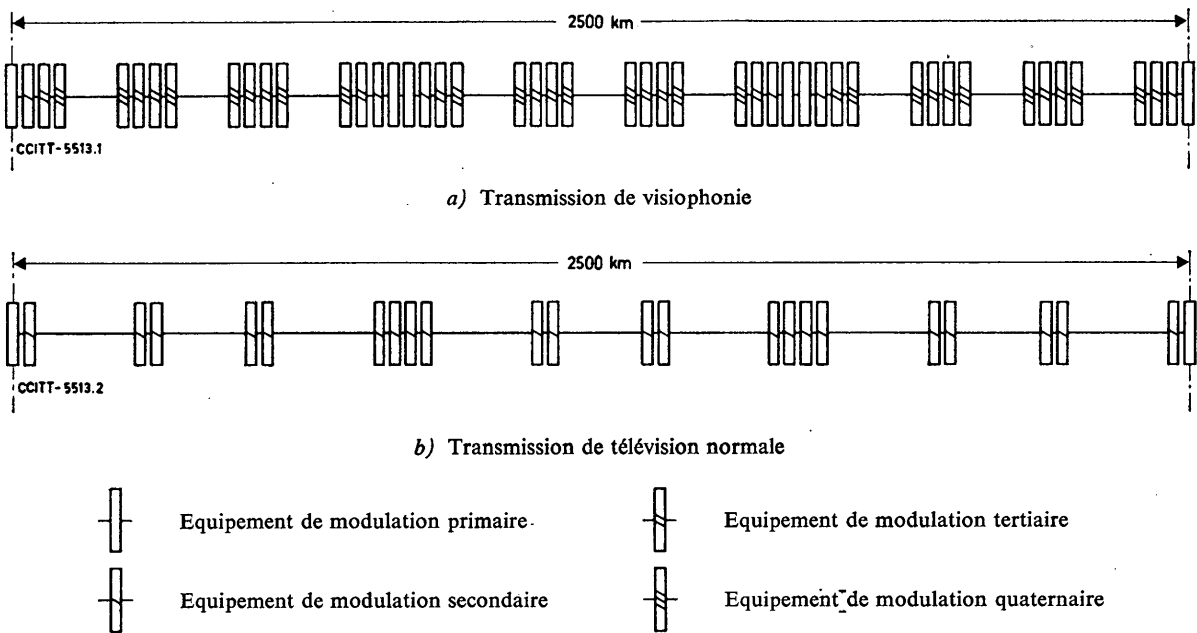


FIGURE 2. — Circuit fictif de référence provisoire pour la transmission de signaux de visiophonie et de télévision normale sur un système à 60 MHz

3. *Caractéristiques de transmission*

Les objectifs, adoptés provisoirement, pour les caractéristiques de transmission, figurent au tableau 1. En outre, un temps de 400 ns de crête à crête est affecté à la distorsion de temps de propagation de groupe due aux courants de retour dans la ligne à répéteur, compte tenu du fait que le seuil de perceptibilité des échos correspond à la fréquence du ronflement d'alimentation (90 kHz).

TABLEAU 1
CARACTÉRISTIQUES PROVISOIRES RELATIVES AU CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE

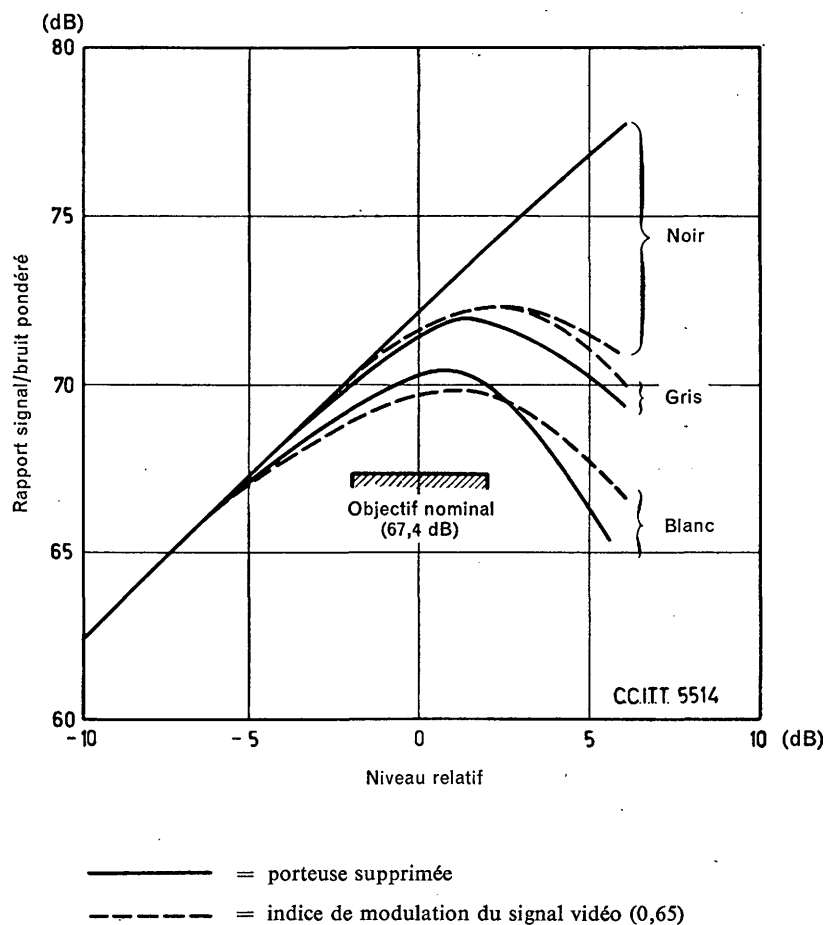
	Distorsion d'affaiblissement (dB)		Distorsion de temps de propagation de groupe (ns de crête à crête)	Rapport signal/bruit erratique (dB)
Visiophonie	de 8 à 200 kHz	± 0,5	1000	47 ^b (pondéré)
	de 200 à 1000 kHz <i>a</i>			
	1000 kHz et au-delà	+ 2,0 — 3,0		
Télévision normale	Mêmes caractéristiques que dans l'Avis 421-1 du C.C.I.R., système M (Japon) pour la télévision en couleur			

^a Les limites supérieure et inférieure de la distorsion d'affaiblissement dans cette bande de fréquences varient linéairement sur un graphique à échelle linéaire pour la distorsion (dB) et à échelle logarithmique pour la fréquence.
^b Coefficient de pondération: 3,7 dB.

4. *Equipement de transposition à bande latérale résiduelle*

On utilise provisoirement une modulation à porteuse supprimée pour éliminer la distorsion de non-linéarité.

Les caractéristiques de bruit d'une voie téléphonique acheminée en même temps que 35 signaux visiophoniques sur les autres canaux sont représentées à la figure 3 à titre d'information.



Note 1. — Les signaux de visiophonie mutuellement asynchrones, avec la même image, sont transmis sur les 35 autres canaux de visiophonie du système à 60 MHz.

Note 2. — La bande distincte utilisée pour la mesure du bruit a une largeur de 3,1 kHz et son milieu est à 43 684 MHz.

Note 3. — Le coefficient de pondération est de 2,5 dB.

Note 4. — La ligne à répéteurs a une longueur de 60,8 km.

FIGURE 3. — Caractéristique de bruit mesurée sur une voie téléphonique en présence de signaux de visiophonie transmis simultanément par multiplexage

4.1 Accentuation du signal vidéo

Pour permettre l'élimination de la distorsion de non-linéarité, on accentue le signal vidéo. La caractéristique de fréquence $F_v(f)$, c'est-à-dire l'accentuation, a pour formule:

$$F_v(f) = \sqrt{\frac{\frac{1}{m} + \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{m + \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$$

où $m = 0,5$ (6 dB) et $f_0 = 50$ kHz, pour les signaux visiophoniques, et $m = 0,5$ (6 dB) et $f_0 = 1000$ kHz, pour les signaux de télévision normale. Comme il ressort de la figure 4, l'amélioration apportée par cette accentuation à la distorsion des harmoniques de deuxième ordre est de 4,5 dB.

4.2 Bande latérale résiduelle

La bande latérale résiduelle est de 120 kHz pour les signaux visiophoniques et de 500 kHz pour les signaux de télévision normale.

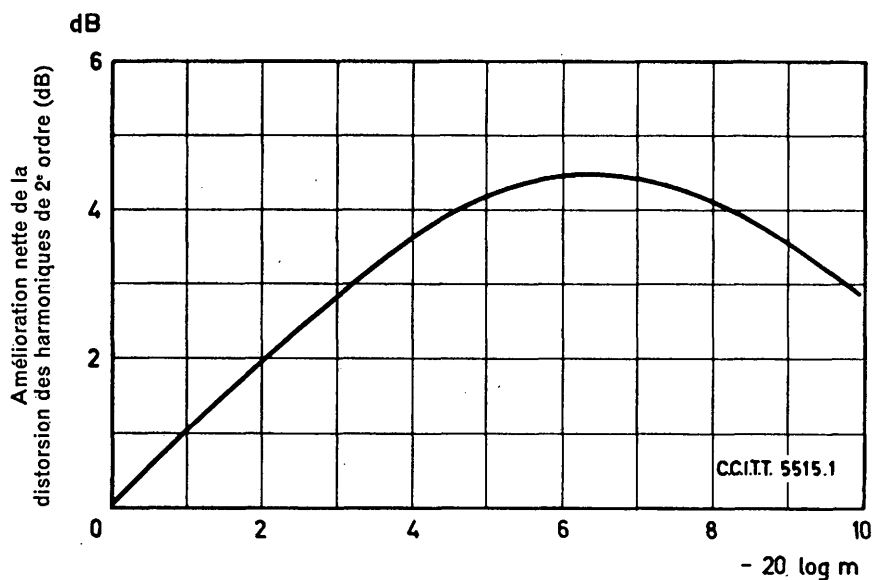


FIGURE 4. — Influence (calculée) d'une accentuation du signal vidéo sur la qualité des signaux de télévision normale

5. Ligne à répéteurs

5.1 Préaccentuation

On utilise la même accentuation non linéaire de 8 dB que pour la transmission téléphonique. La caractéristique des fréquences $E_L(x)$ a pour formule:

$$E_L(x) = 0,7 + 0,3 e^{2,93x}$$

où x est une fréquence de normalisation, qui fait passer la bande 4287-61160 kHz à une valeur comprise entre 0 et 1.

5.2 Niveau à l'émission

Le niveau à l'émission sur le canal supérieur est de $-9,5$ dBrV pour les signaux de visiophonie et de $+0,5$ dBrV pour les signaux de télévision normale, cette unité indiquant qu'il s'agit du niveau par rapport à $1 \text{ V}/75 \text{ ohms}$ de crête à crête.

5.3 Valeur de N

Le nombre N , défini dans l'Avis G.332, doit être d'au moins 72 dB dans toute la gamme de fréquences du système à 60 MHz, la mesure étant fondée sur le seuil de perceptibilité des échos sur le trajet de retour. La caractéristique mesurée de N se trouve à la figure 5.

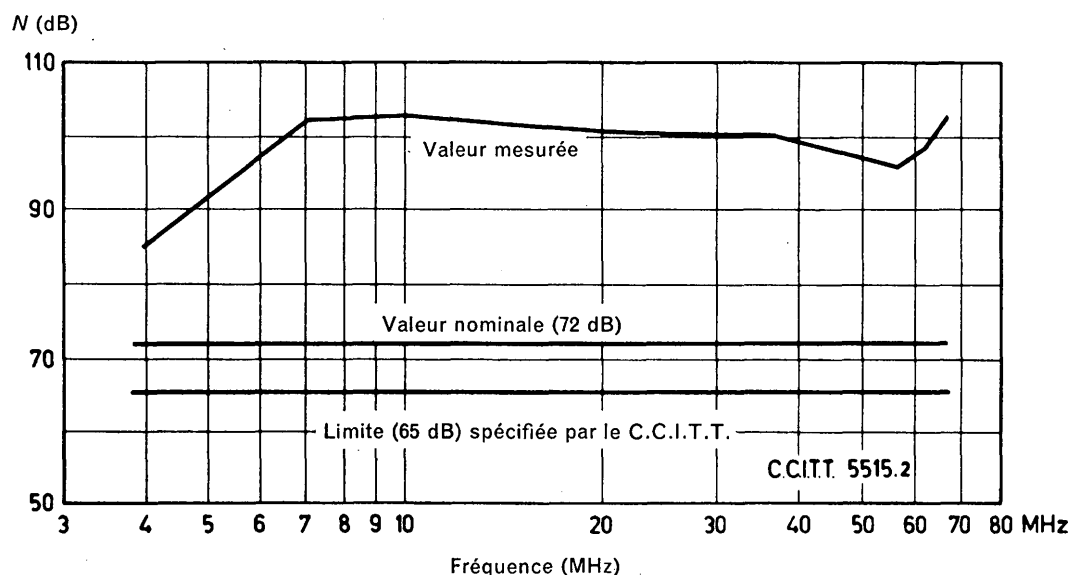


FIGURE 5. — Variation du nombre N en fonction de la fréquence

5.4 Gamme de fréquences pour la surveillance

Les fréquences destinées à la surveillance doivent être comprises dans la gamme 3500-3700 kHz si l'on veut supprimer la distorsion de temps de propagation de groupe que le filtre éliminateur des fréquences de surveillance fait subir au canal inférieur de visiophonie ou de télévision normale.

6. Objectif nominal de distorsion de temps de propagation de groupe dans les équipements principaux

On estime que la valeur résiduelle du temps de propagation de groupe dans les divers équipements nécessaires à la transmission de visiophonie ou de télévision normale suit approximativement la loi d'addition en tension s'il s'agit d'équipements de même modèle connectés en cascade et la loi d'addition en puissance s'ils sont de modèles différents.

La valeur résiduelle de la distorsion de temps de propagation de groupe représentée au tableau 2 est assignée provisoirement, comme objectif nominal, aux divers équipements constituant le circuit fictif de référence, dans l'hypothèse où les lois d'addition mentionnées ci-dessus s'appliquent. Dans cette assignation, en règle générale, la distorsion de temps de propagation de groupe spécifiée au tableau 1 est respectée. Cependant, sur le circuit fictif de référence pour la télévision normale, on admet un temps de 100 ns de crête à crête pour la bande de fréquences 5,5 MHz.

Le tableau 2 montre aussi les valeurs mesurées de la distorsion de temps de propagation de groupe pour les équipements expérimentaux. Elles sont inférieures aux valeurs assignées, à l'exclusion de la valeur résiduelle de la distorsion de temps de propagation de groupe sur la ligne à répéteurs pour la transmission de télévision normale. L'égalisation rigoureuse des temps de propagation de groupe pour la ligne à répéteurs devra être résolue ultérieurement.

TABLEAU 2
RÉPARTITION PROVISoire DE LA VALEUR RÉSIDUELLE
DE LA DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE

		Valeur assignée (ns de crête-à-crête)	Valeur mesurée (ns de crête-à-crête)	Nombre sur 2500 km
Visiophonie	Équipement de transposition primaire	150	125	3
	Équipement de transposition secondaire . . .	30	30	3
	Équipement de transposition tertiaire	15	6	9
	Équipement de transposition quaternaire . .	60	16	9
	Section d'amplification (100 km)	8	4	25
Télévision normale	Équipement de transposition primaire	30	25	3
	Équipement de transposition secondaire . . .	20	20	9
	Section d'amplification (100 km)	8	43	25
	Section de groupe tertiaire (280 km)	3	8	9

Note 1. — Les valeurs résiduelles de la distorsion de temps de propagation de groupe sont spécifiées pour chaque bande de fréquences attribuées aux signaux de visiophonie ou de télévision normale.

Note 2. — Les valeurs résiduelles de la distorsion de temps de propagation de groupe sur les sections d'amplification et les sections de groupe tertiaire ne comprennent pas celles relatives aux trois canaux inférieurs de visiophonie et au canal inférieur de télévision normale.

Note 3. — Par exemple, un équipement de modulation primaire comprend une paire d'équipements d'émission et de réception pour la transposition primaire.

7. Lois d'addition des réponses transitoires

Les lois d'addition des réponses transitoires pour des signaux ayant la durée d'une trame ou d'une ligne se distinguent difficilement sur le graphique de la figure 6, relatif à une connexion en cascade de sections d'amplification d'un canal vidéo. Cela s'explique par le fait que la réponse transitoire sur une telle section est inférieure au seuil de sensibilité de la mesure.

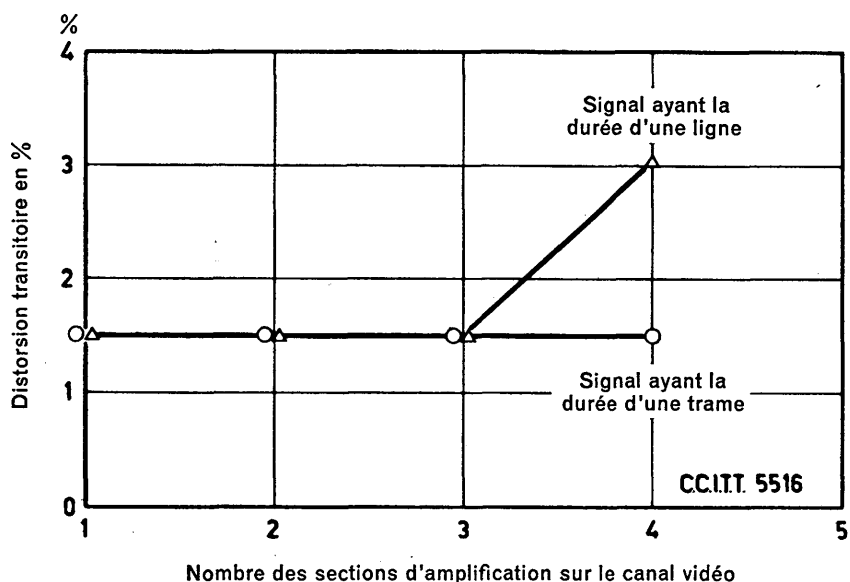


FIGURE 6. — Illustration de la loi d'addition de la distorsion transitoire du signal vidéo

ANNEXE 2 (à la Question 20/XV)

Modulation à la vidéo fréquence (Contribution de L. M. ERICSSON)

1. Plan de modulation

L'Annexe 1 à la question 29/XV (*Livre Blanc*, tome III) contenait une proposition de plan de modulation offrant une largeur de bande vidéo de 4,3 MHz. Une bande de base de 6,26-11,26 MHz est ainsi obtenue par modulation d'une porteuse de 10,56 MHz et en prenant la bande latérale inférieure (et une bande latérale résiduelle supérieure).

La bande vidéo étant relativement limitée par rapport à celle qu'assurent les autres systèmes en câble ou en faisceaux hertziens (Avis J.72, J.73 du C.C.I.T.T. et 472 du C.C.I.R.), cette proposition a été modifiée (voir l'annexe 1) et la largeur de la bande vidéo portée à 5,5 MHz. Il convient à cet égard d'observer que la bande de base chevauche désormais la bande vidéo, en sorte que la première modulation (que doit subir toute voie) est plus difficile. Le plan est ainsi moins intéressant du point de vue économique.

A notre avis, il vaudrait mieux choisir une première modulation plus simple, même s'il doit en résulter quelque complication pour obtenir les fréquences porteuses nécessaires. Nous pensons aussi qu'il serait hautement souhaitable de conserver au-dessous de 12 MHz la même position et le même sens pour la voie TV que ceux que définit actuellement l'Avis J.73.

Si l'on peut conserver la position en ligne de l'Avis J.73 comme bande fondamentale pour le système à 60 MHz, on pourra disposer de l'équipement le plus simple. Cela peut se faire avec le plan représenté à la figure 1. Trois des cinq fréquences porteuses sont identiques à celles qui sont déjà normalisées pour le système à 60 MHz tandis que les deux autres leur sont simplement liées: l'une est en fait un multiple de la fréquence de base de 2,2 MHz mentionnée à l'Avis G.333, tandis que l'autre est un multiple de 1,1 MHz. De toute manière, il devrait être possible d'assurer un système mixte comptant jusqu'à quatre voies TV et quatre groupes tertiaires sans avoir besoin d'aucune fréquence porteuse nouvelle.

Il nous semble que ce plan présente davantage d'intérêt, et nous le proposons à l'examen de la Commission d'études XV.

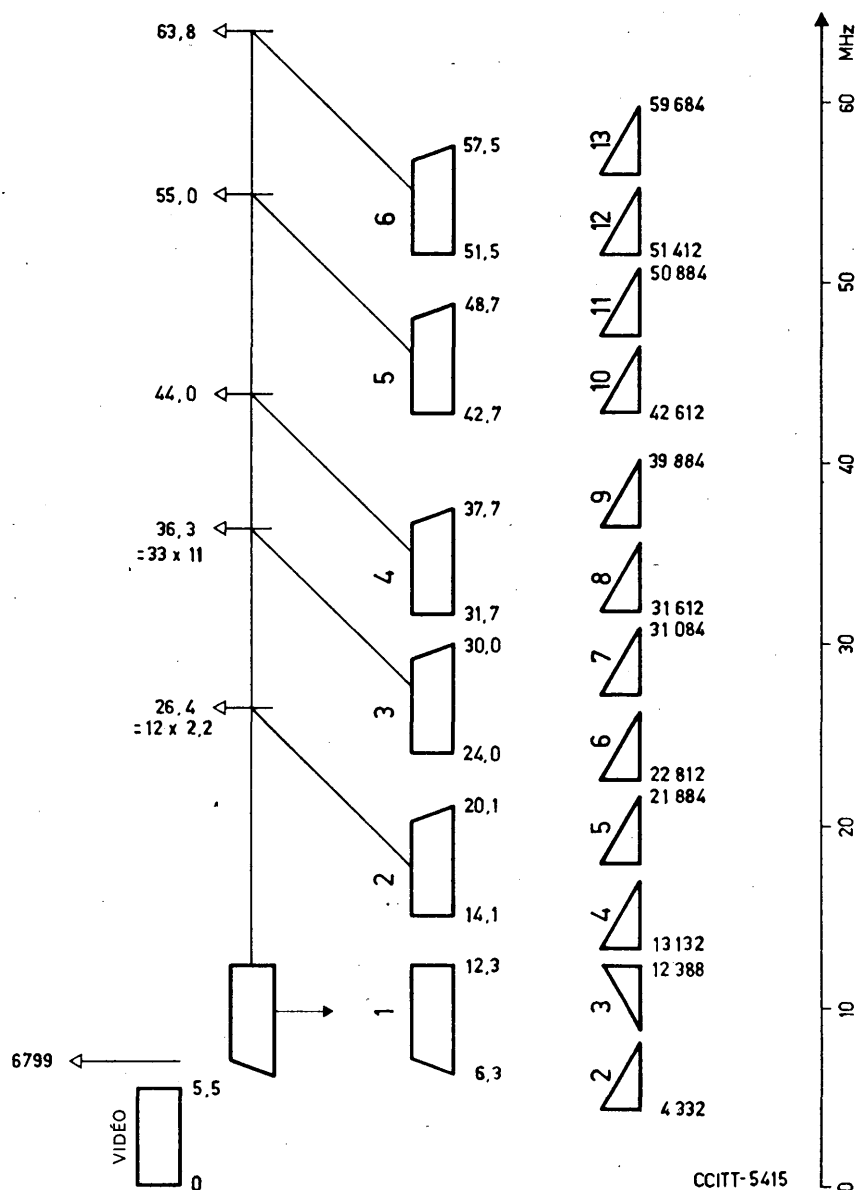


FIGURE 1. — Plan de modulation

2. Combinaison des signaux

Nous envisageons que les étages de transposition en fréquence des voies TV correspondent à un équipement résolument distinct de l'équipement de téléphonie. Dans le cas de systèmes mixtes acheminant à la fois du trafic téléphonique et du trafic télévisuel, il est hautement souhaitable qu'un avis traite de la combinaison des deux signaux, ce qui, par exemple, pourrait se faire sous une forme analogue à celle des figures 1/J.73 et 2/J.73.

Il convient cependant d'observer que ces deux figures ne sont pas très claires, leurs indications respectives ne concordant pas. C'est ainsi que, dans la figure 1/J.73, les «modulateurs» ne font pas partie de la «station terminale», laquelle fait partie de l'«équipement de type A» en même temps que les «lignes haute fréquence». De plus, aucun niveau n'est indiqué aux points d'interconnexion possible avec une ligne de réserve, alors que les niveaux entre l'équipement de modulation et la «station terminale» correspondent aux niveaux d'interconnexion définis dans l'Avis G.213. Cela fait penser que la «station terminale» est l'ensemble d'équipements où aboutit la ligne proprement dite (ce qui concorde avec l'interconnexion directe dans la «station frontière» des deux autres cas); en d'autres termes, il convient de considérer que la «station terminale» se trouve sur le côté équipement de ligne

des points d'interconnexion T et T' définis dans l'Avis G.213. Cette opinion concorde avec celle que traduit figure 6/G.332. Par contre, dans la figure 2/J.73, la « station terminale » englobe les « modulateurs », et le niveau indiqué aux points de connexion à la ligne est le même que celui des points o ; l'équipement de modulation est connecté à l'équipement combinant (à savoir les niveaux d'interconnexion indiqués dans l'Avis G.213). Cela tendrait à suggérer que l'équipement combinant doit être considéré comme faisant partie des équipements de multiplexage.

Où que soit la vérité, il convient de se rendre compte que cet équipement combinant introduit nécessairement un affaiblissement qui doit être compensé par des amplificateurs, lesquels introduisent à leur tour du bruit et que cette contribution de bruit n'est pas mentionnée dans le circuit fictif de référence du système à 60 MHz.

3. Répartition de la distorsion de temps de propagation de groupe

Un autre point auquel il convient de prêter attention est la subdivision des spécifications relatives à la distorsion de phase totale entre les diverses parties d'un système multiplex TV. Il paraît nécessaire de disposer d'un avis sur la distorsion admissible dans les différentes parties si l'on veut éviter l'apparition de difficultés excessives avec l'égalisation finale — comparer avec l'Avis N.71. Il convient d'observer que les répartitions de fréquence proposées dans la bande transmise en ligne laissent des marges suffisantes, en sorte que les filtres de dérivation téléphonique, n'ajoutent pas une distorsion de phase nécessitant une égalisation excessive.

ANNEXE 3

(à la Question 20/XV)

(Contribution de la I.T.T.)

Cette annexe répond au paragraphe d de la Remarque 1 de la Question, concernant les impédances d'entrée et de sortie des répéteurs.

La valeur minimale de 72 dB pour N (voir la définition dans l'Avis G.332, e), proposée par la N.T.T. (voir l'annexe 1) pourrait être acceptée, en attendant un complément d'étude, à titre de recommandation provisoire, applicable aux bandes effectivement utilisées pour la télévision, mais pas à la totalité de la bande. On trouvera ci-après les motifs pour lesquels nous acceptons la proposition avec quelques réserves.

Le chiffre de 72 dB se rapporte à un écho de 2,5 % accumulé sur un circuit de 2500 km. Il serait bon d'avoir des résultats complémentaires pour savoir si l'on peut tolérer un écho de 2,5 % pour les types de signaux courants, par exemple pour des inscriptions en blanc sur fond sombre.

Du fait de la nécessité de réduire à un minimum le brouillage entre les canaux de télévision et le brouillage causé aux voies téléphoniques, il faudra limiter le nombre des canaux de télévision transmis simultanément et aussi les dispositions possibles de ces canaux dans le spectre des fréquences transmises en ligne. Il serait prématuré de spécifier ces limitations d'une manière précise, mais il sera certainement inutile qu'une limite relative à la télévision soit satisfaite dans toute la largeur de la bande.

Tout ce problème se trouvera grandement simplifié lorsqu'une réponse aura été donnée au paragraphe a de la Remarque 1 de la Question, concernant les bandes disponibles pour la télévision.

Quant à la question de savoir si l'amplitude 2,5 % de l'écho sera dépassée avec une probabilité au plus égale à 1 %, cela épend, aux fréquences les plus basses, de l'écart quadratique moyen des variations de longueur des sections d'amplification, cet écart devant être d'au moins 12 mètres pour que cette condition soit satisfaite. Il est probable que dans la plupart des cas on peut admettre cette hypothèse sans risque de se tromper; mais, même s'il en est ainsi, il serait bon peut-être de mentionner ce point dans le texte de l'Avis.

Question 21/XV. — Emploi d'un groupe quinaire

(Suite de la Question 20/XV étudiée en 1968-1972)

Considérant

1. que des systèmes modernes en câble à paires coaxiales pour 300, 960, 2700 et 10 800 voies téléphoniques ont été normalisés par le C.C.I.T.T. et qu'il semble possible de réaliser dans l'avenir des systèmes analogiques ayant des largeurs de bande encore plus grandes;
2. qu'il est nécessaire, dans le réseau téléphonique, de transférer des groupes de voies plus petits ou plus grands entre des systèmes dont les capacités en voies sont les mêmes ou sont différentes;

3. que, pour atteindre l'objectif mentionné au point 2, il faut prévoir un transfert par des étages de modulation dans le groupe primaire de base, le groupe secondaire de base, le groupe tertiaire de base et le groupe quaternaire de base définis et un transfert direct de blocs de voies dans la position de transmission en ligne conformément à l'Avis G.242;
4. que, si la capacité de transmission des systèmes en câble à paires coaxiales devait un-jour être augmentée (c'est-à-dire portée à plus de 10 800 voies), il serait sûrement nécessaire d'introduire un nouvel étage de modulation (groupe quinaire);
5. que les systèmes à 12 MHz conformes à l'Avis G.332 principalement doivent être utilisés pour des transmissions à petite distance débouchant sur un réseau à 60 MHz;
6. qu'on envisage d'établir, dans le système à 60 MHz, des plans de répartition des fréquences non seulement pour la téléphonie mais aussi pour la télévision et pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision (Question 20/XV),

Il y a lieu d'étudier la question suivante:

- a) Est-il recommandable d'introduire dans le système à 60 MHz un groupe quinaire de base aux fins de modulation et de transfert direct ?

Dans l'affirmative, quelle devra être la composition de ce groupe quinaire ?

Remarque. — Il y aura lieu aussi d'étudier les groupes quinaires dans le cadre de la nouvelle Question 19/XV dans le cas de systèmes d'une capacité supérieure à 10 800 voies.

- b) Quelle variante aux plans de répartition des fréquences actuels pour le système à 60 MHz doit-on recommander, pour le cas où un groupe quinaire de base serait introduit ?

- c) Quelles possibilités diverses convient-il de recommander pour le transfert indirect ou direct entre:

- un système à 12 MHz et un système à 60 MHz,
- un système à 60 MHz et un autre système à 60 MHz,
- un système à 60 MHz et un système d'ordre supérieur ?

Remarque. — L'annexe reproduit une contribution à l'étude de cette question.

ANNEXE (à la Question 21/XV)

Méthode de transposition et répartition des fréquences transmises en ligne pour le système à 60 MHz et pour les systèmes MRF à plus de 60 MHz (Contribution de la N.T.T.)

Résumé

La présente annexe propose une méthode de transposition et de répartition des fréquences, au moyen du « jumbogroup » de base, pour transmettre simultanément des signaux multiplex téléphoniques et visiophoniques avec le système à 60 MHz et avec des systèmes MRF à plus de 60 MHz.

1. Introduction

L'Avis G.333 définit la méthode de transposition et la répartition des fréquences qui permettent de transmettre des signaux téléphoniques avec le système à 60 MHz.

La N.T.T. a transmis à la Commission d'études XV des notes concernant des plans de répartition des fréquences — plans compatibles avec les clauses de l'Avis G.333 — qui permettent de transmettre des signaux de visiophonie (1 MHz) et des signaux normalisés de télévision (voir l'Annexe 1 à la Question 20/XV). Selon les plans de répartition des fréquences, on peut multiplexer, grâce à l'équipement de modulation de groupe quaternaire, soit 10 800 signaux téléphoniques, soit 30 signaux visiophoniques, soit 6 signaux normalisés de télévision. On peut aussi, le cas échéant, transmettre une combinaison appropriée desdits signaux. La N.T.T. a mis au point les appareils nécessaires et elle a procédé à un essai, effectué dans les conditions de l'exploitation commerciale, avec le système à 60 MHz.

La N.T.T. a ensuite construit de nouveaux équipements de modulation capables de transmettre 36 signaux de visiophonie avec le système à 60 MHz, ce qui réduit le coût des transmissions et permet de rationaliser la méthode de transposition. Se fondant sur les résultats ainsi obtenus, la N.T.T. propose d'appliquer une nouvelle méthode de transposition et de répartition des fréquences; cette méthode convient à la transmission simultanée de signaux multiplex téléphoniques et visiophoniques avec des systèmes MRF à 60 MHz et au-delà.

2. Nouvelle méthode de transposition et de répartition des fréquences transmises en ligne

2.1 Nécessité d'une nouvelle méthode de transposition

Il est souhaitable que coïncident les méthodes de transposition respectivement appliquées pour transmettre 36 signaux visiophoniques avec le système à 60 MHz et pour transmettre des signaux téléphoniques, compte tenu des conditions suivantes:

- 1) souplesse d'emploi de la transmission multiplex simultanée de signaux téléphoniques et visiophoniques;
- 2) compatibilité des équipements de modulation;
- 3) connexions directes avec les systèmes à 12 MHz.

Pour satisfaire aux conditions précitées, la N.T.T. estime approprié de multiplexer les signaux de visiophonie en suivant la méthode de transposition représentée à la figure 1 si une voie de visiophonie peut être logée dans la bande du groupe tertiaire de base, on peut multiplexer les signaux de visiophonie dans le groupe quaternaire de base (GQB) conformément aux clauses de l'Avis G.233. Appliquer cette méthode de transposition est chose possible et permet d'obtenir des caractéristiques de transmission satisfaisantes.

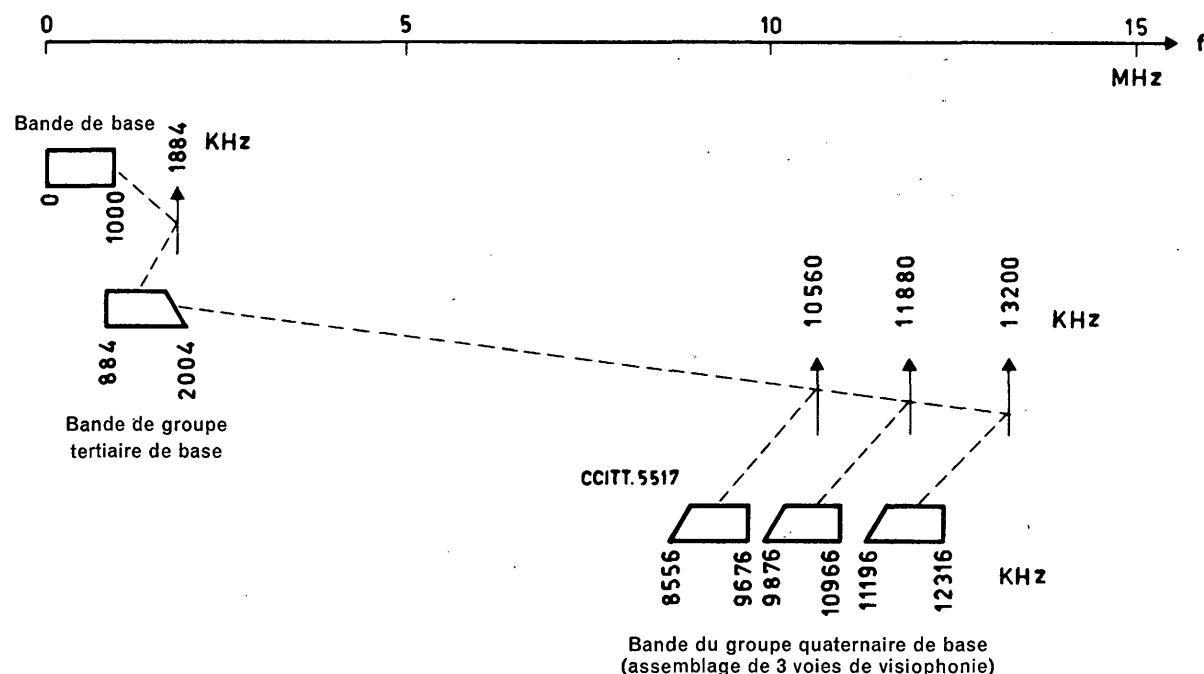


FIGURE 1. — Méthode de transposition dans le cas de la visiophonie, par l'intermédiaire de la bande du groupe tertiaire de base

Toutefois, si un assemblage de trois signaux visiophoniques situé dans la bande du GQB est transposé dans la bande de fréquences transmises en ligne, conformément aux clauses de l'Avis G.333, le filtre de transposition introduit une distorsion de temps de propagation de groupe (voir le tableau 1). Ajoutons qu'il est difficile de construire des compensateurs de temps de propagation de groupe capables de réduire cette distorsion à une valeur acceptable sur toutes les voies de visiophonie.

Il convenait donc d'étudier une méthode de transposition autre que la méthode spécifiée dans l'Avis G.333, de façon à réduire la dégradation de qualité en visiophonie et à faciliter la conception et la fabrication des équipements de modulation.

TABLEAU 1

DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE DANS LE CAS DES ÉQUIPEMENTS DE MODULATION DE GROUPE QUATERNAIRE CORRESPONDANT A L'AVIS G.333 (PLAN 1)

Groupe quaternaire n°	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Distorsion du temps de propagation de groupe pour une paire d'équipements (µs de crête à crête)	5290	1760	2870	1650	1590	80	50	490	330	40	40	320

2.2 Répartition des fréquences transmises en ligne dans le « jumbogroup » de base

La N.T.T. a étudié la nouvelle méthode de transposition et de répartition des fréquences dans le cas de la transmission simultanée de signaux multiplex téléphoniques et visiophoniques avec le système à 60 MHz, les conditions de base étant les suivantes:

- 1) Le GQB défini dans l'Avis G.233 et l'assemblage de trois signaux de visiophonie situé dans la bande du GQB sont transposés, selon la méthode traditionnelle, dans la bande de fréquences transmises en ligne ;
- 2) Les fréquences des ondes pilotes de régulation de ligne sont les fréquences définies dans l'Avis G.333: 4287 kHz, 22 372 kHz, 40 920 kHz et 61 160 kHz.

Il est donc plus avantageux de situer le GQB dans la bande de fréquences transmises en ligne en appliquant le procédé de la prémodulation, afin de réduire la distorsion de temps de propagation de groupe.

Lorsque l'on fait appel à un échelon supplémentaire de modulation, appelé « jumbogroup de base » (JGB), il est souhaitable que:

- 3) Le JGB constitue un élément du plan de répartition des fréquences transmises en ligne avec le système à 60 MHz sans transposition ;
- 4) Le JGB puisse servir de groupe de base dans le cas des systèmes à plus de 60 MHz.

Les conditions 2 et 3 conduisent à constituer un JGB coïncidant soit avec les groupes quaternaires 2 à 5, 6 à 9 ou 10 à 13 du plan de répartition des fréquences décrit dans l'Avis G.333. Les avantages et les inconvénients respectifs des trois groupes en question sont résumés dans le tableau 2, qui a été établi en admettant que:

- a) dans le multiplexage par le JGB, le rapport entre la fréquence la plus élevée et la fréquence la plus basse n'est pas inférieur à 2, de telle sorte que les harmoniques du deuxième ordre ne tombent pas dans le JGB ;
- b) la distorsion de temps de propagation de groupe due au filtre de transposition nécessaire à la constitution du JGB est peu importante et la bande de fréquences est telle qu'il est aisé de compenser cette distorsion.

Il convient en conséquence que le JGB coïncide avec les groupes quaternaires 10 à 13.

TABLEAU 2

PLAN DE RÉPARTITION DES FRÉQUENCES DU « JUMBOGROUP » DE BASE

	Constitution du « jumbogroup » de base		
	Groupes quaternaires n°s 2, 3, 4 et 5 (4332 — 21 844 Hz)	Groupes quaternaires n°s 6, 7, 8 et 9 (22 812 — 39 884 kHz)	Groupes quaternaires n°s 10, 11, 12 et 13 (42 612 — 59 684 kHz)
Rapport entre la fréquence la plus élevée et la fréquence la plus basse du « jumbogroup » de base	5,04	1,75	1,40
Distorsion de temps de propagation de groupe pour une paire d'équipements (µs de crête à crête)	5300	1670	370

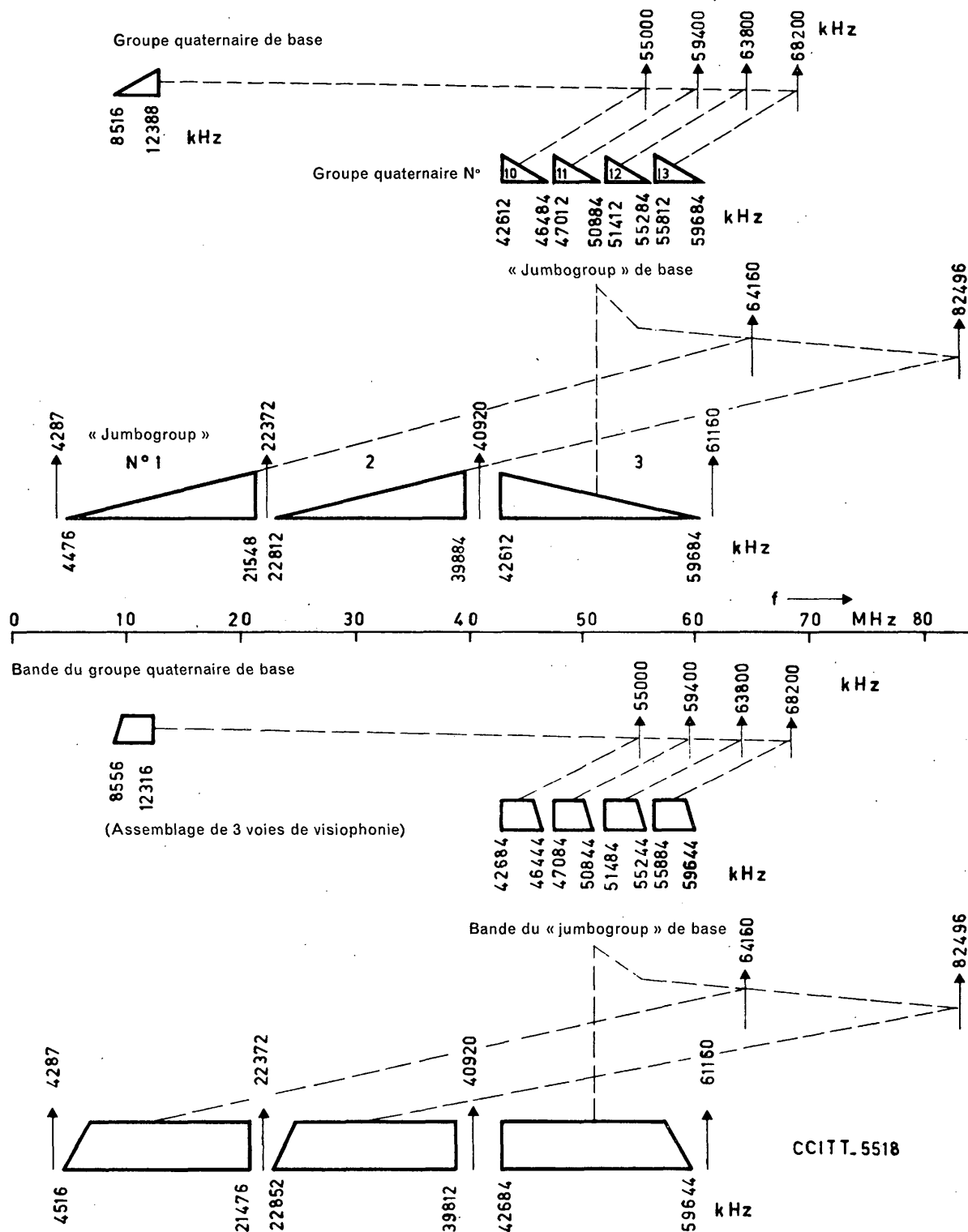


FIGURE 2 — Répartitions des fréquences proposées pour le système à 60 MHz

Etant donné ce qui précède, la N.T.T. propose la nouvelle méthode de transposition et la répartition correspondante des fréquences transmises en ligne (représentées à la figure 2) pour la transmission simultanée de signaux multiplex téléphoniques et visiophoniques avec le système à 60 MHz et avec des systèmes à plus de 60 MHz. Le nouveau plan de répartition des fréquences s'obtient, pour le système à 60 MHz, en formant le « jumbogroup » 1 et le « jumbogroup » 2 à partir du JGB constitué des groupes quaternaires 10 à 13, à l'aide des porteuses indiquées à la figure 2. Le JGB correspond au « jumbogroup » 3, sans transposition, alors que le « jumbogroup » 2 coïncide avec les groupes quaternaires 6 à 9 (définis dans l'Avis G.333) et que le « jumbogroup » 1 est décalé de 144 kHz vers les fréquences supérieures par rapport aux groupes quaternaires 2 à 5. *Cela tient au fait qu'il convient de réduire la distorsion de temps de propagation de groupe causée dans le « jumbogroup » 1 par le filtre de rejet de l'onde pilote de régulation de ligne (4287 kHz).*

On a mis au point des équipements de modulation destinés à multiplexer simultanément — conformément à la méthode ci-dessus décrite — des signaux de téléphonie et de visiophonie. Un essai effectué dans les conditions de l'exploitation a confirmé que ces équipements convenaient aux applications pratiques.

Si l'on veut dans l'avenir faire appel à des systèmes à plus de 60 MHz, on pourra recourir à la méthode de transposition exposée dans le présent document, un élément du JGB étant associé à un plan de répartition des fréquences, en excluant, le cas échéant, le « jumbogroup » 1 (voir la figure 3).

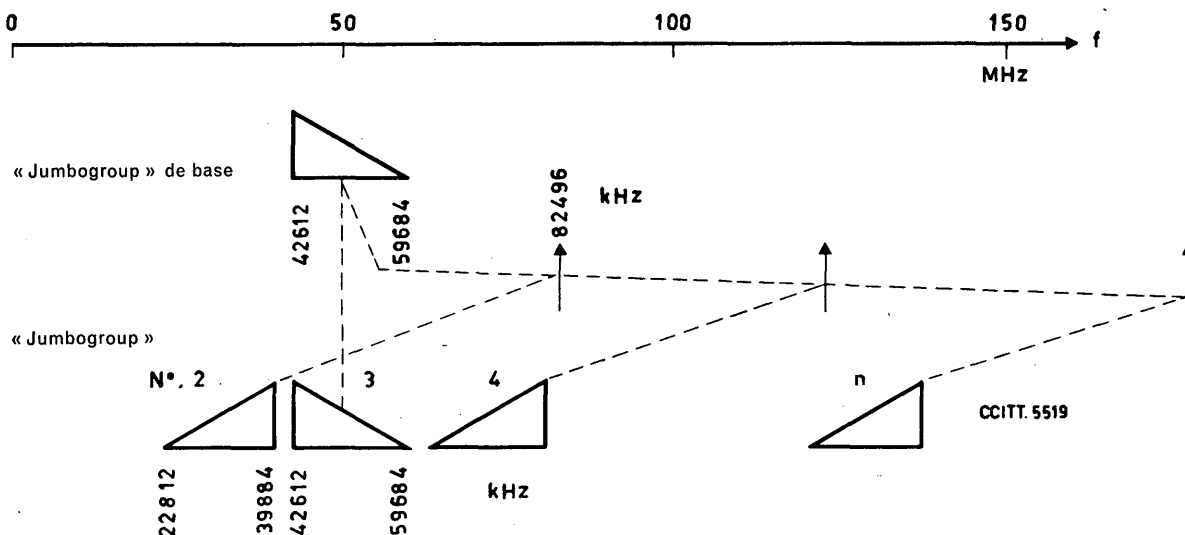


FIGURE 3 — Plan de répartition des fréquences fondé sur un « jumbogroup » de base dans le cas de systèmes à plus de 60 MHz

Question 22/XV. — Systèmes de transmission numérique en câble ¹

(A étudier par le Groupe mixte CNC)

Quelles caractéristiques faut-il recommander pour les conduits numériques en câble (câbles à paires symétriques et câbles à paires coaxiales) ?

Cette question devrait être étudiée en liaison avec les Questions 1/D, 7/D, 8/D et 9/D. Ces questions, qui sont étudiées par la Commission spéciale D, traitent des aspects connexes des systèmes numériques. On tiendra compte des études comparables sur les systèmes à guides d'ondes qui sont effectuées par le Groupe mixte SGO (Question 23/XV).

¹ Note du Secrétariat. — Pour le libellé complet de cette question, voir la série des questions de la Commission spéciale D (Question 13/D).

Il y a lieu d'étudier les points suivants:

I. — Caractéristiques générales communes à tous les types de conduits numériques

- Point A.* — Restrictions à l'entrée numérique
- Point B.* — Classification fonctionnelle des jonctions
- Point C.* — Classification des jonctions en fonction du débit binaire
- Point D.* — Débit binaire des conduits numériques
- Point E.* — Qualité des conduits numériques
- Point F.* — Surveillance

II. — Systèmes en câble

- Point G.* — Spécifications générales intéressant les systèmes en câble
- Point H.* — Spécification d'un système numérique en câble
- Point I.* — Caractéristiques des câbles pour transmissions numériques
- Point J.* — Nouveaux types de câbles destinés aux systèmes numériques à débit binaire moyen
- Point K.* — Nouveaux types de câbles pour transmissions numériques à grand débit binaire
- Point L.* — Utilisation des paires coaxiales normalisées pour des transmissions numériques
- Point M.* — Utilisation des paires symétriques normalisées pour des transmissions numériques
- Point N.* — Transmissions numériques sur groupes MRF et sur lignes analogiques
- Point O.* — Transmission numérique sur groupes primaires MRF

Question 23/XV. — Systèmes à guides d'ondes

(Suite de la Question 21/XV étudiée en 1968-1972)

(A étudier par le Groupe mixte SGO)

Les systèmes de transmission à guides d'ondes déjà en cours de développement utilisent au moins deux portions du spectre des fréquences situées à une grande distance l'une de l'autre:

- a) guides d'ondes circulaires à faible valeur d'affaiblissement (mode TE_{01}) transmettant des fréquences comprises entre 20 et 110 GHz environ;
- b) guides d'ondes optiques (avec fibres) transmettant soit des signaux lumineux visibles, soit des signaux au voisinage du spectre infrarouge.

Remarque 1. — Cette question prolonge et précise les études commencées dans le cadre de la Question 21/XV (période 1968-1972) par le Groupe de travail mixte « Guide d'ondes » de la Commission d'études XV et de la Commission spéciale D. L'on se propose d'inclure tous les types de transmission en guides d'ondes.

Remarque 2. — L'annexe ci-après reproduit une partie du rapport intérimaire de ce Groupe de travail mixte sur les systèmes d'ondes millimétriques.

ANNEXE
(à la Question 23/XV)

Extrait du rapport du Groupe de travail « Guide d'ondes » (réunion de 1971)

En rédigeant, le cas échéant, des Avis sur les questions ci-dessous, le Groupe mixte sera appelé à normaliser un petit nombre de types recommandés de guides d'ondes afin d'en éviter une prolifération dispendieuse et à fixer des caractéristiques approchées aussi bien pour la section d'amplification d'un guide d'ondes que pour un système complet.

Les Administrations sont invitées à envoyer des contributions sur les sujets suivants:

1. *Guide d'ondes — Aspects mécaniques*

- 1.1 *Type et mode de construction* (par exemple, isotrope, hélicoïdal, à revêtement diélectrique).
- 1.2 *Diamètre intérieur*. Choix du diamètre, tolérances sur le diamètre et ellipticité. Epaisseur du revêtement diélectrique (éventuel) et tolérances sur la couche diélectrique.
- 1.3 *Alignement*. Spécifications, emploi éventuel de la valeur efficace de la réciproque du rayon de courbure. Méthodes de mesure, des conditions en laboratoire aux conditions normales de pose.
- 1.4 *Courbes prononcées et coudes*. Constructions possibles, leurs effets sur l'affaiblissement, la dispersion et la conversion de mode.
- 1.5 *Joints*. Joints permanents ou démontables, tolérances en ce qui concerne le déport et la déviation de l'axe.
- 1.6 *Distance entre joints*.
- 1.7 *Pose*. Méthodes, profondeur, problèmes rencontrés selon les types de sols. Prévention des déformations (dues aux vibrations causées par le trafic ou à l'effet de la température).
- 1.8 *Protection*. Dégâts mécaniques, infiltration d'eau, corrosion, foudre, etc.
Mise sous pression du guide d'ondes (et de la conduite ?).
(Voir aussi la Question 8/VI)
- 1.9 *Stabilité à long terme et vieillissement*. Déplacement ou tassement du sol, flèche du guide d'ondes entre points d'appui, effet des variations cycliques de la température.

2. *Guides d'ondes — caractéristiques électriques*

- 2.1 *Caractéristiques affaiblissement/fréquence*. Mode TE_{01} et modes non désirés. Tendance générale et structure fine (valeurs nominale et pratique).
Méthodes de mesure et présentation des résultats.
- 2.2 *Autres mesures électriques* nécessaires pour recueillir tous les renseignements essentiels sur la distorsion du signal avec un effort minimal (par exemple, distorsion d'impulsion et/ou temps de propagation de groupe et/ou affaiblissement d'équilibrage).

3. *Corrélation des propriétés mécaniques et des propriétés électriques*

Compte tenu des relations étroites qui existent entre les diverses propriétés mécaniques et caractéristiques électriques des guides d'ondes, il convient de rassembler dès le début des études des renseignements sur ces relations. Il serait possible de commencer par l'étude des relations entre les mesures en laboratoire et les résultats d'essais en exploitation. Par la suite, le rapport entre les mesures mécaniques et électriques faites en usine et *in situ* présenteront une très grande importance.

4. *Caractéristiques de la bande de base*

- 4.1 *Débits binaires*. Emploi sur les systèmes en guides d'ondes de signaux acceptés pour d'autres systèmes de transmission numérique.
- 4.2 *Qualité générale*. Taux d'erreur et gigue; méthodes de mesure.

5. *Utilisation de la bande de fréquences disponible*

- 5.1 *Limites de la bande*. Utilisation possible de plus d'une octave.
- 5.2 *Choix des largeurs de bandes de voie*. Voies plus larges au voisinage du centre de la bande utile ou largeurs de bande uniformes.
- 5.3 *Répartition des fréquences attribuées aux voies*
- 5.4 *Méthodes de modulation et de démodulation*
- 5.5 *Conditions relatives à la stabilité en fréquence*
- 5.6 *Type, performance et espacement des répéteurs* (dans une grande mesure, l'espacement entre répéteurs dépendra, en particulier, des caractéristiques de la pose et de l'acheminement de la ligne).

6. *Questions diverses*

- 6.1 Spécifications concernant la surveillance et la commande.
- 6.2 Installation et alimentation des répéteurs.
- 6.3 Fiabilité des répéteurs et de systèmes complets.
- 6.4 Questions de maintenance et de réparations.
- 6.5 Aspects économiques de l'emploi de systèmes en guides d'ondes (*cf.* en particulier la section II.4 de la partie D du Manuel du GAS/3).

Question 24/XV. — Subdivision de la bande de fréquences d'un circuit loué du type téléphonique

(*Question nouvelle, à étudier par le Groupe mixte LTG*)

- a) Y a-t-il lieu d'envisager une subdivision de la bande téléphonique en réservant vers le bas (par exemple au-dessous de 900 Hz) une bande où l'on pourrait placer un petit nombre de voies télégraphiques ?
- b) Dans l'affirmative, faudrait-il envisager une réduction du niveau pour le signal télégraphique, en modifiant par conséquent la valeur donnée à l'Avis H.32 ?

Remarque. — L'Annexe 1 reproduit une proposition du Groupe mixte LTG, et l'Annexe 2 donne quelques commentaires de la Commission spéciale A.

ANNEXE 1

(à la Question 24/XV)

Extrait du rapport du Groupe mixte LTG

(réunion de novembre 1970)

- 1. Comme cas particulier, on peut placer des voies télégraphiques au-dessous de la voie principale. Dans ce cas, la fréquence de séparation inférieure recommandée est 900 Hz.
- 2. La voie principale, avec une telle subdivision limitée des deux côtés, offre:
 - a) une communication téléphonique de qualité insuffisante pour une conversation normale, mais acceptable pour une conversation de service, si besoin en est;
 - b) la transmission de données suivant l'Avis V.23 mais *sans* voie de retour;
 - c) la transmission phototélégraphique (conditions normales, MA), sous réserve que le filtre de coupure soit conçu de façon à égaliser les distorsions de phase pour satisfaire aux limites tolérables;
 - d) la transmission de fac-similé noir sur blanc, à condition que la fréquence moyenne soit choisie de façon optimale.

Pour les services b, c et d le filtre doit être conçu de façon à maintenir la distorsion de temps de propagation de groupe dans des limites tolérables pour ces services.

- 3. Quatre voies télégraphiques en plus dans la bande inférieure à 900 Hz peuvent être utilisées de la même façon que dans la bande supérieure, même dans le cas de câbles sous-marins.

ANNEXE 2

(à la Question 24/XV)

Extrait du rapport de la Commission spéciale A

(réunion de mai 1972)

- 1. Lors de sa réunion (novembre 1970), le Groupe mixte LTG a étudié cette question en même temps que d'autres questions semblables (6/XIV et 2/XVI, période 1968-1972) et a rédigé un rapport général sur la transmission simultanée de divers signaux sur un circuit loué de type téléphonique (document COM Sp. A-N° 112, période 1968-1972).

Ayant examiné ce rapport pour ce qui est du point J de la Question 1/A, la Commission spéciale A l'a trouvé généralement acceptable pour ce qui la concerne ¹.

2. Toutefois, ayant constaté que le Groupe mixte LTG n'avait pas étudié le cas de la transmission simultanée de signaux de données et de signaux téléphoniques, elle a décidé de prier ledit Groupe de procéder à cette étude et, à cet effet, a rédigé le texte suivant :

La Commission spéciale A a étudié la largeur de bande requise pour une transmission satisfaisante de données avec des modems de type V.23 et V.26. L'objet de cette étude est d'aider le Groupe mixte LTG à répondre au point J, 2 de la Question 1/A, étant donné que l'on n'a encore jamais examiné la possibilité d'une transmission simultanée de signaux téléphoniques et de signaux de données avec un débit binaire supérieur à 200 bit/s.

Modem type V.26

Solution A

Pour une reconstitution satisfaisante de la porteuse, une bande allant d'au moins 900 à 2700 Hz serait essentielle; aussi la Commission spéciale A estime-t-elle qu'il n'est pas possible de recommander un système de transmission simultanée de signaux téléphoniques et de données à 2400 bit/s utilisant un modem conforme à la solution A de l'Avis V.26.

Solution B

Pour une reconstitution satisfaisante des signaux d'horloge, une bande allant d'au moins 750 à 2850 Hz serait essentielle; aussi la Commission spéciale A estime-t-elle qu'il n'est pas non plus possible de recommander un système de transmission simultanée de signaux téléphoniques et de données à 2400 bit/s utilisant un modem conforme à la solution B de l'Avis V.26.

Modem type V.23

Pour déterminer la largeur de bande nécessaire dans ce cas, la Commission spéciale A a convenu qu'il fallait commencer par établir les limites admissibles de la distorsion sur la voie. Elle a convenu que ces limites seraient celles qu'indique l'Avis V.53, tant que les limites de planification dont il est question au point AF de la Question 1/A (période 1968-1972) n'auront pas été déterminées.

La Commission spéciale A a admis à titre provisoire que la bande minimale requise pour une transmission de données satisfaisante avec un modem du type V.23, dans les limites de distorsion indiquées par l'Avis V.53, était la bande 1100-2300 Hz. Pour tenir compte des tolérances indiquées au point 3 de l'Avis V.23, il faut élargir cette bande à la bande 1084-2316 Hz. Les caractéristiques de réponse du filtre en amplitude et temps de propagation de groupe doivent être soigneusement égalisées afin que les limites de distorsion recommandées soient respectées (voir un exemple dans le document COM Sp. A - N° 46) (période 1968-1972). Le tronçon téléphonique de la voie utilisée doit être muni de filtres d'arrêt simples appropriés, qui arrêtent la bande des fréquences vocales comprises entre 1000 et 2400 Hz. Pour les fréquences à utiliser, la Commission envisage le « Mode 2 » défini au point 2 de l'Avis V.23 pour fonctionnement jusqu'à 1200 bauds.

Vu ce qui précède et sous réserve des restrictions sur la distribution de la puissance que pourra fixer le Groupe mixte LTG, la Commission spéciale A considère que la transmission simultanée de signaux téléphoniques et de signaux de données pourrait être réalisée sans que les performances de la voie de transmission de données subissent des dégradations excessives. L'évaluation de ces dégradations demande à être étudiée davantage.

La voie téléphonique restante est de qualité médiocre et provoquera des difficultés de communication, à moins qu'une transposition spéciale d'une partie de la bande vocale ne soit faite.

Question 25/XV. — Unification des caractéristiques des circuits du type téléphonique utilisés pour la transmission de télégraphie, fac-similé, données, etc.

(Suite de la Question 35/XV étudiée en 1968-1972; à étudier par le Groupe mixte LTG)

L'Avis H.12 contient les caractéristiques de circuits loués de type téléphonique, de qualité ordinaire et de qualité spéciale.

¹ Ces commentaires se réfèrent à l'Avis H.34.

Les Avis des Sections 2, 3 et 4 de la deuxième partie de ce tome, ainsi que l'Avis G.712, contiennent des caractéristiques de circuits quelquefois légèrement différentes, provenant du fait qu'elles ont dans le passé été fixées par des Commissions différentes.

Est-il possible d'unifier toutes ces caractéristiques de façon à ne recommander finalement qu'une série commune de valeurs ?

Remarque. — L'étude peut être considérée comme terminée pour les circuits du type analogique; reste par contre à examiner le cas des circuits du type numérique. Il faudra donc vérifier si les Avis actuels sont applicables quels que soient les systèmes procurant les circuits de type téléphonique et s'il faut spécifier des caractéristiques supplémentaires pour les circuits comprenant des sections MIC conformes aux Avis G.711 et G.712.

Question 26/XV. — Unification de certaines caractéristiques des signaux transmis sur des circuits du type téléphonique

(Suite de la Question 36/XV, étudiée en 1968-1972; à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis des Sections 2, 3, 4 et 5 de la deuxième partie de ce tome contiennent des caractéristiques de signaux (niveaux, etc.) différentes.

Est-il possible d'unifier, dans la mesure du possible, ces caractéristiques de façon que tous les services non téléphoniques respectent les mêmes normes ? Dans l'affirmative, quelles seraient ces caractéristiques ?

Remarque 1. — Voir la remarque de la Question 25/XV.

Remarque 2. — La Question 27/XV traite du problème de la puissance des signaux dans la bande d'un circuit téléphonique.

Question 27/XV. — Puissance des signaux dans la bande d'un circuit de type téléphonique

(Question nouvelle, intéresse la Commission mixte spéciale C) ¹

a) Pour les services nouveaux (c'est-à-dire assurés soit sur des systèmes existants munis d'équipements modernes, soit sur de nouveaux systèmes destinés à être normalisés par le C.C.I.T.T. dans l'avenir) transmis sur des circuits de type téléphonique, est-il souhaitable d'unifier la puissance du signal à la valeur de -15 dBm0 (valeur moyenne à long terme dans toute la bande du circuit), afin d'éviter une charge excessive des systèmes à courants porteurs et pour aligner la puissance des signaux autres que la téléphonie sur la charge conventionnelle adoptée pour la téléphonie ?

En attendant une réponse générale à la partie a, on devrait étudier les parties b, c, d et e de cette question.

b) Doit-on modifier l'Avis V.2 (H.51) pour abaisser à -13 dBm0 le niveau admissible pour la transmission de données, quel que soit le type d'exploitation, duplex, simplex ou semi-duplex (puissance moyenne sur 1 minute) ?

c) Doit-on modifier les niveaux admissibles pour les signaux phototélégraphiques indiqués dans l'Avis H.41 ?

Remarque. — On doit examiner en particulier s'il est possible d'abaisser de -10 dBm0 à -15 dBm0 le niveau du signal à modulation de fréquence. En ce qui concerne la phototélégraphie à modulation d'amplitude, l'Annexe ci-après décrit des essais effectués par le C.I.T.P. et indique l'opinion de cette organisation.

d) Doit-on modifier les niveaux admissibles des signaux de fac-similé noir sur blanc indiqués dans les Avis T.10 et T.10 bis ?

¹ A étudier d'abord par toutes les Commissions d'études intéressées, puis par le Groupe mixte LTG, qui transmettra ses propositions à la Commission mixte spéciale C (Question 1/C).

e) Doit-on modifier le niveau du signal télégraphique pour le système de télégraphie et de téléphonie simultanées qui fait l'objet de l'Avis H.32 ?

Remarque 1. — Pour les systèmes existants, dans le cas où il ne serait pas possible de respecter la limite de -15 dBm0, la valeur de -13 dBm0 (puissance moyenne sur une minute) pourrait être considérée comme un compromis acceptable pour les signaux de transmission de données et de télégraphie harmonique, sous réserve de confirmation à la suite d'études en cours.

Remarque 2. — Cette question intéresse aussi les Commissions IX (Question 2/IX), XIV (Question 8/XIV), Spéciale A (Question 1/A, point J) et Spéciale C (Question 1/C). La Commission IX étudie la possibilité de réduire les niveaux pour la télégraphie harmonique à modulation de fréquence (Question 2/IX). La Commission XIV étudie un nouveau système de phototélégraphie en couleurs (Question 8/XIV) qui devrait être traité dans l'esprit de la partie a de la présente question.

Toutes ces études devraient être coordonnées dans le cadre général de la Question 1/C (voir en particulier à l'Annexe 1 à la Question 1/C).

ANNEXE (à la Question 27/XV)

Puissance de crête pour les signaux phototélégraphiques

[Contribution du Conseil International des Télécommunications de Presse (C.I.T.P.)]

1. En octobre 1970, un Groupe de travail de la Commission d'études XIV a examiné les propositions tendant à réduire la puissance du signal utilisé en phototélégraphie et a décidé que « le point d'importance primordiale est d'assurer la qualité de la transmission en fac-similé ».

En conséquence, le Groupe de travail a proposé que les Administrations fassent des essais avec divers niveaux de puissance de crête et comparent les résultats au moyen de la mire d'essai du C.C.I.T.T. En novembre 1970, le Groupe mixte LTG a étudié cette proposition et a décidé que les essais devraient être faits avec des puissances de crête de -3 dBm0 et -6 dBm0.

2. Les essais effectués par les Administrations dans leurs services de transmission phototélégraphique entre points fixes ne peuvent cependant pas donner une mesure fiable de l'effet que les réductions de niveau peuvent avoir dans les réseaux à destinations multiples utilisés pour transmettre des photos d'actualité aux quotidiens. Ces réseaux consistent en circuits omnibus entre les bureaux des agences de presse, à partir desquels les messages sont transmis aux journaux abonnés sur des lignes louées des réseaux nationaux.

Afin de déterminer l'effet que les réductions de la puissance de crête peuvent avoir sur ces réseaux à destinations multiples, le C.I.T.P. a invité l'Associated Press à faire des essais sur son réseau européen.

3. Ces essais ont été entrepris à partir de Londres, pendant l'heure chargée de la matinée du 4 mai 1972, sous forme de transmissions simultanées sur des circuits loués en quatre fils à destination de:

- a) Copenhague, Malmö et Oslo,
- b) Paris, Bruxelles, Amsterdam et Francfort,
- c) Rome.

Le Post Office du Royaume-Uni a participé aux essais en vérifiant les niveaux des signaux et en confirmant que les circuits étaient correctement réglés à Londres. Les puissances de crête étaient mesurées aux bornes des circuits dans le bureau de l'Associated Press, qui était le point de référence de niveau zéro; les puissances des voies télégraphiques des circuits étaient incluses. Il n'a pas été fait d'autres vérifications sur les circuits qui étaient utilisés tels qu'ils se présentaient, c'est-à-dire avec un réglage représentatif, mais pas nécessairement correct.

Les essais ont été faits avec des puissances de crête de 0, -3 , -6 et -9 dBm0.

4. Bien que la Commission d'études XIV ait suggéré l'utilisation de la mire d'essai du C.C.I.T.T., il a semblé douteux que cette dernière puisse faire apparaître dans toute son ampleur l'effet de la réduction de la puissance des signaux phototélégraphiques. La mire d'essai n'est pas une photographie, mais un document imprimé, et sa gamme dynamique (mesurée par comparaison des puissances de signaux produites lors du balayage des parties les plus claires et les plus sombres de la carte) était inférieure à celle de bien des photographies ou aux spécifications des équipements phototélégraphiques (30-35 dB).

En conséquence, il a été décidé de faire les essais avec une vraie photographie. Celle qui a été choisie représente un homme portant un smoking noir, un gilet de soie moirée et une chemise blanche à jabot. Les plages noires et blanches en opposition présentaient des variations de nuances et leur gamme dynamique était de 34 dB.

5. Des copies négative et positive de la photographie ont été faites dans les bureaux de l'Associated Press, dont il est question au paragraphe 3 ci-dessus, et des copies positives ont été faites par deux journaux danois, *Ahtvelt* et *Syllandspesten*.

Ces photographies montraient clairement que la diminution de la puissance du signal a les conséquences suivantes:

- a) diminution de la gradation des demi-teintes dans les plages très lumineuses,
- b) diminution de la gradation des demi-teintes dans les plages sombres,
- c) augmentation des moirures,
- d) augmentation des taches blanches,
- e) risque de relation de phase erronée à la réception.

Toutefois, dans des cas exceptionnels, on a constaté qu'à Amsterdam et à Bruxelles, et également, mais dans une moindre mesure, à Francfort, la réduction de la puissance de crête de 0 dBm0 à -3 dBm0 améliorait la gradation des demi-teintes dans les plages très claires. Ces constatations montrent qu'il existait une certaine compression de la modulation aux puissances élevées, probablement à Paris, qui était un point commun du circuit omnibus à destination des trois bureaux, mais il n'est pas possible d'être plus précis. C'est l'inconvénient des essais de réseau sur des circuits « tout venant », car, dans ces conditions, on n'a aucune certitude que toutes les parties sont correctement réglées, et c'est d'ailleurs le contraire qui est le plus probable. Cependant, il faut bien reconnaître que des essais effectués sur un système correctement réglé seraient de peu d'utilité comme référence par rapport aux conditions normales.

En dehors des exceptions mentionnées ci-dessus, les essais ont montré que la qualité de la transmission phototélégraphique diminue d'une manière perceptible lorsque la puissance de crête est réduite à -3 dBm0 et qu'elle décroît encore avec la réduction à -6 dBm0; à ce niveau, la photographie reçue à Oslo n'était pas utilisable, en raison d'un manque de contraste et de moirures. La photo reçue à Malmö était presque aussi mauvaise.

A -9 dBm0, la détérioration était devenue si importante que trois photographies seulement étaient utilisables, celles reçues à Paris, Amsterdam et Rome. Celles d'Amsterdam manquaient d'ailleurs de gradation dans les demi-teintes et celles de Rome étaient affectées de moirures.

6. Compte tenu du fait:

- a) que les réseaux pour la transmission de photos de presse dans le monde entier ont été conçus pour fonctionner à un niveau de puissance de crête de 0 dBm0 et que toute réduction de ce paramètre fondamental risque vraisemblablement d'entraîner une diminution de la qualité des photographies transmises;
- b) que, sur des distances plus longues et sur les réseaux de télécommunication relativement peu perfectionnés, ainsi qu'à destination des sièges de journaux les plus éloignés des bureaux de distribution, la diminution de la qualité risque d'être plus importante que celle révélée par les essais;
- c) que la possibilité de recevoir des photographies d'actualité d'une qualité suffisante pour être imprimées constitue un élément essentiel de la diffusion de l'information;
- d) qu'il est de l'intérêt des usagers et des Administrations que n'importe quel service puisse disposer d'une marge de sécurité adéquate:

Le C.I.T.P. estime que toute réduction de la puissance de crête permise en phototélégraphie est inopportune mais que, si une réduction est essentielle dans l'intérêt commun, elle devrait être limitée à 3 dB et devrait faire l'objet d'un réexamen à la lumière de l'expérience.

Question 28/XV. — Caractéristiques des liaisons en groupe primaire ou secondaire pour la transmission de signaux à large spectre

(Suite de la Question 38/XV, étudiée en 1968-1972; à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis H.14 et H.15 contiennent, à titre provisoire, quelques caractéristiques des liaisons en groupe primaire ou secondaire pour la transmission de signaux à large spectre (données, etc.).

Quelles sont les caractéristiques à fixer pour de telles liaisons et quelles sont les valeurs à recommander pour ces caractéristiques ?

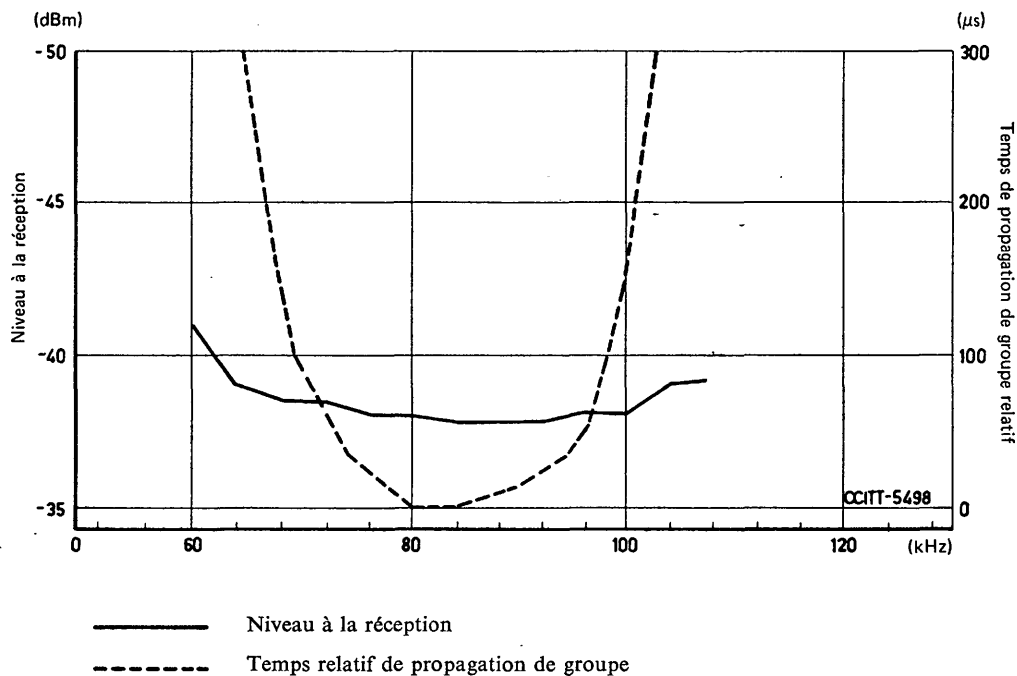


FIGURE 2. — Caractéristiques de fréquence

3. Résultats des essais

Les résultats des essais effectués sur le circuit Rome-Milan-Rome sont résumés dans le tableau 1 et les figures 3 et 4 ci-après.

TABEAU 1
RÉSULTATS OBTENUS A ROME

Nombre des		Nombre des		Taux d'erreur sur les		Nombre moyen des bits erronés par bloc	Durée de l'essai
blocs émis $\times 10^3$	bits émis $\times 10^6$	blocs erronés	bits erronés	blocs	bits		
16 200	8278	1254	130 969	$7,7 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-5}$	104	56 h. 18'

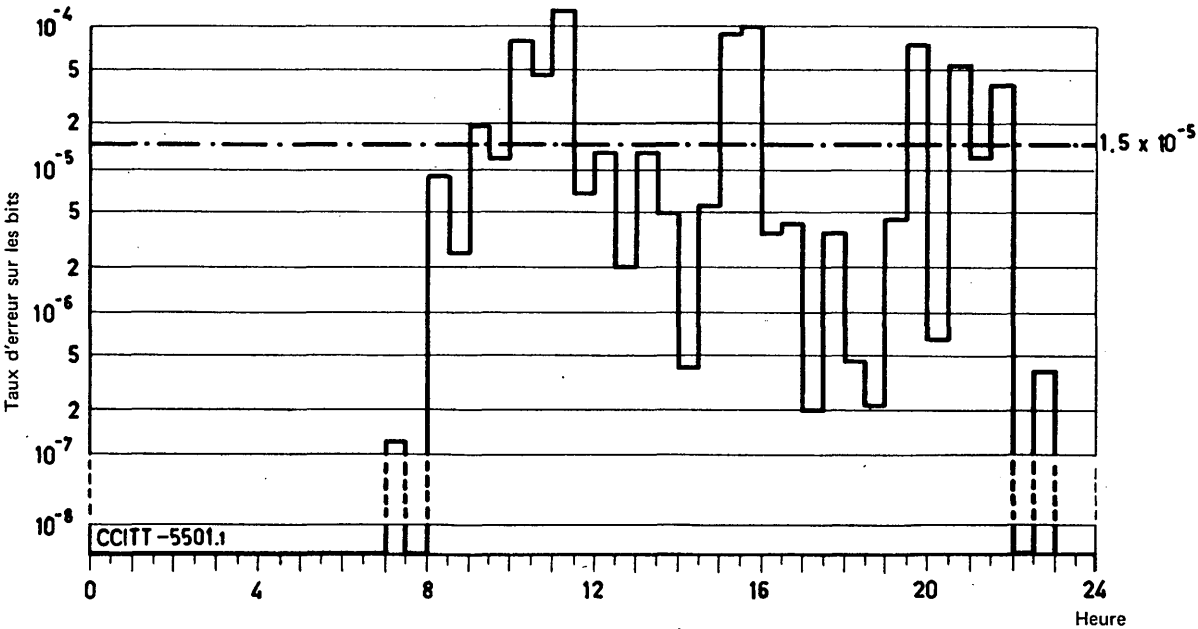


FIGURE 3. — Distribution du taux d'erreur sur les bits en fonction de l'heure

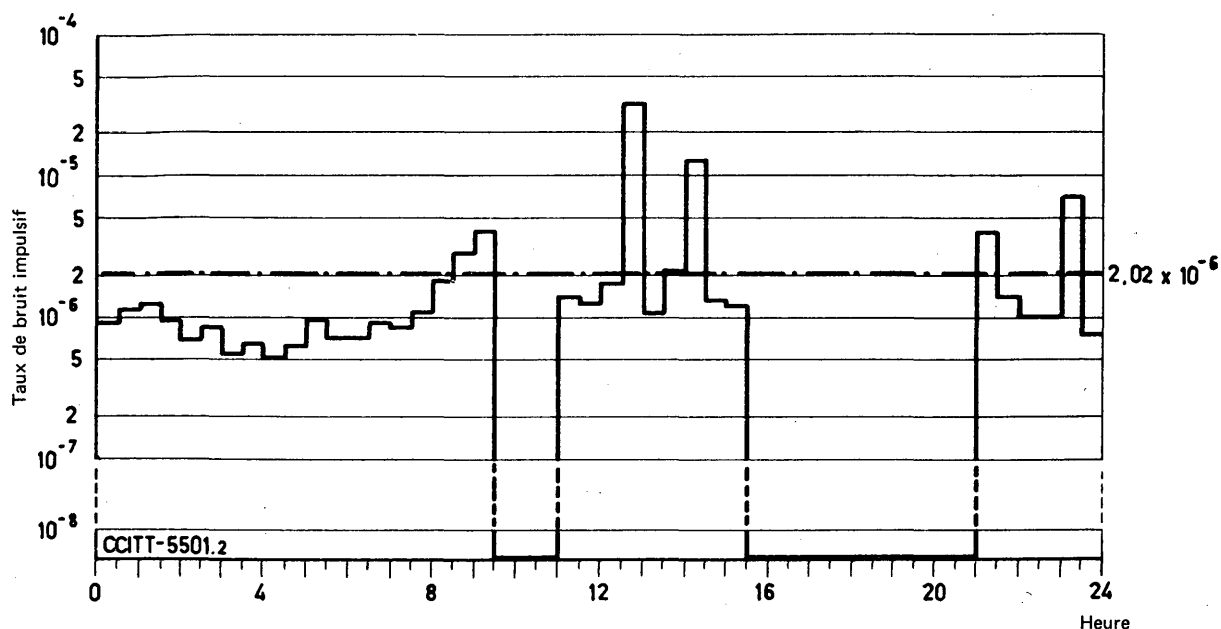


FIGURE 4. — Distribution du taux de bruit impulsif en fonction de l'heure — niveau seuil : 18 dB

ANNEXE 2

(à la Question 28/XV)

Egalisation du temps de propagation de groupe des liaisons en groupe primaire utilisées pour la transmission de données

(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

L'Avis X.40 prévoit l'établissement de 12 voies pour données à 2,4 kbit/s ou de deux voies pour données à 9,6 kbit/s sur une liaison en groupe primaire, moyennant l'emploi à cet effet d'équipements spéciaux de transfert de voies de données.

Pour ces systèmes de transfert, il est proposé que l'on étende l'Avis H.14 de manière à spécifier la distorsion de temps de propagation de groupe admissible de l'équipement de transfert de groupe dans la bande 62-106 kHz (figure 1. La limite de 10 μ s citée dans l'Avis H.14 pour la bande 68-100 kHz reste inchangée. La tolérance proposée est symétrique par rapport à $\Delta\tau = 0$ dans la bande 64-104 kHz, cela afin de tenir compte de la forme typique d'une courbe corrigée de temps de propagation de groupe.

La distorsion maximale de temps de propagation de groupe acceptable sur une liaison en groupe primaire pour ce genre d'équipement de voies pour données s'obtient en multipliant par 2,5 toutes les valeurs données dans la figure 1. Cette tolérance peut être respectée par une liaison en groupe primaire consistant en trois sections en groupe primaire interconnectées par deux filtres de transfert. L'emploi d'égaliseurs supplémentaires de temps de propagation de groupe dans les équipements terminaux permet de corriger également les liaisons en groupe primaire de plus de trois sections en groupe primaire d'une façon satisfaisante pour les systèmes de transfert de voies pour données.

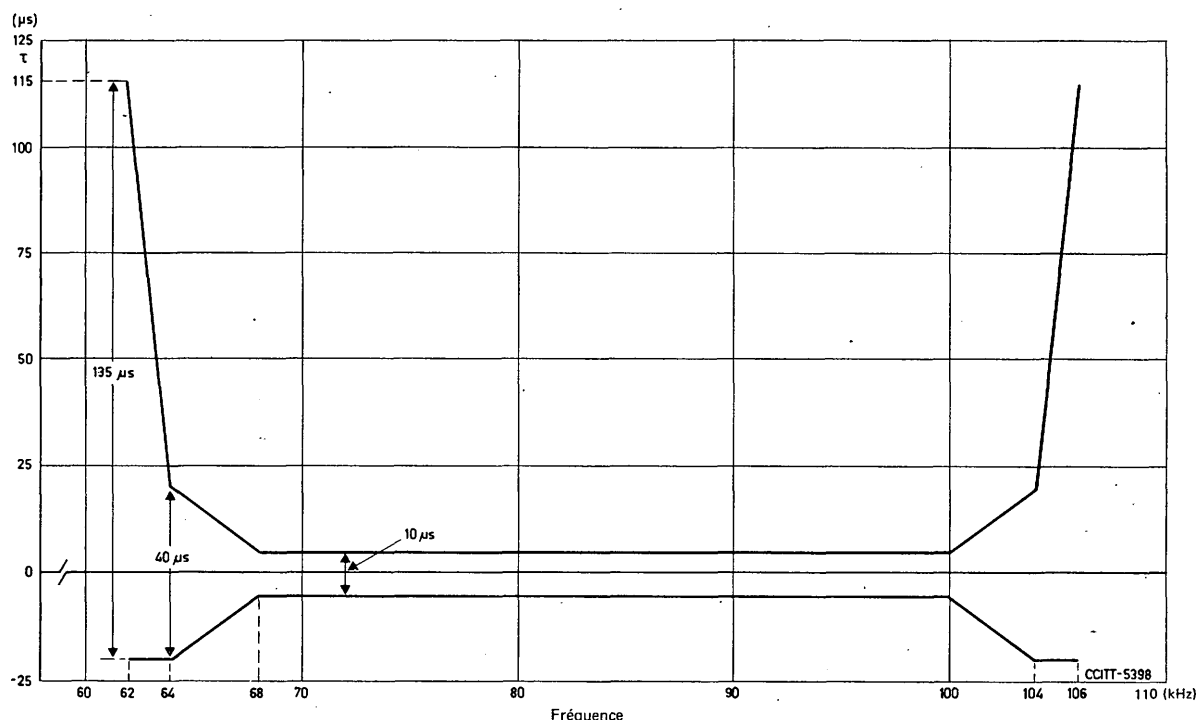


FIGURE 1. — Distorsion maximale de temps de propagation de groupe d'un équipement de transfert de groupe primaire corrigé

Question 29/XV. — Caractéristiques des signaux à large spectre à transmettre sur des liaisons en groupe primaire ou secondaire

(Suite de la Question 39/XV, étudiée en 1968-1972; à étudier par le Groupe mixte LTG)

Les Avis H.52 et H.53 contiennent des caractéristiques provisoires pour ces signaux. Il convient de confirmer ou de modifier et de compléter ces Avis.

Question 30/XV. — Prolongement des circuits numériques empruntant des systèmes à satellites de télécommunication

(Question nouvelle, à étudier par le Groupe mixte LTG)

Certains systèmes à satellites de télécommunication peuvent permettre l'établissement de communications numériques entre stations terriennes. Par exemple, il est aisé d'adapter des systèmes MIC à voie unique par porteuse et assignation en fonction de la demande, de manière à obtenir une connexion numérique fonctionnant dans la gamme de 48 à 64 kbit/s. On peut s'attendre à ce que des systèmes AMRT (à accès multiple et répartition dans le temps) se prêtent à des débits binaires encore plus élevés.

Quelles recommandations devrait-on émettre relativement à l'établissement de circuits internationaux numériques complets mettant à profit les possibilités de certains systèmes à satellites de télécommunication en matière de transmissions numériques ?

Remarque 1. — Lors de l'étude de cette question, il convient de considérer les méthodes permettant d'étendre les possibilités dont il s'agit sur des systèmes de transmission analogique classiques. Voir aussi la Question 22/XV (13/D), point N.

Remarque 2. — Les circuits considérés ici peuvent être appelés à aboutir dans des emplacements éloignés des stations terriennes.

Remarque 3. — Ces circuits peuvent être utilisés pour des transmissions de données à grande vitesse.

Question 31/XV. — Câbles et systèmes sous-marins

(Suite de la Question 31/XV étudiée en 1968-1972)

Compte tenu du fait qu'une prolifération des types de câble sous-marin entraînerait des complications et des dépenses excessives dans la maintenance du réseau de câbles sous-marins, quelles recommandations serait-il utile de formuler sur les caractéristiques des câbles sous-marins, en vue de faciliter la maintenance ?

Remarque. — Les recommandations relatives aux câbles devraient évidemment être compatibles avec les conditions d'établissement, sur ces câbles, de systèmes conformes aux dispositions de l'Avis G.371.

ANNEXE 1

(à la Question 31/XV)

Câbles sous-marins

[Rapport de M. BLANCHI (France), rapporteur spécial]

Les renseignements recueillis sont rassemblés dans les deux parties du présent annexe:

- l'une donne les principales caractéristiques des câbles courants avec armure externe ou à porteur central;
- l'autre indique les possibilités de raccordement des différents types de câbles entre eux.

DANEMARK

Câbles à porteur central

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
1	1,47"/0,368"	Toron d'acier 43 fils et cuivre soudé 0,38 mm	0,368	9,34	Ruban longitudinal d'alumi- nium de 128,5 mm × 0,46 mm (5,05" × 0,018")	1,47	37,3	54	1,71	3,88	9,7

Câbles à armures externes

1	0,320"/0,156"	Fils cuivre câblés	0,156	3,96	Cuivre	0,320	8,13	75			
2	0,591"/0,161"	Cuivre massif	0,161	4,1	Cuivre	0,591		52			
3	0,620"/0,160"	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,32" × 0,015" (8 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 1,375" × 0,003" (35 mm × 0,076 mm)	0,620	15,75	54			
4	0,620"/0,160"	Fils cuivre câblés	0,160	4,06	Comme ci-dessus	0,620	15,75	54			
5	0,902"/0,178"	Cuivre massif	0,178		Cuivre	0,902		65			
6	0,810"/0,226"	Cuivre massif	0,226		Cuivre	0,810		75			
	0,935"/0,240"	Cuivre massif	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,475" × 0,015" (12,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette 2" × 0,003" (50 mm × 0,076 mm)	0,935	23,75	54			
7	0,935"/0,240"	Cuivre soudé 0,6 mm sur toron 19 fils acier doux	0,240	6,1		0,935	23,75	54			
8	0,935"/0,259"	Fils cuivre câblés	0,259			0,935	23,75				
9	0,935"/0,264"	Fils cuivre câblés	0,264			0,935	23,75				
10	0,950"/0,244"	Cuivre massif	0,244			0,950		54			
11	1,47"/0,368"	Toron 19 fils acier doux + ruban soudé rétreint de 0,38 mm	0,368	9,34	Ruban longitudinal d'aluminium de 5,05" × 0,018" (128,5 mm × 0,46 mm)	1,47	37,3	54			

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Câbles à armures externes

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	1" SD List 1	Toron 41 fils acier, cuivre soudé et rétreint épaisseur 0,58 mm	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 87,1 × 0,25 mm	1,00	25,4	44			7
	1,5 SF List 1	Toron 41 fils acier, cuivre soudé et rétreint épaisseur 0,58 mm	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 127 × 0,25 mm	1,50	38,1	60			7

Câbles à porteur central

	1" SD List III	Cuivre massif	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 87,1 $\times$ 0,25 mm	1,00	25,4	44			
	SF List III	Cuivre massif	0,220	5,6	Bande longitudinale cuivre 87,1 $\times$ 0,25 mm	1,00	25,4	60			
CU	0,620"/0,160"	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	54			
CU	0,620"/0,200"	Cuivre massif	0,200	5,08	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	43			
FIL	0,620"/0,200"	Ruban de cuivre sur toron d'acier doux	0,200	5,08	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	43			
CU	0,990"/0,248"	Cuivre massif	0,248		Ruban d'aluminium	0,990		54			
FIL	0,990"/0,329"	Cuivre sur toron d'acier doux			Ruban d'aluminium	0,329		43			

FRANCE
Câbles à porteur central

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	8,0/25,4	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,406)		8,0	Ruban longitudinal en cuivre ou aluminium		25,4	46	2,40 (Cu)	5,45 (Cu)	7,03
	8,0/38,1	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,406)		8,0	Ruban longitudinal en cuivre ou aluminium		38,1	62	1,65 (Cu) 1,74 (alu)	3,75 (Cu) 3,94 (alu)	7,03
	8,4/25,4	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,584)		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	49			7,03
	8,4/38,1	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,584)		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		38,1	60	1,60	3,64	7,03

Câbles à armures externes

	4,3/15,6	Fil central et bandes		4,3	6 rubans hélicoïdaux + 1 frette		15,6	51	3,1 (552 kHz)		Suivant le type d'armure
	5,0/15,7	Cuivre massif		5,0	Ruban longitudinal en cuivre		15,7	46			
	5,2/15,7	Cuivre massif		5,2	Ruban longitudinal en cuivre		15,7	44			
	5,3/25,4	Cuivre massif		5,3	Ruban longitudinal en cuivre ou aluminium		25,4	62	2,49 (Cu)	5,60 (Cu)	
									2,60 (alu)	5,80 (alu)	
	5,6/25,4	Cuivre massif		5,6	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	60			
	8,0/25,4	Cuivre massif		8,0	Ruban longitudinal en cuivre ou aluminium		25,4	46			
	8,4/52,4	Cuivre massif		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	44			

ITALIE

Câbles à porteur central

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	0,990"/LW MK I	Cuivre agrafé	0,322	8,20	6 rubans hélicoïdaux d'aluminium	0,990	25,10	44	2,72		7,8
	0,990"/LW MK II	Cuivre soudé	0,329	8,40	Ruban d'aluminium longitudinal	0,990	25,10	44	2,55	5,78	7,6
	1,470"/LW	Cuivre soudé	0,368	9,35	Ruban d'aluminium longitudinal	1,470	37,34	54	1,71	3,88	9,7
	1,500/LWR pour MK I	Cuivre soudé	0,322	8,20	Ruban d'aluminium longitudinal	1,500	38,1	62			
	1,500/LWR pour MK II	Cuivre soudé	0,329	8,40	Ruban d'aluminium longitudinal	1,500	38,1	62			

Câbles à armures externes

	0,620"/0,160"	Cuivre massif	0,160	4,1	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,620	15,75	54			Suivant le type d'armure
	0,620"/0,200" Fil	Composite-cuivre agrafé	0,200	5,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,620	15,75	44			
	0,935"/0,240" Fil	Composite-cuivre soudé	0,240	6,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,935	23,75	54	2,52	5,67	
	0,935"/0,240" Cu	Cuivre massif	0,240	6,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,935	23,75	54	2,60	5,90	
	0,990"/0,329 Fil	Composite-cuivre soudé	0,329	8,40	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,990	25,10	44	2,56	5,78	

JAPON

Câbles à armures externes

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Impédance caractéristique T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	5/18	Cuivre massif		5	Ruban longitudinal Cuivre de 0,25 mm d'épaisseur		18	51	1,79	4,05	
	Existe en version « protégée » (feillard acier doux 2×0,1 mm) et en version « blindée » aluminium (ruban longitudinal de 0,2 mm d'épaisseur)										

RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

Câbles à armures externes

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Impédance carac- téristique T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	20,60"/0,160" 0,935"/0,240"	Cuivre massif Cuivre massif	0,160 0,240		Cuivre	0,620 0,935		54 54			

Câbles à porteur central

	1,47 « LW »	Composite	0,368	9,34		1,47	37,3	54			
--	-------------	-----------	-------	------	--	------	------	----	--	--	--

ROYAUME-UNI
Câbles à porteur central

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	0,990"/0,323" MKI	Toron d'acier de 43 fils et cuivre agrafé (0,25 mm)	0,323	8,2	6 rubans d'aluminium hélicoïdaux (12,8×4,6 mm)	0,990	25,1	44	2,72		7,8
	0,990"/0,329" LW/MK II	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé de 0,38 mm	0,329	8,3	Ruban longitudinal d'aluminium appliqué avec recouvrement (86,4×30 mm)	0,990	25,1	44	2,56	5,78	7,6
	1,000"/0,330" List 1 SD et STC SCE 106	Toron d'acier de 41 fils et cuivre (0,6 mm) soudé et rétreint	0,330	8,4	Ruban longitudinal de cuivre appliqué avec recouvrement (87×25 mm)	1,00	25,4	44			
	1,47"/0,368" LW	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé (0,38 mm)	0,368	9,3	Ruban longitudinal d'aluminium appliqué avec recouvrement (128,5×46 mm)	1,47	37,3	54	1,71	3,88	9,7
	1,5"/0,330" SF-List 1	Toron d'acier de 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,6 mm)	0,330	8,4	Ruban longitudinal de cuivre (127×25 mm)	1,5	38,1	60			
	1,5"/0,323" LWR pour MK I	Toron d'acier de 43 fils et cuivre agrafé	0,323	8,2	Ruban longitudinal aluminium (133,4×0,46 mm)	1,5	38,1	62			
	1,5"/0,329 LWR pour MK II LW	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé et rétreint (0,25)	0,329	8,4	Ruban longitudinal aluminium (129,5×0,46 mm)	1,5	38,1	62			
	1,47"/0,329 LWR pour LW MK II	Toron 43 fils et cuivre soudé	0,329	8,4	Ruban longitudinal aluminium (129×0,46 mm)	1,47	37,3	62			

LWR = Câble de réparation

ROYAUME-UNI
Câbles à armure externe (1)

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture - T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	0,460"/0,128"	Cuivre massif	0,128	3,25	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,282"×0,015"	0,46	11,68	52			
	0,620"/0,160"	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans hélicoïdaux de cuivre 0,320"×0,15" (8,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre, 1,375"×0,003"	0,620	15,75	54			
	0,620"/0,160"	Fils cuivre câblés	0,160	4,06	6 rubans cuivre hélicoïdaux (8,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 1,375"×0,003" (35 mm × 0,076 mm)	0,620	15,75	54			
	0,620"/0,200"	Rubans cuivre agrafé sur un toron 19 fils d'acier doux Ruban cuivre 19,3 mm×2,5 mm	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,320"×0,012" (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620"/0,200"	Cuivre massif	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,320"×0,012" (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620"/0,200"	Fils cuivre câblés	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,320"×0,012" (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620"/0,200"	Fils cuivre câblés au-dessus d'un toron de fil acier doux	0,200	5,08	Cuivre	0,620	15,75	43			
	0,935"/0,240"	Cuivre massif	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit 0,475"×0,015" (12,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 2"×0,003" (50×0,76 mm)	0,935	23,75	54	2,60	5,90	

ROYAUME-UNI
Câbles à armure externe (2)

No	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	0,935"/0,240"	Cuivre fils câblés	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit 0,475" $\times$ 0,015" (12,1 mm $\times$ 0,38 mm) + 1 frette cuivre 2" $\times$ 0,003" (50 $\times$ 0,76 mm)	0,935	23,75	54			
	0,935"/0,240"	Ruban de cuivre recuit de 0,6 mm soudé et rétreint sur un toron de 19 fils d'acier doux	0,240	6,1	Cuivre	0,935	23,75	54	2,52	5,67	
	0,935"/0,240"	Fils cuivre câblés sur toron de fils acier doux	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit de 0,010" (0,25 mm) et 1 frette cuivre de 1,375" $\times$ 0,003"	0,935	23,75	54			
	0,935"/0,260"	Cuivre massif	0,260	6,6	Rubans hélicoïdaux de cuivre 0,475" $\times$ 0,015" (12,1 mm $\times$ 0,38 mm)	0,935	23,75	54			
	0,935"/0,260"	7 fils de cuivre câblés de 0,0765" (1,8 mm)	0,260	6,6	Comme ci-dessus	0,935	23,75	50,5			
	0,990"/0,246"	Cuivre massif	0,248	6,3	Bande longitudinale à recouvre- ment d'aluminium 3,40" $\times$ 0,012" (86,4 mm $\times$ 0,30 mm)	0,990	25,15	54			
		Ruban cuiyre sur toron fil acier doux	0,248	6,3	Comme ci-dessus	0,990	25,15	54			

ROYAUME-UNI

Câbles à armure externe (3)

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance carac- téristique Ω	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture T
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre			1 MHz	5 MHz	
			Pouce	mm		Pouce	mm				
	0,990"/0,329"	Ruban cuivre recuit de 0,38 mm sur toron 19 fils acier doux	0,329	8,3	Bande longitudinale à recouvrement d'aluminium 3,40"×0,012" (86,4 mm × 0,30 mm)	0,990	25,15				
	1"/0,330"	Cuivre massif	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 3,43"×0,01" (87,1 mm × 0,25 mm)	1,0	25,4	44			
	1"/0,229" massif	Cuivre massif	0,220	5,59	Comme ci-dessus	1,0	25,4	60			
	1,47" massif	Cuivre massif	0,368	9,35	Ruban longitudinal aluminium 5,06"×0,018" (128,5 mm × 0,46 mm)	1,47	37,3	54			
	1,47" acier doux	Ruban cuivre 0,38 mm soudé sur 19 fils acier doux	0,368	9,35	Comme ci-dessus	1,47	37,3	54			

POSSIBILITÉS DE RACCORDEMENT (suite)

II. Câbles à porteur central

N°	Nature conducteur extérieur	Nature conducteur intérieur	Diamètre CE (mm)	Diamètre CI (mm)	Diamètre CE (inch)	Diamètre CI (inch)	Type	CCITT 5481A										Z Ω
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	H Al	a/43			0,990	0,323	MK I											43
2					0,990	0,329	MK II											43
3	L Cu	S/41			1,0	0,330	SD											44
4	L Al	S/43			1,47	0,368	LW (GB)											54
5	L Al	S/43			1,47	0,329	LWR											62
6	L Cu	S/41			1,5	0,330	SF											60
7	L Al	a/43			1,5	0,323	MK I R											61
8	L Al	S/43			1,5	0,329	MK II R											62
9	L Cu	S/41	25,4	8,0														46
10	L Al	S/41	38,1	8,0														61
11																		
12																		

- a Conducteur formé d'un ruban de cuivre agrafé (box seam)
- S Ruban de cuivre soudé
- 41 } Nombre de fils d'acier haute résistance du porteur central
- 43 }
- H Bandes hélicoïdales
- L Bande longitudinale

Note. — Les techniques de raccordement ont été mises au point pour tous les joints possibles de la zone hachurée.

III. Jonctions ^a entre câbles à armures externes et câbles à porteur central

N°	Nature CE	Nature CI	Diamètre CE (mm)	Diamètre CI (mm)	Diamètre CE (inch)	Diamètre CI (inch)	Type	CCITT_5482A																				Z Ω
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	H Al	a/43			0,990	0,323	PC MK I	X																				43
2	L Al	S/43			0,990	0,329	PC MK II		X																			43
3	L Cu	S/41			1,0	0,330	PC SD			X										X								44
4	L Al	S/43			1,47	0,368	PC LW				X																	54
5					1,47	0,329	LWR					X																59
6	L Cu	S/41			1,5	0,330	SP PC						X							X								60
7	L Al	a/43			1,5	0,323	MK I R PC							X														61
8	L Al	S/43			1,5	0,329	MK II R PC								X													62
9	L Cu	S/41	25,4	8,0			PC									X												46
10	L Al	S/41	38,10	8,0			PC										X											61
11	L Cu	M			1,0	0,330	A SD			X										X								44
12	L Cu	M			1,0	0,220	A SF				X										X							60
13	L Cu	M	25,4	5,3			A													X		X						62
14	L Al	S/19 D			1,47	0,368	A														X							54
15	L Al	M			1,47	0,368	A														X							54
16																												

- CE Conducteur extérieur
- CI Conducteur intérieur
- PC Porteur central
- A Câble armé
- H Bandes hélicoïdales
- M Cuivre massif
- a Ruban de cuivre agrafé
- S Ruban de cuivre soudé
- /41 } Nombre de fils d'acier à haute résistance du porteur central
- /43 }
- 19D Toron 19 fils d'acier doux
- X Jonction étudiée

^a Seuls sont représentés les câbles susceptibles de telles jonctions.

ANNEXE 2
(à la Question 31/XV)

Câbles sous-marins

(Contribution de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

La Commission d'études XV a déjà eu l'occasion de reconnaître que, en raison des complications particulières que l'on rencontre dans la réparation des câbles de systèmes sous-marins, il y aurait lieu d'appliquer des mesures qui auraient pour effet de réduire le nombre des types de câbles dont doivent s'occuper les navires chargés des réparations (voir l'Annexe 1).

On a aussi beaucoup insisté sur le fait que les ingénieurs chargés de la réalisation des systèmes doivent bénéficier d'une liberté suffisante en ce qui concerne le choix du câble, afin de pouvoir spécifier un prix de revient optimal par unité de longueur du circuit, pour l'ensemble du système. Cette souplesse dans le choix du câble est nécessaire principalement pour pouvoir tenir compte d'un large éventail de configurations du fond de la mer et de prix de revient des matériaux.

On se trouve donc devant des considérations à première vue contradictoires, qui pourraient cependant être conciliées en partie si la Commission d'études formulait ses recommandations dans un but bien déterminé, à savoir la spécification des moyens propres à faciliter grandement les réparations sur les câbles. La situation est quelque peu différente de celle à laquelle on a affaire avec les câbles terrestres à paires coaxiales.

Si l'on considère séparément les deux types principaux de câbles sous-marins (avec armure et sans armure), on voit que, lorsqu'il s'agit de déterminer si deux câbles différents peuvent être raccordés dans de bonnes conditions, les caractéristiques les plus importantes sont les suivantes:

- le diamètre hors tout du conducteur extérieur;
- l'impédance électrique.

La dimension du conducteur extérieur est importante, surtout en ce qui concerne les caractéristiques mécaniques du raccordement; quant à l'impédance électrique, son importance réside dans l'effet cumulatif de détérioration que subit la qualité de transmission globale du système du fait des défauts d'adaptation consécutifs à plusieurs réparations sur le câble.

D'un autre côté, il n'est guère avantageux, du point de vue de la facilité de réparation du câble, de limiter le choix de l'ingénieur qui conçoit le système en ce qui concerne les caractéristiques suivantes:

- dimension du conducteur intérieur (bien entendu, pour un conducteur extérieur donné, cette caractéristique détermine dans une large mesure la valeur de l'impédance);
- matériau utilisé pour le conducteur;
- polyéthylène utilisé comme diélectrique;
- enveloppe protectrice;
- caractéristique affaiblissement/fréquence du câble.

Compte tenu de ce qui précède, la Commission d'études XV devrait se fixer pour objectif de réduire le nombre des types de câbles différents qui seront utilisés pour les systèmes futurs, ces types de câbles étant *caractérisés par le diamètre du conducteur extérieur et par l'impédance électrique*. On pourrait recommander que les câbles mis en œuvre dans les principales sections maritimes des systèmes sous-marins — c'est-à-dire à l'exclusion des câbles destinés uniquement aux sections voisines du littoral — aient des caractéristiques conformes aux limites indiquées ci-dessous:

	(A)	(B)
Conducteur extérieur, diamètre hors tout	25,0-25,5 mm	37,0-38,5 mm
Impédance électrique	a) 43-46 ohms b) 60-62 ohms	a) 53-54 ohms b) 60-62 ohms

Remarque 1. — Pour les conducteurs extérieurs 37,0-38,5 mm, la gamme d'impédance électrique 60-62 ohms s'applique uniquement aux câbles sans armure; pour les conducteurs extérieurs 25,0-25,5 mm, cette gamme s'applique uniquement aux câbles avec armure. Les autres limites s'appliquent à tous les types de câble.

Remarque 2. — Les câbles non armés de la colonne (A) conviennent bien à des systèmes dans lesquels la fréquence maximale en ligne s'élève jusqu'à environ 5 MHz; ceux de la colonne (B) conviennent bien à des systèmes dans lesquels cette fréquence est de l'ordre de 15 MHz.

Il faudra spécifier de nouveaux types de câbles non armés et armés pour les systèmes ayant des capacités telles que les fréquences en ligne devront être très supérieures à 15 MHz. Dans l'étude future de cette question, il conviendra de déterminer et d'adopter des gammes de valeurs appropriées pour le diamètre du conducteur extérieur et pour l'impédance.

Question 32/XV. — Définition de la fiabilité d'un système de transmission et objectifs

(Suite de la Question 40/XV étudiée en 1968-1972)

Comment peut-on définir la fiabilité d'un système de transmission et quels objectifs convient-il de recommander en ce qui concerne la disponibilité et la fiabilité dans le cas de systèmes de transmission en câble ?

Remarque 1. — Dans l'étude de cette question, il y aurait lieu de tenir compte des considérations suivantes:

- a) la définition de la fiabilité devrait pouvoir s'appliquer facilement à tous les types de systèmes de transmission et non pas seulement aux systèmes en câble;
- b) il faudrait préciser les moyens de mesure de caractéristiques de la fiabilité d'un système et le mode d'expression des résultats;
- c) il faudrait préciser les moyens de combiner la fiabilité de systèmes fonctionnant en cascade afin de fixer un objectif global de fiabilité pour l'ensemble.

Remarque 2. — Pour une harmonisation de l'étude des Questions 32/XV et 33/XV il est nécessaire de spécifier ce qu'on entend par « faisceau de circuits » et par « système ».

ANNEXE

(à la Question 32/XV)

Rapport de M. G. Lajtha (Hongrie), rapporteur sur la fiabilité en 1968-1972

Extrait de la lettre d'accompagnement

J'ai reçu des renseignements intéressants sur la fiabilité et la disponibilité des réseaux de transmission. Ces renseignements sont réunis et résumés dans le document ci-joint, qui contient aussi quelques conclusions tirées des valeurs communiquées. Il convient toutefois d'insister sur le fait que de nombreuses Administrations ne possèdent pas de statistiques à ce sujet; aussi la Commission d'études XV devra-t-elle achever son travail sur la base des 10 à 12 contributions reçues.

Résumé des contributions

1. *Avant-propos*

Le Groupe de travail « Fiabilité » de la Commission d'études XV a décidé, au cours de sa réunion d'octobre 1970, de recueillir des données sur la fréquence des défaillances et le temps d'interruption des systèmes de transmission à courants porteurs. Les Administrations ont été invitées à répondre à un questionnaire qu'elles ont reçu avec la Circulaire n° 120 (voir le tableau 1 ci-après). Les contributions reçues en réponse à ce questionnaire jusqu'en mars 1971 sont résumées dans la Contribution COM XV-N° 182 (période 1968-1972). Comme on n'avait reçu qu'un petit nombre de contributions et que les Administrations avaient appliqué des méthodes différentes pour réunir leurs données, ces dernières étaient assez difficiles à interpréter. Compte tenu des observations formulées, on estima opportun de poursuivre la collecte de données en se conformant aux principes uniformes adoptés lors de la réunion de mars-avril 1971. Par la suite, le Directeur du C.C.I.T.T., par sa Circulaire n° 191, attira une fois de plus l'attention sur le fait qu'il importait de fournir des données précises, en respectant la date limite recommandée.

Les contributions reçues depuis la réunion tenue en 1971 par la Commission d'études XV ont conduit à modifier la vue d'ensemble et l'appréciation exposées dans la Contribution COM XV-N° 182 (période 1968-1972). Le résumé ci-dessous n'est pas une amplification du rapport précité, mais une nouvelle édition de celui-ci, développée et remaniée sur la base des données disponibles les plus récentes.

TABLEAU 1
QUESTIONNAIRE
(concernant la transmission téléphonique)

Commission d'études XV — Groupe de travail « fiabilité »
Réunion d'octobre 1970

Administration: Exploitation:												Date:																					
Type de système: (sur paires coaxiales, sous-marin, sur paires symétriques — indiquer les Avis du C.C.I.T.T. qui s'y appliquent)																																	
Nombre de systèmes étudiés:												Longueur totale des systèmes étudiés:												Nombre de voies:									
Caractéristiques du système												Caractéristiques du temps d'interruption pour:																					
												Un seul système												Une artère en câble									
												Système existant						Objectif futur		Système existant						Objectif futur							
												n	L	M	L/M + L	L/M + L		L/M + L		n	L	M	L/M + L	L/M + L									
Câble		Pour 100 km Profondeur moyenne:																															
Equipements de ligne		Répéteurs																															
		Téléalimentation																															
		Télécommande																															
Equipements terminaux		Modem de voie																															
		Modem de groupe primaire																															
		Modem de groupe secondaire																															
		Modem de groupe tertiaire																															
		Equipement d'alimentation																															
Ensemble du système																																	

Note 1. — Si les caractéristiques indiquées concernent plusieurs systèmes du même type, indiquer leur nombre et leur longueur moyenne.
Note 2. — Les conditions de redondance doivent être indiquées; par exemple: une paire en réserve pour cinq paires en service.
Note 3. — Ne remplir que les rubriques pour lesquelles on connaît les caractéristiques demandées.
Note 4. — Les équipements terminaux peuvent être distincts de la ligne.
Note 5. — Une défaillance dans l'un des sens de transmission (ou dans les deux sens) doit être comptée comme un dérangement.

2. Liste des symboles et abréviations

Selon le questionnaire de la Circulaire n° 120 (tableau 1 ci-dessus), le taux d'interruption était défini par l'expression $\frac{L}{M + L}$ où L est la durée d'indisponibilité, M est la durée de disponibilité, ces deux valeurs étant mesurées avec les mêmes unités.

En fait, la durée totale d'observation variait entre six mois et cinq ans, suivant les pays. Pour permettre la comparaison, on a rapporté toutes les données à un an, et l'on emploie dans cette annexe les symboles du tableau 2.

TABLEAU 2

Caractéristiques	Symbole employé pour :	
	la moyenne ou la valeur typique nationale	la moyenne générale des moyennes nationales
Nombre de défaillances pendant un an . . .	n	$\bar{n}$
Durée de disponibilité.	M	(non calculée)
Moyenne des temps de bon fonctionnement .	$MTBF = \frac{M}{n}$	$\overline{MTBF}$
Taux de défaillance	$FD = \frac{1}{MTBF}$	$\overline{FD}$
Durée d'indisponibilité par défaillance . . .	L_i	$\overline{L}_i$
Durée d'indisponibilité par an	$L = \sum_{i=1}^n L_i$	$\overline{L} = n\overline{L}_i$
Taux d'interruption.	$TI = \frac{L}{M + L}$	$\overline{TI}$
Durée totale d'observation.	$M + L = 1 \text{ an} = 8760 \text{ heures}$	

3. Interprétation des données

Pour que les données fournies par les différentes Administrations soient comparables, et que leurs moyennes puissent être établies, nous les avons affectées de coefficients de pondération. Pour les équipements de ligne, la longueur de la ligne considérée étant L (km), nous avons choisi comme coefficient $L/100$; pour les équipements terminaux et les systèmes entiers, le coefficient de pondération est le nombre des systèmes à 960 voies considérés. Certaines Administrations ont fourni, pour leur propre matériel, des valeurs déjà pondérées de n et TI ; nous en avons pris les moyennes. Les moyennes obtenues pour chacun des pays ont d'abord été sommées algébriquement et les valeurs n et TI ainsi déterminées ont été affectées de l'indice e (= équivalent). Après multiplication de chaque valeur par le coefficient de pondération W , nous avons calculé la moyenne de l'écart type des produits obtenus. Ces valeurs ont été affectées de l'indice W .

Les données recueillies à la suite de la présente enquête n'ont pas permis d'établir une corrélation entre la probabilité de défaillance et les conditions d'exploitation. Nous nous sommes cependant efforcé, en nous appuyant sur les données disponibles, de trouver une réponse à certaines des questions soulevées dans la Contribution COM XV-N° 183 (période 1968-1972) de l'Administration italienne. Les Administrations éprouveraient d'ailleurs des difficultés insurmontables à recueillir des données conformément aux indications figurant dans cette contribution. Néanmoins, nous avons réussi à puiser une certaine masse de renseignements, et nous indiquons ci-dessous les conclusions que l'on peut tirer directement des observations communiquées:

- L'Administration suédoise estime que la profondeur de pose d'un câble n'a pas d'influence sur la fréquence des défaillances constatées sur le câble; cette opinion était partagée par certains des participants à la « Conférence sur la maintenance ». Une opinion opposée se dégage toutefois de l'examen de certains documents. C'est ainsi qu'au Japon, où les câbles sont posés à une profondeur pouvant atteindre 1,2 m au-dessous de la surface du sol, n et TI ont des valeurs beaucoup plus petites que dans les pays où la profondeur de pose est comprise entre 0,7 et 1 m;
- La fiabilité d'un équipement à transistors est plus de dix fois supérieure à celle d'un équipement à tubes électroniques;

- c) Les caractéristiques de fiabilité des communications établies sur des câbles sous-marins d'excellente fabrication sont dix fois supérieures à celles des communications sur circuits terrestres;
- d) Pour les systèmes redondants, nous avons retenu tel quel le nombre de défaillances indiqué, sans chercher à savoir si des dérangements avaient été causés au service. C'est seulement pour les systèmes non redondants que nous avons compté cela dans la durée d'indisponibilité.

En revanche, les données disponibles sur les réseaux de télécommunication sur fil nous ont permis d'obtenir les caractéristiques de fiabilité de ces réseaux avec une bonne approximation.

Avec les données recueillies, nous avons pu calculer des valeurs représentatives des caractéristiques de disponibilité et de fiabilité des installations de transmission. Ces données font ressortir le nombre de cas où une défaillance s'est produite dans un système à courants porteurs et indiquent la proportion du temps où le système a été hors service à cause de cette défaillance. (Toutefois, on n'en tire pas d'indication sur le nombre des voies tombées en dérangement.)

A partir de la distribution de la fréquence moyenne des défaillances pour chaque pays (calculée pour des systèmes à 15 groupes secondaires), nous avons trouvé comme moyenne générale:

$$\overline{n_{m,e}} = 1,5 \text{ défaillance/an}$$

(où m indique qu'il s'agit d'équipements de multiplexage); et comme écart type:

$$\sigma_{n,m,e} = 1,9.$$

Les valeurs correspondantes pour les équipements de ligne (systèmes de transmission en câble à paires coaxiales à 4 et 12 MHz) sont, pour la moyenne:

$$\overline{n_{l,e}} = 4,0$$

(où l indique qu'il s'agit d'équipements de ligne); et pour l'écart type:

$$\sigma_{n,l,e} = 5,0$$

Remarque. — L'écart considérable qui sépare ces valeurs de celles figurant dans le premier rapport du rapporteur s'explique par le fait que, dans le présent rapport, toutes les défaillances ont été rapportées au cas de systèmes à 960 voies.

Après pondération de la moyenne relative aux équipements de multiplexage, par le nombre des systèmes considérés, on trouve:

$$\overline{n_{m,w}} = 0,3$$

et pour l'écart type:

$$\sigma_{n,m,w} = 1,0.$$

Après pondération de la moyenne relative aux équipements de ligne, par le coefficient $L/100$, on trouve:

$$\overline{n_{e,w}} = 4,0.$$

De même, en partant des données fournies, on obtient pour le taux d'interruption $TI = \frac{L}{L+M}$ les valeurs suivantes:

$$\begin{array}{ll} \overline{TI_{m,e}} = 0,6 \cdot 10^{-3} & \sigma_{TI,m,e} = 0,9 \cdot 10^{-3} \\ \overline{TI_{m,w}} = 0,12 \cdot 10^{-3} & \sigma_{TI,m,w} = 0,57 \cdot 10^{-3} \\ \overline{TI_{l,e}} = 1,2 \cdot 10^{-3} & \sigma_{TI,l} = 1,2 \cdot 10^{-3} \\ \overline{TI_{l,w}} = 1,2 \cdot 10^{-3} & \end{array}$$

La distribution n'était pas gaussienne, et l'on n'a pas calculé σ .

4. Considérations sur l'établissement d'Avis relatifs à la fiabilité

En plus des données, les contributions reçues contenaient de très nombreuses et intéressantes observations, de nature à faire avancer l'étude de la fiabilité. Ces observations, associées aux réponses publiées en 1968-1972 touchant les Questions 40 à 44/XV, faciliteront aussi l'application pratique des résultats de l'interprétation des données. Nous tenons à souligner toutefois qu'il n'est pas encore possible de répondre complètement aux questions posées par le C.C.I.T.T. sur la fiabilité et que les recherches doivent être poursuivies.

Concernant les caractéristiques à choisir pour la fiabilité, on peut affirmer ce qui suit:

Pour caractériser la *disponibilité et la fiabilité* d'un système de transmission, les grandeurs n et TI sont adéquates. A cet égard, n (ou la caractéristique MTBF ou FD correspondante) caractérise la fiabilité des dispositifs composant le réseau. En revanche, cette caractéristique ne donne qu'une indication indirecte sur la qualité de la maintenance; elle intéresse principalement les fabricants de matériel. Pour sa part, TI (ou $\bar{L}$) caractérise la fiabilité du système de maintenance¹ et n'est qu'indirectement liée à la fiabilité des dispositifs. Cette caractéristique, qui intéresse surtout l'exploitant du réseau, donne des indications utiles sur la fiabilité globale des systèmes de transmission et de maintenance¹: elle ne permet pas de distinguer entre la fiabilité du matériel et celle de la maintenance.

A elles deux, les caractéristiques TI et n déterminent la disponibilité du service¹.

Les caractéristiques à considérer quand on cherche à évaluer la disponibilité et la fiabilité d'une communication sont n et L_t , car ce sont elles qu'on peut mesurer directement.

Dans la planification, il est commode d'adopter les caractéristiques n et TI ou n et L , de préférence aux autres couples de caractéristiques équivalentes. Pendant les études de planification, il est essentiel de se rappeler que les caractéristiques indépendantes sont additives, tant à l'échelon des sections de ligne qu'à celui des dispositifs, ce qui permet de déterminer les caractéristiques de disponibilité et de fiabilité du circuit de référence tout entier.

Concernant les caractéristiques à choisir pour la fiabilité d'un réseau de télécommunication, on peut conclure comme suit:

A deux points de vue, il est important de *pondérer les caractéristiques relatives aux interruptions de service*.

En premier lieu, il faut se demander si la défaillance considérée a effectivement causé une interruption, c'est-à-dire si la qualité du service a été fortement dégradée par le dérangement correspondant des équipements. La réponse dépend toujours du degré de redondance (suffisant ou non) des équipements. L'Administration hongroise et le Post Office du Royaume-Uni ont fourni sur ce sujet des renseignements intéressants.

En second lieu, il faut estimer la dégradation que la défaillance a causée à la qualité du service, c'est-à-dire la mesure dans laquelle l'aptitude du réseau à écouler le trafic a été amoindrie (voir Contribution COM XV-N° 200 de la période 1968-1972, Bell Northern Research). Cependant, l'examen de ces questions, au demeurant fort importantes, déborderait largement le cadre du présent rapport.

La *fiabilité de l'ensemble d'une communication* dépend plus de son alimentation en énergie et de la technique de commutation que du matériel de transmission qui l'équipe. En revanche, la redondance des équipements a une influence décisive sur la disponibilité.

En raison des considérations exposées ci-dessus et parce que de nombreux problèmes restent à résoudre, on ne peut pas encore définir quelle sorte de fiabilité est à spécifier pour les équipements, les câbles, les circuits et les réseaux. Cela explique sans doute pourquoi la colonne « Objectif futur » du Questionnaire n'a été remplie que par une seule Administration et pourquoi aucune des contributions reçues n'a traité la question de l'établissement de spécifications. Tant qu'on n'aura pas analysé les résultats d'une enquête à grande échelle portant sur les opinions des usagers, il sera probablement impossible d'établir en détail un circuit de référence pour la fiabilité.

Ainsi, pour l'instant, les données recueillies ne sont utilisables qu'à titre indicatif. Néanmoins, les moyennes et les écarts types calculés à partir de ces données peuvent être considérés comme suffisamment significatifs pour permettre de caractériser les installations de transmission et d'évaluer leur qualité.

5. Conclusions

La fiabilité des équipements de ligne a pour caractéristiques:

$$\begin{array}{ll} \overline{n_l} = 4 & \sigma_{n,l} = 5 \\ \overline{TI_l} = 1,2 \cdot 10^{-3} & \sigma_{TI,l} = 1,2 \cdot 10^{-3} \end{array}$$

La fiabilité des équipements de multiplexage a pour caractéristiques:

$$\begin{array}{ll} \overline{n_m} = 1 & \sigma_{n,m} = 1,5 \\ \overline{TI_m} = 0,4 \cdot 10^{-3} & \sigma_{TI,m} = 0,7 \cdot 10^{-3} \end{array}$$

¹ Ici on emploie les mots « fiabilité » et « disponibilité » de façon générale et non avec les sens précis qui font l'objet de définitions.

La Commission d'études XV pourra communiquer ces données, à titre d'information, à la Commission mixte spéciale C.

Pour étudier des circuits de référence, l'influence des interruptions devra être évaluée, ce qui nécessitera de nouvelles recherches. Celles-ci pourraient comporter notamment des calculs où l'on tiendrait compte de la diminution de la capacité d'écoulement du trafic, des conséquences de la redondance et de l'ampleur des dérangements (nombre des voies hors service, zone affectée).

Pour définir un circuit de référence, l'effet subjectif des défaillances devra être étudié en coopération avec les Commissions d'études II, IV et la Commission mixte spéciale C. Dans cette tâche, on devra tenir compte, en tant que l'un des éléments de base des Avis à formuler, des exigences des usagers eu égard à la fiabilité.

Question 33/XV. — Fiabilité des systèmes de transmission.

(Suite de la Question 42/XV, étudiée en 1968-1972)

Quelle est la meilleure manière de réaliser les objectifs de fiabilité fixés pour des systèmes de transmission en câble ?

Remarque 1. — Dans l'étude de cette Question, il y aurait lieu de tenir compte des considérations suivantes :

- a) caractéristiques de construction du système (distance entre répéteurs, etc.);
- b) dispositions de secours (alimentation de secours, commutation automatique de lignes, lignes de transmission de réserve, etc.);
- c) la maintenance des systèmes en câble étant étudiée par la Commission d'études IV, il conviendrait que les deux Commissions (XV et IV) élaborent un programme commun sur les meilleurs moyens permettant d'atteindre les objectifs de disponibilité et de fiabilité;
- d) en premier lieu, le C.C.I.T.T. devrait se borner à élaborer des Avis sur les objectifs d'abonné à abonné pour chaque service, la subdivision de ces objectifs ne dépassant pas les attributions aux systèmes de commutation et aux faisceaux de circuits. L'établissement de ces Avis fait l'objet de la Question 2/C pour les objectifs généraux et de la Question 32/XV pour les objectifs concernant les systèmes de transmission.

Il sera néanmoins utile de recueillir des renseignements sur les dispositions particulières prises et sur les caractéristiques de fiabilité adoptées pour la construction de systèmes de transmission en câble, et les Administrations sont invitées à envoyer des contributions à ce sujet.

On décidera ultérieurement comment ces renseignements pourront servir à l'élaboration d'Avis ou être publiés dans d'autres ouvrages du C.C.I.T.T.

Remarque 2. — Pour une harmonisation de l'étude des Questions 32/XV et 33/XV il est nécessaire de spécifier ce qu'on entend par « faisceau de circuits » et par « système ».

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES QUESTIONS CONFIÉES À LA COMMISSION D'ÉTUDES XV

N° de la question	Titre abrégé	Observations
1/XV	Caractéristiques pour les équipements et les lignes procurant des circuits radiophoniques à 15 kHz en cas de transmission monophonique	Intéresse la Commission mixte spéciale C
2/XV	Caractéristiques pour les équipements et les lignes qui procurent des couples de circuits assurant une transmission stéréophonique	
3/XV	Etablissement de circuits pour transmissions radiophoniques à 5 kHz	
4/XV	Service visiophonique	
5/XV	Service visiophonique conforme aux normes de la radiodiffusion télévisuelle	
6/XV	Circuits radiophoniques établis sur des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire	
7/XV	Compresseurs-extenseurs pour transmissions radiophoniques	
8/XV	Interconnexion de circuits pour transmissions radiophoniques dans le groupe primaire de base	
9/XV	Diaphonie entre un circuit pour transmissions radiophoniques perturbateur et un circuit téléphonique perturbé	
10/XV	Améliorations à apporter aux supprimeurs d'écho — nouvelles méthodes de protection contre les échos	
11/XV	Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation	
12/XV	Fréquences perturbatrices dans les circuits à large bande en groupe primaire, secondaire, etc.	
13/XV	Objectifs nominaux pour le niveau de bruit produit par des équipements de modulation	
14/XV	Valeurs limites de la distorsion de temps de propagation de groupe pour un couple d'équipements d'émission et de réception de voie d'une installation terminale	
15/XV	Régulateur de ligne, de groupe primaire, etc.	
16/XV	Systèmes à 10 800 voies sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm	
17/XV	Câbles pour systèmes à 10 800 voies	
18/XV	Câbles pour systèmes à plus de 10 800 voies	
19/XV	Systèmes analogiques à plus de 10 800 voies	
20/XV	Transmission de télévision sur systèmes à 60 MHz	
21/XV	Emploi d'un groupe quinaire	
22/XV	Systèmes de transmission numérique en câble	A étudier par GM CNC (question 13/D)
23/XV	Systèmes à guides d'ondes	A étudier par GM SGO
24/XV	Subdivision de la bande de fréquence transmise par un circuit loué du type téléphonique	A étudier par GM LTG
25/XV	Unification des caractéristiques des circuits du type téléphonique utilisées pour la transmission de télégraphie, fac-similé, données, etc.	A étudier par GM LTG
26/XV	Unification de certaines caractéristiques des signaux transmis sur des circuits du type téléphonique	A étudier par GM LTG
27/XV	Puissance des signaux dans la bande d'un circuit de type téléphonique	Intéresse la Commission mixte spéciale C ^a
28/XV	Caractéristiques des liaisons en groupe primaire ou secondaire pour la transmission de signaux à large spectre	A étudier par GM LTG
29/XV	Caractéristiques des signaux à large spectre à transmettre sur des liaisons en groupe primaire ou secondaire	A étudier par GM LTG
30/XV	Prolongement des circuits numériques empruntant des systèmes à satellites de télécommunication	A étudier par GM LTG
31/XV	Câbles et systèmes sous-marins	
32/XV	Définition de la fiabilité d'un système de transmission et objectifs	
33/XV	Fiabilité des systèmes de transmission	

^a A étudier d'abord par toutes les Commissions d'études intéressées, puis par le Groupe mixte LTG qui transmettra ses propositions à la Commission mixte spéciale C (Question 1/C).

**QUESTIONS RELATIVES AUX CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES CONFIÉES
À LA COMMISSION D'ÉTUDES XVI EN 1972-1976**

Question 1/XVI. — Caractéristiques de transmission des circuits et des communications dans le réseau téléphonique à commutation

(Suite de la Question 1/XVI étudiée en 1968-1972)

Les Avis actuels relatifs aux caractéristiques objectives de transmission exigées des circuits, des centraux et des communications dans le réseau téléphonique à commutation donnent-ils satisfaction ?

Si tel n'est pas le cas, en quoi ne donnent-ils pas satisfaction et comment faut-il les modifier ?

Pour les contributions à l'étude de cette Question, on peut s'appuyer sur la subdivision suivante :

a) *Équivalents de référence*

On peut traiter, sous ce point, des équivalents de référence, des niveaux relatifs, des affaiblissements nominaux, etc.

En particulier, lors du calcul de l'équivalent de référence maximal des systèmes nationaux à l'émission et à la réception, doit-on prendre en considération les variations des circuits, etc., qui relient le centre local au centre international et, dans l'affirmative, de quelle manière ?

Remarque 1. — L'annexe 1 donne des renseignements complémentaires sur ces variations. L'annexe 2 contient quelques considérations sur les équivalents de référence dans les réseaux nationaux.

Remarque 2. — La Commission d'études XVI attend des renseignements sur l'évaluation de la qualité de transmission des systèmes SPADE par satellites.

b) *Echo, temps de propagation, stabilité*

Quelles modifications faut-il apporter à l'Avis G.131, B à la suite :

- 1) de la mise au point de nouvelles méthodes de lutte contre les échos (par exemple de compensateurs d'écho — voir l'Annexe 3);
- 2) des modifications, dictées par l'expérience, des caractéristiques des supprimeurs d'écho pour circuits à long temps de propagation (Avis G.161);
- 3) de l'étude de l'utilisation de tels supprimeurs d'écho dans le mode de fonctionnement avec supprimeur d'écho complet;
- 4) de l'étude des méthodes permettant de supprimer l'affaiblissement des circuits qui font partie d'une communication de grande longueur avec supprimeur d'écho, dans le cas où ces circuits présentent l'affaiblissement supplémentaire dont il est question à l'Avis G.131, B, a;
- 5) des résultats de l'étude de la Question 6/XII par la Commission d'études XII ?

c) *Diaphonie*

Ecart diaphonique entre les deux sens de transmission, écart diaphonique direct, etc.

d) *Distorsion d'affaiblissement*

On doit tenir compte des circuits et des centraux.

Remarque 3. — Les annexes 4 et 5 représentent des contributions à l'étude de la distorsion d'affaiblissement.

Remarque 4. — Le bruit et la dissymétrie par rapport à la terre font l'objet de questions distinctes (Questions 5/XVI et 8/XVI pour le bruit, et Question 4/XVI pour la dissymétrie).

Remarque 5. — Toutes les catégories de circuits peuvent être comprises dans l'étude, indépendamment du milieu de transmission ou de la méthode de modulation.

ANNEXE 1
(à la Question 1/XVI)

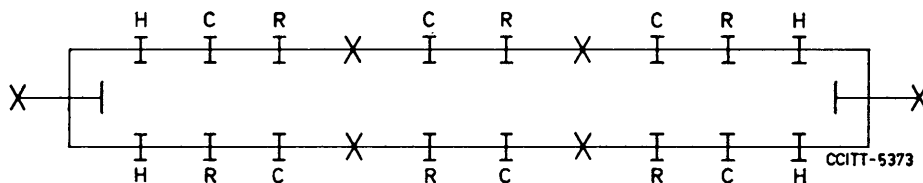
Variations d'affaiblissement dans un réseau national
(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

1. Dans le cas de circuits établis sur paires en câble sans amplification, ces variations sont négligeables pour autant qu'elles intéressent la téléphonie à fréquences vocales, la principale source des « variations » étant la dispersion des affaiblissements due aux méthodes de planification utilisées. La contribution COM XII-N° 24 (période 1968-1972) du Post Office du Royaume-Uni donne quelques exemples de la distribution des affaiblissements des circuits locaux (sans amplification). Ces valeurs ont été établies par étude des dossiers.

2. Dans le cas des circuits à courants porteurs *modernes* (MRF ou MIC), les variations en fonction du temps sont un effet secondaire lorsque, comme il devient maintenant habituel, les équipements utilisent des dispositifs à l'état solide et que, dans le cas de circuits MRF, il y a une régulation automatique sur le trajet des groupes primaires. Ce qui compte, c'est la dispersion des affaiblissements sur un même trajet résultant des tolérances de fabrication, des échelons de réglage minimaux des affaiblisseurs, des méthodes de recette et de maintenance, des erreurs des appareils de mesure et des affaiblissements du câblage interne des centraux.

3. Les conventions qui régissent la dispersion des affaiblissements des circuits par rapport à leur valeur nominale et qui sont appliquées au Royaume-Uni aux fins de la planification sont décrites ci-après.

Soit, par exemple, la chaîne de trois circuits et de quatre centraux ci-après :



Les symboles représentant les compléments de ligne ont la signification suivante :

H = distribution des affaiblissements des termineurs, du câblage du central, des jeux de relais terminaux pour signalisation de ligne, etc., par rapport à leur valeur nominale. Il y a une corrélation complète entre les deux H d'un central donné et on admet que la fonction de densité de probabilité (fdp) est rectangulaire entre $-0,5$ dB et $+0,5$ dB.

C = distribution des affaiblissements du circuit par rapport à leur valeur nominale due aux méthodes de planification, aux tolérances sur les équipements (et aux variations en fonction du temps). On admet que la fonction de densité de probabilité de C est rectangulaire sur la gamme ± 1 dB. On admet qu'il existe une corrélation avec $r = +0,5$ entre les sens de transmission.

R = distribution des erreurs due aux méthodes de maintenance et de surveillance, aux erreurs de mesure sur l'affaiblissement des circuits d'accès, etc. On admet qu'il n'y a aucune corrélation entre les deux R, toute corrélation éventuelle étant incorporée à la corrélation entre les deux C. On admet également que la fonction de densité de probabilité est un rectangle de ± 1 dB.

Conformément au plan de transmission à l'étude, il existe également des tolérances pour les valeurs nominales des affaiblissements des circuits et pour les écarts moyens par rapport à la valeur nominale. Elles ne sont pas indiquées sur le diagramme parce que nous ne nous intéressons ici qu'à la dispersion des affaiblissements.

4. Les distributions rectangulaires sont relativement faciles à composer (par calculatrice); la distribution de n distributions rectangulaires de gammes égales est asymptotique à une distribution gaussienne avec un écart type de $\sqrt{n/3}$.

L'emploi de distributions rectangulaires est également approprié lorsque, par exemple, une décision d'acceptation par tout ou rien est utilisée (comme dans l'appareil automatique de vérification systématique des circuits employé au Royaume-Uni). L'application de ce critère rend disponibles pour les communications tous les circuits ayant un faible intervalle de variation d'affaiblissement, par exemple la partie centrale d'une distribution gaussienne tronquée. En admettant que cette distribution soit une distribution rectangulaire, s'il y a erreur, on se trouve du bon côté en ce sens que l'on assigne aux valeurs extrêmes une probabilité plus forte qu'elle ne l'est vraisemblablement.

ANNEXE 2
(à la Question 1/XVI)

Équivalents de référence dans les réseaux nationaux
(Contribution du Post Office de l'Australie)

1. Objet

Dans ce qui suit, l'Administration australienne étudie les principaux facteurs qui interviennent dans l'évaluation des équivalents de référence du système national et insiste sur l'importance du niveau relatif à l'émission au centre de commutation à deux fils du rang le plus élevé dans l'évaluation, sur une communication internationale:

- de l'affaiblissement entre extrémités virtuelles du circuit international et central local (sa valeur doit être connue par les Administrations pour leur permettre de calculer les équivalents de référence nationaux),
- de la différence souhaitable entre équivalents de référence à l'émission et à la réception des systèmes locaux d'abonnés.

2. Calcul de l'affaiblissement et des équivalents de référence du système national

La figure 1 montre un prolongement national d'une communication internationale comportant un circuit commuté en deux fils à ses deux extrémités, un circuit commuté en deux fils à une extrémité et en quatre fils à l'autre et quatre circuits commutés en quatre fils aux deux extrémités (le nombre de circuits à quatre fils est sans importance aux fins de la discussion qui suit).

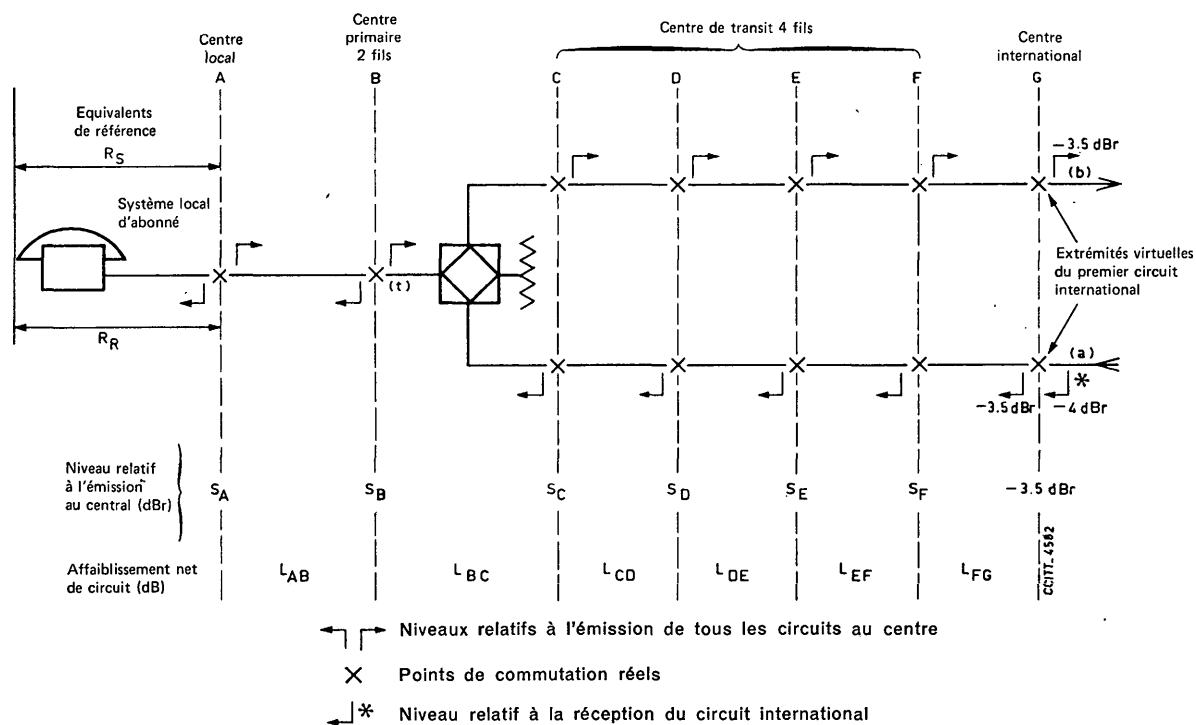


FIGURE 1. — Prolongement national d'une communication internationale

A cet égard, on peut démontrer (appendice 1) que l'affaiblissement L'_{AG} entre le central local et l'extrémité virtuelle d'émission du premier circuit international est:

$$L'_{AG} = S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L \quad (1)^a$$

et que l'affaiblissement L'_{GA} entre l'extrémité virtuelle à la réception du premier circuit international et le central local est:

$$L'_{GA} = -S_B - 3,5 + \Sigma_A^G L \quad (2)^a$$

^a Voir cependant des variantes possibles dans les formules (19) à (22) de l'appendice 1.

dans ces formules S_B est le niveau relatif à l'émission des circuits au centre de commutation à deux fils du rang le plus élevé (correspondant au centre associé au point t de l'Avis G.122), et

$\Sigma_A^G L$ est la somme des affaiblissements nominaux des circuits entre le central A et le centre international G.

Dans ce contexte, par «affaiblissement nominal de circuit» on entend (voir appendice 1) la moyenne des affaiblissements réels entre points de commutation pour les deux sens de transmission. Cette valeur est liée à l'affaiblissement introduit par un circuit dans une communication dans les deux sens de transmission et elle est analogue aux affaiblissements de circuit indiqués dans les figures 1/G.121 et 2/G.121. L'analogie est exacte pour les circuits deux fils et pour les circuits qui aboutissent à des commutateurs à quatre fils à chaque extrémité, quels que soient les niveaux relatifs à l'émission aux centraux intéressés. Dans un circuit deux fils/quatre fils, l'analogie peut n'être pas exacte selon les critères utilisés pour la construction.

Cependant, aux fins actuelles, il suffit de considérer l'affaiblissement nominal de circuit comme affaiblissement théorique introduit par un circuit dans chacun des deux sens de transmission d'une communication. Il faut être prudent lorsqu'on utilise la notion d'affaiblissement nominal de circuit en additionnant les affaiblissements dans une communication, mais cet aspect des choses n'entre pas dans le cadre de la présente annexe.

Les formules (1) et (2) montrent nettement que l'affaiblissement réel entre A et G n'est égal dans les deux sens que si $S_B = -3,5$ dBr, ou, pour généraliser, si le niveau relatif à l'émission en B est le même que le niveau relatif à l'émission aux extrémités virtuelles du centre international.

Ensuite, si R_S et R_R sont les équivalents de référence à l'émission et à la réception du système local d'abonné par rapport au central local, les équivalents de référence du système national à l'émission et à la réception par rapport aux extrémités virtuelles du premier circuit international sont donnés par les expressions suivantes:

$$\text{A l'émission : } R_S + L'_{AG} = R_S + S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L \text{ dB} \quad (3)^a$$

$$\text{A la réception : } R_R + L'_{GA} = R_R - S_B - 3,5 + \Sigma_A^G L \text{ dB} \quad (4)^a$$

Il convient d'observer que pour que l'affaiblissement soit égal dans les deux sens de transmission entre B dans un pays et B' dans un autre pays, il suffit que $S_B = S_{B'}$; il n'est pas nécessaire que ces valeurs soient égales à $-3,5$ dBr (voir l'annexe 2 à la Question 5/XVI, dans le tome III du *Livre Blanc*).

3. Différence entre les équivalents de référence à l'émission et à la réception

L'une des conséquences de l'Avis G.121, B est que sur une communication internationale, l'équivalent de référence du système national à l'émission doit dépasser l'équivalent de référence du système national à la réception de 9,0 dB. L'appendice 2 montre que cette différence ne réapparaît à l'extrémité locale d'abonné que si $S_B = -3,5$ dBr.

Quelle que soit la valeur de S_B , la différence entre R_S et R_R assurant une différence de 9,0 dB entre les équivalents de référence du système national à l'émission et à la réception est

$$R_S - R_R = 2,0 - 2S_B \quad (5)$$

Ainsi, le choix de S_B dans un réseau national a une influence notable sur la conception des postes téléphoniques du point de vue de la transmission.

Par contre, si un poste téléphonique est conçu de telle sorte que, lorsqu'il est associé à une ligne conventionnelle, $R_S - R_R \simeq 9,0$ dB, la différence réelle entre les équivalents de référence du système national à l'émission et à la réception peut largement différer de 9,0 dB.

4. Conclusion

Il a été démontré que l'addition des affaiblissements et des équivalents de référence dans un réseau national n'est pas aussi simple que voudrait le suggérer la méthode indiquée dans l'Avis G.121, D et qu'il serait bon de donner des directives plus précises dans le texte de cet Avis ^b.

^a Voir cependant des variantes possibles dans les formules (19) à (22) de l'appendice 1.

^b Note du Secrétariat. — On trouvera une discussion de cette question à la section 4.1 du manuel du C.C.I.T.T. *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*.

APPENDICE 1
(à l'annexe 2 à la Question 1/XVI)

Affaiblissements et niveaux relatifs dans une communication

1. *Considérations générales*

Soit la communication représentée schématiquement à la figure 2 dans laquelle les niveaux relatifs à l'émission S et les niveaux relatifs à la réception R sont assignés comme indiqué.

Il importe d'observer qu'en un point de commutation donné, les niveaux relatifs à l'émission de tous les circuits ont une valeur commune alors que les niveaux relatifs à la réception des circuits peuvent différer par rapport à cette valeur selon l'affaiblissement nominal du circuit. Naturellement, une trop grande différence ne peut être permise sans quoi le niveau relatif commun à l'émission pourrait ne plus correspondre correctement à la puissance moyenne des courants vocaux traversant les points de commutation.

Il importe aussi d'observer que les niveaux relatifs ne s'appliquent qu'à chacun des circuits considérés isolément et qu'il faut prendre des précautions lorsque l'on cherche à préciser les niveaux relatifs d'une *communication*: il s'agit d'un processus différent.

Considérons maintenant les notions d'affaiblissement réel d'un circuit et d'affaiblissement nominal d'un circuit.

Si L' indique l'affaiblissement, l'indice JK indiquant le sens de J vers K pour le circuit JK, on a :

$$\text{Affaiblissement réel } L'_{JK} = S_J - R_{KJ} \quad (1)$$

(Noter que R_{KJ} correspond au niveau à la réception sur le circuit en K, rapporté au point J.)

$$\text{De même, l'affaiblissement réel } L'_{KJ} = S_K - R_{JK} \quad (2)$$

Nous définissons maintenant l'affaiblissement nominal du circuit comme égal à :

$$L = (L'_{JK} + L'_{KJ})/2 \quad (3)$$

[L'interprétation pratique de la formule (3) est discutée au paragraphe 2 ci-dessus: Calcul de l'affaiblissement et des équivalents de référence du système national.]

Étudions maintenant les affaiblissements et les niveaux dans le cadre de la figure 2:

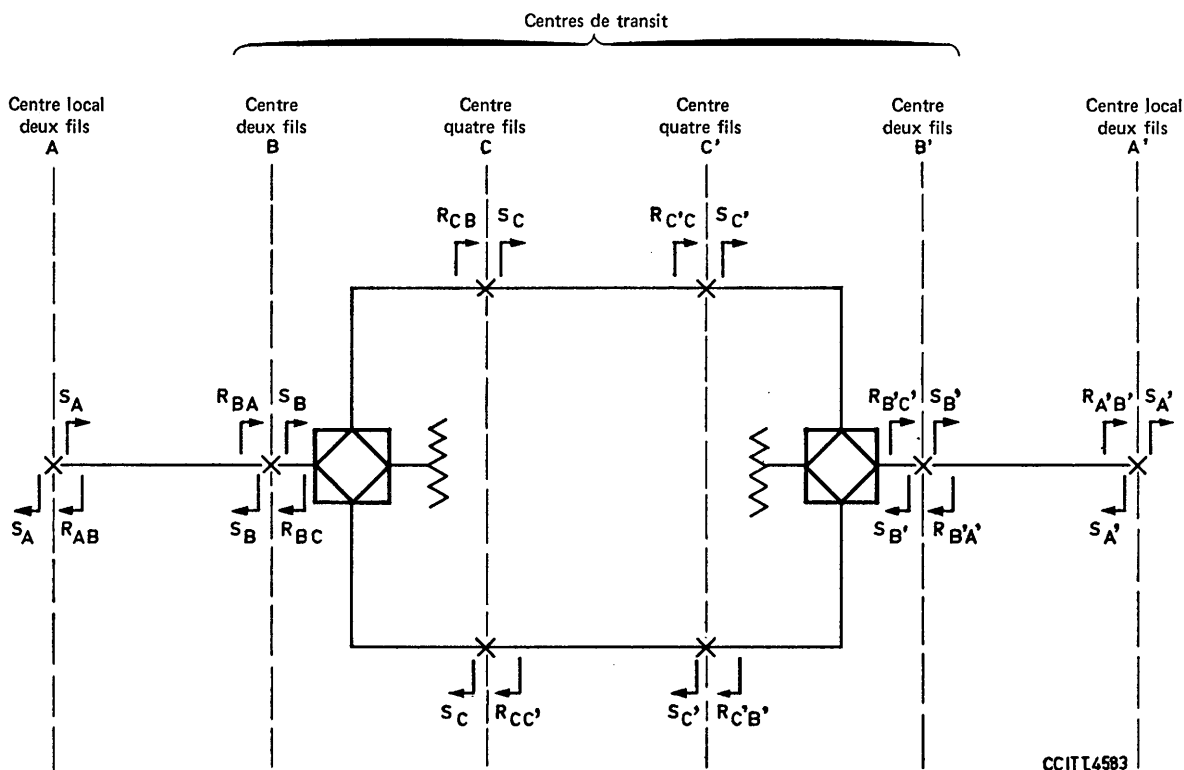


FIGURE 2. — Communication nationale ou internationale entre centres locaux avec indication des niveaux relatifs (dBr) à l'émission (S) et à la réception (R)

2. Circuit commuté en deux fils aux deux extrémités

Dans un circuit passif (par exemple, le circuit AB de la figure 2, l'affaiblissement sera le même dans les deux sens, et l'affaiblissement nominal du circuit dans la communication sera le même que l'affaiblissement réel:

$$L = L'_{AB} = L'_{BA} = S_A - R_{BA} = S_B - R_{AB} \quad (4)$$

Si le circuit est établi sur un support de transmission en quatre fils, l'affaiblissement n'est pas nécessairement conçu pour être identique dans les deux sens, bien que ce cas soit très rare.

3. Circuit commuté en deux fils à une extrémité et en quatre fils à l'autre

Il y a toujours une paire de circuits de ce type dans une communication, et théoriquement leurs caractéristiques sont complémentaires. Cependant, il est impossible de le garantir à moins d'un accord international sur un niveau relatif à l'émission, commun dans tous les pays pour les centres deux fils correspondant au point t de l'Avis G.122.

Aux fins actuelles, les affaiblissements sont calculés comme suit à partir de la figure 2:

$$L'_{BC} = S_B - R_{CB}$$

$$L'_{CB} = S_C - R_{BC}$$

Si l'affaiblissement nominal L est égal à zéro, $R_{CB} = S_C$ et $R_{BC} = S_B$, d'où:

$$L'_{BC} = S_B - S_C \quad (5)$$

$$L'_{CB} = S_C - S_B \quad (6)$$

L'_{BC} et L'_{CB} ne sont tous deux égaux à zéro que si $S_B = S_C$; dans le cas contraire, L'_{BC} et L'_{CB} ont des valeurs opposées de telle façon que

$$L = [(L'_{BC} + L'_{CB})/2] = 0$$

Si L n'est pas égal à zéro, l'affaiblissement peut être établi des trois façons suivantes:

- l'insertion de $2L$ dans l'un des trajets en quatre fils; ou
- l'insertion de $2L$ dans l'autre trajet en quatre fils; ou
- l'insertion de L sur chacun des trajets en quatre fils.

Quelle que soit la méthode utilisée, la relation

$$(L = L'_{BC} + L'_{CB})/2 \text{ demeure inchangée.}$$

Des relations identiques s'appliquent au circuit C'B' de la figure 2.

4. Circuit commuté en quatre fils aux deux extrémités

Prenons l'exemple simple du circuit CC' de la figure 2

$$L_{CC'} = S_C - R_{C'C}$$

$$L_{C'C} = S_{C'} - R_{CC'}$$

et pour un affaiblissement zéro dans chaque sens $R_{C'C} = S_{C'}$ et $R_{CC'} = S_C$.

Dans un réseau national, tout affaiblissement nominal L sera identiquement présent dans les deux sens de transmission, auquel cas

$$L'_{CC'} = S_C - S_{C'} + L \quad (7)$$

$$L'_{C'C} = S_{C'} - S_C + L \quad (8)$$

De façon générale, dans un réseau national les niveaux relatifs à l'émission en quatre fils auront une valeur commune, en sorte que $S_C = S_{C'}$.

Cependant, si un circuit à quatre fils aboutit aux extrémités virtuelles d'un circuit international (tel que le circuit FG de la figure 1) S_C et $S_{C'}$ différeront probablement et $L_{CC'}$ et $L_{C'C}$ auront des valeurs opposées, de sorte que l'affaiblissement nominal sera égal à zéro.

5. Composition des affaiblissements sur les circuits de prolongement nationaux

Dans la figure 1 définissons les affaiblissements nominaux de circuit L_{AB} , L_{BC} , etc., comme dans la formule (3) du paragraphe 1, aucune signification de sens n'étant attachée aux indices.

Ajoutons alors les affaiblissements dans le sens A-G, l'affaiblissement réel s'écrit:

$$L'_{AG} = L'_{AB} + L'_{BC} + L'_{CD} + L'_{DE} + L'_{EF} + L'_{FG} \quad (10)$$

De la formule (4), on tire:

$$L'_{AB} = L_{AB} \quad (11)$$

Dans le circuit BC, nous supposons pour l'instant que l'affaiblissement nominal L_{BC} est obtenu en insérant des affaiblissements égaux dans les deux sens de transmission; les autres méthodes permettant d'assurer cet affaiblissement pourront être étudiées ultérieurement. Dans ces conditions, à partir de la formule (7), nous avons:

$$L'_{BC} = S_B - S_C + L_{BC} \quad (12)$$

De même, à partir de la formule (7), on obtient pour les circuits à quatre fils CD, DE, EF, FG:

$$L'_{CD} = S_C - S_D + L_{CD} \quad (13)$$

$$L'_{DE} = S_D - S_E + L_{DE} \quad (14)$$

$$L'_{EF} = S_E - S_F + L_{EF} \quad (15)$$

$$L'_{FG} = S_F + 3,5 + L_{FG} \quad (16)$$

En introduisant les formules (12) à (16) dans la formule (10), on a:

$$L'_{AG} = L_{AB} + S_B - S_C + L_{BC} + S_C - S_D + L_{CD} + S_D - S_E + L_{DE} + S_E - S_F + L_{EF} + S_F + 3,5 + L_{FG}$$

ou $L'_{AG} = S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L$ (17)

De même, on peut démontrer que l'affaiblissement réel L'_{GA} entre G et A est:

$$L'_{GA} = -3,5 - S_F + L_{GF} + S_F - S_E + L_{FE} + S_E - S_D + L_{ED} + S_D - S_C + L_{DC} + S_C - S_B + L_{CB} + L_{BA}$$

ou $L'_{GA} = -3,5 - S_B + \Sigma_A^G L$ (18)

Les formules (17) et (18) sont valables lorsqu'une Administration a choisi d'obtenir l'affaiblissement nominal L d'un circuit dans les combinaisons circuit à quatre fils/circuit à quatre fils et circuit à deux fils/circuit à quatre fils en insérant le même affaiblissement L dans les deux sens d'un circuit d'affaiblissement zéro. Cela est généralement vrai dans le cas de la combinaison circuit à quatre fils/circuit à quatre fils, mais dans le cas de la combinaison circuit à deux fils/circuit à quatre fils, une Administration peut assurer l'affaiblissement nominal L dB en prévoyant $2 L$ dB dans un seul des trajets du système en quatre fils. (Il y a avantage à assurer cet affaiblissement dans le trajet de réception deux fils.) Si tel est le cas, on remplace les formules (17) et (18) par les formules (19) et (20) ou (21) et (22):

Affaiblissement nominal de circuit pour la combinaison deux fils/quatre fils L_{BC} assuré sous la forme de $2 L_{BC}$ dans:

la direction d'émission deux fils $L'_{AG} = S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L + L_{BC}$ (19)

$$L'_{GA} = -S_B - 3,5 + \Sigma_A^G L - L_{BC} \quad (20)$$

la direction de réception deux fils $L'_{AG} = S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L - L_{BC}$ (21)

$$L'_{GA} = -S_B - 3,5 + \Sigma_A^G L + L_{BC} \quad (22)$$

APPENDICE 2

(à l'annexe 2 à la Question 1/XVI)

Influence du niveau relatif à l'émission au centre à deux fils du rang le plus élevé sur les équivalents de référence du système local d'abonné

Soit la situation générale correspondant aux formules (17) et (18) de l'Annexe 1; soient de plus R_S et R_R les équivalents de référence à l'émission et à la réception du système local d'abonné (figure 1), on a alors pour les équivalents de référence théoriques maximaux du système national dans un pays de dimension moyenne (Avis G.121, B):

à l'émission: $R_S + S_B + 3,5 + \Sigma_A^G L = 21$ dB (1)

à la réception: $R_R - S_B - 3,5 + \Sigma_A^G L = 12$ dB (2)

En soustrayant l'expression (2) de l'expression (1), on a :

$$R_S - R_R + 2 S_B + 7 = 9$$

ou

$$R_S - R_R = 2 - 2 S_B \quad (3)$$

Il est certain que les dispositions du plan national relatives à la répartition des affaiblissements de circuit dans la combinaison deux fils/quatre fils affecteront ce résultat; dans la pratique, on peut déduire (3) des formules (19) et (20) ou (21) et (22) de l'appendice 1 au lieu d'utiliser les formules (17) et (18).

ANNEXE 3 (à la Question 1/XVI)

Influence des compensateurs d'écho sur les réseaux téléphoniques à commutation (Contribution de la COMSAT)

Les compensateurs d'écho interviennent dans le trajet de transmission à quatre fils en un point aussi voisin que possible du termineur. Ils agissent en créant un modèle du trajet d'écho rapproché, et en soustrayant la sortie de ce modèle du trajet d'émission. Ils compensent donc l'écho sélectivement, sans pour cela perturber la conversation normale de l'interlocuteur rapproché. Ce faisant, ils modifient la stabilité et l'affaiblissement d'équilibre réel pour l'écho introduit dans le trajet a-t-b (Avis G.122).

ANNEXE 4 (à la Question 1/XVI)

Effets de la distorsion d'affaiblissement sur la qualité des communications internationales (Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

Introduction

L'Avis G.132 spécifie un objectif pour la distorsion d'affaiblissement d'une chaîne mondiale limitée à quatre fils de 12 circuits comprenant les centraux intermédiaires à quatre fils et les centres primaires terminaux. L'objectif de 8,7 dB à 300 Hz et à 3400 Hz (par rapport à 800 Hz) ne serait, en règle générale, atteint que dans une bande de quelque 450 à 2500 Hz si les conditions actuellement recommandées pour les équipements de modulation de voie (Avis G.232) et pour les centraux (Avis Q.45) n'étaient que tout juste respectées.

On trouvera dans le présent document les résultats d'une étude concernant l'influence, exercée sur l'opinion formulée par les usagers, de toute une gamme de caractéristiques de distorsion d'affaiblissement. Les valeurs choisies sont fondées sur les recommandations mentionnées ci-dessus ainsi que sur des exemples concrets. Ces résultats pourront, espère-t-on, fournir d'utiles indications en ce qui concerne l'objectif à fixer pour la chaîne limitée à quatre fils: convient-il d'élargir l'objectif ou bien au contraire d'envisager une diminution de la distorsion d'affaiblissement en ce qui concerne les équipements de modulation de voie qui seront construits dans l'avenir ?

Exposé de la méthode

L'étude a été effectuée en se fondant sur la méthode d'évaluation de l'opinion des abonnés décrite en [1]. La publication en question expose en détail la méthode suivie pour calculer le pourcentage d'abonnés qui éprouvent des difficultés au cours d'une communication, en fonction de la valeur nominale de l'équivalent de référence global de la communication, du niveau de la puissance de bruit rapporté à un équivalent de référence de 0 dB à l'extrémité de réception, et d'une réduction de qualité d'une valeur fixée, par hypothèse, à 1 dB (mesure subjective de la distorsion d'affaiblissement sur la communication).

Pour calculer la réduction de qualité, on a fait appel à un programme d'ordinateur en prenant en considération des distorsions d'affaiblissement produites entre 200 et 3500 Hz. Signalons le fait que, en toute rigueur, le calcul de la réduction de qualité et du pourcentage de difficulté n'est valide que pour les appareils téléphoniques et les lignes d'abonné dont les caractéristiques efficacité/fréquence sont similaires à celles de l'appareillage qu'emploie le Post Office du Royaume-Uni. Quoiqu'il en soit, les résultats obtenus s'écartent probablement fort peu de ceux auxquels on parviendrait avec n'importe quel autre appareil téléphonique moderne.

La valeur globale de l'équivalent de référence et le niveau de la puissance de bruit utilisés au cours de l'étude effectuée sont fondés sur les figures 1 à 3 relatives aux communications fictives de référence dont traite l'Avis G.103. Les courbes de la distorsion d'affaiblissement sont établies à partir des valeurs moyennes indiquées dans l'Avis G.232 et, pour les centraux, sur une valeur moyenne découlant des recommandations de l'Avis Q.45. Aucune marge n'a été prévue pour la distorsion d'affaiblissement sur les circuits reliant les centraux locaux aux centres primaires. Si l'on a procédé à une évaluation des distorsions d'affaiblissement à 200 Hz et à 3500 Hz, c'est qu'il s'agit dans ce cas de valeurs situées en dehors de la gamme spécifiée dans les différents Avis.

Evaluations fondées sur les Avis G.232 et Q.45

La figure 1 représente les distorsions d'affaiblissement admises pour les centraux. La marge admise par les centraux à quatre fils (courbe a) atteint à peu près la moitié des limites spécifiées dans l'Avis Q.45; dans le cas des centres primaires (courbe b), on admet que la distorsion introduite s'élève au double; la courbe c indique la distorsion d'affaiblissement résultante pour 11 circuits à quatre fils et deux centres primaires (les flèches pointent vers l'échelle modifiée des ordonnées).

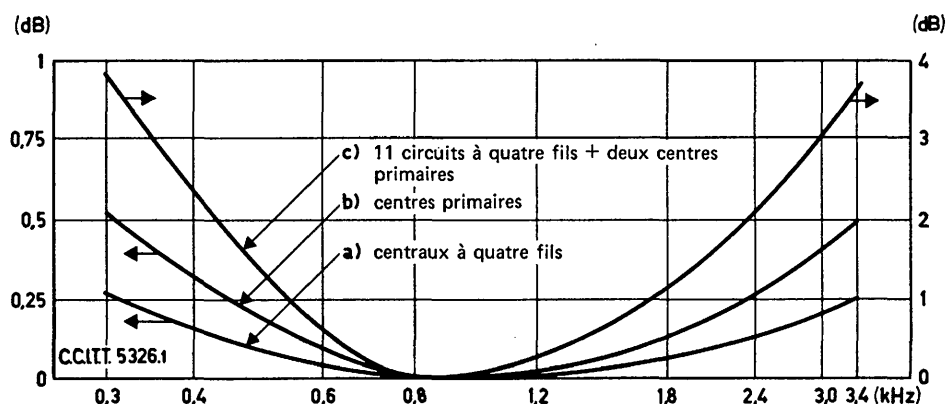


FIGURE 1. — Distorsion d'affaiblissement des centraux

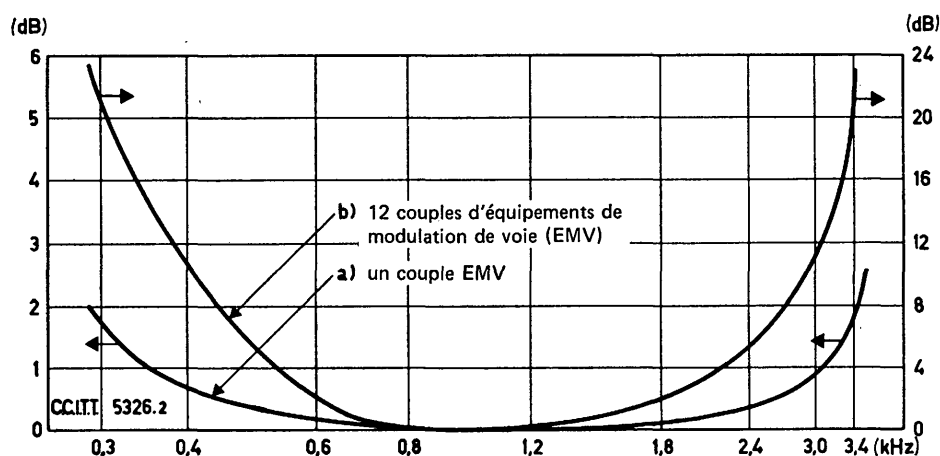


FIGURE 2. — Distorsion d'affaiblissement des équipements de modulation de voie

La figure 2 indique la distorsion d'affaiblissement admise pour les équipements de modulation de voie. La courbe a, fondée sur l'Avis G.232, a été établie en traçant une ligne continue qui effleure les angles du gabarit recommandé pour les limites de la variation moyenne d'affaiblissement d'équivalent de 12 couples d'équipements (graphique n° 2 A de la figure 2/G.232). La courbe b montre la distorsion résultant de 12 couples connectés en tandem. Le gabarit de l'Avis G.232 représentant les limites recommandées pour la variation moyenne d'équivalent de 12 couples d'équipements de voie d'un équipement terminal, on peut raisonnablement supposer que, dans les conditions de la pratique, la variation moyenne sera, dans le même cas, quelque peu inférieure.

Dans une contribution émanant de l'Administration suisse (annexe 5 ci-après), on estime que, dans la réalité, la distorsion sur une chaîne limite de 12 circuits serait inférieure aux valeurs représentées par la courbe b pour plus de 95 % des communications établies.

La distorsion d'affaiblissement d'une communication limite établie avec 12 couples d'équipements de modulation de voie et 13 centraux en tandem est représentée par la courbe a de la figure 3. La valeur calculée de la réduction de qualité (I dB) est, pour cette courbe, de 5,4 dB. La courbe b de la même figure a été tracée en effleurant les angles du gabarit de l'Avis G.132; dans ce cas, la valeur calculée de la réduction de qualité est de 1,7 dB.

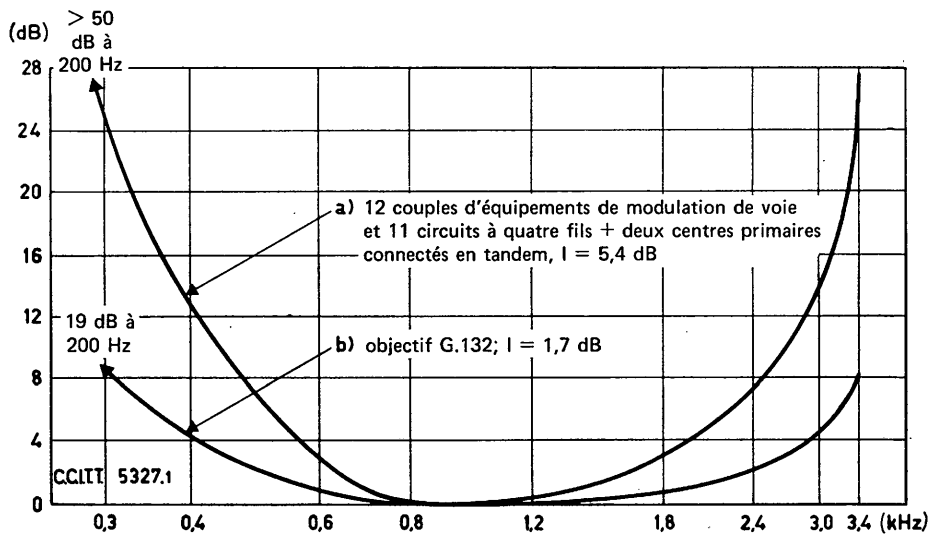
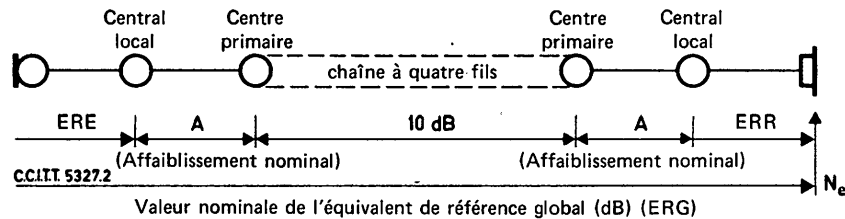


FIGURE 3. — Distorsion d'affaiblissement sur une communication fictive limite (entre centres primaires)

Le tableau 1 indique les pourcentages de difficulté calculés pour la communication limite représentée ci-dessous et pour différentes valeurs de ERE, de ERR et de A.



On a calculé le niveau de la puissance de bruit, N_e , rapporté à un équivalent de référence de 0 dB à l'extrémité de réception, à partir des valeurs moyennes relatives aux circuits et aux centraux qu'indique la figure 1/G.103.

TABLEAU 1

ERE	ERR	A	ERG dB (RE)	N_e dBmp	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement et au bruit	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement, au bruit et à la distorsion d'affaiblissement	
							Courbe a figure 3	Courbe b figure 3
12	3	5,5	36	−59	38,6	54,7	68,7	59,4
7	0	5,5	28	−56	16,4	25,8	37,2	29,2
7	−4	5,5	24	−52	10,0	18,7	27,8	21,1
12	3	1	27	−54	14,5	25,4	35,8	28,5
7	0	1	19	−51	5,1	9,1	15,2	11,2
7	−4	1	15	−48	3,5	6,3	10,7	7,7

Le tableau 2 indique les pourcentages de difficulté pour une communication internationale de longueur moyenne (fondés sur la figure 2/G.103). La valeur admise de la distorsion d'affaiblissement correspond à la courbe a) de la figure 4; la valeur calculée de la réduction de qualité est de 1,2 dB.

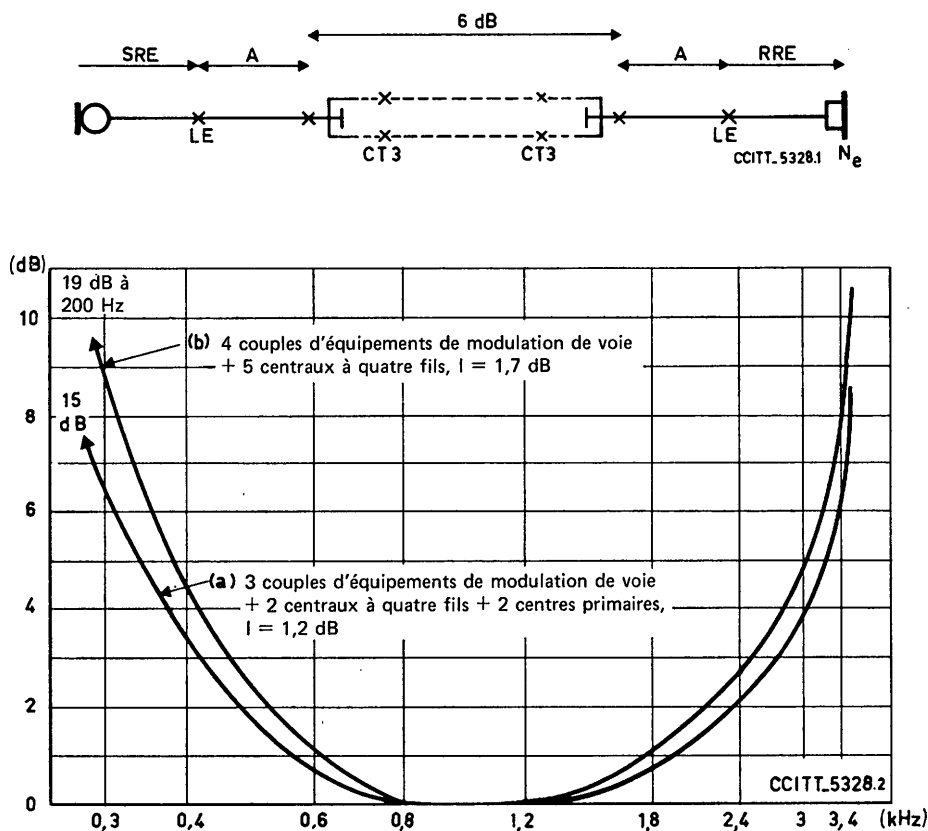


FIGURE 4. — Distorsion d'affaiblissement des communications fictives de référence qui font l'objet des figures 1/G.103 et 2/G.103

TABLEAU 2

ERE	ERR	A	ERG	N _e	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement et au bruit	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement et à la distorsion	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit + distorsion
12	3	5,5	32	−66	25,6	30,5	29,2	33,9
7	0	5,5	24	−63	10,0	12,2	11,8	14,0
7	−4	5,5	20	−59	5,7	7,9	7,5	9,6
12	3	1	23	−61	8,7	11,2	10,7	13,1
7	0	1	15	−58	3,5	4,6	4,5	5,6
7	−4	1	11	−54	3,0	3,8	3,6	4,4

Le tableau 3 indique le pourcentage de difficulté pour une communication internationale comprenant quatre circuits internationaux, les centraux locaux dont dépendent les abonnés étant situés dans les CT3 terminaux ou non loin de ceux-ci. On s'est fondé sur la figure 3/G.103. La valeur admise de la distorsion d'affaiblissement est représentée par la courbe b de la figure 4; la valeur calculée de la réduction de qualité est dans ce cas de 1,7 dB.

TABLEAU 3

ERE	ERR	A	ERG	N_e	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + bruit	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + distorsion	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit + distorsion
12	3	5,5	32	-58	25,6	38	30,9	42,5
7	0	5,5	24	-55	10,0	15,8	12,7	18,4
7	-4	5,5	20	-51	5,7	10,7	8,2	13,1
12	3	1	23	-53	8,7	15,2	11,4	17,7
7	0	1	15	-50	3,5	5,7	4,9	7,1
7	-4	1	11	-46	3,0	5,2	3,8	6,0

Evaluations fondées sur des résultats de mesure

1. Le tableau 1 de l'Annexe 5 contient les résultats de mesures effectuées sur des équipements de modulation de voie par l'Administration suisse. Ces résultats permettent de calculer la valeur moyenne de la distorsion d'affaiblissement et la valeur qui ne serait pas dépassée pour 95 % des cas où 12 couples d'équipements de modulation de voie choisis au hasard seraient connectés en tandem. La valeur calculée de la réduction de qualité due à ces distorsions (y compris une marge pour les centraux) est de 3,6 dB pour la moyenne et de 4,3 dB pour 95 %. Le tableau 4 indique les pourcentages de difficulté correspondants, dans le cas de communications pour lesquelles l'équivalent de référence à l'émission, l'équivalent de référence à la réception et l'affaiblissement nominal sont les mêmes que dans le tableau 1.

TABLEAU 4

ERG	N_e	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit + distorsion (cas moyen)	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit + distorsion (cas de 95 %)
36	-59	64,6	66,4
28	-56	33,2	34,8
24	-52	24,3	25,9
27	-54	32,3	33,8
19	-51	13,3	14,0
15	-48	9,6	9,8

2. Le document COM XVI-N° 97 (période 1968-1972)¹ indique les résultats de mesures de l'affaiblissement et du bruit effectuées sur des communications internationales au cours d'un programme qui s'est déroulé du 6 avril au 3 juillet 1970. L'annexe 1 à la Question 3/XVI contient une analyse des résultats, effectuée du point de vue de l'opinion des abonnés. Le tableau 5 ci-après montre une partie de cette analyse: la partie qui a trait à des communications établies au moyen de quatre centraux à deux fils et de deux centraux à quatre fils. On peut en conséquence comparer les résultats obtenus avec ceux qui figurent, au sujet d'une communication fictive de référence, dans le tableau 2. On notera que les résultats de mesure figurant dans le tableau 5 couvrent la distorsion d'affaiblissement dans les centraux locaux et dans les circuits aboutissant aux centres primaires, ce qui n'est pas le cas pour la communication fictive de référence.

TABLEAU 5

ERE	ERR	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit	Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + distorsion	Pourcentage de difficulté due à affaib. + bruit + distorsion
12	3	23,0	28,8	28,1	33,3
7	0	9,8	13,2	12,9	16,1
7	-4	6,3	9,3	8,6	11,5

¹ Ce document sera publié dans le manuel du C.C.I.T.T.: *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*.

Le tableau 6 donne la distribution des réductions de qualité calculées à partir des résultats de mesures effectuées sur des communications internationales et classés selon le nombre de centraux (et, par conséquent, d'après le nombre de circuits) intervenant dans la communication. On tiendra compte du fait que les mesures ont été faites à partir d'un central local; la distorsion d'affaiblissement due aux circuits de jonction centre primaire - central local est donc comprise dans les résultats.

La distribution en question ne révèle aucune tendance significative. Cela peut tenir partiellement au fait que, dans un grand nombre de cas, le niveau du bruit de circuit rendait impossible la mesure de l'affaiblissement à 200 Hz, ce qui s'est traduit par un accroissement de la valeur calculée des réductions de qualité et par un effet peut-être d'autant plus grand que les communications étaient moins complexes. Cela peut également tenir au fait qu'environ 8 % des communications ont été établies au moyen de circuits internationaux à 3 kHz.

TABLEAU 6

Catégories de réductions de qualité dB	Nombre de centraux et dimension de l'échantillon									
	5 (2212)		6 (2492)		7 (1390)		8 (510)		9 (224)	
	% dans la catég.	% cumul.	% dans la catég.	% cumul.	% dans la catég.	% cumul.	% dans la catég.	% cumul.	% dans la catég.	% cumul.
0 à 0,5	1,7	1,7	2,2	2,2	0,8	0,8	1,0	1,0	1,4	1,4
0,5 à 1	9,9	11,6	12,5	14,7	8,9	9,7	9,6	10,6	11,2	12,6
1 à 1,5	38,7	50,3	29,8	44,5	40,9	50,6	34,3	44,9	49,3	61,9
1,5 à 2	23,8	74,1	24,0	68,5	21,2	71,8	21,4	66,3	15,7	77,6
2 à 2,5	12,9	87,1	16,3	84,8	15,6	87,4	13,7	80,0	12,1	89,7
2,5 à 3	5,2	92,2	6,2	91,0	4,0	91,5	5,7	85,7	4,0	93,7
3 à 3,5	4,2	96,4	4,3	95,4	3,6	95,0	5,7	91,4	2,7	96,4
3,5 à 4	1,5	97,9	2,1	97,4	2,4	97,4	5,7	97,1	0,9	97,3
> 4	2,1	100,0	2,6	100,0	2,6	100,0	2,9	100,0	2,7	100,0

Conclusions préliminaires

Les pourcentages de difficulté calculés à partir de communications fictives tout comme les résultats de mesure montrent que, si l'effet de la distorsion d'affaiblissement est comparable à celui du bruit de circuit, c'est dans tous les cas l'affaiblissement qui joue le rôle prédominant.

Nous estimons en conséquence qu'il n'est pas urgent d'apporter de profondes modifications aux limites de distorsion d'affaiblissement spécifiées dans les Avis G.232 et Q.45. Cela ne signifie pas que des améliorations ne soient pas souhaitables; cela veut dire que, pour l'instant, l'accent doit être mis sur la nécessité d'études plus approfondies et, peut-être, sur une diminution des valeurs nominales des équivalents de référence globaux des communications, diminution susceptible d'avoir les plus heureux effets.

A longue échéance, l'amélioration des limites de la distorsion d'affaiblissement sera d'autant plus bénéfique que, par exemple, la réponse efficacité/fréquence des appareils téléphoniques modernes tendra vers sa valeur optimale. Soulignons le fait que les installations modernes pourront aller de pair avec une introduction progressive de systèmes de transmission et de commutation numériques intégrés qui devraient suffire à réduire la distorsion d'affaiblissement.

RÉFÉRENCE

- [1] D. L. RICHARDS et S. MUNDAY: *International seminar on national telephone transmission planning*; Melbourne, Australie, 27 février - 2 mars 1970, document n° 1.

ANNEXE 5
(à la Question 1/XVI)

Analyse de la distorsion d'affaiblissement dans une communication internationale
(Contribution de l'Administration suisse)

L'Avis G.132 fixe des objectifs en matière de distorsion d'affaiblissement pour une chaîne mondiale de circuits à quatre fils. On suppose que la chaîne est composée de 12 circuits (nationaux et internationaux). Dans beaucoup de cas, le même type d'équipement est employé pour établir les circuits nationaux et internationaux. Il paraît donc raisonnable de construire tout l'équipement utilisé pour la chaîne à quatre fils selon les mêmes normes de fonctionnement. Le paragraphe d'introduction de l'Avis G.151, A confirme cette opinion. Dans la suite de cette contribution, aucune distinction n'est faite, par conséquent, entre les circuits nationaux et internationaux.

Comme le précise la Remarque 1 à l'Avis G.132, l'objectif de 9 dB n'est maintenu que sur la bande de fréquences 400 ... 3000 Hz dans le cas d'une chaîne de 12 circuits. En principe, cela peut être confirmé par une analyse basée sur des résultats obtenus sur des équipements modernes de modulation de voie mis en service il y a quelques années en Suisse.

Soit $\bar{a}$ la moyenne de la distorsion d'affaiblissement a (par rapport à 800 Hz) d'un seul couple de modulateurs de voie (côté émetteur et côté récepteur) établie sur un grand nombre de voies, et soit σ_a l'écart type de a . Comme a obéit approximativement aux règles d'une distribution normale, la valeur $\hat{a}_p$, qui n'est pas dépassée avec une probabilité p %, est donnée par la formule suivante:

$$\hat{a}_p = n \cdot \bar{a} + \psi \sigma_a \sqrt{n} \text{ (dB)}.$$

Pour $p = 95$ %, $\psi = 1,7$,

on obtient ainsi les valeurs figurant au tableau 1.

TABLEAU 1

Fréquence Hz	Résultats des mesures effectuées sur un couple d'équipements de modulation de voies		Valeurs calculées pour une chaîne de 12 circuits $p = 95$ %	Valeurs calculées pour une chaîne de six circuits $p = 95$ %
	$\bar{a}$ (dB)	σ_a (dB)	$\hat{a}$ (dB)	$\hat{a}$ (dB)
300-400	1,3	0,43	18,0	9,6
400-600	0,26	0,29	4,8	2,7
3000-3200	0,52	0,43	8,7	4,9
3200-3400	1,5	0,43	20,5	10,8

Il est clair que la distorsion d'affaiblissement à 300 et à 3400 Hz dépassera nettement la limite de 9 dB.

Les équipements sont construits conformément aux spécifications de l'Avis G.232, et une marge suffisante est maintenue.

Une analyse similaire basée strictement sur les limites fixées par l'Avis G.232 (c'est-à-dire sans marge) donne les résultats figurant au tableau 2. On a supposé que les limites du graphique 2 B de l'Avis G.232 représentent le cas $\hat{a}_p = \bar{a} + 3 \sigma_a$, ce qui donne $p = 99,87$ %.

TABLEAU 2

Fréquence Hz	Limites pour un couple d'équipements de modulation de voies (Avis G.232)		Valeurs calculées pour une chaîne de 12 circuits $p = 95$ %	Valeurs calculées pour une chaîne de six circuits $p = 95$ %
	$\bar{a}$ (dB)	σ_a (dB)	$\hat{a}$ (dB)	$\hat{a}$ (dB)
300-400	1,75	0,43	23,5	12,3
400-600	0,87	0,29	12,2	6,5
2400-3000	0,87	0,29	12,2	6,5
3000-3400	1,75	0,43	23,5	12,3

L'Avis G.141, C considère que les limites stipulées par l'Avis G.232 garantissent que la distorsion d'affaiblissement d'une chaîne de six circuits sera conforme à l'objectif global fixé par l'Avis G.132. Selon les résultats inscrits dans la dernière colonne du tableau 1, cela devrait se vérifier dans la pratique. Par contre, les résultats figurant dans la dernière colonne du tableau 2 laissent prévoir que l'objectif de 9 dB sera dépassé de quelques unités, lorsque la probabilité est de $p = 95 \%$. Même si l'on ne considère que les valeurs moyennes de l'Avis G.232, on constatera que la distorsion d'affaiblissement à 300 et à 3400 Hz peut atteindre 10,5 dB ($= 6 \times 1,75$) dans 50 % des cas où il y a six circuits en tandem.

Les principes et propositions suivants peuvent servir de base à des discussions ultérieures.

Il serait logique de considérer une chaîne de 12 circuits comme un cas limite; toutefois, de telles communications sont probablement peu nombreuses. Eu égard aux difficultés techniques et aux conséquences économiques de l'application de limites très strictes aux équipements de modulation de voie, une certaine probabilité de dépassement de l'objectif devrait être admise dans les cas extrêmes. On suppose donc que, dans le cas d'une chaîne de 12 circuits, la distorsion d'affaiblissement moyenne (moyenne pour un grand nombre de telles communications) atteint l'objectif global. Et, à mesure que le nombre de circuits décroît, la probabilité de satisfaire à l'objectif augmente rapidement.

L'objectif actuel de l'Avis G.132 permet une distorsion d'affaiblissement de 9 dB aux fréquences de 300 et 3400 Hz. Si cette valeur est arrondie, par exemple à 10 dB, et si, pour les besoins d'une analyse, on adopte les valeurs suivantes pour $\bar{a}$ (moyenne) et σ_a (écart type) de la distorsion d'affaiblissement:

$$\left. \begin{aligned} \bar{a} &= 0,83 \text{ dB et } \sigma_a = 0,35 \text{ dB} \\ \hat{a} &= \bar{a} + 3 \sigma_a = 1,88 \text{ dB} \end{aligned} \right\} \text{ par circuit}$$

on obtiendrait une situation correspondant à celle qu'indique le tableau 3.

TABLEAU 3

Nombre de circuits dans la communication n	Distorsion moyenne globale qui en résulte $n \bar{a}$	Valeur requise de Ψ pour obtenir un objectif de 10 dB	Probabilité p que l'objectif de 10 dB ne sera pas dépassé $p \%$
8	6,7 dB	3,3	99,95
9	7,5	2,4	99,18
10	8,3	1,55	94
11	9,2	0,7	75
12	10,0	0	50

De plus, on peut se rendre compte que, dans le cas de 12 circuits en tandem, la distorsion d'affaiblissement à 300 et 3400 Hz ne doit pas dépasser la valeur de 13,6 dB pour une probabilité de 99,8 % et celle de 12 dB si $p = 95 \%$.

Si les valeurs utilisées dans cette analyse étaient adoptées comme spécifications limites pour l'équipement de modulation de voie, elles seraient, en fait, presque deux fois plus strictes que celles spécifiées par l'Avis G.232. Les effets dus aux autres équipements tels que les équipements de modulation et de transfert de groupes primaires et secondaires, les équipements de centraux, etc., contribuent à réduire légèrement les probabilités de satisfaire à l'objectif. Dans beaucoup de cas, les voies qui se trouvent en lisière de la bande de fréquences nominale sont particulièrement affectées par toute distorsion d'affaiblissement supplémentaire; mais ces voies ne représentent qu'un faible pourcentage du nombre total de voies disponibles. Et comme on peut considérer que le transfert et l'attribution de voies se font de manière aléatoire dans les bandes des groupes primaires (et secondaires, etc.) dans chaque central, très peu d'effets de frange (un ou deux peut-être) peuvent causer une augmentation notable de la distorsion d'affaiblissement totale dans une longue communication, comptant jusqu'à 11 ou 12 circuits.

Les effets provenant des équipements de centraux n'ont, jusqu'à présent, pas été pris en considération; ils nécessiteraient un examen supplémentaire.

Conclusion

Cette analyse a démontré que des limites plus strictes devraient être appliquées à l'équipement de modulation de voie, si l'on veut satisfaire à l'objectif de l'Avis G.132 avec une haute probabilité dans tous les types de communications (excepté les cas les plus extrêmes) et à toutes les fréquences de la bande 300-3400 Hz. Une série de valeurs particulières a été utilisée pour cette analyse. Ces valeurs représentent environ la moitié de celles qui sont actuellement fixées comme limites de tolérance par l'Avis G.232. Les nouvelles valeurs correspondent approximativement à celles utilisées expérimentalement par l'Administration suisse dans l'étude d'une nouvelle génération d'équipement de modulation de voie.

Il pourrait être utile de commencer par fixer la manière de satisfaire à l'objectif global de l'Avis G.132 au point de vue statistique, en prenant en considération la probabilité de rencontrer des communications très longues comprenant un grand nombre de circuits et la possibilité de satisfaire aux objectifs dans ces conditions.

Question 2/XVI. — Caractéristiques des circuits loués

(Suite de la Question 2/XVI étudiée en 1968-1972)

Quelles sont les caractéristiques de transmission à recommander pour les circuits internationaux loués de type téléphonique ?

Il convient de porter attention aux points suivants :

1. a) établissement d'un plan de transmission pour la téléphonie privée (qui pourrait appliquer les principes déjà établis pour le réseau téléphonique public à commutation, mais qui pourrait aussi être fondé sur un réseau entièrement à quatre fils);
b) point de référence pour la transmission.
2. a) circuits de poste à poste;
b) circuits interconnectant plusieurs postes;
c) circuits commutés.
3. a) circuits utilisés à l'alternat pour d'autres services, tels que par exemple les données et le fac-similé;
b) circuits utilisés simultanément pour plusieurs services.
4. caractéristiques de transmission imposées par les systèmes de signalisation téléphonique (par exemple signalisation pour l'exploitation automatique intégrale ou pour l'exploitation manuelle).
5. interconnexion des réseaux loués et publics.

Remarque. — L'annexe ci-après rend compte des résultats obtenus à cette date et donne un aperçu sur la manière dont l'étude devrait être poursuivie.

ANNEXE
(à la Question 2/XVI)

1. Introduction

1.1 Types de caractéristiques des circuits de type téléphonique

On peut distinguer deux types fondamentaux de caractéristiques :

- a) caractéristiques qui peuvent être corrigées par la mise en place de dispositifs appropriés, par exemple :
— affaiblissement;
— distorsion d'affaiblissement;
— distorsion du temps de propagation de groupe, etc.;

- b) caractéristiques qui déterminent la qualité malgré l'emploi de dispositifs externes :
 - rapport signal/bruit;
 - distorsion de non-linéarité;
 - temps de propagation effectif, etc.

Remarque. — Pour surmonter les difficultés découlant des caractéristiques du type b, on peut traiter les signaux à transmettre par des moyens particuliers afin d'obtenir une qualité optimale de signaux reçus (compresseurs-extenseurs, MIC, etc.).

1.2 Catégories d'Avis

Dans une certaine mesure, il y a interaction entre la qualité de l'équipement installé dans les locaux du locataire et celle du circuit qui lui est connecté. De plus, il peut y avoir également « pollution » du réseau public :

- diaphonie résultant d'impédances de sortie dissymétriques;
- perturbations causées par des signaux extérieurs aux bandes de fréquences prescrites;
- surcharge des répéteurs lorsque l'émetteur produit un signal de niveau trop élevé, etc.

La connexion mise à la disposition du locataire devrait assurer une qualité de transmission minimale exprimée par les variations maximales du temps de propagation de groupe et de l'affaiblissement en fonction de la fréquence et du temps, des limites de certains types de bruits, etc.

Cette qualité est assez difficile à décrire dans le cas de communications de poste à poste. Lorsqu'il s'agit de communications multipoints, en particulier quand les différents circuits sont commandés par l'abonné, on se trouve devant un problème beaucoup plus compliqué.

Il y a donc deux types d'Avis à examiner :

- a) Avis concernant les exigences qui doivent être respectées par l'équipement de l'utilisateur afin :
 - d'adapter l'appareil au circuit, et
 - d'éviter la « pollution » du réseau;
- b) Avis relatifs au circuit ou parties d'un circuit mis à la disposition des usagers de circuits loués.

1.3 Divergences entre les principes établis dans les Avis du C.C.I.T.T. et les caractéristiques des circuits loués

Les circuits loués empruntent, dans la majorité des cas, le même type de système de transmission que les circuits téléphoniques publics. Les recommandations relatives aux caractéristiques des circuits loués devraient s'inspirer des Avis existants du C.C.I.T.T. relatifs aux circuits de type téléphonique sans être nécessairement identiques à celles-ci.

On trouvera les principes d'un plan de transmission dans l'Avis G.101. Comme l'indique la figure 1/G.101 les parties constitutives d'une communication internationale sont la chaîne internationale avec les deux systèmes nationaux à ses deux extrémités. Ce principe vaut pour les circuits téléphoniques publics comme pour les circuits loués. Toutefois, la différence réside dans le fait que les caractéristiques du système national sont exprimées sous forme d'un « équivalent de référence » (voir l'Avis G.111, A), mesure qui est basée sur le rapport entre la puissance acoustique et la puissance électrique. Dans cette mesure, on tient compte de l'interaction très forte qui existe entre les propriétés du poste de l'abonné et celles du réseau local. On doit donc, de ce fait, considérer la boucle locale et le poste de l'abonné comme formant un tout. Toutefois, cela donne lieu à la divergence mentionnée dans le titre.

Contrairement à l'usage prévalant en téléphonie et conformément aux deux types d'Avis sur les circuits loués (voir le point 1.2), il faut nettement distinguer le réseau local considéré comme un tout et l'appareil à connecter aux circuits loués comme un autre tout. Il faut tenir compte de cette divergence lorsqu'on se réfère aux Avis du C.C.I.T.T. pour établir l'Avis relatif aux circuits loués.

1.4 Plan de transmission

Le plan de transmission vise à :

- a) indiquer les principales caractéristiques du réseau de transmission;
- b) désigner les divers types de circuits mis à la disposition de l'utilisateur, y compris les restrictions générales, les dispositifs additionnels, etc.;

- c) servir de base aux Avis relatifs aux circuits (loués) du réseau de transmission;
- d) définir un point de référence pour la transmission.

1.4.1 *Structure du réseau de transmission*

Il a déjà été souligné que les circuits loués sont, dans la majorité des cas, constitués des mêmes « blocs » que le réseau public. Si l'on tient compte des restrictions indiquées au point 1.3, il faut se référer aux Avis du C.C.I.T.T. relatifs aux réseaux publics pour déterminer les principales caractéristiques du réseau dont les circuits loués font partie. On aura intérêt à se référer aux Avis suivants: G.101, G.103, G.114, G.133.

1.4.2 *Types de circuits loués*

On peut répartir les circuits loués en plusieurs groupes en fonction de l'acheminement, de la qualité et de l'utilisation des dispositifs additionnels:

Acheminement

- circuits de poste à poste avec circuits de prolongement à deux fils jusqu'aux locaux du locataire;
- circuits de poste à poste entièrement à quatre fils;
- circuits multipoints avec circuits de prolongement à deux fils;
- circuits pour liaison multiple avec prolongements à deux fils;
- circuits pour liaison multiple avec connexions à quatre fils.

Qualité

- qualité ordinaire;
- qualité spéciale (différents degrés).

En règle générale, certains types de circuits ne peuvent être établis qu'à l'aide de dispositifs additionnels:

- circuits de qualité spéciale;
- circuits de poste à poste avec connexions à quatre fils;
- circuits multipoints, etc.

D'autres circuits ne peuvent être établis que dans une certaine mesure. Enfin, une combinaison telle qu'un circuit multipoint ayant des caractéristiques de qualité spéciale peut être difficile à établir aux points de vue de la technique et de l'exploitation.

Les possibilités et les restrictions ainsi que le type de dispositifs additionnels devraient être indiqués dans la façon de présenter la structure du plan de transmission.

1.4.3 *Avis relatifs aux circuits loués*

Il convient de répéter que ces Avis doivent se fonder sur les Avis pertinents du C.C.I.T.T. relatifs au réseau public et sur ceux qui se rapportent aux circuits loués (par exemple l'Avis H.12.B).

Les sujets à traiter dans les Avis en question sont les suivants:

1. affaiblissement, distorsion d'affaiblissement, largeur de bande, largeur de bande réelle;
2. temps de propagation de groupe, distorsion du temps de propagation de groupe;
3. distorsion de non-linéarité;
4. limites de bruit, bruit blanc, bruit impulsif;
5. résidus de porteuse, fréquences de brouillage discrètes;
6. interruptions;
7. gigue de phase;
8. erreur de fréquence;
9. niveau maximal permis, variations de niveau, répartition de la puissance dans la bande, niveau permis en dehors de la bande;
10. symétrie longitudinale;
11. impédances.

Ces différents sujets correspondent à la pratique générale en matière de multiplexage par répartition en fréquence. Il faut également tenir compte, dans la mesure du possible, des techniques MIC.

Dans le diagramme 1, on trouvera les recommandations mentionnées dans l'Avis H.12.A. Ces recommandations peuvent être considérées comme constituant un point de départ pour l'étude des caractéristiques et la manière dont elles doivent être spécifiées.

Les renseignements recueillis de cette façon devraient être groupés. Il faudrait donc formuler des Avis de caractère général servant de liaison entre les Avis spécifiques relatifs aux circuits loués et le plan de transmission approprié.

1.4.4 Point de référence pour la transmission

Un point de référence pour la transmission est très utile; il a les propriétés suivantes:

- a) il sert à définir les niveaux en différents points de commutation et de connexion par rapport à une « extrémité virtuelle »;
- b) c'est un des principaux moyens permettant de déterminer le niveau maximal admissible pouvant être émis par l'utilisateur;
- c) c'est un point permettant de définir, pour l'utilisateur, le rapport signal/bruit.

Le plan de transmission pour les circuits loués devrait indiquer clairement l'emplacement du point de référence pour la transmission et la relation de ce point avec le point de référence pour la transmission dans le réseau public.

De cette façon, ce point peut également servir pour définir les caractéristiques générales des circuits multi-points et de circuits pour liaisons multiples.

2. Renseignements pertinents du C.C.I.T.T., à caractère général

2.1 Principes

Il faudrait utiliser, à titre d'information pour l'étude en question, les remarques contenues dans l'introduction à la section 6 de la Partie I du tome IV du *Livre Vert*.

Il convient aussi de distinguer deux catégories de circuits:

- a) Les circuits terminés dans des centres de télécommunication qui sont:
 - le circuit téléphonique,
 - le circuit support de télégraphie harmonique (Avis H.22, H.32 et M.81),
 - le circuit utilisé habituellement (et de préférence) pour la phototélégraphie (Avis H.41, B),
 - le circuit utilisé pour une transmission phototélégraphique occasionnelle (Avis H.41, C).
- b) Les circuits loués qui sont:
 - le circuit loué de qualité spéciale (Avis H.12, B, et M.102),
 - le circuit loué ordinaire (Avis H.12, A),
 - le circuit loué pour la transmission fac-similé noir sur blanc (Avis T.10) ou pour la phototélégraphie (Avis H.41, A).

En ce qui concerne les circuits de la première catégorie, le Groupe propose de recommander des caractéristiques identiques qui sont celles du circuit téléphonique, complétées le cas échéant par des caractéristiques de distorsion de temps de propagation de groupe, de perturbations par les sources d'alimentation ou les bruits impulsifs, etc. En effet, tous ces circuits ont en pratique des constitutions identiques ou du moins très voisines, ce qui signifie que, sauf précautions spéciales, ils auront des caractéristiques très voisines qui sont celles du circuit téléphonique, et ces caractéristiques sont suffisamment sévères pour qu'elles puissent convenir aussi à des circuits supports de télégraphie harmonique ou utilisés pour la transmission phototélégraphique.

En ce qui concerne les circuits loués, le Groupe pense qu'il convient de limiter à deux le nombre de types de circuits loués et de ne considérer que:

- un circuit loué de qualité spéciale;
- un circuit loué ordinaire.

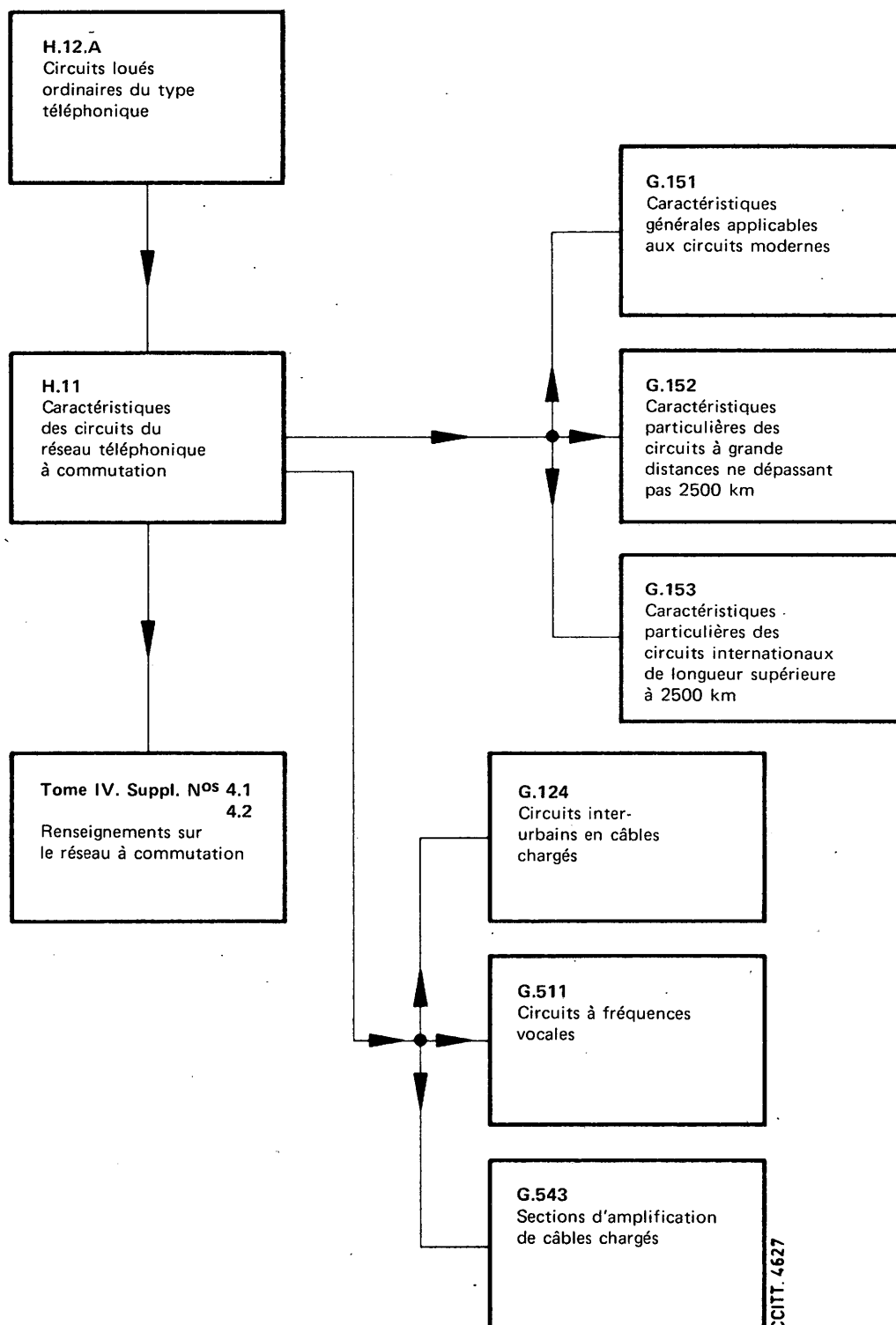


DIAGRAMME 1. — Renvois aux Avis, en prenant l'Avis H.12.A comme point de départ

2.2 *Nomenclature et définitions, plan de transmission*

Comme il a été indiqué au point 1.4.1, certains Avis de la série G sont très utiles pour établir un plan de transmission et devraient par conséquent en être le fondement.

Néanmoins, l'Avis M.101: « Constitution et nomenclature de circuits internationaux loués » devrait constituer le cadre général.

De plus, l'Avis M.103 est également utile, car il indique les différents types de transmission et expose les arrangements qui doivent figurer dans le plan de transmission.

Il faudrait tenir compte des figures 2/M.101 et 3/M.103.

Les arrangements qui y sont proposés devront probablement être divisés en parties pouvant s'intégrer dans le plan de transmission.

L'Avis E.100 fournit uniquement des renseignements relatifs à l'exploitation et à l'usage pratique. Néanmoins, les définitions données aux points 4.1, 4.2 et 4.3 peuvent être utiles dans certains cas.

Il convient de noter les termes des définitions employées par d'autres Commissions d'études — par exemple pour une communication de poste à poste — afin d'éviter toute confusion ou ambiguïté.

2.3 *Directives et restrictions*

Pour des raisons autres que techniques, certaines connexions ne peuvent pas être établies. On trouvera dans les Avis D.1 et D.2 des renseignements sur les possibilités autorisées.

Les services spéciaux qui de temps à autre nécessitent la fourniture de circuits téléphoniques destinés à servir de circuits loués, par exemple, sont régis par les dispositions des Avis E.300 et F.82. Ce dernier et les Avis F.80 et F.85 concernent les transmissions phototélégraphiques.

Voir la figure 1/F.85, tome II du *Livre Vert*.

3. *Renseignements pertinents du C.C.I.T.T. sur des points particuliers*

1) Le point 1 est de caractère général; les règles à respecter pour l'étude sont indiquées au paragraphe 2.

2) *Circuits de poste à poste*

a) Qualité ordinaire:

On trouvera dans le Supplément n° 4.3 du tome IV du *Livre Vert* des renseignements importants relatifs aux valeurs maximales de l'affaiblissement, etc.

b) Qualité spéciale:

L'Avis H.12, B et les Avis connexes M.102 et M.113 peuvent déjà servir partiellement de réponse à la Question 2/XVI.

Circuits interconnectant plusieurs postes

En se basant sur les résultats des études relatives à la Question 1/XVI et à la Question 17/XII et sur l'Avis E.208, il est possible d'élaborer des Avis relatifs aux conversations multiples¹ établies sur circuits loués. On trouvera à ce sujet des renseignements importants dans l'Avis P.22, C.

3) *Circuits utilisés à tour de rôle pour d'autres services*

On peut se servir, à titre d'exemple, de la figure 1/M.103.

4) *Circuits utilisés simultanément pour plusieurs services*

L'étude devrait être fondée sur les indications données dans l'Avis H.34.

5) *Interconnexion des réseaux privés et publics*

Ce point fait également l'objet d'une étude de la Commission d'études V (Question 23/V).

Un aspect particulier de ce problème est l'interconnexion de circuits à courants porteurs sur lignes électriques avec des circuits du réseau public.

¹ *Note du Secrétariat.* — Pour éviter des confusions, la Commission d'études II a décidé d'adopter l'expression « conversations conférences » au lieu de « conversations multiples ».

4. *Aspects à étudier*

Afin de présenter un ensemble cohérent d'avis, il faut faire concorder les principes énoncés au point 1 et les renseignements donnés aux points 2 et 3.

Pour recueillir les renseignements nécessaires à cette étude, des détails devront être envoyés au rapporteur sur les points I à VI ci-après, ces détails permettant d'établir le cadre général du plan de transmission, le point de référence et les caractéristiques générales et spécifiques des circuits loués.

Le plan de transmission peut se diviser en trois parties:

- la chaîne internationale;
- les systèmes nationaux aux deux extrémités de la chaîne internationale.

La chaîne internationale devrait être conforme aux dispositions des Avis du C.C.I.T.T.

I. Faut-il définir la chaîne internationale entre points rapportés:

- a) aux extrémités virtuelles, en tenant compte du fait que les circuits loués ne sont pas acheminés par un équipement de central;
- b) aux points de niveau relatif zéro du système de transmission, donnant ainsi lieu au problème suivant: les différentes pratiques (mise en place d'un complément de ligne destiné à introduire un affaiblissement fixe, etc.) permettant de fixer des niveaux adéquats pour les connexions commutées devraient être ramenées à une pratique commune pour les circuits loués?

II. Pouvez-vous indiquer les différentes sortes de systèmes nationaux utilisés entre les locaux de l'abonné et les points de connexion du système national et les chaînes internationales? Veuillez indiquer le type des moyens de transmission, par exemple: câble chargé du réseau local, système à courants porteurs, connexion à deux et/ou quatre fils, etc.

III. Désirez-vous, conformément à la pratique observée dans votre pays, distinguer les classes de systèmes nationaux en fonction:

- a) de la qualité;
- b) des distances;
- c) de l'équipement général ou spécifique utilisé pour établir la communication;
- d) d'autres aspects?

IV. a) comment classeriez-vous les propriétés mentionnées au point 1.4.3 en fonction des points 1.1 et 1.2?

- b) quelles autres caractéristiques faut-il mentionner?
- c) pouvez-vous indiquer des valeurs numériques pour les caractéristiques de a et b de cette sous-question et indiquer comment elles sont attribuées aux points qui doivent être examinés dans les sous-questions 2 et 3? Est-il possible de les exprimer en valeur minimale et/ou maximale?

V. Pouvez-vous nous fournir, dans la mesure où ils sont utiles à l'étude de la Question 2/XVI, des renseignements sur le type des exigences techniques imposées aux usagers des circuits loués de votre réseau national?

VI. Quelle sorte de renseignements pouvez-vous fournir au sujet des points indiqués dans la Question 2/XVI?

Remarque. — Etant donné la portée limitée des points I à VI, il se peut qu'au cours de l'étude de ces aspects, les renseignements dont on dispose ne suffisent pas pour résoudre ces problèmes. Dans ce cas, il faudra établir une autre liste de nouveaux points ou des points libellés différemment.

Question 3/XVI. — Evaluation statistique de la qualité de transmission du réseau téléphonique à commutation du point de vue de l'opinion des usagers.

(Question nouvelle)

Quels devraient être les objectifs de qualité de transmission du réseau téléphonique à commutation, évalués sur la base de l'appréciation subjective des usagers?

Remarque 1. — On pourrait essayer d'établir ces objectifs en fonction, entre autres, des considérations ci-dessous.

1. *Pourcentage des communications non satisfaisantes*

- a) entre deux abonnés du même central;
- b) entre deux abonnés de centraux différents.

En principe, on doit tenir dûment compte de l'équivalent de référence, de l'effet local, des réductions de qualité linéaires (par exemple: bruit dans les systèmes MRF, bruit de salle, distorsion d'affaiblissement) et des causes de réductions de qualité non linéaires (par exemple: distorsion de quantification).

2. *Pourcentage des communications de faible stabilité*

- a) stabilité inférieure ou égale à 3 dB
(distorsion au voisinage du point d'amorçage);
- b) stabilité inférieure ou égale à 0 dB, mesurée dans les conditions suivantes:
 - b.1) deux extrémités connectées,
 - b.2) une extrémité connectée,
 - b.3) deux extrémités déconnectées.

Le critère de 3 dB se rapporte à l'effet subjectif de la distorsion au voisinage du point d'amorçage. Le critère de 0 dB (oscillation), avec une seule extrémité connectée, se rapporte aux conditions qui règnent pendant l'attente de la réponse, pendant la numérotation, pendant la mise en attente de l'abonné en service manuel, etc., tandis que le cas des deux extrémités déconnectées se produit pendant la libération des communications à grande distance prolongées à chaque extrémité par une installation à postes supplémentaires.

3. *Pourcentage des communications affectées d'un écho gênant*

L'Avis G.131, B, c s'applique.

4. *Pourcentage des communications affectées de diaphonie intelligible*

- a) entre abonnés appartenant au même point de dérivation;
- b) entre autres abonnés.

Les deux critères reflètent la nécessité éventuelle d'une limite plus sévère pour la diaphonie entre des abonnés susceptibles de se connaître et dont les lignes occupent une position invariable l'une par rapport à l'autre. On notera que les conditions limitatives nominales pour les études de diaphonie ne sont pas forcément les mêmes que celles qui conviennent pour les autres réductions de qualité.

Remarque 2. — Il est évident que, pour chacune des caractéristiques, il faut déterminer un objectif applicable à la communication moyenne, compte tenu de la pondération en trafic, si l'on veut parvenir à un bon objectif global tout en ne perdant pas de vue les conditions limitatives nominales qui résultent de la combinaison défavorable de tolérances dont chacune, prise individuellement, serait acceptable. S'il peut en être ainsi, il en résulterait qu'aucun abonné, si défavorablement situé qu'il soit, n'éprouverait de difficultés systématiques pour un fort pourcentage de ses communications, même lorsqu'il correspond avec des abonnés occupant dans le réseau une position semblable à la sienne. Cependant, on ne saurait négliger l'aspect économique de la question.

L'étude de cette Question devrait être appuyée par des évaluations de qualité de transmission faites au moyen de communications fictives de référence appropriées, ou par des résultats de mesure obtenus par la Commission d'études IV sur des communications établies par commutation.

ANNEXE 1

(à la Question 3/XVI)

**Analyse des résultats de mesures faites sur des communications internationales,
du point de vue de l'opinion des abonnés**

(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

Introduction

On trouvera dans la présente annexe les résultats d'une étude théorique destinée à évaluer l'opinion des abonnés pour des communications internationales sur lesquelles les affaiblissements et les niveaux de puissance de bruit ont été mesurés au cours d'un programme qui s'est déroulé du 6 avril au 3 juillet 1970. La Contribution COM XVI-N° 37 (période 1968-1972)¹ contient des indications détaillées concernant les valeurs mesurées.

Les résultats de l'étude théorique sont présentés sous la forme de « pourcentages de difficulté ». On entend par là le pourcentage d'abonnés qui auraient répondu affirmativement à la question « En ce qui vous concerne ou en ce qui concerne votre interlocuteur, s'est-il produit des difficultés pour entendre ou pour se faire entendre ? ». Les principes généraux de la méthode appliquée pour évaluer l'opinion des abonnés au sujet d'une communication donnée sont indiqués en [1]. Le pourcentage de difficulté calculé selon cette méthode dépend de la valeur nominale de l'équivalent de référence global de la communication, du niveau de la puissance de bruit rapporté à un équivalent de référence de 0 dB à l'extrémité de réception et des réductions de qualité causées par la distorsion d'affaiblissement due aux circuits et aux centraux.

Dans la majorité des cas, les mesures ont été faites en utilisant de très courtes lignes locales (le point de mesure étant situé dans le centre local). On a en conséquence admis que la valeur nominale de l'affaiblissement de référence global des communications soumises aux mesures était égal à la somme des équivalents de référence à l'émission et à la réception et de l'affaiblissement mesuré à 1 kHz. On a tenu compte de la distorsion d'affaiblissement (par rapport à 1 kHz), en calculant le facteur de réduction de qualité (1 dB) selon les principes exposés en [1]. Signalons le fait que, en toute rigueur, ce calcul de réduction de qualité et du pourcentage de difficulté n'est valable que pour les appareils téléphoniques et les lignes d'abonné dont les caractéristiques efficacité/fréquence sont similaires à celles de l'appareillage qu'emploie le Post Office du Royaume-Uni. Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus s'écartent probablement fort peu de ceux auxquels on parviendrait avec n'importe quel autre appareil téléphonique moderne.

Analyse et résultats

L'information relative à chaque communication établie au cours du programme de mesure a été enregistrée, sous forme de blocs, sur une bande magnétique. Chaque bloc contenait des indications concernant le nombre des centraux deux fils ou quatre fils compris dans la communication, la longueur estimée de celle-ci, les résultats des mesures effectuées dans chaque sens de transmission et les pays de départ et d'arrivée.

Faute de renseignements sur les valeurs des équivalents de référence des réseaux locaux des pays ayant participé au programme de mesures, on a choisi les couples de valeurs suivantes qui, pense-t-on, conviennent à la plupart des cas observés en pratique:

- | | |
|----------------|-------------|
| 1) ERE = 12 dB | ERR = 3 dB |
| 2) ERE = 7 dB | ERR = 0 dB |
| 3) ERE = 7 dB | ERR = -4 dB |

Au cours de l'analyse, on a tour à tour associé à chaque communication les trois couples d'équivalents de référence. On a calculé le pourcentage de difficulté, pour chaque sens de transmission, en procédant à une interpolation linéaire à partir de tableaux analogues à ceux de [1].

Après avoir réparti les communications en catégories fondées sur le nombre de centraux deux fils, on a combiné les résultats de mesure en calculant la moyenne des pourcentages de difficulté sur les communications appartenant à une catégorie donnée. Dans les colonnes a et b du tableau 1, la première catégorie couvre toutes les communications impliquant deux centraux deux fils et de deux à six centraux quatre fils. Les pourcentages de difficulté inscrits dans le tableau 1 représentent donc pour chaque catégorie la proportion de la population d'abonnés qui éprouverait des difficultés pour converser sur toutes les communications classées dans cette catégorie.

¹ Cette contribution sera publiée dans le manuel du C.C.I.T.T.: *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*.

TABLEAU 1

(a) Nombre de centraux deux fils	(b) Nombre de centraux quatre fils	(c) Dimension de l'échantillon (communicat.)	(d) ERE (dB)	(e) ERR (dB)	(f) Pourcentage de difficulté due à affaiblissement	(g) Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + bruit	(h) Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + distorsion	(i) Pourcentage de difficulté due à affaiblissement + bruit + distorsion	(j) Ecart type sur les valeurs indiquées dans la colonne 1
2	de 2 à 6	1886	12	3	16,8	21,7	20,7	25,1	14,8
			7	0	6,7	9,2	9,0	11,4	9,4
			7	—4	4,5	6,7	6,1	8,2	7,4
3	de 1 à 6	2906	12	3	18,4	23,5	22,5	27,3	15,2
			7	0	7,4	9,8	10,0	12,6	10,5
			7	—4	5,0	7,0	6,8	9,1	8,8
4	de 1 à 5	1894	12	3	22,3	27,8	27,2	32,2	17,0
			7	0	9,2	12,4	12,2	15,2	11,4
			7	—4	5,9	8,6	8,1	10,7	9,0
5	de 0 à 5	754	12	3	25,8	31,8	31,5	36,8	17,0
			7	0	10,8	14,3	14,4	17,7	11,4
			7	—4	6,8	9,8	9,5	12,4	8,7
6	de 1 à 3	148	12	3	24,2	29,3	26,6	33,7	15,8
			7	0	10,0	12,9	13,0	15,8	10,1
			7	—4	6,2	8,8	9,3	11,0	7,5

La méthode de calcul du pourcentage de difficulté d'une communication permet d'évaluer l'effet qu'aurait l'élimination du bruit ou de la distorsion d'affaiblissement (ou des deux) sur la communication. On peut en conséquence mesurer l'effet relatif de chaque source de dégradation sur les communications.

De ce fait, les colonnes f à j du tableau 1 contiennent les renseignements suivants:

- Colonne f — évaluation des pourcentages de difficulté due à l'affaiblissement (valeur nominale des affaiblissements de référence globaux), en admettant que les communications sont exemptes de bruit de circuit et de distorsion d'affaiblissement;
- Colonne g — évaluation des pourcentages de difficulté due à l'affaiblissement et au bruit, en admettant que la distorsion d'affaiblissement est négligeable;
- Colonne h — évaluation des pourcentages de difficulté due à l'affaiblissement et à la distorsion d'affaiblissement; on admet que le bruit est négligeable;
- Colonne i — évaluation des pourcentages de difficulté due à l'affaiblissement, au bruit et à la distorsion d'affaiblissement;
- Colonne j — écart type sur le pourcentage de difficulté sur les communications; cette indication donne une idée de la gamme des valeurs réelle.

RÉFÉRENCE

- [1] RICHARD et S. MUNDAY: *International seminar on national telephone transmission planning*; Melbourne, Australie, 27 février - 2 mars 1970, document N° 1.

Question 4/XVI. — Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission

(Question nouvelle)

- a) Quelles recommandations peut-on émettre en ce qui concerne la dissymétrie par rapport à la terre, en vue d'assurer une qualité de transmission adéquate à tous égards ?
- b) Quelles sont les techniques de mesure nécessaires ?

Remarque. — On reconnaît qu'il existe déjà certains Avis traitant de la dissymétrie, à savoir K.10, O.121, Q.45 (paragraphe 6.4), etc., de même que la Question 13/V. Ceux-ci ont pour objectif immédiat de fournir une protection contre les tensions induites et n'assurent pas nécessairement une qualité de transmission suffisante, par exemple à l'égard du bruit ou de la diaphonie.

ANNEXE 1

(à la Question 4/XVI)

Résumé des études entreprises par le C.C.I.T.T. concernant la dissymétrie par rapport à la terre

1. Introduction

Cette annexe constitue un résumé des études et des avis relatifs au déséquilibre par rapport à la terre qui ont été proposés ou adoptés jusqu'à la fin de la période d'études 1968-1972.

2. Etudes entreprises pendant la période 1968-1972

Commission d'études IV

La Commission d'études IV n'a spécifié aucune limite de maintenance pour le déséquilibre des lignes et des circuits; elle doit en effet attendre les résultats des études menées par d'autres commissions d'études. Toutefois, des valeurs ont été provisoirement approuvées pour les équipements d'émission et de réception de l'appareil automatique de mesure de la transmission et d'essai de la signalisation (ATME N° 2).

Ces valeurs sont définies de la façon suivante:

au moins 46 dB entre 300 et 3400 Hz avec augmentation au-dessous de 300 Hz, de manière à obtenir au moins 60 dB à 50 Hz.

En attendant l'adoption générale d'une méthode de mesure de la symétrie par rapport à la terre, la méthode à utiliser serait choisie par accord entre le constructeur de l'équipement et l'Administration intéressée.

Commission d'études XII et Commission spéciale D

Les valeurs suivantes de la symétrie longitudinale ont été proposées à l'étude dans le cadre d'un projet d'Avis relatif à la qualité de la transmission des voies MIC aux fréquences vocales:

200 Hz: 86 dB

1000 Hz: 80 dB

3000 Hz: 78 dB

Ces valeurs doivent être mesurées en appliquant un signal d'entrée de 0 dBm0 suivant la méthode indiquée dans la figure 1, dans laquelle la symétrie longitudinale est définie comme $20 \log (E_L/E_m)$ dB.

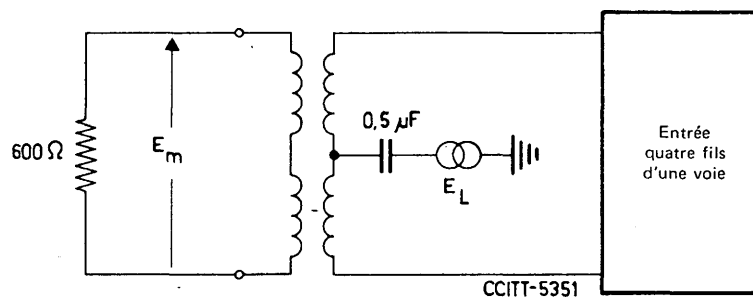


FIGURE 1. — Suggestion pour les cas d'équipements terminaux MIC

Commission d'études XVI

Le problème de la dissymétrie par rapport à la terre a été étudié dans le cadre d'une question relative aux caractéristiques de transmission d'un centre international (ce qui constitue le sujet de l'Avis G.142 concernant l'effet de l'Avis Q.45).

Après avoir examiné les contributions COM XVI-N^{os} 30, 51, 61 et 68 de la période d'études 1968-1972, la Commission d'études XVI a conclu que, dans la méthode à suivre pour spécifier et mesurer la dissymétrie des équipements de centraux de transmission et d'abonnés par rapport à la terre, il convient de tenir compte de ce qui suit:

- a) Lorsque les terminaisons d'un circuit sont dissymétriques par rapport à la terre, les perturbations longitudinales (bruit d'alimentation, bruits impulsifs, etc.) sont transformées en tensions perturbatrices transversales.
- b) Lorsque des terminaisons dissymétriques sont connectées à l'une ou aux deux extrémités de deux paires très voisines l'une de l'autre dans un câble, il peut en résulter entre les deux circuits une diaphonie intelligible qui n'est aucunement due aux imperfections du câble lui-même (pour des détails supplémentaires, voir l'annexe 2 à la Question).
- c) Il se produit également de la diaphonie si des terminaisons dissymétriques sont connectées aux deux extrémités de deux ou plus de deux paires en câble (même si ces paires ne sont pas très voisines l'une de l'autre), lorsque l'impédance du retour à la terre entre les deux installations n'est pas nulle. (Référence: *Niederfrequenz-Übertragungstechnik*, Günther Rahmig). Toutefois, il y a des chances pour que cette diaphonie soit en général inintelligible, car il est vraisemblable qu'un certain nombre de circuits engendreront simultanément de la diaphonie par l'intermédiaire du retour à la terre.
- d) D'autres facteurs tels que la protection sont eux aussi importants, mais ils ne sont pas, semble-t-il, du ressort de la Commission d'études XVI. Il n'en sera pas moins dûment tenu compte des avis et des directives en vigueur.

Figure 2

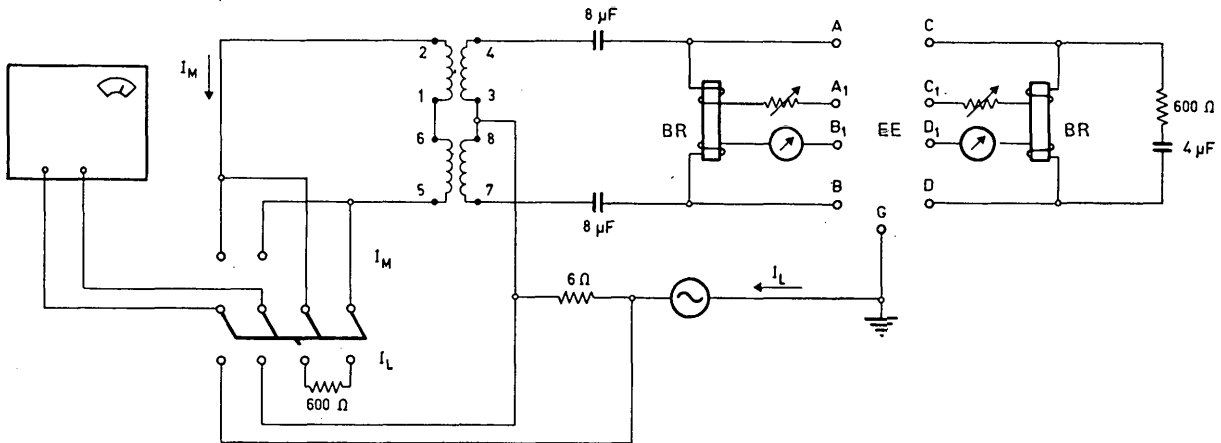


Figure 3

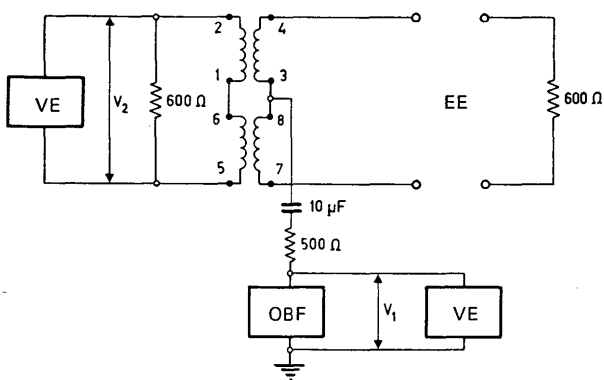
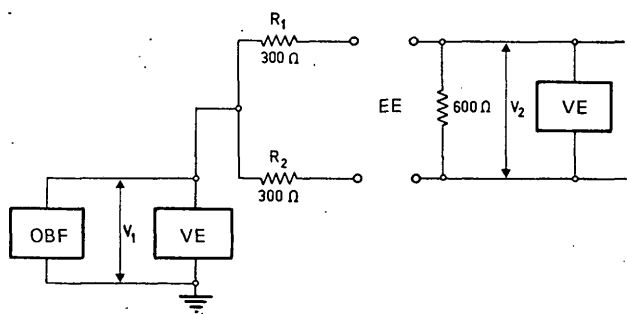
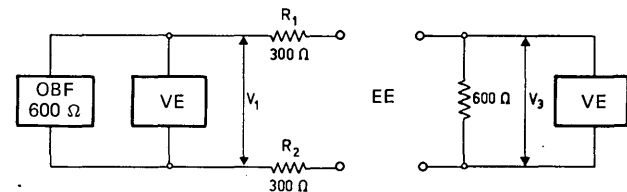


Figure 4

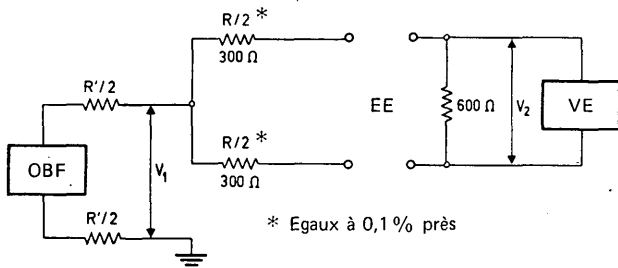


ETAPE 1

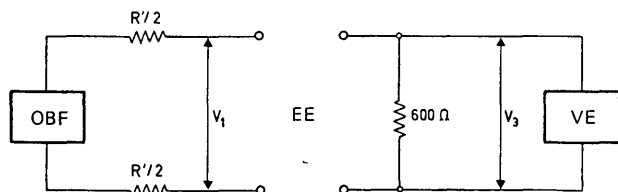


ETAPE 2

Figure 5

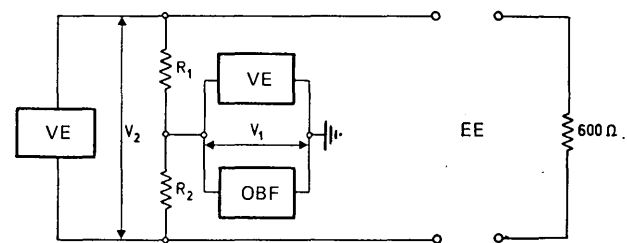


ETAPE 1



ETAPE 2

Figure 6



BR = Bobine de retard
VE = Voltmètre électronique

OBF = Oscillateur basses fréquences
EE = Equipement à l'essai

FIGURES 2-6. — Cinq méthodes de mesure de la symétrie longitudinale

(Extrait d'un article de J.C. MAU — *Automatic Radio Technical Journal*, janvier 1964, vol. 9, N° 1

Après avoir examiné dans ses détails la méthode de mesure du déséquilibre d'impédance par rapport à la terre indiquée à l'Avis Q.45, la Commission d'études XVI a conclu que cette méthode couvre comme il convient les perturbations résultant des mécanismes indiqués aux alinéas a, c et d ci-dessus. Il apparaît néanmoins que, sauf si une valeur très élevée a été mesurée conformément à la méthode indiquée dans l'Avis Q.45, l'écart dia-phonique résultant du mécanisme indiqué à l'alinéa b peut être inacceptable. Le Post Office du Royaume-Uni a entrepris une étude à ce sujet, dont le résumé figure dans l'annexe 2 à la présente Question.

La Commission d'études XVI ne propose pas, pour le moment, de modifications à l'Avis Q.45, puisque la méthode qui y est indiquée convient à la mesure du degré d'élimination des tensions longitudinales. Il peut toutefois être désirable d'étendre la gamme des fréquences indiquée dans l'Avis Q.45, section 6.4.1, jusqu'à 50 Hz pour couvrir le cas des perturbations aux systèmes MIC.

3. Valeurs recommandées

Les seuls avis spécifiant des valeurs du déséquilibre par rapport à la terre sont les Avis Q.45 et K.10, qui indiquent tous deux les valeurs minimales suivantes:

bande 300 à 600 Hz: 40 dB
bande 600 à 3400 Hz: 46 dB

4. Méthodes de mesure

Toutes les études détaillées portant sur la mesure du déséquilibre signalent les principales difficultés rencontrées pour obtenir des résultats exacts, qui peuvent être fournis uniquement par des techniques de laboratoire. Diverses méthodes d'approximation ont été proposées dans le cas de mesures effectuées dans les conditions de la pratique: dans l'article de J. C. Mau (référence N° [1]), l'auteur analyse cinq méthodes de mesure, parmi lesquelles une méthode du C.C.I.T.T. Ces méthodes sont décrites dans les figures 2 à 6. On trouvera également des renseignements y relatifs dans l'ouvrage cité sous référence [2].

L'essentiel de la méthode spécifiée dans l'Avis Q.45 est décrit dans la figure 7, dans laquelle le taux d'équilibre d'impédance est défini comme $20 \log_{10} \left| \frac{E}{e} \right|$ dB. Les limites spécifiées doivent être respectées en présence ou en l'absence d'une terre au point milieu de l'impédance terminale.

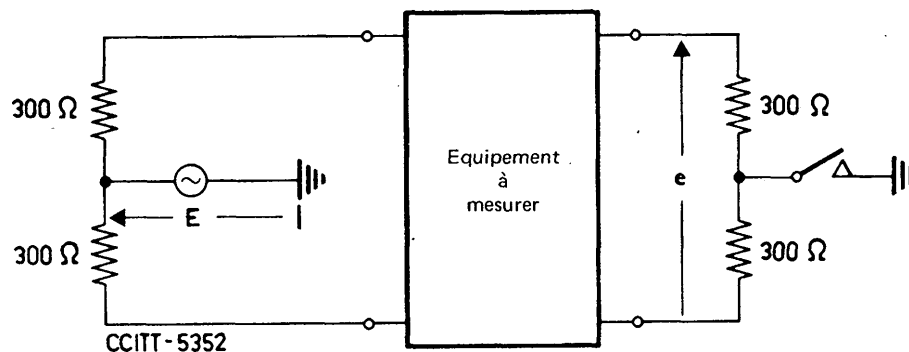


FIGURE 7

Il convient de noter que la méthode de mesure ne tient pas compte des niveaux relatifs à l'entrée et à la sortie de l'équipement à mesurer. Afin de généraliser l'application de la définition, les deux tensions mesurées doivent se rapporter à des points dont le niveau relatif est le même ou, alternativement, la tension transversale doit être mesurée à l'entrée de l'équipement.

RÉFÉRENCES

- [1] J. C. MAU: *Automatic radio technical journal*; janvier 1964, volume 9, N° 1.
- [2] Manuel du C.C.I.T.T.: *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*; Annexe 5.3 — Notes relatives aux impédances dissymétriques par rapport à la terre (Origine: Post office du Royaume-Uni).

ANNEXE 2
(à la Question 4/XVI)

**Effet que la dissymétrie introduite aux extrémités d'un circuit par rapport à la terre
peut avoir sur la diaphonie dans les câbles**

(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

1. *Introduction*

L'actuelle méthode pour la mesure du déséquilibre dans l'équipement d'un central, spécifiée dans l'Avis Q.45, est généralement considérée comme satisfaisante car elle assure un degré d'élimination des tensions longitudinales suffisant. Toutefois, les études décrites dans cette annexe suggèrent que cette méthode de mesure ainsi que les valeurs recommandées ne garantissent pas des marges adéquates du point de vue de la diaphonie, entre des paires adjacentes, qui résulte d'un déséquilibre aux extrémités. Cela pourrait être compensé par une augmentation des valeurs indiquées dans l'Avis Q.45, par exemple jusqu'à 60 ou 80 dB. Toutefois, dans plusieurs cas, des tolérances déraisonnables devraient alors être appliquées aux équipements des centraux ou à ceux des abonnés.

Le texte suivant décrit les résultats d'études relatives à la diaphonie produite entre des paires parfaitement équilibrées d'un câble, et résultant d'un déséquilibre aux extrémités. Une méthode de mesure est suggérée, dont l'adoption permettrait d'éviter une diaphonie inacceptable sans que cela entraîne des exigences déraisonnables en ce qui concerne l'équilibre de l'équipement terminal.

2. *Méthode de mesure de l'écart diaphonique dû à un déséquilibre aux extrémités*

Le circuit équivalent en delta indiqué dans la figure 1 peut être utilisé pour représenter la terminaison d'un équipement de central ou d'abonné, en position de conversation. Z_e est l'impédance nominale du circuit équivalent entre chaque fil et la terre, et k l'écart fractionnaire par rapport à la valeur nominale de Z_e . On suppose que l'impédance nominale du côté du câble équivaut à 600 ohms, et en général Z_e , Z_b et k seront complexes et dépendront de la fréquence.

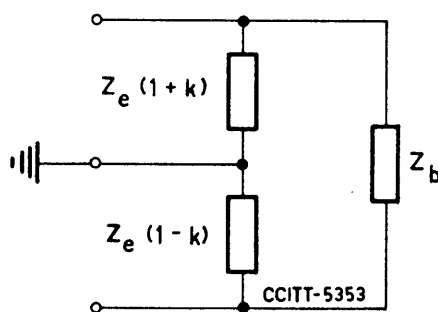


FIGURE 1. — Terminaison dissymétrique à éléments passifs

Lorsque deux paires d'un câble à quarte en étoile parfaitement équilibré sont terminées à l'une ou aux deux extrémités par de telles terminaisons, il en résulte une diaphonie qui n'est en aucune manière due aux imperfections du câble. La figure 2 représente un circuit équivalent approprié avec des extrémités non équilibrées connectées aux deux extrémités des paires, de manière à donner les plus mauvais résultats au point de vue de la diaphonie. L'effet de la résistance du câble est négligeable pour les longueurs à considérer, et l'on suppose que la résistance de l'isolation est très forte.

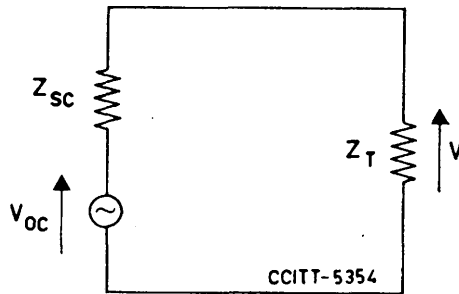


FIGURE 4

$$Z_{sc} = \frac{AC}{A+C} + \frac{BA}{B+A}$$

$$V_{oc} = \frac{C}{A+C} - \frac{A}{A+B}$$

$$V = \frac{V_{oc} Z_T}{Z_{sc} + Z_T}$$

3. Résultats calculés

Les figures 5 a, 5 b et 5 c représentent divers exemples de l'écart diaphonique calculé en fonction de la fréquence pour de simples impédances (résistive, capacitive et inductive) par rapport à la terre. L'étude a montré qu'une longueur de câble critique peut être calculée pour chacune des terminaisons R , L et C permettant d'obtenir les écarts diaphoniques les plus bas. Les figures montrent les écarts diaphoniques obtenus pour chacune des longueurs critiques.

La longueur critique dépend de l'ordre de grandeur et du genre d'impédance par rapport à la terre (mais elle est indépendante du degré de déséquilibre pour les valeurs de k jusqu'à 0,5 environ). Par exemple, en considérant une impédance résistive par rapport à la terre de 300 Ω de valeur nominale, les écarts diaphoniques les plus faibles ont été obtenus pour une longueur de 3 kilomètres environ, tandis que pour une impédance résistive par rapport à la terre de 10 k Ω , les écarts diaphoniques les plus faibles ont été obtenus pour une longueur d'environ 200 mètres.

Les valeurs (e , m , w) de la capacité du câble utilisé pour cette étude sont celles qui conviennent à la quarte en étoile en cuivre de 0,63 mm employée sur le réseau du Post Office du Royaume-Uni. Ces valeurs sont les suivantes:

$$\begin{aligned} \text{Capacité entre fil et terre } (e) &= 41,95 \text{ nF/km} \\ \text{Capacité entre fils } (w) &= 19,2 \text{ nF/km} \\ \text{Capacité mutuelle } (m) &= 4,6 \text{ nF/km} \end{aligned}$$

Les résultats peuvent s'appliquer généralement à tout câble pour fréquences acoustiques à paires symétriques, étant donné que les rapports entre les capacités e , m et w sont à peu près similaires dans les autres types de câble. Les valeurs absolues ont relativement peu d'importance, puisque le procédé de calcul consiste à faire varier la longueur afin de déterminer dans quel cas la diaphonie est la moins bonne.

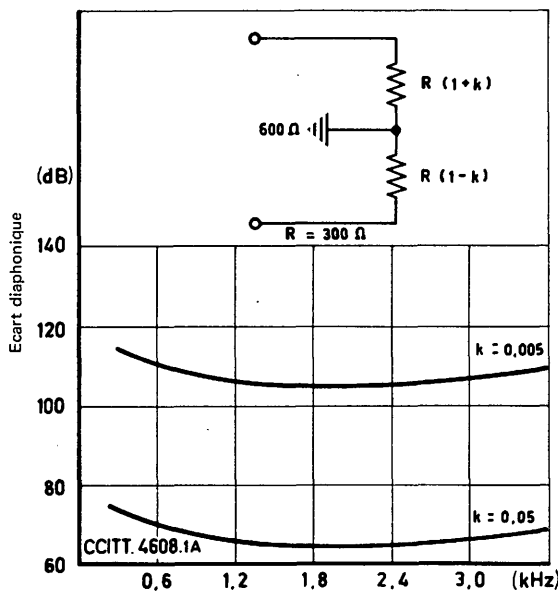


FIGURE 5 a. — Déséquilibre résistif
($d \approx 3$ km)

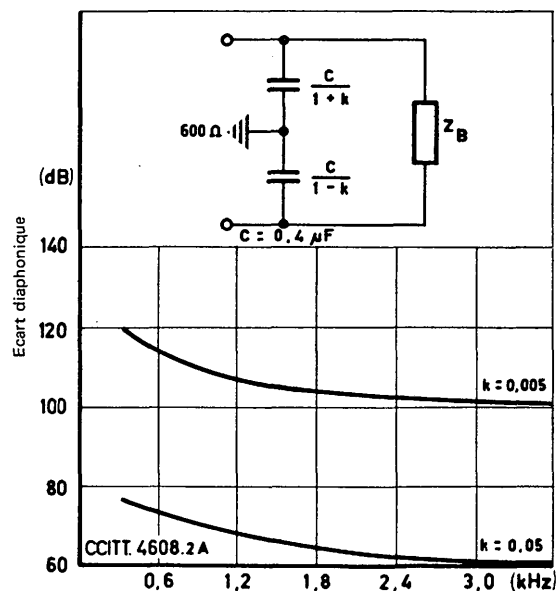


FIGURE 5 b. — Déséquilibre capacitif
($d \approx 2$ km)

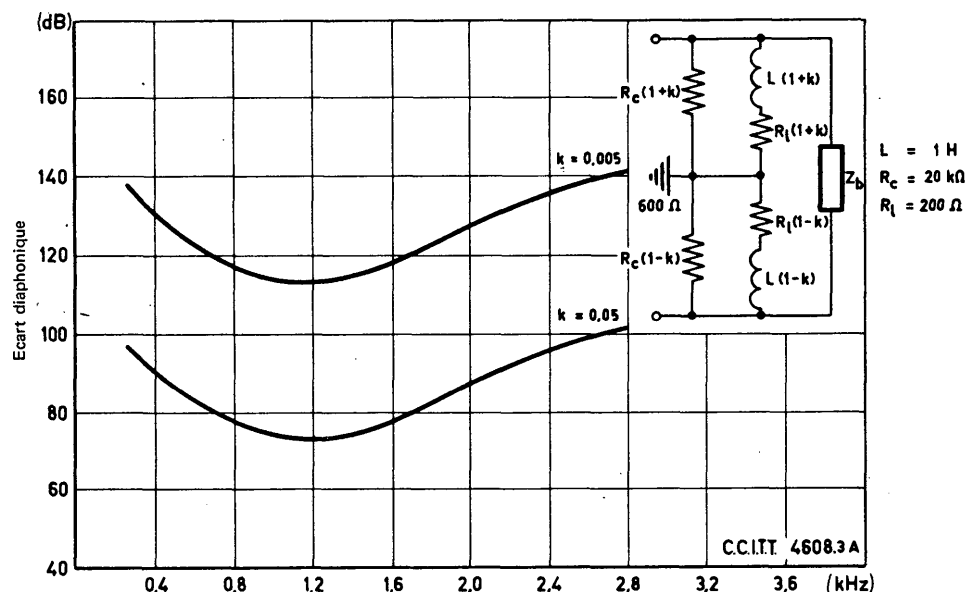


FIGURE 5 c. — Déséquilibre inductif
($d \simeq 1$ km)

Remarque. — Si les pertes dans le fer R_c et la résistance R_l de l'enroulement ne sont pas simulées, les calculs indiqueront, entre les capacités des câbles et les impédances aux extrémités, des résonances s'écartant de la réalité.

Les figures 6, 7 et 8 représentent l'écart diaphonique (mesuré comme la puissance diaphonique moyenne dans la bande 500-2500 Hz) en fonction de k pour une série de valeurs de la résistance, de la capacité et de l'inductance par rapport à la terre. Les points suivants doivent être pris en considération:

- on suppose que la puissance moyenne des écarts diaphoniques dans la bande 500 à 2500 Hz donne une idée de la mesure dans laquelle ce trajet affecte l'équivalent de référence de la diaphonie. Cette méthode est basée sur la définition utilisée pour le calcul de l'affaiblissement d'un trajet d'écho (Avis G.121). Des études sont en cours et elles devraient permettre de déterminer dans quelle mesure la diaphonie est affectée, d'une manière qui tienne compte de l'effet subjectif de la distorsion d'affaiblissement du trajet. Les courbes des figures 6, 7 et 8 seront reconsidérées et, si nécessaire, calculées de nouveau lorsque cette méthode sera disponible,
- chaque point de chaque courbe correspond à la longueur de câble qui a donné les plus mauvais résultats au point de vue de la diaphonie,
- les courbes se rapportent à la situation dans laquelle les terminaisons aux extrémités des paires de câble sont identiques et dans laquelle ces terminaisons sont connectées de la manière qui donne les plus mauvais résultats au point de vue de la diaphonie. Si les terminaisons non équilibrées sont connectées à une extrémité de chaque paire de câble, et si l'autre extrémité est fermée sur une impédance isolée de la terre, l'écart diaphonique est amélioré d'environ 6 dB dans tous les cas,
- lorsque le déséquilibre introduit aux terminaisons des paires du câble n'est pas le même, la diaphonie entre les paires ne sera pas moins bonne que celle qui correspond à la plus petite des deux valeurs (prise dans les courbes des figures 6, 7 et 8) obtenue individuellement pour chaque terminaison.

4. Résultats mesurés

Des mesures ont été effectuées en utilisant un certain nombre de terminaisons dont les impédances par rapport à la terre varient en nature et en ordre de grandeur, et dont les valeurs de k sont différentes. La diaphonie a été mesurée pour une série de longueurs de câble, et la plus faible valeur obtenue a été comparée avec celle dérivée des courbes des figures 6, 7 et 8: ces valeurs concordaient à 3 dB près, dans tous les cas considérés.

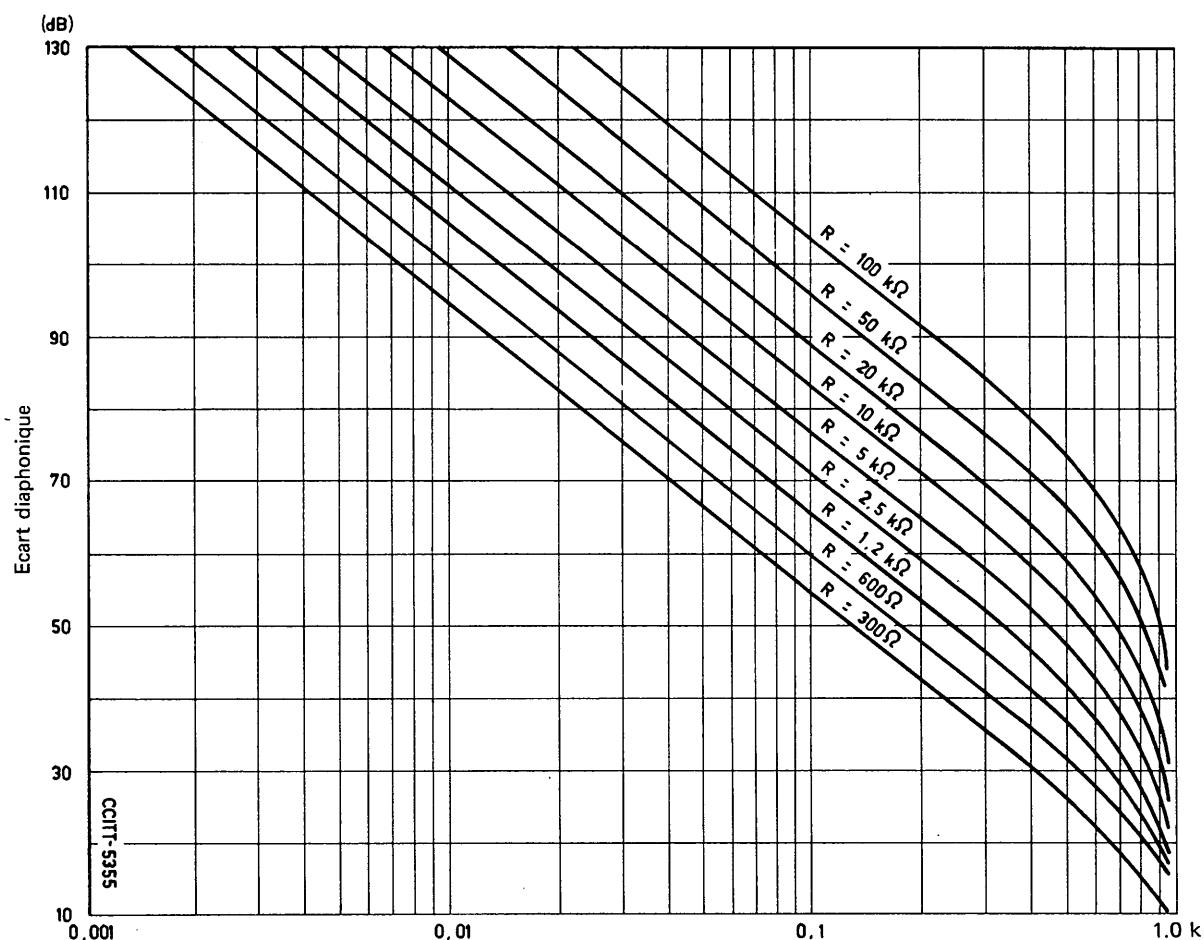


FIGURE 6. — Variation de l'écart diaphonique en fonction de k pour des déséquilibres résistifs (voir la figure 5 a)

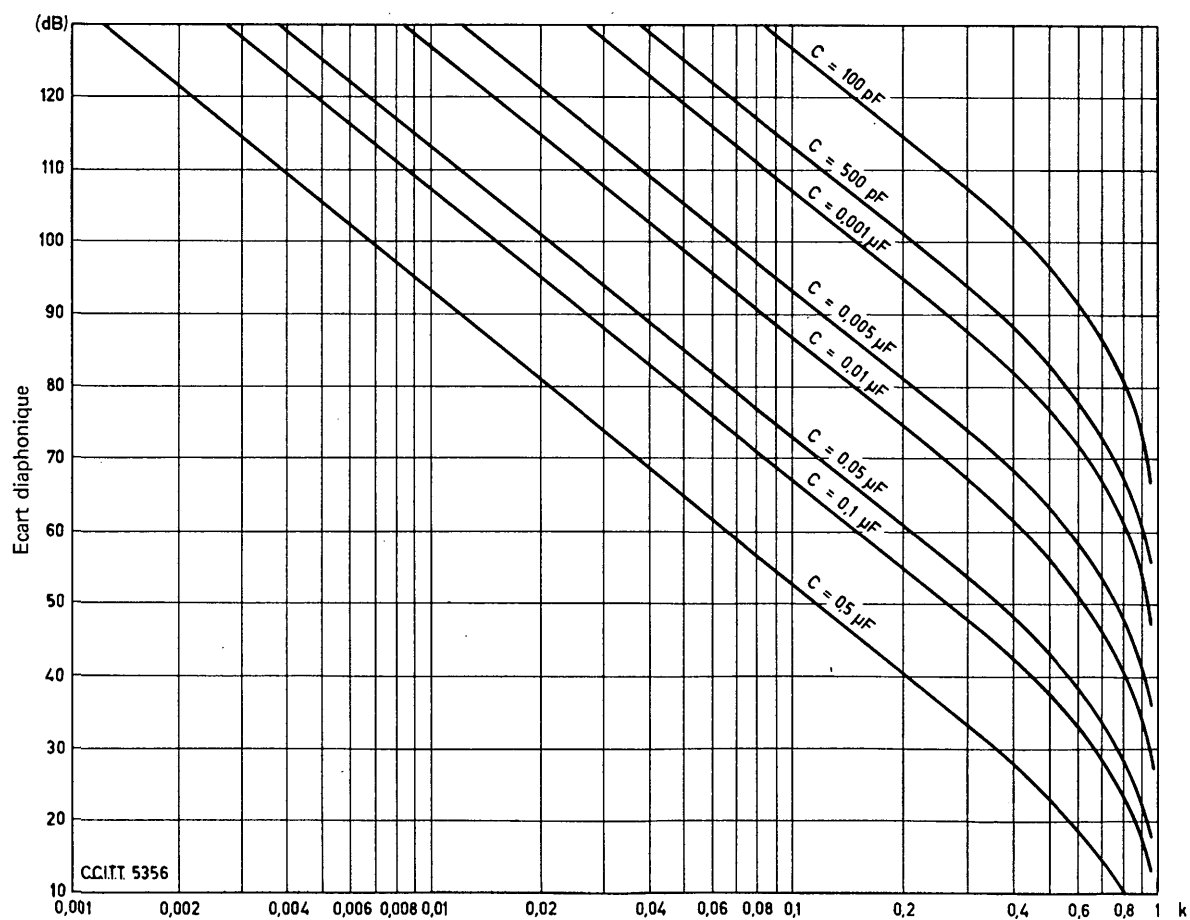
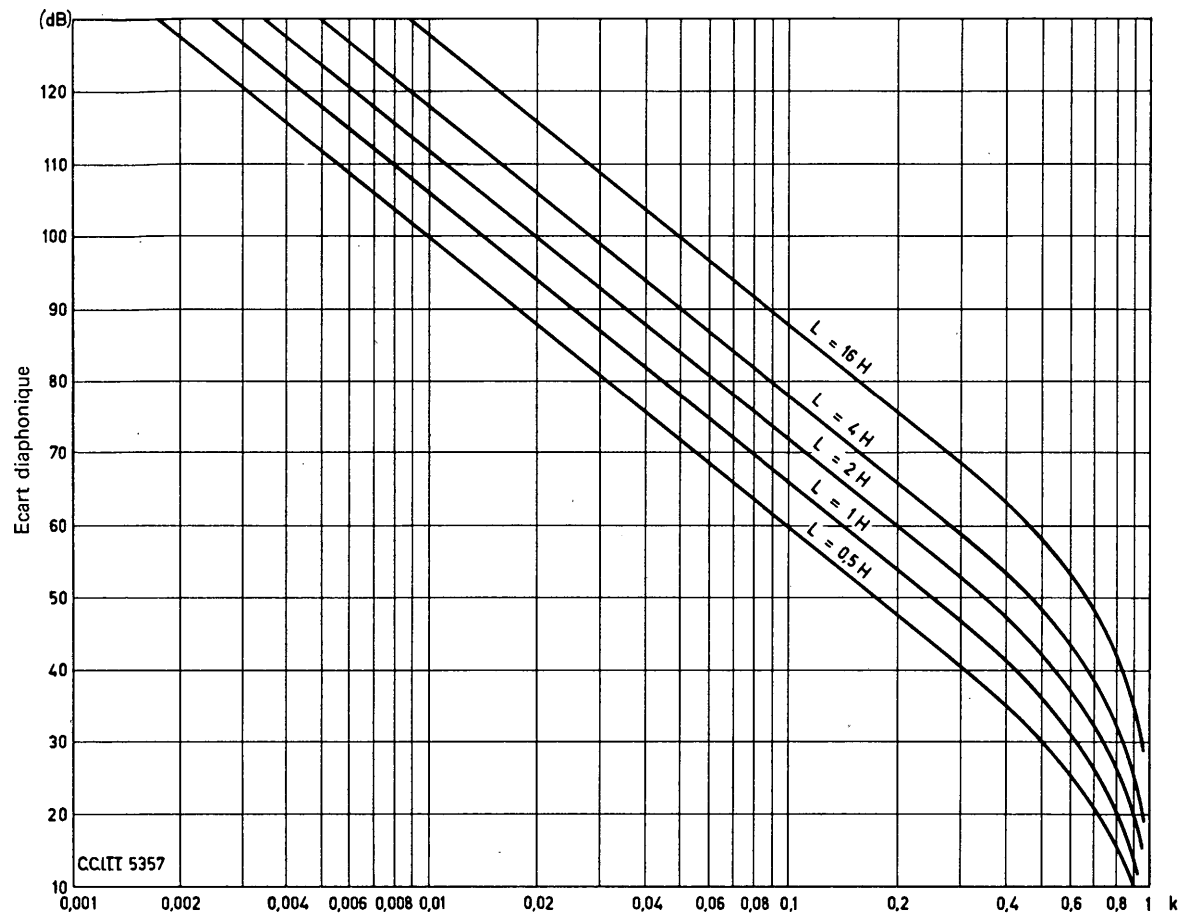


FIGURE 7. — Variation de l'écart diaphonique en fonction de k pour des déséquilibres capacitifs (voir la figure 5 b)

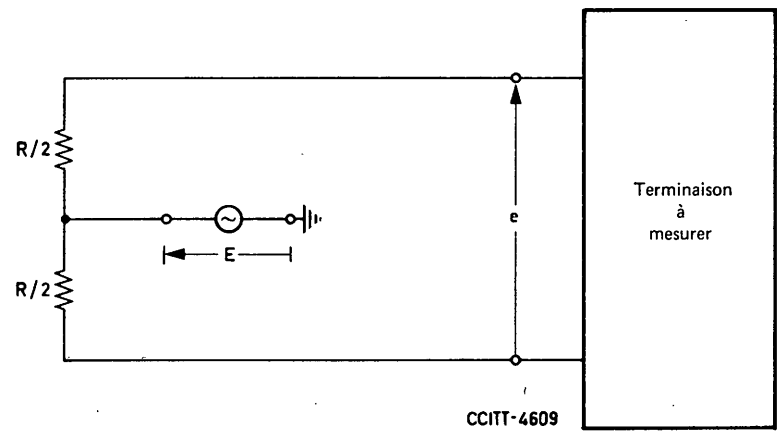


Chaque inductance est associée à des pertes dans le fer, $R_c = 20 \text{ k}\Omega$ et à une résistance d'enroulement, $R_l = 200 \Omega$

FIGURE 8. — Variation de l'écart diaphonique en fonction de k pour des déséquilibres inductifs (voir la figure 5 c)

5. Mesure du déséquilibre aux extrémités

La figure 9 représente l'une des méthodes existantes pour mesurer le déséquilibre d'une terminaison par rapport à la terre.



R = impédance nominale de la terminaison

FIGURE 9. — Mesure de L_1

Le déséquilibre par rapport à la terre, désigné par L_1 , est obtenu par l'équation suivante:

$$L_1 = 20 \log \left| \frac{E}{e} \right| \text{ dB}$$

Cette quantité est souvent désignée par « taux de déséquilibre d'impédance », ce qui correspond à une fausse définition parce que la méthode ne donne pas une mesure directe de k , qui représente le degré de déséquilibre d'impédance par rapport à la terre. Etant donné qu'il s'agit d'un rapport de tensions, il pourrait être plus correct de le définir comme une mesure du rapport tension longitudinale/tension transversale.

Dans le cas où R , de la figure 9, est égal à 600 ohms, on peut établir la relation suivante entre le rapport E/e et les valeurs Z_e et k du circuit équivalent de la figure 1:

$$\frac{E}{e} \simeq \frac{Z_e (1 - k^2) + 150 (k^2 + 2)}{300 k} \tag{1}$$

(à condition que l'impédance d'entrée de la terminaison soit proche de 600 ohms).

Cela démontre que le rapport L_1 mesuré tension longitudinale/tension transversale est une fonction de l'impédance par rapport à la terre, aussi bien que du degré (k) de déséquilibre d'impédance. Ainsi, pour des terminaisons devant satisfaire à une valeur particulière de L_1 , plus l'impédance par rapport à la terre est grande, plus grande est la valeur permise de k , puisque les courants longitudinaux diminuent au fur et à mesure qu'augmente l'impédance par rapport à la terre.

L'effet que cela peut avoir sur la diaphonie résultant d'un déséquilibre aux extrémités est représenté au tableau 1. Dans cet exemple, les impédances résistives par rapport à la terre ont été considérées pour trois valeurs de L_1 ; k est choisi de manière à satisfaire à l'équation (1). Des écarts diaphoniques du même ordre sont obtenus pour des déséquilibres capacitifs et inductifs par rapport à la terre, mais les valeurs effectives peuvent être supérieures ou inférieures selon la gamme de fréquences utilisée pour la mesure de L_1 .

TABLEAU 1

L_1 (dB)	R_e (kΩ)	k	Cas où la diaphonie est la plus forte (dB)
40	0,3	0,02	82
	3	0,11	72
	30	0,62	58
	300	0,95	54
60	0,3	0,002	122
	3	0,011	112
	30	0,11	90
	300	0,62	78
80	0,3	0,0002	162
	3	0,0011	152
	30	0,011	130
	300	0,11	110

Lorsqu'il s'agit de terminaisons dans lesquelles certains composants nominalement équilibrés sont délibérément connectés à la terre à partir de chaque extrémité, la valeur de k ne doit évidemment pas dépasser 0,2 environ. Toutefois, à moins qu'une spécification précise n'exige que la terminaison ait des impédances nominales égales à la terre, la présente méthode de spécification du déséquilibre permet des arrangements dans lesquels seule une extrémité est connectée à la terre avec une impédance élevée adéquate, ce qui pourrait donner lieu à des écarts diaphoniques tout à fait inacceptables. (Par exemple, avec une résistance de 15 kΩ, dont l'une des extrémités est connectée à la terre et l'autre isolée, on obtient une valeur de L_1 égale à 40 dB; ce type de terminaison a déjà été utilisé avec d'anciens équipements.) Des éléments parasites pourraient aussi avoir le même effet si les composants de la terminaison sont nominalement isolés de la terre.

Il est clair, d'après le tableau 1, qu'il ne serait pas souhaitable d'augmenter sensiblement les valeurs de L_1 actuellement spécifiées, de manière à couvrir ces cas. Il convient d'établir une méthode qui permettrait l'emploi de tolérances raisonnables sur les composants lorsque les impédances par rapport à la terre sont basses, tout en éliminant la possibilité d'obtenir des valeurs très élevées de k lorsque les impédances par rapport à la terre sont hautes. Ce qui suit constitue une méthode possible.

En intervertissant les positions du générateur et de l'appareil de mesure, dans la présente méthode, de la manière représentée dans la figure 10, et en désignant le rapport mesuré $20 \log \left| \frac{V}{v} \right|$ par L_2 , on peut démontrer que $L_2 = 20 \log \left| \frac{2}{k} \right|$.

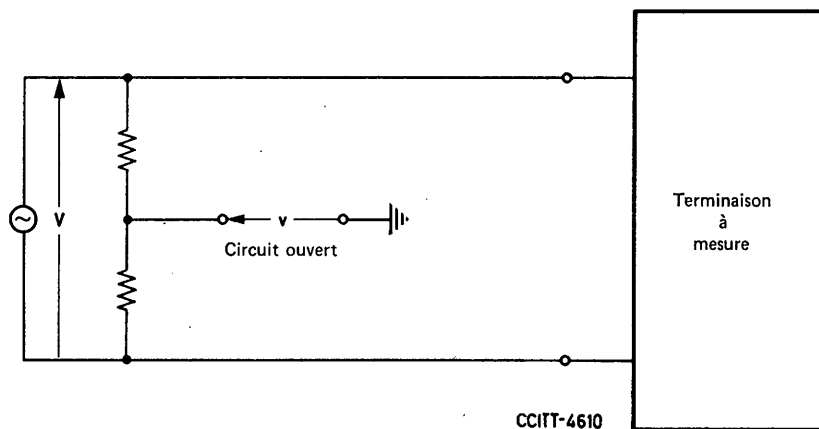


FIGURE 10. — Mesure de L_2

En supposant que la méthode permettra de contrôler la valeur de k de telle façon que $k^2 \ll 1$, l'équation (1) peut, avec peu d'erreurs, s'écrire de la façon suivante:

$$L_1 = 20 \log \left| \frac{Z_e}{300 k} \right| \text{ dB}$$

et, puisque $L_2 = 20 \log \left| \frac{2}{k} \right|$,

$$L_1 + L_2 = 20 \log \left| \frac{Z_e}{k^2} \right| - 43,5 \text{ dB} \quad (2)$$

En analysant les courbes des figures 5, 6 et 7, on peut déduire les équations suivantes qui représentent l'écart diaphonique en fonction des valeurs R , C ou L du déséquilibre par rapport à la terre:

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{R}{k^2} \right| - 37 \text{ dB}$$

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{1}{Ck^2} \right| - 113 \text{ dB} \text{ (} C \text{ est exprimé en farads)}$$

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{L}{k^2} \right| + 26 \text{ dB} \text{ (} L \text{ est exprimé en henrys)}$$

Ces équations peuvent être établies en fonction de Z_e , l'impédance par rapport à la terre et pour n'importe quelle fréquence f :

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{Z_e}{k^2} \right| - 37 \text{ dB} \quad (3)$$

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{Z_e}{k^2} \right| - 97 + 20 \log f \text{ dB} \quad (4)$$

$$X \simeq 20 \log \left| \frac{Z_e}{k^2} \right| + 10 - 20 \log f \text{ dB} \quad (5)$$

respectivement pour des impédances résistives, capacitives et inductives.

L'équation (2) peut maintenant être combinée avec ces équations afin d'établir une relation entre l'effet de la terminaison sur l'écart diaphonique X et les valeurs mesurées $(L_1 + L_2)$:

$$\begin{aligned} X &= (L_1 + L_2) + 6 && \text{pour un déséquilibre résistif;} \\ X &= (L_1 + L_2) - 53,5 + 20 \log f && \text{pour un déséquilibre capacitif;} \\ X &= (L_1 + L_2) + 53,5 - 20 \log f && \text{pour un équilibre inductif,} \end{aligned}$$

f étant la fréquence de mesure.

Pour une fréquence de 470 Hz, les expressions de la diaphonie pour les cas de déséquilibre capacitif et inductif sont approximativement égales, et le résultat est le suivant:

$$(L_1 + L_2) = X$$

c'est-à-dire que la diaphonie la moins bonne ne sera pas inférieure à la somme de L_1 et L_2 pour des terminaisons ayant des composants capacitifs ou inductifs par rapport à la terre.

La figure 11 représente les valeurs de $(L_1 + L_2) - X$ pour la bande de 200 à 1000 Hz, avec des impédances résistives, inductives et capacitives par rapport à la terre.

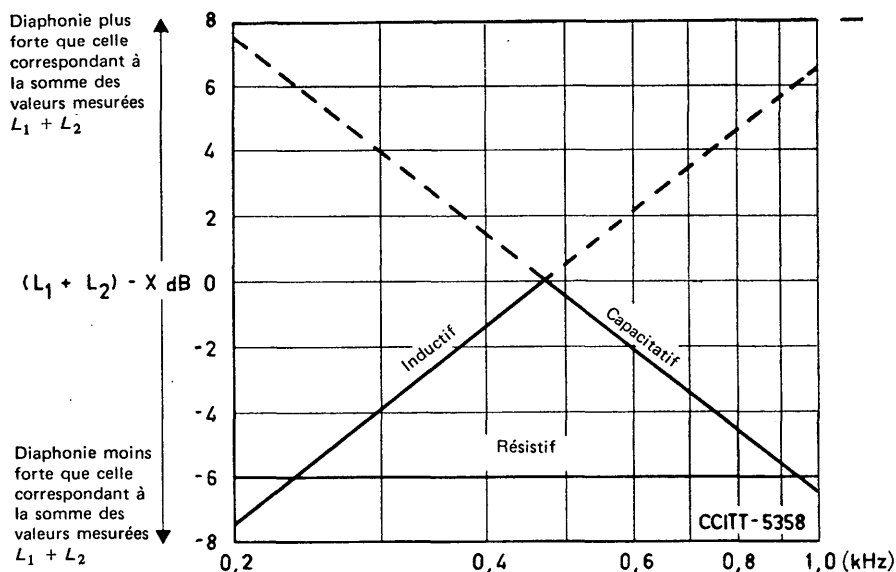


FIGURE 11. — Différence entre la somme $(L_1 + L_2)$ et la valeur réelle de l'écart diaphonique (X)

Si, par exemple, la mesure de $(L_1 + L_2)$ était effectuée dans la bande 300 à 800 Hz, X serait supérieur à $(L_1 + L_2)$ d'environ 4 dB pour des terminaisons simples. Pour des terminaisons complexes, on constate en général que X est égal ou supérieur à $(L_1 + L_2)$. Ainsi, si l'on devait fixer un objectif de 90 dB pour le cas le moins satisfaisant au point de vue de la diaphonie, il serait nécessaire de spécifier que la somme de L_1 et L_2 à n'importe quelle fréquence dans la gamme 300 à 800 Hz ne serait pas non plus inférieure à l'objectif de 90 dB.

La mesure de L_1 et L_2 , représentée dans les figures 9 et 10, est applicable aux réseaux à deux extrémités. Une modification appropriée pour des réseaux à quatre extrémités pourrait être réalisée en adoptant le montage représenté par les figures 3 a/Q.45. et 3 b/Q.45. Par conséquent, pour des réseaux à quatre extrémités, la mesure de $(L_1 + L_2)$ pourrait être effectuée en présence ou en l'absence d'une terre à la prise médiane de la terminaison.

6. Conclusions

Nous considérons la méthode décrite ci-dessus comme la meilleure manière d'éviter une diaphonie inacceptable sans devoir imposer une limite inutilement élevée au degré de déséquilibre par rapport à la terre dans l'équipement terminal.

D'autres méthodes pourraient être adoptées, telle que la spécification d'une limite supérieure aux tolérances des composants utilisés dans une terminaison nominalement équilibrée, conformément aux spécifications actuelles de l'Avis Q.45 relatives au déséquilibre.

Question 5/XVI. — Clauses de bruit pour les circuits du réseau téléphonique

(Question nouvelle à étudier en collaboration avec la Commission mixte spéciale C)

Compte tenu de la répartition actuelle du trafic téléphonique mondial, les Avis existants sur le bruit sont-ils suffisants, du point de vue:

- a) de l'effet subjectif de la qualité de transmission ressenti par l'utilisateur ?
- b) de la planification future ?

Si tel n'est pas le cas, quels changements propose-t-on ?

- c) quel est le niveau admissible d'une perturbation sur une fréquence unique dans la bande 300-3400 Hz d'un circuit téléphonique international et comment doit-il être exprimé ?

Remarque. — Voir aussi la Question 4/XII.

- d) quels avis pourrait-on formuler pour limiter le bruit introduit dans les communications internationales par des circuits nationaux établis sur des systèmes MIC qui ne sont pas conformes aux dispositions de l'Avis G.712 et/ou qui utilisent le codage à sept bits ?

ANNEXE 1

(à la Question 5/XVI)

Analyse des résultats des mesures de bruit faites sur des communications internationales

(Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

Introduction

La Commission d'études XVI a proposé qu'on étudie les résultats des mesures faites sur des communications internationales (qui sont reproduits dans la Contribution COM XVI-N° 37) (période 1968-1972)¹, afin de voir s'il est possible d'en extraire d'utiles statistiques au sujet des bruits que l'on rencontre sur ces communications. Dans l'analyse qui va suivre, on a examiné les communications établies par l'intermédiaire de deux centraux à deux fils et de deux à six centraux à quatre fils, en vue de connaître la distribution des niveaux de puissance de bruit exprimée en pW0p/km (on a mesuré 974 communications de cette catégorie). On n'a pas cherché à étendre l'analyse à des communications faisant intervenir plus de deux centraux à deux fils car on ne disposait pas de renseignements suffisants sur les valeurs d'affaiblissement et les niveaux de puissance de bruit entre des points de commutation à deux fils.

Méthode d'analyse

La figure 1 représente la communication fictive de référence utilisée pour l'analyse et établie d'après les indications de l'Avis G.103. Dans cette communication interviennent deux centraux à deux fils et n centraux à quatre fils, chacun d'eux produisant un bruit de 100 pW0p. On suppose que les circuits introduisent un bruit de x pW0p/km.

Dans la plupart des pays ayant participé aux mesures, les affaiblissements dans les deux sens de transmission entre les points de commutation à deux fils et les extrémités virtuelles sont nominalement égaux (voir Annexe 1 à l'Avis G.121). Il s'ensuit qu'il existera aux extrémités à deux fils (qui ne coïncident pas forcément avec des points de commutation existants en deux fils) des communications des points où les niveaux à l'émission et à la réception par rapport au circuit international ont une valeur nominale respectivement égale à 0 dBr et -7 dBr (abstraction faite de l'affaiblissement de 0,5 dB sur le circuit international). Ce sont les points B et C des figures 1 et 2.

¹ Cette contribution sera publiée dans le manuel du C.C.I.T.T.: *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*.

La figure 2A donne un exemple des affaiblissements et des niveaux de puissance de bruit mesurés sur une communication comportant deux centraux à deux fils et deux centraux à quatre fils. Pour tenir compte des affaiblissements inconnus des extrémités à deux fils des communications et des variations dans la chaîne à quatre fils, on a dû faire la moyenne des résultats des mesures effectuées dans les deux sens de transmission. On a calculé comme suit la puissance de bruit introduite par les circuits (pW0p/km):

- Pour la figure 2A, on a soustrait 100 pWp des niveaux de puissance de bruit mesurés, afin de tenir compte du bruit causé par le central à deux fils, et on a obtenu les niveaux de -66 et -60 dBmp indiqués entre parenthèses.
- On a fait la moyenne des affaiblissements et des niveaux de puissance de bruit et on a obtenu respectivement 11 dB et -63 dBmp. On verra à la figure 2B que, sur les 11 dB, sept ont été attribués au trajet BC et le reste divisé en parts égales entre les trajets AB et CD.
- Le niveau moyen de puissance de bruit a été rapporté au point B, ce qui a donné -54 dBm0p, que l'on a converti en pW0p (valeur obtenue à environ 3980 pW0p). On a ensuite retranché 200 pW0p pour tenir compte du bruit introduit par les deux centraux à deux fils.
- Enfin, on a divisé cette puissance de bruit par la longueur de la communication telle qu'elle avait été évaluée, ce qui donne $3780/900 = 4,2$ pW0p/km.

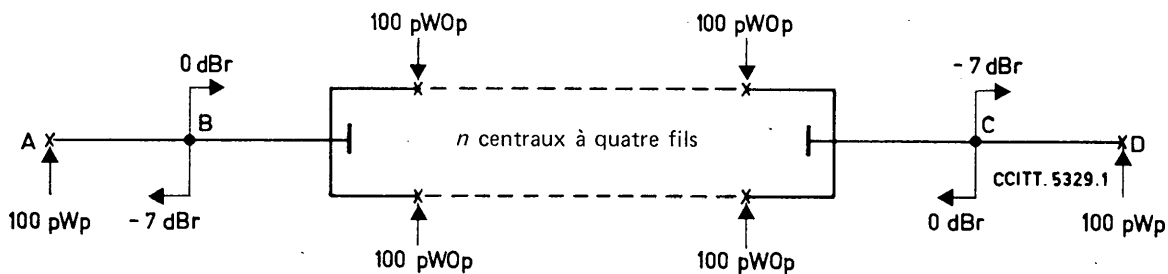


FIGURE 1

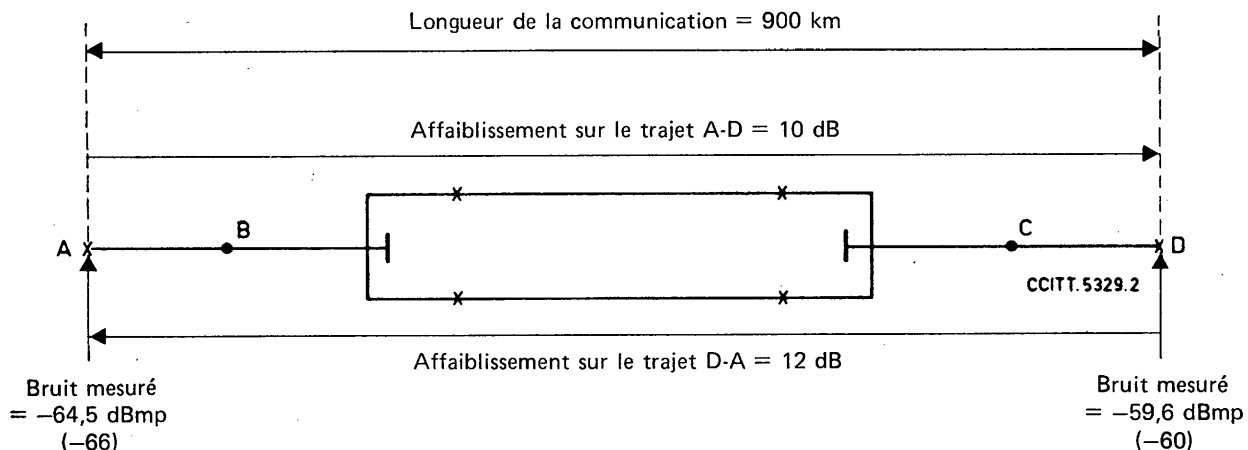


FIGURE 2 A

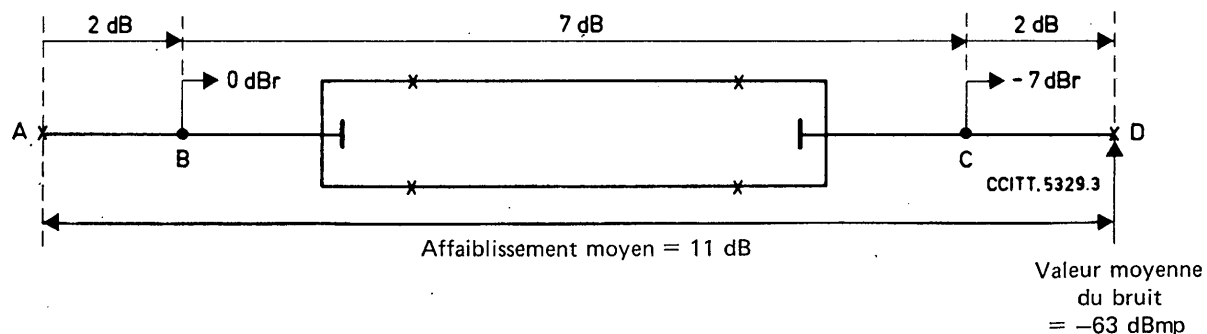


FIGURE 2 B

Cette méthode a été appliquée aux résultats des mesures effectuées sur toutes les communications faisant intervenir deux centraux à deux fils et de deux à six centraux à quatre fils (on a admis une valeur de 100 pW0p pour chaque central à quatre fils). Les puissances de bruit par unité de longueur ainsi obtenues ont ensuite été associées dans les catégories suivantes:

Longueur de la communication en km	Grandeur de l'échantillon (communications)
200-1000	329
1000-2500	549
2500-30 000	78

Il n'a pas été tenu compte des communications établies sur des systèmes à satellites.

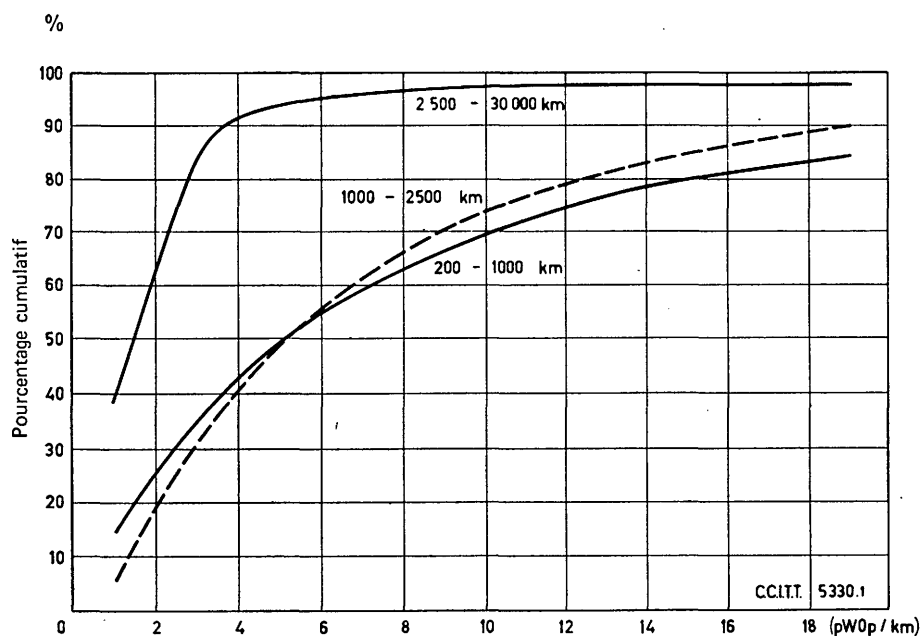


FIGURE 3. — Puissance de bruit de circuit par unité de longueur
(c'est-à-dire après soustraction de la puissance de bruit attribuée aux centraux)

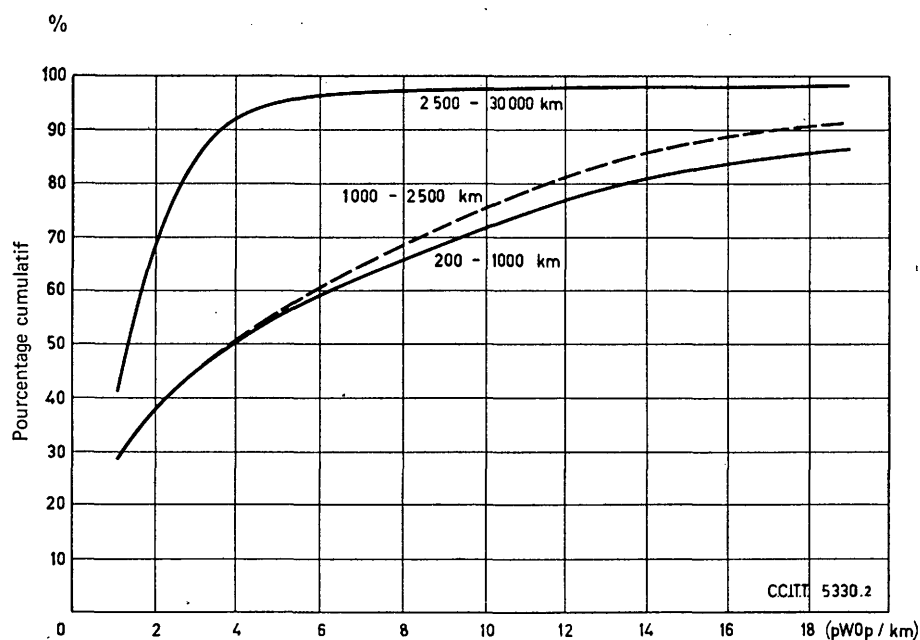


FIGURE 4. — Puissance de bruit de ligne par unité de longueur
(c'est-à-dire après soustraction de la puissance de bruit attribuée aux équipements de modulation et aux centraux)

La figure 3 représente la distribution cumulative de la puissance de bruit par unité de longueur, exprimée en pW0p/km, pour les trois catégories ci-dessus. La figure 4 donne le résultat de la soustraction d'une valeur supplémentaire de 500 pW0p par circuit à quatre fils (c'est-à-dire que l'on a retranché 500 $(n-1)$ pW0p du bruit total exprimé en pW0p avant de faire la division par la longueur du circuit), considérée comme une marge fixe pour l'équipement de modulation.

ANNEXE 2 (à la Question 5/XVI)

Examen général des Avis relatifs aux bruits (Contribution de M. H. WILLIAMS, rapporteur spécial)

1. Cette Annexe a pour but de définir les principes à suivre pour étudier cette question;
 - a) Les Avis ont pour objet d'indiquer, pour les circuits téléphoniques, des normes permettant d'obtenir la même qualité de service acceptable, quel que soit le type de système de transmission.
Remarque. — Cela signifie que, pour un nombre suffisant de communications typiques, les usagers expriment la même opinion sur les communications, prises dans leur ensemble, qui leur sont assurées par différents types de systèmes.
 - b) Pour que l'objectif a soit atteint, il faudra que les Avis fondamentaux (c'est-à-dire ceux qui définissent les caractéristiques requises pour les réseaux internationaux) soient établis en tenant compte de la variation du bruit de circuit dans les systèmes de transmission.
 Il doit être entendu que le bruit, tout en étant un paramètre fondamental du système, n'est pas la seule réduction de qualité importante dans un réseau téléphonique moderne. Son effet est maximal lorsque l'équivalent de référence total de la communication est élevé.
 - c) Il faut établir une distinction très nette entre les « objectifs », les « valeurs-cibles », les « circuits réels », etc. Il faudra définir les unités de mesure et tous les autres paramètres sans la moindre ambiguïté, et indiquer à quoi ils servent et comment ils sont liés les uns aux autres.
2. En ce qui concerne le bruit sur les systèmes de transmission, il y aurait lieu d'envisager au moins trois catégories d'Avis, et les définitions ci-après pourraient intéresser également la Commission mixte spéciale C.

I. « Avis fondamentaux »

C'est-à-dire ceux qui visent à assurer un fonctionnement satisfaisant du réseau dans son ensemble. Dans la pratique, cela implique une qualité de service acceptable sur les communications les plus longues et, évidemment, une qualité plus élevée sur les communications moins longues.

II. Avis relatifs à la conception des systèmes

C'est-à-dire ceux qui servent de base pour la conception et la réalisation des équipements.

III. Circuits « réels »

C'est-à-dire les Avis s'appliquant aux circuits qui doivent être mis en service ou à la maintenance de ceux qui sont en service.

On trouvera ci-après une analyse détaillée de ces divers points, uniquement en ce qui concerne la téléphonie.

3. Analyse des différentes catégories d'Avis

I. Avis « fondamentaux » pour la téléphonie

Ils doivent indiquer les objectifs à atteindre en ce qui concerne les performances des circuits, en fonction des caractéristiques reprises pour le réseau et indépendamment de la technique de transmission. Ils doivent spécifier la même qualité de service acceptable, quel que soit le type de système.

Le modèle le plus commode à considérer pour ces Avis semble être une communication fictive de référence; il se peut qu'on en ait besoin, de deux au moins;

- 1) pour les communications internationales;
- 2) pour les communications intercontinentales.

Elles représenteraient en fait les communications les plus longues et les plus compliquées qui puissent être établies dans le cadre de l'exploitation d'un service téléphonique mondial. Pour définir les communications fictives de référence, il est indispensable d'indiquer clairement au moins les éléments suivants:

- a) la longueur totale de circuit représentée par la communication et la position du circuit international dans le circuit fictif de référence;
- b) les longueurs de ses circuits constitutifs;
- c) le fait qu'il est tenu compte du bruit des centraux;
- e) la méthode de définition du bruit, par exemple la moyenne des valeurs moyennes pour une minute sur tous les circuits. Le rapporteur n'est pas en faveur de la valeur moyenne horaire.

Il est évident que les diverses communications fictives de référence doivent être compatibles entre elles.

Les niveaux de bruit et la méthode de définition adoptés doivent, bien entendu, permettre d'obtenir un service acceptable sur les communications limites compatibles avec les techniques disponibles et les facteurs économiques.

II. *Avis relatifs à la conception des systèmes*

1. Dans le passé, on a trouvé commode d'utiliser des circuits fictifs de référence comme base pour la conception des circuits qui constituent les communications fictives de référence.

Le circuit fictif de référence actuel a une longueur de 2500 km, et on ne voit aucune raison de changer ce modèle.

Il se peut qu'il soit nécessaire de définir des circuits fictifs de référence supplémentaires correspondant aux circuits internationaux (continentaux) et intercontinentaux d'une longueur supérieure à 2500 km.

2. Les objectifs de bruit doivent être indiqués pour tous les types d'équipements terminaux MRF, et, de préférence, la part de bruit imputable à la « ligne » devrait pouvoir être interprétée d'une façon simple, quelle que soit la longueur du moyen de transmission.

3. Il convient également d'étudier la méthode de spécification des limites de bruit. Pour que les réalisateurs des systèmes puissent agir avec le maximum de souplesse, on pourrait traiter cette question de la façon suivante:

- a) Fixation d'un objectif pour le circuit correspondant aux caractéristiques du réseau, comme indiqué au paragraphe 3.1 ci-dessus, et pouvant s'appliquer à n'importe quel système. Cela implique que l'on doit fixer les temps pendant lesquels les appareils de mesure fourniront les valeurs moyennes (une minute par exemple); il faut savoir aussi si l'on spécifiera le « circuit le plus défavorable » ou le « circuit moyen », ou les deux. Le libellé du texte devra être établi avec très grand soin, en tenant compte du caractère statistique du bruit. De toute façon, il doit y avoir compatibilité avec tous les Avis portant sur les communications fictives de référence.
- b) Rédaction d'Avis par des experts pour chaque type de système, afin de s'assurer que les considérations théoriques et pratiques indiquées au paragraphe a sont appliquées. Ces Avis ne seront peut-être pas établis dans les mêmes termes, mais avec des paramètres appropriés au moyen de transmission utilisé; les valeurs numériques seraient fixées de façon à assurer la même qualité de service, quel que soit le type de système. Des systèmes semblables devraient être définis dans les mêmes termes et, si possible, avoir les mêmes valeurs recommandées.
- c) Les objectifs doivent être déterminés (comme il en existe déjà pour certains équipements MRF) pour tous les types d'équipements terminaux, s'il y a lieu.

4. Ces Avis doivent être pris pour ce qu'ils sont, c'est-à-dire destinés uniquement à servir de base pour la conception des systèmes. Ils devront être interprétés avant toute application à des cas réels, qui diffèrent généralement, à certains égards, du cas du circuit fictif de référence.

III. *Circuits « réels »*

Dans cette catégorie, deux sous-catégories sont à prendre en considération:

a) *Conception, spécification et essais de recette*

Les ingénieurs spécialistes des systèmes de transmission connaissent bien les nombreuses raisons pour lesquelles les Avis analysés ci-dessus, tels qu'ils sont, ne peuvent pas être utilisés comme spécifications pour les systèmes réels. Si l'on envisage vraiment d'étudier cette question en profondeur, il faudra intensifier

considérablement les études. Les Administrations doivent admettre que, en ce qui concerne le bruit, il faudra établir des spécifications techniques pour tenir compte des différences entre les cas réels et le circuit fictif de référence.

b) *Maintenance*

Les services de maintenance ont grand besoin d'avoir des valeurs indicatives pour le bruit sur les circuits internationaux, et, en même temps que cette étude, il faudrait examiner et normaliser des méthodes de mesure permettant la mesure et l'enregistrement automatique d'un grand nombre de résultats.

Un groupe de circuits mesurés peut contenir des éléments qui ne sont pas présents sur le système de transmission: bruit de centraux, induction et diaphonie dans les fils, etc. Ces éléments ainsi que la constitution du circuit modifient la valeur prévisible. Cela ne doit toutefois pas empêcher de fixer des limites pour des longueurs définies de circuit. Il est probable, bien entendu, que tous les résultats d'essais effectués à un certain moment ne correspondront pas aux valeurs indicatives. Toutefois, en procédant à des essais répétés, la moyenne devrait s'approcher de la valeur indiquée, et, après quelques séries de mesures, on disposera d'informations suffisantes pour connaître les conditions des dérangements.

4. *Planification des systèmes*

Les Avis fondamentaux et les Avis relatifs à la conception des systèmes peuvent également être très utiles pour les ingénieurs chargés de la planification. Des modèles de circuits peuvent être établis pour étudier les différents aspects des dégradations, la diaphonie intelligible par exemple. Il importe par conséquent de n'épargner aucun effort pour établir des Avis simples, compatibles et complets, rédigés, dans toute la mesure du possible, dans les mêmes termes techniques.

Question 6/XVI. — Aspects des conversations multiples¹ concernant la transmission

(Suite de la Question 1/XVI — point 10, étudiée en 1968-1972)

Quelle qualité de transmission convient-il de recommander pour que les conversations multiples internationales soient satisfaisantes ?

En particulier,

- a) quelles caractéristiques de transmission convient-il de recommander pour le pont de raccordement ?
- b) quelles restrictions de transmission convient-il de recommander pour les autres installations utilisées dans les connexions pour conversations multiples internationales ?

Remarque 1. — Les caractéristiques intéressantes pour les ponts de raccordement sont notamment:

- affaiblissement d'insertion;
- moyens d'assurer la stabilité et de supprimer l'écho;
- moyens pour combattre l'effet cumulatif du bruit de circuit dû au nombre de stations participantes.

Remarque 2. — Dans la partie b il convient d'étudier:

- l'effet cumulatif du bruit de salle et de la réverbération des salles, résultant en particulier de l'emploi de haut-parleurs et de microphones de types spéciaux;
- l'utilisation de circuits par satellite;
- les conséquences de la connexion de plusieurs postes dans chacun des pays considérés au moyen d'un seul circuit international.

Remarque 3. — L'Annexe 1 contient la réponse donnée à cette question en 1972 par la Commission d'études XVI.

Remarque 4. — L'Annexe 2, de l'A.T.T. est la description d'un équipement pour conversations multiples.

Remarque 5. — L'Annexe 3 contient les renseignements fournis par la Commission d'études II sur les aspects techniques des conversations multiples internationales.

¹ *Note du Secrétariat.* — La Commission d'études II a décidé d'adopter l'expression « conversations-conférences » au lieu de « conversations multiples ».

ANNEXE 1
(à la Question 6/XVI)

Réponse de la Commission d'études XVI pour la période 1968-1972

Lors de sa réunion de Melbourne (mars 1970), la Commission d'études XVI a pris note de la contribution sur les *Aspects techniques de la Question 6/II* présentée par la Commission d'études II (COM XVI-N° 16, 1968-1972), et a décidé d'inscrire à son programme de travail, au titre du point 10 de la Question 1/XVI, les aspects de ce problème qui concernent la transmission.

La Commission d'études II a été priée de donner quelques précisions sur les catégories de conversations multiples, ainsi que sur le mode d'exploitation et de connexion des postes qu'elle envisage. Elle a alors préparé une réponse préliminaire qui énonce quelques problèmes de transmission qui pourraient se poser lors des conversations multiples:

- problèmes de stabilité et d'écho;
- effet cumulatif du bruit de circuit, causé par la distance et par le nombre de postes participants;
- effet cumulatif du bruit de salle et de la réverbération des salles, résultant en particulier de l'emploi de haut-parleurs et de microphones de types spéciaux;
- effet de l'augmentation de charge due à la puissance vocale, qui peut se révéler un facteur limitatif du nombre de postes raccordés;
- effet de l'affaiblissement d'insertion des raccordements de conférence.

Les Administrations ayant acquis une expérience dans l'utilisation de haut-parleurs dans les conversations multiples ont été invitées à présenter des contributions sur ce sujet.

La Commission d'études XVI a noté que la participation d'un grand nombre de pays peut aboutir à une situation telle que certains abonnés soient reliés par deux liaisons par satellites en tandem.

Pour ce qui est de la possibilité technique d'établir automatiquement des conversations multiples, la Commission d'études XVI a indiqué que cette question ne semble pas relever de sa compétence.

Ces observations préliminaires ont été transmises aux Commissions d'études II, IV, XI, XII et XV pour information et commentaires.

Lors de sa réunion de novembre-décembre 1971, la Commission d'études XVI a pris note de la réponse provisoire donnée à la Question 6/II par la Commission d'études II (Montréal, juin-juillet 1970). Cette réponse (COM XVI-N° 32, 1968-1972) spécifiait les conditions nécessaires du point de vue de l'exploitation pour établir des conversations multiples. La Commission d'études XVI a noté également que la Commission d'études II est en train d'étudier la terminologie applicable à ces conversations.

La Commission d'études XVI note que, si on utilise l'équipement de connexion ancien du type décrit dans l'Avis P.22, C, il convient de prévoir, pour assurer une meilleure stabilité, un affaiblissement supplémentaire (calculé dans COM XVI-N° 61, période 1968-1972). Cet affaiblissement augmente avec le nombre de correspondants et abaisse la qualité de transmission. La Commission d'études XVI recommande qu'on utilise dans les échanges internationaux le meilleur équipement possible qui n'affecte en rien la qualité de transmission; il est probable que son coût est relativement faible par rapport à celui des centraux et circuits internationaux. On trouvera dans l'Annexe 2 la description d'un équipement pour conversations multiples avec commutation actionnée par la voix.

Cette réponse a été transmise aux Commissions d'études II, IV, XI, XII et XV pour information et commentaires. Les commentaires de la Commission d'études XV, qui sera chargée en définitive d'établir les spécifications, seront particulièrement utiles.

ANNEXE 2

(à la Question 6/XVI)

Équipements pour communications multiples interurbaines (Contribution de l'A.T.T.)

Généralités

L'American Telephone and Telegraph Company exploite un service interurbain de conversations multiples permettant à un certain nombre d'abonnés éloignés les uns des autres d'échanger des conversations bidirectionnelles sur le réseau téléphonique avec commutation. En général, le nombre des participants à ces conversations est restreint (en moyenne, une conversation téléphonique multiple groupe quatre à six personnes); toutefois, en certaines circonstances, ce service peut être requis pour des conversations groupant une trentaine de personnes. On peut également établir des communications unidirectionnelles ou de type « diffusion » pour des groupes de l'ordre de 30 personnes.

Les conversations multiples posent des problèmes de transmission, principalement parce qu'il s'agit de raccorder plusieurs communications téléphoniques ordinaires entre des postes à deux fils. Certains de ces postes peuvent être distants les uns des autres de plusieurs centaines ou milliers de kilomètres. Dans ces conditions, il faut tenir compte du fait que le raccordement d'un certain nombre de communications à deux fils multiplie les sources de bruit et d'écho, comparativement aux communications téléphoniques normales entre deux postes.

Pour obtenir le fonctionnement optimal d'une communication multiple interurbaine, le pont de raccordement doit être situé aussi près que possible du « centre électrique » assurant l'interconnexion, afin de permettre l'équilibrage de l'affaiblissement à partir du pont, en direction de tous les postes téléphoniques participant à la conversation multiple.

Disposition des équipements et exigences fonctionnelles

Actuellement, les communications multiples interurbaines sont établies manuellement par une ou plusieurs opératrices. La procédure consiste à actionner tout d'abord un commutateur de maintien qui neutralise la voie d'émission de chaque point d'accès. Ensuite, l'opératrice appelle successivement chacun des participants en composant leurs numéros respectifs et les relie au pont, l'un après l'autre, au moyen d'une fiche à deux fils qu'elle insère dans le panneau de commutation. Lorsque toutes les personnes intéressées sont reliées à la communication, l'opératrice libère le commutateur de maintien et la conférence peut commencer. L'opératrice dispose encore d'un autre moyen de commande important: une commande unidirectionnelle qui supprime la commande de maintien et libère la voie de conversation de l'un des abonnés, dans le cas d'une conversation multiple à un seul sens ou du type conférence (« diffusion »). On dispose encore d'autres commandes pour agir sur le pont.

L'équipement utilisé comporte un groupe unitaire de six accès. Le dispositif à capacité maximale (pont à 30 accès) se compose de cinq groupes de six accès interconnectés au moyen de barres omnibus de raccordement communes.

Ce mode d'exploitation impose les exigences suivantes aux caractéristiques fonctionnelles du pont de raccordement d'une communication multiple:

- 1) le fonctionnement du pont doit être commandé à partir d'un panneau de commutation manuelle au central interurbain;
- 2) des lampes témoins doivent indiquer le mode de fonctionnement;
- 3) le système doit pouvoir être raccordé à d'autres ponts de conversation multiple éloignés;
- 4) des dispositifs appropriés doivent permettre de modifier le nombre des accès ou des raccordements, selon l'importance de la participation désirée à la conversation multiple;
- 5) des dispositifs doivent être prévus pour assurer la transmission unidirectionnelle et le maintien.

Exigences relatives à la transmission

Dans une communication normale entre deux personnes, les échos dus à des défauts d'adaptation d'impédance dans une communication à deux fils sont corrigés, de sorte qu'ils sont rarement assez importants pour occasionner des difficultés de transmission. En revanche, sur un circuit pour conversation multiple, chacun des participants

reçoit la somme des échos se produisant dans toutes les lignes reliées au pont. Si les caractéristiques du pont ne sont pas spécifiées avec soin, ces échos peuvent gêner la personne qui parle en produisant un son caverneux et même entraîner une instabilité et une oscillation de l'ensemble du circuit utilisé pour la conversation multiple.

En conséquence, les spécifications fondamentales de transmission sont fixées de manière à limiter les échos qui prennent naissance dans le pont et à réduire les bruits et les échos d'origine externe.

L'affaiblissement du pont est nul. Les spécifications globales de transmission sont les suivantes:

- 1) l'affaiblissement d'insertion entre deux points d'accès doit être de $0 \pm 0,1$ dB pour les entrées en deux ou en quatre fils;
- 2) la réponse en fréquence entre deux points d'accès sera la suivante:

Fréquence (Hz)	Affaiblissement d'insertion (par rapport à 1000 Hz), dB
100	10 ou plus
200	3-6
300	0-1,5
500	0-0,3
2500	0-0,3
3000	0-0,75
3200	3-6
3500	10 ou plus

- 3) la puissance de sortie sera de +4 dBm, sans compression, et de +7 dBm avec une compression inférieure à 0,4 dB;
 - 4) pour un signal d'entrée de 0 dBm0 à 1000 Hz, la distorsion totale des deuxième et troisième harmoniques à la sortie doit être inférieure à -55 dBm. Les produits d'intermodulation des tonalités comprises entre 250 et 3200 Hz doivent avoir une puissance totale inférieure à -55 dBm lorsqu'on les mesure avec deux signaux de -3 dBm0 chacun, dans la bande 250-3200 Hz;
 - 5) l'écho interne¹ sera inférieur à -60 dB;
 - 6) objectifs d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho au central: on doit avoir une impédance d'entrée de 575 ohms en série avec un condensateur de 2,16 µf. D'autre part, il faut prévoir des condensateurs de complément réglables (au moment de l'installation) entre 0,002 et 0,1 µf. L'affaiblissement d'adaptation pour l'écho doit être au minimum de 27 dB;
 - 7) l'affaiblissement de couplage diaphonique doit dépasser 75 dB aux points d'égal niveau;
 - 8) le bruit franchissant chaque accès en boucle ne doit pas dépasser 11 dB_{Brnc} (courbe de pondération C) ou -79 dB_{Bmp};
 - 9) l'équilibrage longitudinal entre deux accès quelconques doit être d'au moins 60 dB à 1000 Hz;
 - 10) sur n'importe quel accès en deux fils, l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho et l'affaiblissement d'adaptation pour l'amorçage d'oscillations doivent être respectivement d'au moins 30 dB et 23 dB, si tous les autres accès sont bouclés sur des résistances de 600 ohms en série avec 2,16 µF.
- Les accès en deux fils soumis aux mesures doivent être complétés par une résistance de 25 ohms en série, ce qui correspond à la tolérance normale pour le câblage dans un central entre les termineurs.

Application des spécifications de transmission à la conception du pont

Les fonctions de transmission d'un pont peuvent se diviser en trois catégories principales (figure 1):

- A) Conversion de deux fils en quatre fils;
- B) Affaiblissement « commuté » à la voix;
- C) Réseau de pontage ou de combinaison.

¹ Cette spécification de -60 dB s'explique comme suit: l'équilibre interne du circuit de combinaison en quatre fils, à l'exclusion de l'affaiblissement commuté par la voix, doit être tel qu'un signal introduit par n'importe quel accès d'entrée en quatre fils soit affaibli d'au moins 60 dB (pour n'importe quelle fréquence de la bande 500-2500 Hz) à la sortie en quatre fils du même accès (points d'égal niveau relatif).

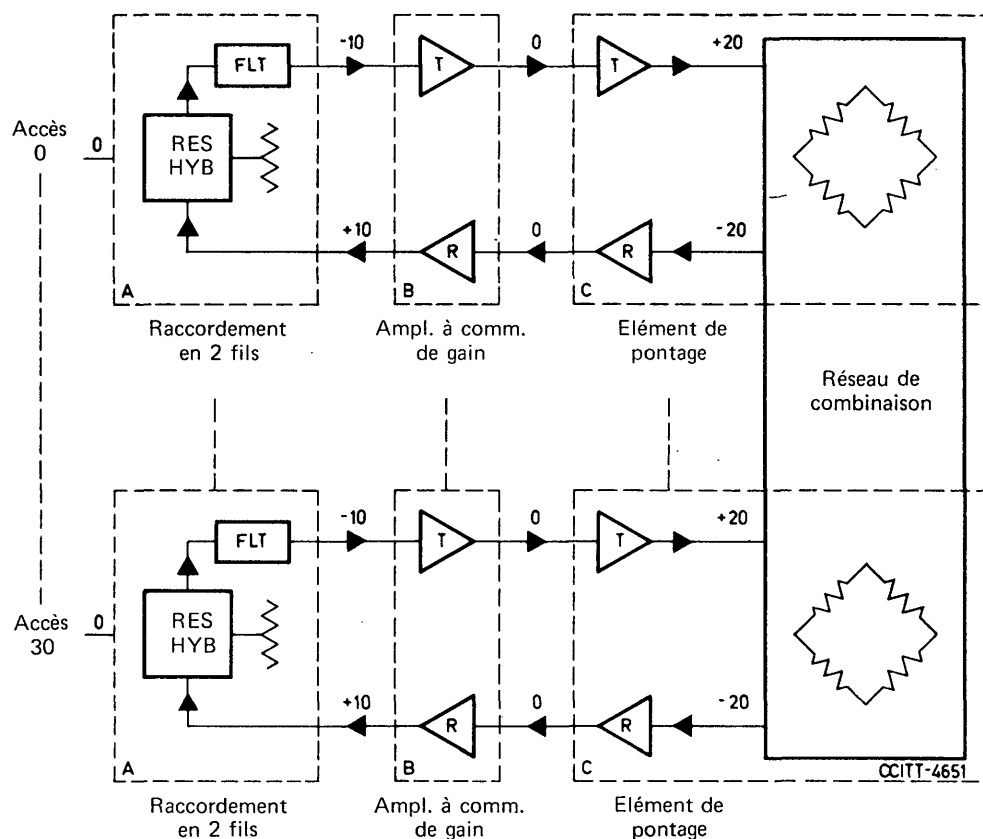


FIGURE 1. — Schéma de principe d'un pont pour conversation multiple

Conversion de deux fils en quatre fils

Le réseau téléphonique actuel utilise presque exclusivement des panneaux de commutation en deux fils, tandis que, du fait même de ses spécifications, le pont de communication multiple est un système en quatre fils. En conséquence, la conversion de deux fils en quatre fils est indispensable. Un montage différentiel à résistances est préférable à un transformateur différentiel, en raison de son coût relativement modéré. Des résistances à film métallique sont utilisées pour satisfaire aux exigences d'équilibrage et de stabilité. On ajoute un réseau de complément réglable pour pouvoir adapter le condensateur monté dans le central, afin de satisfaire à la spécification d'affaiblissement d'adaptation pour l'écho: 27 dB.

Affaiblissement commuté à la voix

Des commutateurs actionnés à la voix permettent d'améliorer la qualité de la transmission et la stabilité du pont. Une étude relative à des ponts à plusieurs accès, fonctionnant avec des circuits dont l'affaiblissement d'adaptation au termineur était de 11 dB (écart type 3 dB), a montré qu'un affaiblissement « commuté » de 15 dB introduit dans chaque accès éviterait les amorçages et permettrait d'obtenir des caractéristiques de bruit, d'affaiblissement et d'écho acceptables. L'affaiblissement de 15 dB est introduit dans la voie d'émission de chaque accès pendant la durée de l'état de non-commutation. Lorsque l'abonné commence à parler, sa voix « commute » l'affaiblissement, qui passe de son trajet d'émission à son trajet de réception. Cette action différentielle protège la personne qui parle contre l'écho et empêche toute réduction de la marge d'amorçage au moment où le commutateur fonctionne.

Le dispositif de réglage du gain à la voix comprend deux amplificateurs à gain variable, l'un se trouvant dans la voie d'émission (à l'entrée du pont) et l'autre dans la voie de réception, ainsi qu'un circuit de commande différentiel. Lorsqu'on utilise un connecteur à deux fils, il est possible de faire varier électroniquement le gain de chaque amplificateur entre 0 et 15 dB, selon l'intensité des courants vocaux parvenant au pont. L'amplificateur de la voie d'émission a normalement un gain nul, de telle sorte que l'affaiblissement constant de 15 dB s'exerce sur les signaux

d'entrée à faible niveau, notamment sur les signaux de bruit, avant leur entrée dans le pont. L'énergie des signaux vocaux fait croître le gain de l'amplificateur jusqu'à 15 dB, ce qui annule l'affaiblissement constant de 15 dB; ainsi, les signaux vocaux pénètrent dans le pont sans avoir subi d'affaiblissement. Cette caractéristique permet d'éviter que le bruit présent sur chaque circuit connecté au pont ne croisse jusqu'à des valeurs inacceptables lorsque le nombre des circuits est important.

La commutation du gain ne doit pas être décelable pour l'abonné. Les trois paramètres les plus importants de la commutation sont les suivants: 1) la valeur du gain commuté, 2) les constantes de temps et 3) la pente du seuil.

Comme indiqué plus haut, il faut prévoir un affaiblissement de 15 dB pour limiter efficacement l'écho et assurer la stabilité du pont. Les constantes de temps qui interviennent dans la commutation du gain sont: 1) le temps d'établissement, et 2) le temps de maintien. Le choix de ces deux valeurs fait l'objet d'un compromis. Le temps d'établissement doit être suffisamment court pour ne pas entraîner une coupure de la première syllabe prononcée mais il doit être suffisamment long pour éviter une trop grande sensibilité aux bruits impulsifs. On a estimé qu'une durée de 1 à 5 ms serait la plus adéquate. Le temps de maintien doit être suffisamment long pour empêcher un fonctionnement intempestif sous l'effet des échos et pour éviter des variations de gain appréciables entre les syllabes. Cependant, si cette durée est trop longue, elle rendra difficile tout échange de conversation animée entre les personnes qui parlent, du fait que la commutation des amplificateurs ne se fera pas assez rapidement. On a estimé que le temps de maintien répondant le mieux à ces exigences se situe entre 100 et 150 ms. En définitive, on a choisi comme caractéristiques nominales: 3 ± 2 ms pour le temps d'établissement et 150 ± 75 ms pour le temps de maintien.

Il faut disposer d'un « commutateur souple » pour prévenir les chutes soudaines de niveau, lorsque la personne qui parle émet des sons trop faibles; en effet, pour certaines syllabes, il peut arriver que le niveau soit insuffisant pour maintenir le commutateur en action. Cette souplesse de commutation permet de réduire progressivement l'affaiblissement, lorsque l'intensité des signaux vocaux produits par la personne qui parle passe par le seuil de fonctionnement; cela limite considérablement les variations brusques de niveau. Le niveau de seuil (point où les signaux vocaux annulent complètement l'affaiblissement) correspond donc à une pente plutôt qu'à une valeur limite unique. La figure 2 représente les constantes de temps d'établissement et de maintien pour diverses intensités de puissance vocale et la figure 3 illustre comparativement la commutation rigide et la commutation souple.

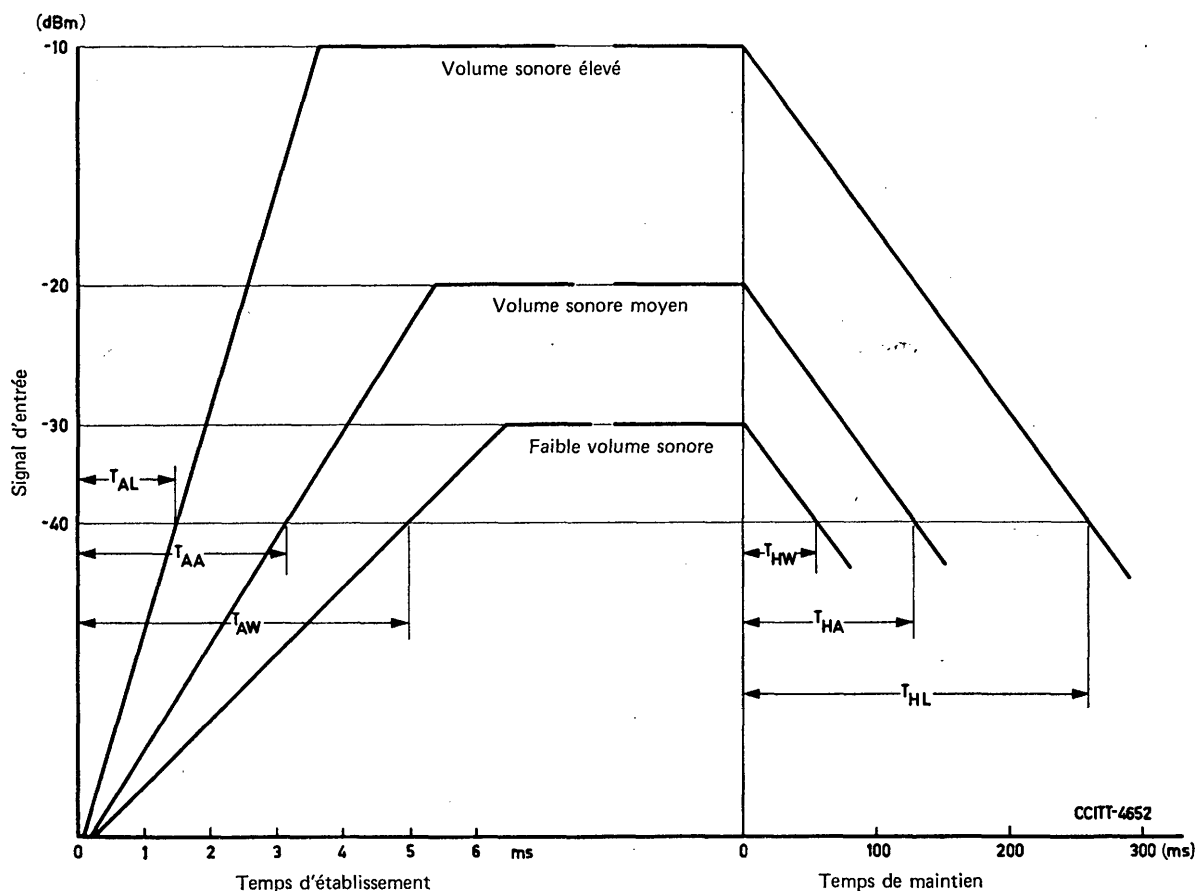


FIGURE 2. — Temps d'établissement et de maintien de l'amplificateur à commutation de gain

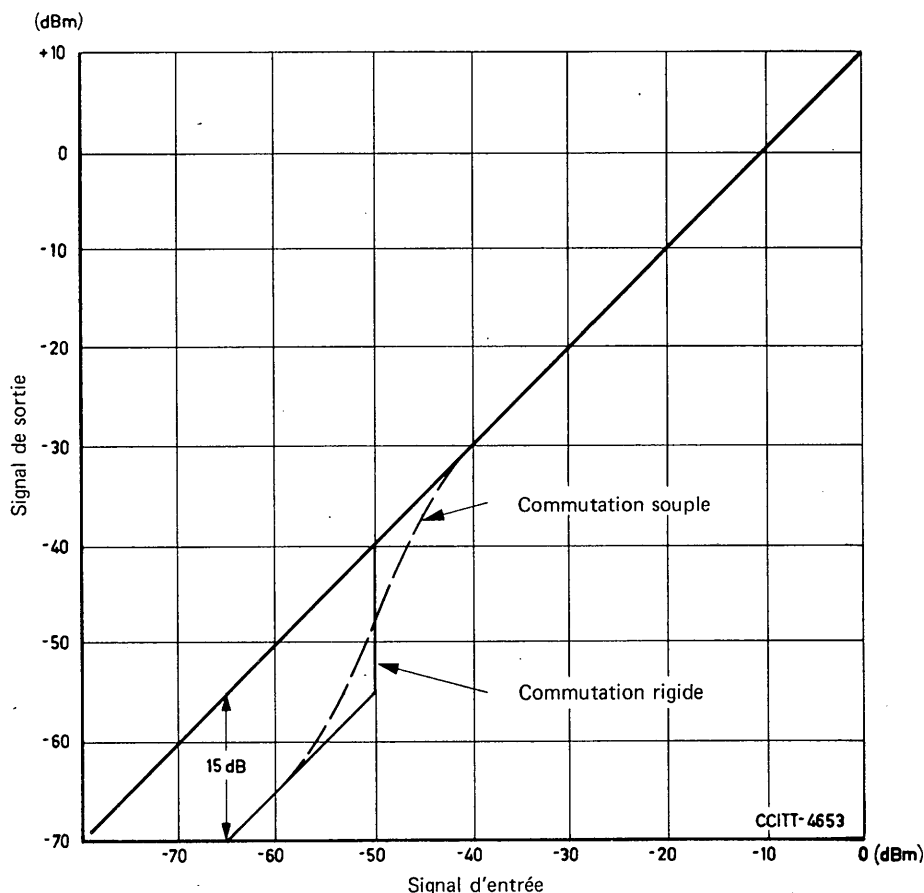


FIGURE 3. — Paramètres de commutation de gain

Dans la conception de l'amplificateur à commutation de gain, il faut tenir compte aussi de l'étendue dynamique des sons des personnes qui parlent, ainsi que des spécifications de puissance maximale. Ces deux facteurs déterminent le niveau de seuil. On a trouvé que la puissance vocale dépasse rarement $+7$ dBm et tombe rarement au-dessous de -40 dBm; en conséquence, la sensibilité de seuil correspondant au passage complet de l'affaiblissement entre l'extrémité d'émission et l'extrémité de réception est fixée à -40 dBm. Un circuit de garde de commutation empêche qu'une petite quantité d'énergie vocale renvoyée sous forme d'écho n'actionne l'amplificateur de la voie d'émission, et un dispositif de réglage de gain, actionné par le bruit, empêche que des niveaux de bruit atteignant jusqu'à 55 dBm ne fassent fonctionner le commutateur.

Réseau de pontage

Le réseau de pontage a une fonction essentielle: il doit interconnecter tous les interlocuteurs participant à la conversation multiple, de manière que la transmission entre deux accès quelconques se fasse avec un affaiblissement nul et que l'écho revenant à la personne qui parle soit très faible. A cet effet, dans le Bell System on utilise un montage différentiel à résistances sur chaque accès. L'utilisation de résistances de précision à couche métallique et l'équilibrage individuel de chaque accès permettent de satisfaire aux exigences concernant la stabilité et l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho. Si le signal est distribué aux 29 autres points d'accès, l'affaiblissement du réseau est approximativement de 40 dB; en conséquence, pour maintenir un affaiblissement nul entre les points d'accès, on doit avoir un gain de l'ordre de 40 dB. Le résultat optimal en ce qui concerne les caractéristiques de bruit et la séparation par rapport aux circuits interconnectés s'obtient en utilisant deux amplificateurs de 20 dB, l'un à l'entrée et l'autre à la sortie de chaque point d'accès. Si l'on employait un pont à six accès ayant la même configuration, l'affaiblissement entre les points d'accès serait approximativement de 26 dB et, pour un pont à dix accès, il serait de l'ordre de 31 dB.

RÉFÉRENCES

I.E.E.E. Transactions on Communication Technology
Février 1968, volume COM-16, N° 1

- [1] Contribution N° 67TP1255-COM. D. MITCHELL: General Transmission Considerations, dans *Telephone Conference Systems*, p. 163
- [2] Contribution N° 67TP1257-COM. W. P. KUEBLER: A Multiport Telephone Conference, Bridge, p. 168.

ANNEXE 3

(à la Question 6/XVI)

Aspects techniques des conversations multiples¹ et² internationales
(Contribution de la Commission d'études II)

1. Types de communications multiples

Les communications multiples peuvent être de deux types:

- communications bidirectionnelles où chaque participant a la possibilité d'écouter et de parler à tout moment s'il désire intervenir;
- communications unidirectionnelles¹, qui sont en fait des communications-diffusion, un seul des participants pouvant parler et les autres se bornant à écouter.

2. Nombre de participants

La qualité de la communication diminuant progressivement en fonction du nombre de microphones branchés, il est évident que la limitation du nombre de participants varie avec le type de la communication, le nombre d'abonnés susceptibles d'être raccordés pouvant être beaucoup plus élevé pour une communication unidirectionnelle.

La Commission, se fondant sur certaines enquêtes faites auprès de groupements d'utilisateurs (voir en particulier l'enquête de la Chambre de commerce internationale, contribution COM II-N° 44, période 1968-1972), est arrivée à la conclusion que, à l'heure actuelle, la grande majorité des utilisateurs intéressés par cette facilité envisagent l'établissement de communications multiples bidirectionnelles ne comportant pas dans la plupart des cas la mise en relations de plus d'une dizaine de participants environ. Quelques utilisateurs considèrent toutefois qu'il convient de prévoir plus de 20 participants pour des communications unidirectionnelles (communications-diffusion).

3. Utilisation des circuits internationaux pour une conversation multiple

En ce qui concerne l'utilisation des circuits internationaux, la Commission d'études II s'est référée au texte suivant, distinguant deux méthodes pour établir une communication multiple:

Méthode a

L'opératrice dans le pays d'origine compose directement les numéros des abonnés demandés, sans l'intervention des opératrices dans le pays de destination. Par conséquent, pour chaque participant à l'étranger, un circuit avec le pays intéressé est occupé et la communication consistera donc en un seul réseau en étoile.

Méthode b

L'opératrice dans le pays d'origine demande aux opératrices dans les pays de « destination » d'appeler les abonnés demandés et de les raccorder, à l'aide de l'équipement du pays de destination, avec le pays d'origine. De cette manière sont créés plusieurs réseaux en étoile interconnectés.

¹ *Note de la Commission d'études XVI.* — L'utilisation du terme « communications multiples » pour des communications unidirectionnelles risque de prêter à confusion. Ce point demande à être étudié.

² *Note du Secrétariat.* — Pour éviter des confusions, la Commission d'études II a décidé d'adopter l'expression « conversations-conférences » au lieu de « conversations multiples ».

En vue de la relation entre, d'une part, le coût de l'équipement et celui de l'opératrice et, d'autre part, le coût des circuits internationaux, la Commission d'études II estime que la méthode *a* devra être utilisée lorsqu'il s'agira de circuits du type continental et que la méthode *b* devra être préférée lorsqu'il s'agira de circuits coûteux (circuits intercontinentaux).

Question 7/XVI. — Révision du manuel sur les réseaux automatiques nationaux

(Suite de la Question 7/XVI étudiée en 1968-1972)

Comment le chapitre V de la partie A du manuel « Réseaux téléphoniques nationaux pour le service automatique » doit-il être révisé ?

Question 8/XVI (5/XII). — Clause de bruit au cours d'une heure

(Question nouvelle; résultats de l'étude à transmettre à la Commission mixte spéciale C)

- a) La valeur moyenne du bruit sur une heure est-elle adéquate pour définir la qualité d'une communication téléphonique ?
- b) Dans la négative, quelle est la méthode la plus appropriée pour définir cette qualité pendant les heures les plus affectées par le bruit ?

En particulier, doit-on recommander de prescrire une valeur pour le pourcentage X défini dans la note ci-dessous ?

Remarque. — La Commission mixte spéciale C attire l'attention des Commissions d'études XII et XVI sur le Rapport 442 du C.C.I.R. Ce rapport est relatif à la clause 1.1 de l'Avis 393-1 du C.C.I.R. (qui correspond à la clause 1.1 de l'Avis G.222 du C.C.I.T.T.).

L'Avis G.222 comprend une note en bas de page relative à la clause 1.1, et le rapport est une tentative pour résoudre le problème qui est mentionné dans la note.

Le rapport propose de modifier provisoirement la clause 1.1 de l'Avis 393-1 du C.C.I.R. en la suivante:

« 1.1 7500 pW puissance psophométrique moyenne du bruit pendant une heure pendant plus de X % des heures d'un mois quelconque. »

L'étude de cette clause se poursuit au C.C.I.R. (Résolution 55)¹.

Les Commissions d'études XII et XVI pourront envisager la possibilité de suggérer une valeur souhaitable ou une gamme de valeurs pour la quantité X, le pourcentage d'heures d'un mois quelconque pour lequel la valeur moyenne horaire du bruit dans un faisceau hertzien peut dépasser les 7500 pW (correspondant aux 10 000 pW de l'Avis G.222) sans entraîner des effets indésirables pour la communication téléphonique.

Question 9/XVI. — Affaiblissement d'adaptation des équipements de voies MIC

(Question nouvelle)

Quelle est la spécification à adopter pour l'affaiblissement d'adaptation par rapport à sa valeur nominale aux accès aux fréquences vocales des voies MIC ?

Remarque 1. — La recommandation provisoire actuelle préconise une valeur de 20 dB dans la gamme de fréquences 300-3400 Hz.

¹ Voir le rapport du C.C.I.R. sur l'état d'avancement des travaux du Groupe de travail intérimaire 9/1, pages XVI à XXI des *Conclusions de la réunion intérimaire de la Commission d'études 9* (Service fixe utilisant les systèmes de faisceaux hertziens), Genève, juillet 1972, partie 1.

Remarque 2. — Une autre proposition a été faite, tendant à l'adoption des valeurs suivantes:

- 15 dB dans la gamme de fréquences 300-600 Hz
- 20 dB dans la gamme de fréquences 600-3400 Hz

Remarque 3. — Les valeurs proposées dans la remarque 2 sont en accord avec l'Avis Q.45 relatif à un centre international. Il y aurait lieu d'examiner si cet Avis est pertinent pour les équipements de transmission.

Question 10/XVI. — Incorporation au réseau téléphonique actuel de circuits sur systèmes MIC

(Suite de la Question 12/D, étudiée en 1968-1972)

- a) Quelles recommandations devrait-on formuler afin de permettre que des circuits (et des ensembles de circuits) établis sur des systèmes à modulation par impulsions et codage (MIC) puissent être incorporés avec succès au réseau téléphonique mondial actuel ?
- b) La qualité d'une communication internationale sera-t-elle satisfaisante si elle contient des centraux numériques dont la qualité de transmission est équivalente à celle d'un multiplex primaire et qui sont interconnectés au moyen de liaisons de transmission analogiques ?

LISTE DES QUESTIONS ATTRIBUÉES À LA COMMISSION D'ÉTUDES XVI

Question N°	Titre abrégé	Observations
1/XVI	Caractéristiques de transmission des circuits et des communications dans le réseau téléphonique à commutation	En collaboration avec la Commission mixte spéciale C En collaboration avec la Commission d'études II Question 5/XII ^a
2/XVI	Caractéristiques des circuits loués	
3/XVI	Evaluation statistique de la qualité de transmission du réseau téléphonique à commutation	
4/XVI	Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission	
5/XVI	Clauses de bruit pour les circuits du réseau téléphonique	
6/XVI	Aspects des conversations multiples concernant la transmission	
7/XVI	Révision du manuel sur les réseaux automatiques nationaux	
8/XVI	Clause de bruit au cours d'une heure	
9/XVI	Affaiblissement d'adaptation des équipements de voies MIC	
10/XVI	Incorporation au réseau téléphonique actuel de circuits sur systèmes MIC	

^a Résultats de l'étude à transmettre à la Commission mixte spéciale C.

QUESTIONS RELATIVES AUX BRUITS ET À LA FIABILITÉ DE CIRCUITS CONFIÉES À LA COMMISSION MIXTE SPÉCIALE C EN 1973-1976

Question 1/C. — Charge des systèmes à courants porteurs

(Suite de la Question 11/C, étudiée en 1968-1972)

a) Quel est le niveau de puissance réel des signaux transmis (dans un sens) sur une voie téléphonique ?

b) Que doit-on faire, si nécessaire, pour s'assurer que la charge réelle correspond à la charge conventionnelle de -15 dBm0 par voie, adoptée comme hypothèse de calcul dans l'Avis G.223 ?

Il conviendra de tenir compte de :

- la proportion des voies employées pour des utilisations autres que la téléphonie (transmissions radiophoniques, télégraphie, fac-similé, transmission de données, etc.). Selon la nature de la liaison (par exemple, liaisons terrestres nationales et internationales, liaisons sous-marines, liaisons par satellites), il peut y avoir des variations dans l'importance relative des différents services, et les Administrations qui pourraient fournir des renseignements à ce sujet sont invitées à le faire;
- la puissance des signaux non téléphoniques (voir la Question 27/XV, étudiée par le Groupe mixte LTG);
- la puissance des courants vocaux;
- les différents facteurs d'occupation et d'activité propres aux signaux relatifs aux différents services.

Les Annexes 1, 2, 3 et 4 contiennent des renseignements supplémentaires pour l'étude de cette question, et le Supplément n° 5 au tome III donne les détails des mesures qui ont été faites.

ANNEXE 1 (à la Question 1/C)

Puissance des signaux sur les circuits du type téléphonique ; transmission simultanée de signaux divers

1. Au cours de la période d'études 1968-1972, le Groupe mixte LTG a proposé que le niveau de tous les signaux de transmission de données et de télégraphie harmonique soit ramené à une puissance moyenne, sur une minute, de -13 dBm0. Cette proposition s'applique aux circuits loués et, en outre, pour la transmission de données sur des communications établies sur le réseau public avec commutation. Elle s'applique également au signal global dans le cas des circuits utilisés simultanément pour plusieurs services. La limite de -13 dBm0, puissance moyenne sur une minute, est applicable à chaque sens de transmission considéré séparément, ce qui signifie que la concession, qui limitait seulement la somme des puissances dans les deux sens de transmission, autorisant ainsi des niveaux de puissance plus élevés pour les transmissions dans un seul sens, devrait être abandonnée.

Le Groupe mixte LTG a encore proposé que, pour les services nouveaux (c'est-à-dire assurés *soit* sur des systèmes existants munis d'équipements modernes, *soit* sur de nouveaux systèmes destinés à être normalisés par le C.C.I.T.T. dans l'avenir), la puissance du signal soit fondée sur une valeur moyenne à long terme de -15 dBm0; cela signifie que si, pour un nouveau service, les facteurs d'occupation et d'activité sont pratiquement égaux à l'unité, le niveau de puissance moyenne sur une minute devrait également être de -15 dBm0 pour ce service. Toutefois, s'il est prouvé qu'un facteur d'activité inférieur à l'unité peut être attribué d'une manière sûre à un nouveau service, on pourrait admettre une marge appropriée permettant d'augmenter la valeur de la puissance moyenne sur une minute.

A propos de cette étude, il convient d'observer que l'A.T. & T. vise à instituer une charge conventionnelle particulière (moyenne à long terme de -16 dBm0) comme objectif à long terme, en mettant en œuvre des méthodes appropriées concernant les niveaux appliqués des signaux non vocaux.

2. La question se pose maintenant de savoir si, pour la transmission de données, un niveau de puissance moyenne de -13 dBm0 sur une minute est compatible avec un niveau de puissance moyenne à long terme de -15 dBm0.

Certaines Administrations s'estiment en mesure d'admettre des marges en ce qui concerne:

- a) la transmission dans un seul sens, sur quelques communications pour transmission de données dans le réseau avec commutation, parce qu'elles utilisent des modems *sans* voie de retour;
- b) la transmission intermittente sur des circuits loués.

Elles estiment que, dans ces conditions, un niveau de puissance moyenne de -13 dBm0 sur une minute correspondrait effectivement à un niveau de puissance moyenne à long terme de -15 ou -16 dBm0.

D'autres Administrations ne sont pas en mesure de prévoir de telles marges parce que:

- c) elles utilisent des modems *avec* voie de retour (comme cela est autorisé par les Avis du C.C.I.T.T.), de sorte que la transmission dans un seul sens n'est pas utilisée;
- d) le temps d'occupation des communications pour transmission de données est très supérieur à celui des communications téléphoniques ordinaires (40 minutes ou plus n'est pas une durée exceptionnelle). Ainsi le temps utilisé pour établir et libérer la communication constitue une plus faible proportion de la durée d'occupation totale;
- e) dans la transmission de données, le schéma de trafic est souvent très asymétrique, ce qui tend à établir un courant de données systématiquement prédominant dans un seul sens, par exemple en direction d'une ville importante, à partir d'une ville de province.

Ces Administrations estiment qu'il serait plus sage de reconnaître que, vu les circonstances indiquées de c) à e) ci-dessus, l'adoption, à titre transitoire, d'une puissance de -13 dBm0 par voie pourrait conduire à une augmentation de la charge due aux signaux, et par voie de conséquence à une augmentation du bruit et que, dans ces conditions, le choix de ce niveau est un compromis entre une charge inacceptablement élevée due aux signaux (si les signaux demeurent à -10 dBm0, etc., en dépit de la croissance de tels services) et un taux d'erreur inacceptable dans la transmission de données (si, dans les systèmes actuels, le niveau de puissance moyenne sur une minute était ramené à -15 dBm0).

ANNEXE 2 (à la Question 1/C)

Règles et définitions concernant la mesure de la charge des voies téléphoniques et des systèmes de transmission

1. Considérations générales

Des recherches ont été entreprises en vue d'évaluer la charge totale et chacun des paramètres contribuant à la puissance totale transmise dans un seul sens sur une voie téléphonique. Il convient d'évaluer la relation qui existe entre la charge nominale conventionnelle par voie (-15 dBm0, moyenne à long terme au cours du temps et pour un ensemble de voies) des systèmes de transmission, et la proportion de la charge réelle représentant la contribution du réseau téléphonique avec commutation. Les études faites jusqu'ici donnent à penser que cette contribution correspond assez bien à l'attribution prévue à cet effet dans la charge conventionnelle; en conséquence, il se confirme que la charge conventionnelle de -15 dBm0 est adéquate.

L'équipement utilisé pour la mesure de ces signaux varie considérablement d'une Administration à l'autre. C'est la raison pour laquelle le Laboratoire du C.C.I.T.T. a préparé une bande magnétique contenant des enregistrements de plusieurs conversations. Des exemplaires de cette bande ont été mis à la disposition des Administrations intéressées, pour l'étalonnage des divers équipements de mesure et afin que les résultats des mesures qui seront faites en service puissent être comparés entre eux.

Les résultats des mesures d'étalonnage des signaux enregistrés sur la bande du C.C.I.T.T. figurent dans la II^e partie du Supplément n° 5.

Une liste des paramètres à mesurer et des règles et conditions dans lesquelles les mesures doivent être faites a été établie, dans le but d'obtenir la compatibilité souhaitable.

Les Administrations sont invitées à adopter ces règles et ces définitions. Chaque fois que l'interprétation des résultats peut donner lieu à une ambiguïté, il convient d'en préciser clairement la signification exacte. D'autres paramètres, qui pourraient être jugés dignes d'intérêt en cours de mesure, peuvent évidemment être présentés sous forme de renseignements complémentaires (par exemple: puissance moyenne en activité, coefficient d'activité pendant une conversation, etc.).

Diverses Administrations ont entrepris une première série de mesures dans les conditions de service; les résultats figurent au tableau 1 dans la III^e partie du Supplément N° 5. Ces mesures sont essentiellement fondées sur les règles et définitions indiquées ci-après, bien que ces dernières aient été quelque peu modifiées depuis lors et adaptées en divers points d'importance mineure.

2. Règles et définitions applicables à la mesure de la puissance vocale transmise sur le réseau téléphonique public avec commutation dans les conditions du service

2.1 Les renseignements qu'il convient de recueillir ont un double intérêt immédiat:

- a) permettre une évaluation de la contribution relative des puissances vocales et de signalisation sur le réseau téléphonique public, à la charge totale, et une comparaison de cette charge totale avec la charge conventionnelle;
- b) permettre de procéder à des modifications bien précises de ces éléments de charge, lorsque le besoin s'en fait sentir (par exemple: introduction de nouveaux systèmes de signalisation, développement des services non téléphoniques, etc.), de telle manière que la charge globale des voies et des systèmes ne soit pas défavorablement affectée.

Le point *a* est d'un intérêt immédiat, alors que le point *b* pourrait faire l'objet d'études à plus long terme. Un troisième point pourrait encore présenter un certain intérêt dans l'avenir:

- c) il pourrait être souhaitable d'avoir la possibilité de calculer de nouvelles caractéristiques en se fondant sur les renseignements recueillis, notamment les caractéristiques de la charge multivoie (voir annexe 4 à cette question.)

2.2 Liste des définitions (voir également figure 1)

Z_s , (mW0) est la puissance vocale pendant que la personne qui parle est active

y_s , (dBm0) est le niveau de puissance vocale en période active = $10 \log_{10} Z_s$

$\bar{y}_s$ (dBm0) est la moyenne des niveaux y_s

σ_{y_s} (dB) est l'écart type de y_s

Z_c (mW0) est la puissance vocale moyenne pour une conversation sur une voie (on peut faire une distinction entre conversations principales et conversations secondaires)

y_c (dBm0) est le niveau de puissance vocale moyenne pour une conversation sur une voie = $10 \log_{10} Z_c$

σ_{y_c} (dB) est l'écart type de y_c

$\bar{y}_c$ (dBm0) est la moyenne des niveaux de puissance vocale y_c

y_p (dBm0) est le niveau de la puissance vocale moyenne à long terme répartie sur un certain nombre d'interlocuteurs participant à des conversations entre abonnés.

$$y_p = \bar{y}_c + 0,115 \sigma_{y_c}^2 \text{ (en supposant que } y_c \text{ est gaussien)}$$

y_m est le niveau de la puissance vocale moyenne répartie sur l'« heure chargée »

$\bar{\tau}_c$ est la moyenne à long terme du coefficient d'activité pendant une conversation

$$\tau_c = \frac{ab + cd + ef + gh}{XY} \text{ dans la figure 1c}$$

$\bar{\tau}_o$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par l'abonné sur une « voie occupée »

$$\tau_o = \frac{XY}{WZ}$$

$\bar{\tau}_B$ est la moyenne à long terme du facteur de « voie engagée », défini comme étant une fraction de l'« heure chargée » au cours de laquelle se réalisent les conditions de « voie occupée »

$$\tau_B = \frac{\Sigma WZ}{\text{période d'observation}}$$

$\bar{\tau}_u$ $= \overline{\tau_o \times \tau_B}$; en supposant que τ_o et τ_B sont statistiquement indépendants, il s'ensuit que $\overline{\tau_o \times \tau_B} = \bar{\tau_o} \times \bar{\tau_B}$.

Cela représente la moyenne à long terme de la proportion de temps de l'« heure chargée » au cours de laquelle des conversations ont lieu.

$\bar{Z}_{\text{sig}}$ (mW0) est la puissance moyenne de signalisation répartie sur les intervalles de temps occupés par la signalisation (WT + YZ)

y_{sig} (dBm0) $= 10 \log_{10} \bar{Z}_{\text{sig}}$, niveau de la puissance moyenne de signalisation

$\bar{Z}_t$ (mW0) est la puissance moyenne des tonalités de surveillance répartie sur l'intervalle de temps UV

y_t (dBm0) $= 10 \log_{10} \bar{Z}_t$, niveau de la puissance moyenne des tonalités de surveillance

$$\bar{Z}_{st} = \bar{Z}_{\text{sig}} + \bar{Z}_t$$

$$y_{st} = 10 \log_{10} \bar{Z}_{st}$$

$\bar{\tau}_{\text{sig}}$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par la signalisation pendant une période d'occupation de la voie,

$$\tau_{\text{sig}} = \frac{WT + YZ}{WZ}$$

$\bar{\tau}_t$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par les tonalités de contrôle pendant une période d'occupation de la voie, y compris les tonalités provenant d'installation à postes supplémentaires, le cas échéant:

$$\tau_t = \frac{UV}{WZ}$$

$\bar{\tau}_{st}$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par la signalisation et les tonalités, pendant une période d'occupation de voie

$$\tau_{st} = \frac{WT + UV + YZ}{WZ}$$

$\bar{\tau}_s$ $= \bar{\tau}_{st} \times \bar{\tau}_B$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation pour la signalisation et les tonalités pendant l'« heure chargée »

$\bar{Z}_{uc}$ (mW0) est la puissance moyenne globale, répartie sur les communications et les voies, y compris les contributions dues à la parole, à la signalisation et aux tonalités

$$y_{uc} \text{ (dBm0)} = 10 \log_{10} \bar{Z}_{uc}$$

Il convient d'appliquer les relations suivantes:

niveau de la puissance moyenne due aux conversations des abonnés calculé sur l'« heure chargée »

$$y_m = y_p + 10 \log_{10} \bar{\tau}_u$$

$$y_c = y_s + 10 \log_{10} \tau_c$$

$$y_p = \bar{y}_c + 0,115 \sigma_{y_c}^2 \text{ (en supposant une distribution gaussienne)}$$

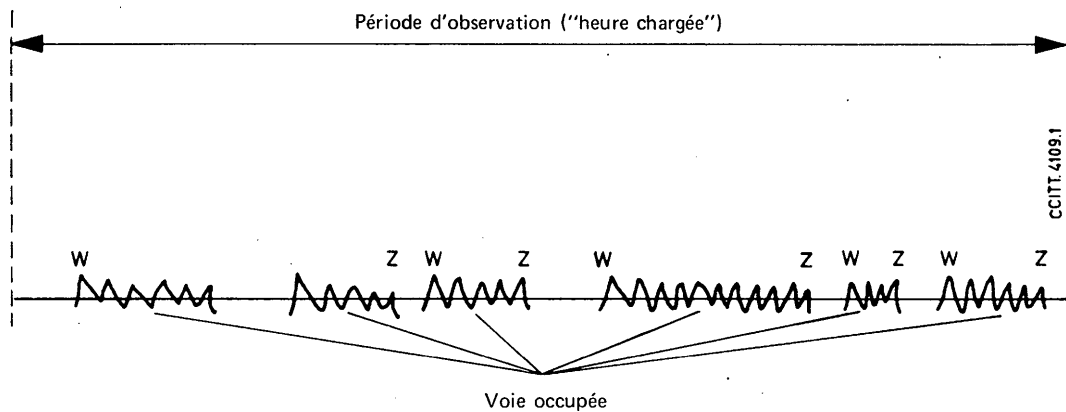
Toutes les valeurs moyennes $\bar{\tau}$ des divers coefficients d'activité et taux d'occupation τ_{ij} sont des valeurs moyennes, réparties sur les conversations et sur les voies.

Les niveaux doivent être indiqués en dBm0.

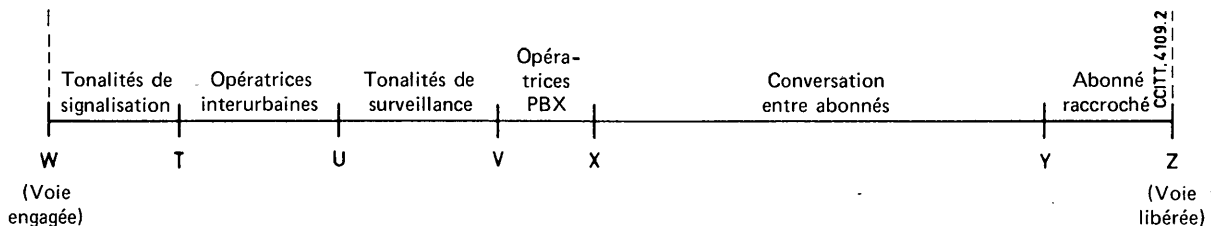
2.3 Mesures à faire sur une voie

a) Niveau de puissance moyenne au cours des conversations entre abonnés, y_c dBm0. Les résultats doivent être présentés sous la forme $\bar{y}_c$ et σ_{y_c} , valeurs à partir desquelles on peut calculer y_p .

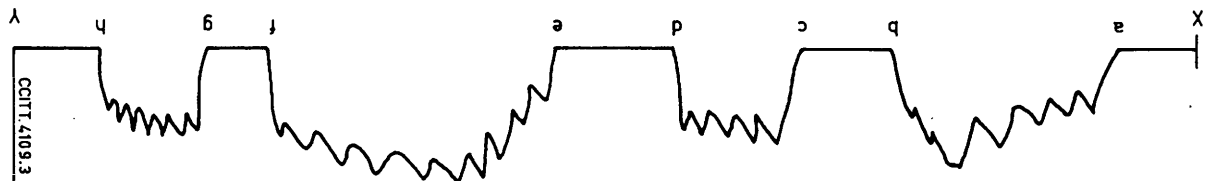
- Le début et la fin des périodes de mesure et le critère utilisé pour leur détection doivent être clairement indiqués. Il convient également d'indiquer si les signaux vocaux mesurés ne comprennent que la conversation principale (c'est-à-dire la conversation échangée personnellement entre l'abonné demandeur et l'abonné demandé) ou si des conversations secondaires, comme celles échangées entre opératrices d'installations à postes supplémentaires et d'autres intermédiaires telles que les secrétaires, etc., sont incluses ou exclues. Il sera impossible de faire cette distinction lorsque des méthodes de mesure automatique seront appliquées; en effet, la « conversation » s'étendra alors entre le point V et le point Y de la figure 1b.
- y_c revêt une importance essentielle lorsqu'on se rapporte aux alinéas b et c du paragraphe 2.1. Toutefois cette valeur peut également servir de quantité intermédiaire dans a . y_p est nécessaire pour a et peut être déterminé à partir de y_c et σ_{y_c} mais il y a d'autres moyens d'obtenir y_p , sans utiliser y_c .
- y_s présente un intérêt pour la Commission d'études XII. Si y_s est mesuré ou calculé à partir de valeurs telles que y_c et τ_c , les résultats seront utilement présentés sous forme de valeur moyenne, $\bar{y}_s$, et sous forme d'écart type, σ_{y_s} .



a) Au cours d'une « heure chargée »



b) Au cours d'une période « voie occupée »



c) Pendant une conversation

FIGURE 1. — Charge d'une voie téléphonique

b) *Le point de mesure* devrait être choisi de telle manière que les résultats ne concernent que les signaux transmis dans un seul sens. Le niveau relatif en ce point doit être indiqué de même que sa situation sur la communication (par exemple, centre primaire, centre secondaire, etc.).

- Un point en quatre fils remplirait la condition requise en ce qui concerne le flux unidirectionnel de signaux. Cependant, s'il existe des échos, cela devrait être indiqué dans le compte rendu des résultats. Si la méthode de mesure utilisée permet d'obtenir des informations sur la puissance de l'écho, ces informations doivent également être données.
- Un point en deux fils peut également être choisi, à condition que des précautions appropriées soient prises pour que la mesure se fasse exclusivement sur les signaux transmis dans un seul sens.

c) *Le coefficient d'activité* τ_c ne constitue pas par lui-même un élément essentiel pour ces études; toutefois, s'il est utilisé pour obtenir y_c à partir de y_s , sa valeur moyenne à long terme doit figurer dans les résultats; la Commission d'études XII est intéressée à connaître les deux quantités y_s et τ_c .

Pour mesurer l'activité, il convient de prendre certaines précautions et de tenir compte de diverses considérations.

- 1) Lorsqu'on mesure le coefficient d'activité dans des essais en service, les pointes de bruit de courte durée constatées pendant les temps de non activité devraient être supprimées et ne pas être comptées dans le temps actif. Une Administration a proposé un lissage équivalent à une constante de temps de 60 ms environ.
- 2) Le temps minimal d'interruption du signal, compté comme temps inactif, devrait être d'environ 350 ms. (Les résultats soumis par les diverses Administrations indiquent que l'activité dépend largement de ce temps.)
- 3) Les taux d'échantillonnage utilisés pour évaluer l'activité doivent être suffisants. Une Administration a constaté qu'un taux de l'ordre de 25 - 50 échantillons par seconde est adéquat; cette question est encore à l'étude, et d'autres propositions à ce sujet peuvent encore venir.
- 4) Une Administration au moins estime souhaitable de fixer le seuil d'activité à 15 dB en dessous de la puissance moyenne pendant la conversation, plutôt qu'à -30 dBm0. Cela permettrait de confronter les résultats des essais en service et des essais en laboratoire.

d) *Les coefficients d'occupation du circuit* τ_o , τ_B et leur produit τ_u doivent être indiqués sous la forme de leur valeur moyenne à long terme.

- Le coefficient τ_o doit être mesuré sur un grand nombre de conversations.
- τ_B doit de préférence être fondé sur des statistiques de trafic, pour obtenir une pondération représentative des niveaux de puissance mesurés (qui correspondent à des voies choisies) lorsqu'on détermine le niveau de la puissance moyenne répartie sur un grand nombre de voies. Autrement, il est possible de mesurer ce coefficient en échantillonnant un nombre suffisamment important de voies représentatives.

e) Le niveau de puissance de la signalisation et des tonalités y_{st} doit être mesuré, et les résultats doivent être présentés sous la forme du niveau moyen exprimé en dBm0 et de l'écart type.

- Les éléments composants de y_{st} , à savoir Z_{sig} et Z_t , sont intéressants à connaître séparément lorsque les effets des modifications particulières, de l'un ou de l'autre doivent être étudiés. Selon la méthode de mesure utilisée et le type de système en cause, il peut être difficile de mesurer ces quantités séparément.
- Afin de pouvoir évaluer la charge sur des systèmes multivoies, il convient de prendre en considération les éléments de signal qui peuvent exister du côté entrée de la voie à fréquences audibles dans l'équipement de modulation mais qui n'aboutissent pas au côté multiplex. D'autre part, il faut tenir compte des systèmes de signalisation hors bande (par exemple à 3825 Hz); ces signaux n'apparaissent jamais à une extrémité à fréquence audible. Il est essentiel que les résultats présentés soient accompagnés d'une explication claire relative aux signaux et tonalités mesurés.

f) *L'occupation de la voie par la signalisation* τ_{st} doit être déterminée et indiquée sous forme de valeur moyenne à long terme.

- Si Z_{sig} et Z_t sont présentés comme des quantités distinctes, les coefficients d'occupation τ_{sig} et τ_t présentent alors un intérêt.

g) Le niveau de la *puissance vocale moyenne à long terme* y_m doit être calculé sur la base des renseignements recueillis. La puissance totale moyenne à long terme, étant la somme des composantes de courants vocaux, de signalisation et de tonalités, constitue également une information nécessaire qui doit être exprimée en $\mu W0$ et dBm0.

h) Le *choix des circuits* doit se faire au hasard.

— Il serait utile que les Administrations fournissent des renseignements concernant les circuits nationaux et internationaux ainsi que sur les circuits par satellites et sous-marins, en indiquant leur longueur approximative et s'il s'agit de circuits d'arrivée ou de départ.

3. Règles et définitions applicables à la mesure de la puissance moyenne d'un système multiplex, répartie sur une période donnée

3.1 Cette mesure exprime, en dBm0, le niveau de la puissance moyenne de tous les signaux dans un système multiplex particulier, réparti sur un intervalle de temps déterminé par l'équipement de mesure.

La mesure est habituellement faite au cours d'un certain nombre de périodes chargées et elle donne directement, après division par N (nombre de voies du système), la puissance moyenne par voie téléphonique. Si les voies sont utilisées pour transmettre des signaux autres que les signaux téléphoniques, des corrections appropriées doivent être faites. La puissance moyenne par voie obtenue de cette manière peut être comparée avec la charge conventionnelle.

3.2 Liste de définitions

y_l (dBm0) niveau de la puissance moyenne du signal multiplex sur une période de temps déterminée (par exemple 1 minute)

σ_{y_l} (dB) écart type de y_l

$\bar{y}_l$ (dBm0) niveau moyen (moyenne de y_l)

y_N (dBm0) niveau de la puissance moyenne

($y_N = \bar{y}_l + 0,115 \sigma_{y_l}^2$ en supposant qu'il s'agit d'une distribution gaussienne)

P (mW0) puissance moyenne, d'où

$y_N = 10 \log_{10} P$.

3.3 Mesures à faire sur des ensembles de voies

a) La *puissance moyenne* dans les ensembles de voies (groupes primaires de base, groupes secondaires, etc., et systèmes multivoies) doit être mesurée.

— La puissance moyenne sur une minute doit toujours être indiquée; toutefois, des renseignements se rapportant à d'autres intervalles de temps peuvent également être présentés.

— La valeur moyenne $\bar{y}_l$ et l'écart type σ_{y_l} sont également intéressants à connaître et peuvent aussi être indiqués.

— La période de mesure doit couvrir plusieurs « heures chargées ».

— La fréquence d'échantillonnage de la puissance doit être indiquée (par exemple: 30 par heure).

b) Il convient de donner des renseignements relatifs à la constitution des groupes (nombre de voies utilisées pour la téléphonie, la télégraphie, les circuits de radiodiffusion, la transmission de données, etc.).

c) Le point de mesure doit être précisé.

— Toutes les voies dérivant de groupes adjacents doivent être éliminées, le cas échéant.

d) Des renseignements statistiques sur le signal multiplex, moyenne calculée sur plusieurs heures chargées (distribution de probabilité du niveau instantané du signal en dBm0), sont également intéressants à connaître, notamment pour estimer la probabilité de surcharge. (On trouvera dans la troisième partie du Supplément N° 5, des exemples de courbes de distribution de ce genre.)

e) Les résultats doivent être présentés sous forme de tableau, dont on trouvera un exemple ci-après (tableau 1).

TABEAU 1
(Annexe 2 à la Question 1/C)

MESURES FAITES SUR DES ENSEMBLES DE VOIES

Administration	Catégories de l'ensemble de voies (groupe primaire, groupe secondaire, système)	Temps d'intégration	Fréquence d'échantillonnage (éval.)	Nombre de voies téléphoniques en service <i>B</i>	Nombre de voies non téléphoniques en service <i>A</i>	Puissance totale moyenne pour toutes les voies <i>P</i> (mW0)	Niveau de la puissance moyenne par ensemble de voies <i>y_N</i> (dBm0)	<i>σ_y</i> pour les échantillons (dB)	Puissance totale moyenne pour les voies non téléphoniques <i>P_B</i> mW0 (dBm0)	Puissance moyenne par voie $\frac{P}{A + B}$ $\mu W0$ (dBm0)	Puissance moyenne par voie téléphonique $\frac{P - P_B}{A}$ $\mu W0$ (dBm0)
	Groupes secondaires (20)	1 min	30/h	1180	20	21,0	+0,25	1,2	+2,7	17,5 (-17,6)	15,6 (-18,1)

Note — Les chiffres sont indiqués à titre d'exemple.

ANNEXE 3
(à la Question 1/C)

Contribution de la Chile Telephone Co. à la Question 36/XV (1964-1968)

1. *Nombre maximal de circuits supports de télégraphie harmonique*

La valeur conventionnelle de -15 dBm0 recommandée par le C.C.I.T.T. pour la charge d'une voie téléphonique unique au cours de l'heure chargée suppose qu'un petit nombre seulement des voies d'un système à large bande, environ 1,5 %, sont utilisées pour la télégraphie harmonique. Nous avons examiné le cas où un pourcentage beaucoup plus élevé de voies reçoivent une telle utilisation, afin d'évaluer les effets que cela aurait probablement sur le fonctionnement global des systèmes à large bande, notamment en ce qui concerne les marges de fonctionnement et le bruit.

2. *Charge du système*

On a supposé que 25 % des voies étaient utilisées pour des applications autres que la téléphonie, à savoir 17 % pour la télégraphie avec une charge de -8 dBm0 et 8 % pour la transmission de données, avec une charge de -5 dBm0. Si l'on admet la charge de -15 dBm0 pour les autres voies, la puissance moyenne par voie est égale à -11,2 dBm0. On peut maintenant estimer l'effet de cet accroissement de charge sur des systèmes à paires coaxiales à 2700, 960 et 300 voies, dont la qualité est connue.

On admettra, à cet égard, que les voies utilisées pour des applications autres que la téléphonie sont réparties uniformément parmi toutes les voies du système.

3. *Capacité de surcharge*

Pour les systèmes considérés, 6 à 8 dB représentaient des valeurs typiques des marges entre les points de surcharge des amplificateurs de ligne et la puissance moyenne quadratique équivalente en régime sinusoïdal pour les nombres de voies des systèmes, chacune à -15 dBm0, et compte tenu de la préaccentuation. Avec la charge admise, ces marges seraient réduites de 4 dB et deviendraient beaucoup trop faibles pour pouvoir absorber les effets des erreurs d'égaleisation et d'alignement.

4. *Qualité en ce qui concerne le bruit*

Pour chacun des systèmes considérés, le bruit en ligne, calculé pour une charge de -15 dBm0 par voie, était bien en deçà de la limite de 3 pW/km fixée par le C.C.I.T.T. Pour la plupart des voies et sur tous les systèmes, la valeur trouvée était inférieure à 1 pW/km, et ce n'est que dans certaines parties des bandes de fréquences que ce niveau était dépassé.

Cependant, les valeurs calculées ne tiennent pas compte, notamment, des effets des erreurs sur le niveau en ligne. Si la charge moyenne par voie est majorée de 4 dB, le bruit d'intermodulation est majoré de 8 dB pour le second ordre et de 12 dB pour le troisième ordre. La puissance de bruit dans les voies situées dans les bandes affectées le plus défavorablement augmenterait, dans ces conditions, jusqu'à 5 ou 6 pW/km, et même, pour un certain système, jusqu'à 7 pW/km.

Dans chaque cas, on aurait obtenu, pour ces mêmes conditions de charge, une meilleure qualité en ce qui concerne le bruit, si l'on avait réduit les niveaux de sortie en ligne des répéteurs de manière à rétablir les rapports initiaux du bruit thermique par rapport au bruit d'intermodulation.

5. *Effet de la préaccentuation*

Ce qui précède suppose une répartition uniforme des voies télégraphiques et des voies pour transmission de données dans toute la bande. Si un grand nombre de ces voies avaient été concentrées aux fréquences les plus élevées, les résultats obtenus auraient été plus mauvais, du fait de la préaccentuation. Inversement, les résultats auraient pu être plus favorables si les voies dont il s'agit avaient été concentrées du côté des fréquences inférieures.

6. *Conclusions*

Pour les systèmes à large bande fonctionnant avec les valeurs conventionnelles de charge du C.C.I.T.T., une affectation de voie à la télégraphie et aux transmissions de données dans les proportions imaginées aurait, même compte tenu de marges de fonctionnement raisonnablement libérales, eu de sérieux effets en ce qui concerne les marges contre la surcharge et la qualité générale au point de vue du bruit. Ces effets pourraient être atténués dans une certaine mesure moyennant un réajustement des niveaux des systèmes.

ANNEXE 4 (à la Question 1/C)

Calcul de la distribution de la charge multiplex à partir de données primaires (Contribution du Post Office du Royaume-Uni)

1. *Introduction*

Les paramètres définissant la distribution de la puissance à court terme de la charge multiplex d'un système de transmission à multiplexage par répartition en fréquence donné varie considérablement dans le temps. Même au cours des périodes chargées, on peut s'attendre à des variations sensibles d'un jour à l'autre. Néanmoins, il serait très utile de pouvoir disposer d'un moyen de déterminer ne serait-ce qu'une distribution « moyenne » de la période chargée pour le système en question, pour s'assurer que les marges de planification sont maintenues en cas de modification de la charge du système par l'introduction de types différents de trafic. Pour être utile, toute estimation de la distribution de la charge du système multiplex doit être fondée sur des données primaires directement mesurables, ou obtenues d'une source suffisamment précise, de sorte qu'il soit possible de tenir compte d'une manière appropriée des effets de toute modification proposée dans les données. D'autre part, l'évaluation doit se faire de telle manière qu'une mesure directe de la distribution réelle soit possible et puisse servir à vérifier la validité des évaluations. On trouvera ci-après une méthode d'estimation qui satisfait à ces exigences.

2. *Principes de la méthode*

a) Les événements qui se produisent dans une voie de transmission unidirectionnelle d'un circuit à largeur de bande téléphonique peuvent se classer de la manière suivante:

- 1) conversations principales (*sm*)
- 2) conversations secondaires (ou auxiliaires) (*sa*)
- 3) signalisation (signaux numériques) (*zn*)

- 4) tonalités de surveillance (signaux de ligne) (*zl*)
- 5) divers (par exemple datel, écho) (*md, me*)
- 6) repos (*i*).

b) Des mesures appropriées des signaux de chacune de ces catégories, effectuées pendant un nombre de périodes chargées adéquates, fourniront des renseignements dont il sera possible de tirer des paramètres statistiques définissant la charge de la voie correspondante à chacune des catégories, pendant une période chargée moyenne.

Ces paramètres sont les suivants:

- 1) les divers coefficients d'activité globaux moyens, $\bar{\tau}$ (par exemple: $\bar{\tau}_{sm}, \bar{\tau}_{sa}, \bar{\tau}_{zn}$, etc.) qui définissent les fractions du temps pendant lesquelles les signaux de chacune des catégories produisent une puissance active au cours de la période chargée moyenne;
- 2) les diverses valeurs moyennes $\bar{y}$ (par exemple: $\bar{y}_{sm}, \bar{y}_{sa}, \bar{y}_{zn}$, etc.) et les écarts types σ (par exemple: $\sigma_{y_{sm}}, \sigma_{y_{sa}}, \sigma_{y_{zn}}$, etc.) des fonctions de densité de probabilité (f.d.p.) des niveaux de puissance active pour chaque catégorie.

c) Avant qu'il soit possible de combiner ces quantités pour obtenir une f.d.p. unique suffisante pour décrire la charge de la voie due à toutes les catégories, il faut définir une période de temps, commune à toutes ces catégories, au cours de laquelle la « puissance active » peut être considérée comme produite par un processus stationnaire. Une période d'environ 20 ms s'avère appropriée, étant donné que, pendant une période de cette durée, la puissance vocale continue, à un niveau moyen donné, peut être décrite par une fonction de densité de probabilité de puissances à court terme de « segments syllabiques ».

On a par conséquent développé les f.d.p. des niveaux de puissance active pour les conversations principales et secondaires par l'utilisation des f.d.p. de segments syllabiques, de sorte qu'elles forment ainsi des f.d.p. de puissances actives à court terme. Les niveaux de puissance active produits par les autres catégories peuvent généralement être considérés comme constants pour n'importe quelle conversation et, par conséquent, on peut obtenir directement les f.d.p. des puissances actives à court terme pour ces catégories. Chacune des f.d.p. est alors combinée avec le coefficient d'activité global moyen approprié, ce qui donne une série de f.d.p. $p(Z_{ij})$ correspondant à la probabilité de n'importe quelle puissance active à court terme produite par ces catégories pendant une période chargée moyenne.

d) Si l'on néglige l'éventualité de « doubles conversations », de transmission de signaux vocaux pendant la signalisation et de certaines conditions défectueuses, ces f.d.p. de la puissance à court terme peuvent être considérées comme s'excluant réciproquement. Si l'on fait la somme des probabilités d'occurrence d'une puissance donnée dans toutes les catégories, on obtient la probabilité totale d'occurrence de ladite puissance pendant la période chargée moyenne. La f.d.p. de la puissance active à court terme obtenue par sommation étendue à toutes les catégories s'appelle f.d.p. de la puissance transmise dans un seul sens sur une voie $p(Z_{uc})$ ¹.

Cette f.d.p. donne une description statistiquement suffisante de la charge par voie dans un seul sens de transmission.

e) Dans chacun des sens de transmission, un groupe primaire à multiplexage par répartition en fréquence se compose de 12 voies unidirectionnelles, dont chacune est caractérisée par une f.d.p., $p(Z_{uc})$. Si, comme c'est le cas habituellement, les signaux dans chaque voie sont engendrés par des sources statistiquement analogues, les types de trafic écoulés par chaque voie se trouveront dans le même rapport; il suffira alors, dans bien des cas², de supposer que chacune des 12 f.d.p., $p(Z_{uc})$, est représentée par la même f.d.p., $p(Z_{tc})$, qui est la f.d.p. de la puissance dans la « voie type » du groupe primaire à multiplexage en fréquence.

¹ $p(Z_{uc})$ peut, en principe, être obtenu par mesure directe. Cependant, un important point des propositions en discussion réside dans le fait que les f.d.p. des niveaux de puissance active pour chaque catégorie doivent être définies de telle manière que les effets des modifications apportées dans n'importe quelle catégorie puissent être déterminés. En conséquence, il est nécessaire d'effectuer les mesures de manière à obtenir les paramètres indiqués sous 2 b. Par exemple, dans le cas de conversations principales (catégorie 1), le niveau (y_c) de la puissance à long terme pendant chaque période de conversation pourrait être mesuré, de même que le coefficient d'activité en conversation τ_c . A partir de ces mesures, on obtient la valeur (y_{sm}) du niveau de la puissance vocale active. Par des mesures analogues, on obtient la moyenne, $\bar{y}_{sm}$ et l'écart type $\sigma_{y_{sm}}$, de la f.d.p. de la catégorie 1, le coefficient d'activité moyen en conversation, $\bar{\tau}_c$, peut également être obtenu. Le coefficient d'activité global moyen, $\bar{\tau}_{sm}$, est alors donné par $\bar{\tau}_{sm} = \bar{\tau}_c \cdot \bar{\tau}_o \cdot \bar{\tau}_B$, étant donné que $\bar{\tau}_o$ et $\bar{\tau}_B$ auront normalement été évalués à d'autres fins.

² A strictement parler, lorsque l'accès aux voies se fait par des commutateurs automatiques et par les multiplages partiels associés, la quantité de trafic offerte à chaque voie dépend de la position de la voie dans le multiplage. Le cas échéant, cet effet peut être pris en considération par l'introduction d'un facteur de trafic, f_t , qui modifie la f.d.p., $p(Z_{tc})$, selon la position dans le multiplage.

f) Les f.d.p., $p(Z_{tc})$ ne s'excluent évidemment pas réciproquement, et la charge multiplex due aux 12 voies découle de la convolution de cette série de f.d.p. formant ainsi $p(Z_g)$. Si l'on utilise la préaccentuation dans la transmission, il suffit de multiplier la gamme de puissance de chaque f.d.p. par le facteur de préaccentuation approprié, f_p , avant la convolution.

g) Les f.d.p. des puissances à court terme de la charge multiplex pour des groupes secondaires et pour des ensembles plus importants sont obtenues par de nouvelles convolutions des f.d.p. de groupe.

h) Les effets du trafic provenant de voies autres que les voies de conversation et de téléphonie de type classique sont pris en considération selon les besoins. Si ces trafics sont introduits à l'étage de la voie — par exemple dans les systèmes multivoies à fréquences vocales, les systèmes TASI — les f.d.p., $p(Z_{uc})$ seront modifiées en conséquence avant la convolution. S'ils sont introduits à l'étage du groupe primaire ou à un étage supérieur — par exemple pour la transmission de données à large bande — une ou plusieurs des f.d.p., $p(Z_g)$ de puissance de groupe seront modifiées avant la convolution. Selon les besoins, on peut tenir compte des effets des limiteurs de groupe primaire et de groupe secondaire, ainsi que de l'inclusion d'ondes pilotes, etc., ou de tonalité.

La f.d.p. obtenue correspond à la puissance à court terme du multiplex dans une seule direction $p(Z_{um})$. Cette f.d.p. n'est évidemment applicable qu'au système particulier et aux types particuliers de signalisation et de trafic pour lesquels elle a été déterminée. Pour des systèmes de petite capacité, on trouvera des variations significatives dans les f.d.p., pour les différentes périodes chargées, tandis que, pour des systèmes plus importants, on peut s'attendre à une variation relativement faible.

En général, tout système peut être décrit à l'aide des deux f.d.p. correspondant aux deux directions de transmission. Toutefois, si on utilise un seul amplificateur pour les deux sens de transmission, le système peut être décrit par une seule f.d.p.

Chacune des f.d.p. de puissance par voie dans un sens de transmission, $p(Z_{uc})$ (modifiée le cas échéant par un facteur de préaccentuation) est ajoutée, sur une base mutuellement exclusive, à la f.d.p. (également modifiée) de la voie de retour associée.

La f.d.p. résultante, $p(Z_{bc})$, représente la f.d.p. de puissance d'un circuit isolé et tient compte de la corrélation entre les activités dans les deux sens de transmission. La convolution des f.d.p. de tous les circuits du système donne une f.d.p. d'ensemble de la puissance à court terme du multiplex dans les deux sens de transmission $p(Z_{bm})$.

i) Les principes énoncés ci-dessus permettent d'estimer la distribution en puissance de la charge multiplex. Il existe un autre procédé conduisant à des résultats équivalents à partir des statistiques de la tension plutôt que de la puissance des mêmes classes d'événements et qui fournit une estimation de la distribution des amplitudes instantanées de la charge multiplex. Cette estimation est de grande importance lorsqu'il s'agit d'évaluer la probabilité de surcharge de tension des amplificateurs d'un système donné.

3. Mise en œuvre de la méthode

L'observation et les mesures pendant les périodes chargées sur les artères nationales et internationales ont montré que les six catégories énumérées à la Section 2a sont suffisantes pour décrire les événements dans un circuit à fréquences vocales. Le tableau 1 montre une séquence typique d'événements de ce genre.

TABLEAU 1
SÉQUENCE TYPIQUE D'ÉVÉNEMENTS DANS UN CIRCUIT TÉLÉPHONIQUE

	Voie aller (au départ du demandeur)	Voie retour
Première communication	Tonalités de signalisation (deux sens) à la prise Impulsions — Conversation secondaire, deux sens Conversation principale, deux sens Tonalités de signalisation (deux sens) à la libération Circuit au repos après libération	(signaux de ligne) (signaux numériques) tonalités de surveillance (signaux de ligne) (signaux de ligne)
Communications suivantes	Tonalités de signalisation (deux sens) à la prise Circuit au repos, après libération	

TABLEAU 2
VALEURS MOYENNES APPROXIMATIVES POUR LES DISTRIBUTIONS DES NIVEAUX DE PUISSANCE
EN ACTIVITÉ ET DES COEFFICIENTS D'ACTIVITÉ DES CATÉGORIES D'ÉVÉNEMENTS
DANS UN CIRCUIT TÉLÉPHONIQUE, RÉPARTIES SUR UN CERTAIN NOMBRE DE PÉRIODES CHARGÉES

Classification	Trajet aller (Départ du demandeur)			Trajet retour		
	Niveau de puissance en activité		Coefficient d'activité global au cours de la période chargée	Niveau de puissance en activité		Coefficient d'activité global au cours de la période chargée
	Niveau moyen (dBm0)	Ecart type (dB)	Valeur moyenne	Niveau moyen (dBm0)	Ecart type (dB)	Valeur moyenne
Conversations principales	$\bar{y}_{sm} = -15,9$	$\sigma_{y_{sm}} = 5,3$	$\bar{\tau}_{sm} = 0,241$	$\bar{y}_{sm} = -17,7$	$\sigma_{y_{sm}} = 5,1$	$\bar{\tau}_{sm} = 0,261$
Conversations secondaires	$\bar{y}_{sa} = -15,7$	$\sigma_{y_{sa}} = 6,6$	$\bar{\tau}_{sa} = 0,039$	$\bar{y}_{sa} = -19,3$	$\sigma_{y_{sa}} = 6,2$	$\bar{\tau}_{sa} = 0,046$
Tonalités de signalisation	$\bar{y}_{zn} = -6,4$	$\sigma_{y_{zn}} = 4,9$	$\bar{\tau}_{zn} = 0,025$	$\bar{y}_{zn} = -6,4$	$\sigma_{y_{zn}} = 4,9$	$\bar{\tau}_{zn} = 0,010$
Tonalités de surveillance	$\bar{y}_{zl} \text{ —}$	$\sigma_{y_{zl}} \text{ —}$	$\bar{\tau}_{zl} \text{ —}$	$\bar{y}_{zl} = -5,1$	$\sigma_{y_{zl}} = 4,6$	$\bar{\tau}_{zl} = 0,015$
Divers (Datel)	$\bar{y}_{md} = -10,4$	$\sigma_{y_{md}} = 1,4$	$\bar{\tau}_{md} = 0,010$	$\bar{y}_{md} = -13,6$	$\sigma_{y_{md}} = 0,7$	$\bar{\tau}_{md} = 0,010$
Circuit au repos	$\bar{y}_i \leq -40$	$\sigma_{y_i} \text{ —}$	$\bar{\tau}_i = 0,685$	$\bar{y}_i \leq -40$	$\sigma_{y_i} \text{ —}$	$\bar{\tau}_i = 0,658$

Une méthode de mesure utilisant des techniques d'échantillonnage lent et de traitement consécutif a été mise au point, et les essais ont montré que cette méthode est appropriée pour obtenir les données de voies primaires sous la forme requise. Le tableau 2 montre les valeurs relatives aux quantités indiquées à la Section 2b; ces valeurs ne sont actuellement que des approximations, mais on estime qu'elles sont assez caractéristiques des petites artères nationales.

Une autre méthode de mesure, utilisant un échantillonnage à grande vitesse, en est actuellement à la phase finale de son élaboration. Lorsque la mise au point sera terminée, cette méthode sera utilisée pour obtenir les f.d.p. de puissance à court terme¹ d'un groupe primaire de 12 voies à multiplexage par répartition en fréquence, et de certaines voies isolées du groupe primaire. Les renseignements primaires concernant les voies du groupe primaire seront recueillis simultanément, afin de permettre des comparaisons directes entre les mesures de la charge du multiplex et les résultats calculés.

Certains travaux préliminaires ont été faits en ce qui concerne le traitement électronique requis pour déterminer la f.d.p. de la charge du multiplex, à partir des renseignements primaires; on ne prévoit aucune difficulté particulière dans ce domaine.

4. *Conclusions*

On considère que la méthode d'estimation des f.d.p. de charge du multiplex exposée ci-dessus correspond bien aux possibilités des méthodes de mesure et des techniques de traitement électronique utilisées actuellement. Il est proposé que, chaque fois que cela est possible, le rassemblement de renseignements primaires se fasse selon des méthodes permettant de fournir les données sous une forme appropriée en vue de leur traitement ultérieur.

Question 2/C. — Définitions et études générales relatives à la fiabilité

(Suite de la question 12/C, étudiée en 1968-1972)

Quels objectifs d'ensemble doit-on fixer pour la disponibilité et pour la fiabilité, en ce qui concerne le réseau de télécommunications ?

Remarque 1. — Dans ces études, il est essentiel de tenir compte de l'introduction de nouvelles techniques et de nouveaux systèmes, tels que la signalisation sur voie commune et les systèmes numériques.

Il faut distinguer aussi, d'une part, l'étude des objectifs de fiabilité pour la conception de nouveaux équipements et de nouveaux systèmes et, d'autre part, la disponibilité et la fiabilité du service que l'on peut assurer aux usagers.

Remarque 2. — Pour entreprendre avec succès cette étude, il faut que les points mentionnés dans la liste ci-après (liste des points à étudier par d'autres Commissions d'études) soient traités d'urgence, en première priorité. La définition d'une interruption du service est demandée pour les différents services. Quelques réponses ont été reçues à ce sujet (voir section 4 de l'Annexe 2). Les Commissions d'études concernées par les travaux relatifs aux systèmes de transmission doivent disposer de ces renseignements avant que l'on puisse suggérer des objectifs appropriés pour la fiabilité.

Remarque 3. — Afin de faciliter l'étude générale qui fait l'objet de cette question, la Commission mixte spéciale C jouera le rôle d'une plaque tournante et assurera la coordination avec d'autres commissions intéressées, afin de rassembler tous les renseignements nécessaires pour établir les objectifs en question (voir l'Annexe 1).

La Commission mixte spéciale C poursuivra ses travaux en vue de définir les termes nécessaires à ce programme d'études (voir Annexe 4 et section 3 de l'Annexe 2).

Des « Rapporteurs pour la fiabilité » seront désignés, dont chacun sera bien au courant des travaux de l'une des diverses Commissions intéressées, à savoir :

- les Commissions d'études I, II, IV, VI, IX, XIII, XIV, XV, les Commissions spéciales A et D du C.C.I.T.T.;
- les Commissions d'études 4 et 9 du C.C.I.R., ainsi que la C.M.T.T.

¹ La méthode de rassemblement des données est conçue de telle manière que la parole intelligible n'est pas enregistrée, et, de ce fait, le secret des communications est respecté.

Ces rapporteurs devraient travailler surtout par correspondance et devraient participer (pour l'étude des problèmes de fiabilité) aux travaux de la Commission mixte spéciale C, qui conservera son rôle de coordination générale dans le cadre de la Question 2/C. Ils seront nommés par les Commissions d'études intéressées, au début de la période 1973-1976.

Le Rapporteur pour la fiabilité au sein d'une Commission d'études déterminée devra rendre compte de tout travail effectué par cette Commission et pouvant avoir quelque influence sur l'étude de la Question 2/C, en ce qui concerne notamment :

- les questions sur la disponibilité et la fiabilité confiées à certaines Commissions d'études (22/IV, 32/XV et 33/XV du C.C.I.T.T.; Question 5-1/9 du C.C.I.R.);
- Certains aspects de la disponibilité des communications téléphoniques, à l'étude au sein de la Commission d'études XIII;
- les points mentionnés dans la remarque 2.

Liste de points à étudier par d'autres Commissions d'études

Afin de poursuivre l'étude de la Question 2/C, il est nécessaire que certains points soient étudiés par les Commissions d'études appropriées. Comme il est indiqué dans la remarque 2, ces points doivent être traités d'urgence, en première priorité, car les réponses à ces points sont indispensables pour suggérer des objectifs de fiabilité.

Point 1. — Interruption du service

Quels sont les types et l'importance des dérangements qui peuvent entraîner une interruption dans les services suivants :

- a) téléphonie (*Commission d'études II*);
- b) transmission de données (à n'importe quelle vitesse) (*Commission spéciale A*);
- c) fac-similé (*Commission d'études XIV*);
- d) transmissions radiophoniques (*Commission mixte C.M.T.T.*);
- e) transmissions télévisuelles (*Commission mixte C.M.T.T.*) :

Ces renseignements sont nécessaires aussi bien pour les réseaux à commutation que pour les circuits entre points fixes.

Point 2. — Rupture de communications

Quelles sont les caractéristiques d'une interruption, ou autre défaillance, qui provoque la rupture d'une communication, compte tenu des divers types de signalisation utilisés (*Commission d'études XI*) ?

Point 3. — Tolérance à l'égard des interruptions de transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation (Commission d'études II)

Certains types de systèmes de transmission peuvent présenter une détérioration se traduisant par des interruptions répétées de la transmission. On cherche à recueillir les opinions sur les points énumérés ci-après, afin de pouvoir établir — tant en ce qui concerne la fiabilité que la qualité de fonctionnement — des objectifs appropriés qui devront servir de base théorique pour la construction des réseaux et des systèmes.

- a) Fréquence des interruptions de durée définie pouvant justifier qu'un usager juge une communication téléphonique inutilisable.
- b) Fréquence des communications inutilisables pour laquelle la qualité de service pour le réseau international pourrait néanmoins être considérée comme acceptable.

Remarque 1. — Le cas échéant, cette étude sera fondée sur la communication fictive de référence définie dans l'Avis G.103 (figure 1/G.103).

Remarque 2. — La Commission d'études IV utilise — pour l'étude des interruptions de courte durée — une définition selon laquelle il y a interruption lorsque se produit une chute de niveau de 10 dB.

Communication au C.C.I.R.

On a noté que la Commission d'études 9 du C.C.I.R. s'occupe déjà de la Question 5-1/9 et de deux programmes d'études connexes sur la fiabilité des systèmes en faisceaux hertziens. La Commission d'études 4 du C.C.I.R. est priée d'élaborer une question analogue pour le service fixe utilisant des satellites.

ANNEXE 1
(à la Question 2/C)

Plan de travail pour l'étude de la Question 2/C en 1973

Il convient tout d'abord de déterminer l'objectif de fiabilité d'une communication établie par commutation, ayant de préférence la composition d'une communication fictive de référence conforme à la spécification de la figure 1/G.103.

Lorsque cet objectif de fiabilité aura été fixé, la deuxième étape consistera à subdiviser les objectifs de fiabilité, de manière à les répartir entre la commutation et la transmission. Il conviendra de poursuivre cette subdivision en assignant des valeurs de fiabilité de façon plus détaillée.

L'étude pourrait ensuite s'étendre, mais seulement à titre d'information, pour permettre de rassembler des données tirées de l'expérience sur la fiabilité des équipements, avec une pondération appropriée correspondant à leur place dans la hiérarchie des multiplex. Des objectifs de fiabilité réalistes pour les systèmes de transmission devraient être élaborés, compte tenu des problèmes de coût, des besoins du service et des exigences de ceux qui assurent l'exploitation et la maintenance des systèmes, ainsi que des possibilités techniques des systèmes modernes.

Il sera nécessaire de poursuivre les travaux en ce qui concerne le vocabulaire.

ANNEXE 2
(à la Question 2/C)

Rapport du Groupe de travail sur la Question 12/C pendant la période 1968-1972

1. Introduction

1.1 La IV^e Assemblée plénière du C.C.I.T.T. a approuvé les principes suivants:

Le mandat de la Commission mixte spéciale C est étendu pour inclure les questions de fiabilité et de qualité globales des systèmes de transmission.

La Commission mixte spéciale C doit jouer le rôle d'une plaque tournante et transmettre aux autres Commissions intéressées les questions à étudier après avoir dégagé les principes généraux relatifs à la fiabilité.

Il faut distinguer, d'une part, l'étude des objectifs de fiabilité pour la conception de nouveaux équipements et de nouveaux systèmes et, d'autre part, la fiabilité du service que l'on peut assurer aux usagers ayant recours aux matériels d'âges divers qui entrent dans la constitution des circuits.

1.2 Les questions et programmes d'études suivants, qui ont été considérés au cours de la période 1968-1972, relèvent directement de la fiabilité des systèmes de télécommunications.

C.C.I.T.T.

Questions 40/XV — Définition de la fiabilité d'un système

41/XV — Objectifs de fiabilité pour les divers services

42/XV — Fiabilité des systèmes de transmission

43/XV — Fiabilité des éléments d'un système (amplificateur, par exemple)

44/XV — Fiabilité des composants (résistance, par exemple)

22/IV — Mesure de la fiabilité des circuits internationaux loués

23/IV — Influence des facteurs humains sur la fiabilité

C.C.I.R.

Question 5-1/9 — Fiabilité des faisceaux hertziens de téléphonie

Programme d'études 5-1 B/9 — Interruption du trafic sur les faisceaux hertziens en visibilité directe
(XII^e Assemblée plénière, New Delhi, 1970, tome IV-1)

D'après les mandats élargis qu'elle a reçus du C.C.I.R. et du C.C.I.T.T., la Commission mixte spéciale C a été autorisée à procéder à un examen préliminaire de questions relatives à la fiabilité, qui ont été confiées à d'autres Commissions d'études, et à transmettre à ces dernières ses commentaires pour les aider à étudier ces questions dans le domaine propre à chaque Commission.

1.3 Les services que nous devrions prendre en considération sont:

- la téléphonie,
- la télégraphie,
- la transmission de données,
- le fac-similé,
- la phototélégraphie,
- les transmissions radiophoniques,
- la télévision.

Les catégories de circuits, etc., sont:

- les réseaux à commutation,
- les circuits de poste à poste,
- la bande des fréquences vocales, la bande du groupe primaire, etc.,
- les circuits loués,
- les systèmes de transmission complets.

2. *Principes généraux*

La Commission mixte spéciale C a confirmé qu'elle entreprendrait plus spécialement l'étude des aspects de la fiabilité et de la disponibilité des réseaux de télécommunication et de leurs parties constitutives, à savoir les postes et les lignes d'abonné, les réseaux nationaux et internationaux, ainsi que les lignes privées et des réseaux à usage privé, comprenant les éléments (commutation et transmission) nécessaires pour établir et maintenir la communication demandée. Au cours des études des moyens d'écoulement du trafic et de l'intervention des facteurs humains, les Commissions compétentes tiendront compte de l'influence de ces éléments sur la disponibilité et sur la fiabilité.

Divers commentaires complémentaires sur la subdivision possible de la probabilité d'un service satisfaisant, en éléments de probabilité distincts, sont donnés dans l'annexe 3 (N.T.T.).

3. *Terminologie et définitions*

Chaque fois que possible, le C.C.I.T.T. s'efforce d'utiliser les termes et les notions appropriés, qui ont été définis par la C.E.I.

Les définitions de la C.E.I. (Publication 271 — C.E.I.) sont exprimées en termes généraux. A la suite d'une révision par le C.C.I.T.T., un certain nombre de termes ont déjà été amendés, par accord entre la C.E.I. et le C.C.I.T.T., de manière que la terminologie soit plus facilement applicable aux télécommunications. Un certain nombre d'autres termes — parmi lesquels certains font l'objet de divergences non encore résolues entre le C.E.I. et le C.C.I.T.T. — restent encore à l'étude.

L'annexe 4 contient une liste de projets de définitions relatives à la fiabilité, à la *disponibilité*, et à des notions connexes. Les propositions d'amendement du C.C.I.T.T., qui n'ont pas encore été acceptées par la C.E.I., sont indiquées d'une manière adéquate.

Deux notions, avec les termes et définitions qui s'y rattachent, à savoir la fiabilité et la disponibilité, ont été étudiées d'une manière assez approfondie.

En ce qui concerne, tout particulièrement, le terme *disponibilité*, le C.C.I.T.T. insiste pour qu'il soit adopté et pour que, dans les études de fiabilité touchant aux télécommunications, on lui donne la signification précise qu'il a dans les définitions, en dépit de la confusion que cela pourrait amener au début, en raison de l'utilisation qui est faite de ce terme dans les réseaux téléphoniques à commutation. Il devrait en être ainsi parce que ce terme est largement utilisé dans les études générales de fiabilité.

L'annexe 4 sera utilisée à titre provisoire pour faciliter les études de la prochaine période. La Commission d'études mixte spéciale C invite toutes les Commissions d'études intéressées du C.C.I.T.T. et du C.C.I.R. à faire des commentaires sur ces définitions, en indiquant :

- a) les termes définis qu'elles considèrent comme utiles pour leur propre travail dans les domaines de la fiabilité et/ou de la disponibilité;
- b) pour chacun des termes choisis, les objections qu'elles pourraient avoir en ce qui concerne le fond — ou la forme — de la définition étudiée par la C.E.I.

4. Questions sur la fiabilité posées à d'autres Commissions d'études du C.C.I.T.T. et à la C.M.T.T. et réponses

4.1 La Commission mixte spéciale C a examiné les points dont le Groupe de travail de la Commission d'études XV a demandé l'étude, et elle a demandé aux Commissions d'études intéressées de mettre certaines questions à leur programme.

La Commission mixte spéciale C a reçu des réponses à quelques-unes de ces questions (de la Commission d'études IX). Quelques questions ont été retirées, tandis que d'autres ont dû être modifiées, comme résultat des études. Enfin, certaines Commissions d'études (IV et XIII) ont déjà repris à leur compte ou simplement approuvé les questions posées. Les questions qui n'ont pas reçu de réponse sont reprises dans la liste des « questions à étudier par d'autres Commissions d'études du C.C.I.T.T. ».

4.2 Commission Spéciale A

Pour l'étude de la Question 2/C, la Commission mixte spéciale C doit définir exactement ce que l'on entend par interruption du service ou, dans le cas des transmissions de données, ce qui provoque un dépassement du taux d'erreur recommandé. Pour y parvenir, nous demandons à la Commission spéciale A de spécifier la nature et l'importance des défauts qu'elle estime être une cause d'interruption pour la transmission des données ou pour les autres services dont l'étude est de son ressort, cela dans l'hypothèse où la transmission se fait sur une liaison de type téléphonique. Des renseignements analogues sont aussi demandés lorsque les données sont transmises à vitesse plus élevée. Les mêmes renseignements sont demandés lorsque l'on utilise des circuits loués.

Réponse

Jusqu'ici, aucune réponse n'est encore parvenue de la Commission spéciale A.

4.3 Commission d'études IX

(Mêmes questions qu'à la Commission spéciale A, mais s'appliquant au cas de la télégraphie.)

Réponse

La Commission d'études IX a fait parvenir à la Commission mixte spéciale C la réponse suivante:

a. Interruption de service sur une voie d'un système de télégraphie harmonique à modulation de fréquence

a.1 Lorsque le niveau reçu à l'entrée de l'équipement d'un système de télégraphie harmonique à modulation de fréquence tombe à 23,5 dB au-dessous du niveau nominal, une polarité de départ permanente doit apparaître à la sortie de la voie télégraphique (voir à ce sujet les Avis R.35, R.37 et R.38). Une telle condition peut être considérée comme une interruption.

Les durées d'interruption peuvent se classer de la manière suivante:

- durée inférieure à un demi-intervalle unitaire, à la rapidité de modulation nominale: faible probabilité d'erreur de transmission télégraphique;
- durée supérieure à un demi-intervalle unitaire, à la rapidité de modulation nominale: forte probabilité d'erreur de transmission télégraphique;
- durée supérieure à la période définie entraînant une libération de la communication dans un réseau à commutation (par exemple: 300 ms pour le télex).

Remarque. — La durée de la polarité de départ forcée à la sortie de l'équipement de réception d'un système de télégraphie harmonique à modulation de fréquence ne doit pas nécessairement être la même que la durée du niveau excessivement bas. Cela dépend en effet de la conception du système de télégraphie harmonique à modulation de fréquence considéré. Ce problème est à l'étude (Contribution COM IX-N° 36, période 1968-1972).

a.2 Un bruit accru (impulsif ou uniforme) sur le circuit porteur peut également produire des interruptions dans les systèmes de télégraphie harmonique, aussi bien en modulation de fréquence qu'en modulation d'amplitude. Ce problème est à l'étude (Question 5/IX).

a.3 Des variations soudaines de niveau dans les circuits porteurs de télégraphie harmonique, très inférieures à la valeur de 23,5 dB susmentionnée, peuvent causer une distorsion et des erreurs inacceptables dans les circuits télégraphiques dérivés. Ce problème fait l'objet d'une étude qui se poursuit au sein de la Commission d'études IX (Question 12/IX).

b. *Définitions relatives à la fiabilité et à la disponibilité*

La Commission d'études IX attire l'attention de la Commission mixte spéciale C sur la réponse donnée dans la Contribution COM IX-N° 24, pages 12 et 13, période 1968-1972. Les objectifs de fiabilité et de disponibilité, pour chaque élément identifié, feront l'objet d'une étude ultérieure.

4.4 *Commission d'études XIV*

(Mêmes questions qu'à la Commission spéciale A, mais applicables au cas du fac-similé.)

Réponse

Jusqu'ici aucune réponse n'a encore été reçue de la Commission d'études XIV.

4.5 *Commission d'études XV*

La Commission d'études mixte spéciale C a pris note des travaux du Groupe de travail de la Commission d'études XV sur la fiabilité, en ce qui concerne la fiabilité des réseaux nationaux.

4.6 *C.M.T.T.*

Pour l'étude de la Question 2/C relative à la fiabilité, la Commission mixte spéciale C doit définir exactement ce que l'on entend par interruption du service. Pour être en mesure de donner cette définition, la Commission mixte spéciale C demande à la C.M.T.T. de spécifier le type et l'importance des défauts qui, à son avis, produiront une interruption: a) du service de transmission télévisuelle; b) du service de transmission radiophonique.

Réponse

Jusqu'ici aucune réponse n'a encore été reçue de la C.M.T.T.

4.7 *C.C.I.R.*

Lorsque les réponses aux parties appropriées des questions citées ci-dessus seront reçues, elles seront transmises — conformément à sa demande — à la Commission d'études 9 du C.C.I.R.

La Commission mixte spéciale C a également pris note du Rapport 445 du C.C.I.R.

ANNEXE 3
(à la Question 2/C)

Probabilité d'un service satisfaisant
(Contribution de la N.T.T.)

La probabilité d'un service satisfaisant (P) dans un réseau entièrement automatique peut être exprimée par la formule suivante:

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3$$

où P_1 est la disponibilité d'une communication établie par commutation; P_2 est la fiabilité de la communication téléphonique établie, et P_3 représente les facteurs humains.

P_1 et P_2 peuvent, en outre, être subdivisés comme suit:

$$P_1 = P_{11} \times P_{12} \times P_{13}$$

$$P_2 = P_{21} \times P_{22}$$

où

P_{11} = probabilité que l'abonné entende la tonalité de numérotation lorsqu'il décroche son combiné;

P_{12} = probabilité que la communication avec le demandé puisse être établie correctement, après composition du numéro;

P_{13} = probabilité que la ligne du demandé ne soit pas occupée;

P_{21} = fiabilité des organes de commutation;

P_{22} = fiabilité des organes de transmission.

Exemple de P_3 (facteurs humains): probabilité de composition du numéro sans faute.

ANNEXE 4 (à la Question 2/C)

Cette annexe, qui sera basée sur la Contribution APV-N° 43, pages 71 à 80, sera mise à jour pour tenir compte des travaux de la C.E.I. et publiée ultérieurement par le Secrétariat du C.C.I.T.T. sous forme de contribution.

Question 3/C. — Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur

(Suite de la Question 3/C, étudiée en 1968-1972)

Est-il nécessaire de formuler de nouveaux avis ou des avis supplémentaires au sujet de la conception des systèmes en câble terrestre, en faisceaux hertziens ou en câble sous-marin à courte distance, pour permettre le choix de voies à faible bruit qui soient appropriées aux circuits à très grande distance (Avis G.152 et G.153), compte tenu du fait que les hypothèses faites par convention dans l'Avis G.223, par exemple au sujet de la puissance moyenne nominale, ne s'appliquent peut-être pas telles quelles à cette catégorie de circuits et demandent éventuellement à être remaniées ?

Remarque 1. — Dans cette étude, il faudra tenir compte des facteurs suivants:

- a) pourcentage de voies d'un système devant être choisies comme voies de haute qualité;
- b) pourcentage de voies d'un système destinées à transmettre des signaux de télégraphie harmonique, des signaux de données et d'autres signaux caractérisés par une puissance moyenne à long terme de valeur plus élevée que celle admise pour la téléphonie (voir par exemple Avis V.2 et T.11) ¹;
- c) utilisation de concentrateurs de communications ou d'autres moyens ayant une influence sur l'activité moyenne ¹;
- d) utilisation d'un équipement terminal pour 16 voies (du point de vue de la charge et de l'absence de résidus de courants porteurs sur les multiples de 4 kHz);
- e) mesures de la puissance vocale sur les circuits mondiaux ¹;
- f) augmentation éventuelle de la capacité des systèmes de transmission à grande distance établis au moyen de câbles sous-marins et de satellites de télécommunications;
- g) utilisation de compresseurs-extenseurs.

Remarque 2. — Les résultats de l'étude de cette question seront communiqués à la Commission d'études XV du C.C.I.T.T., ainsi qu'aux Commissions d'études 4 et 9 du C.C.I.R.

¹ Pour tous ces points, l'étude doit être conduite en liaison avec celle de la Question 1/C.

ANNEXE 1
(à la Question 3/C)

Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur

(Réponse de la Commission mixte spéciale C à la Question 3/C, février-mars 1968)

Considérations générales

La Commission mixte spéciale C estime que la puissance psophométrique moyenne du bruit, au cours d'une heure quelconque dans les voies à faible bruit pour circuits téléphoniques de très grande longueur, ne devrait pas dépasser 1,5 pW/km (compte non tenu des équipements de modulation à répartition en fréquence). Quant à ces équipements on admet par hypothèse que leur contribution ne dépasserait pas les valeurs indiquées dans l'Avis G.143, A,b. Cela étant, la qualité des circuits ainsi spécifiés correspondrait à 2 pW/km (ou mieux), ce qui serait conforme aux dispositions des Avis G.123, G.143 et G.153.

Les méthodes suivantes ont été étudiées pour l'établissement de voies à faible bruit:

1. Utilisation de systèmes existants à grande capacité, en câble ou sur faisceaux hertziens, conçus conformément à l'Avis G.122, par : a) sélection de voies, ou par b) adaptation.
2. Utilisation d'autres systèmes à grande capacité, en câble ou sur faisceaux hertziens, conçus sur la base d'objectifs nouveaux plus rigoureux que ceux de l'Avis G.222.

1. *Systèmes à grande capacité existants conformes à l'Avis G.222*

a) *Sélection de voies*

En règle générale, sur la base de considérations relatives au trafic et d'autres considérations pratiques, il apparaît que la sélection de voies ne serait intéressante que si l'on pouvait disposer de 10 % au moins des voies d'un système comme voies à faible bruit.

Faisceaux hertziens — D'après les renseignements limités parvenus jusqu'ici, il semble qu'on ne puisse pas obtenir ce pourcentage de voies à faible bruit dans le cas général, mais que certains systèmes puissent offrir la possibilité de procéder ainsi.

Systèmes en câble — La sélection de voies est susceptible de fournir 10 % (ou même davantage dans certains cas) de voies à 1 pW/km, et 30 % (ou davantage) de voies à 1,5 pW/km, sans inconvénient pour la marge du système.

b) *Adaptation*

Cette solution oblige à mettre des voies hors service, à supprimer ou à modifier les caractéristiques de préaccentuation afin d'élever le niveau effectif à l'émission des voies à faible bruit.

Faisceaux hertziens — Pour les faisceaux hertziens existants, les études théoriques et les quelques mesures qui ont été effectuées donnent à penser que la suppression des caractéristiques de préaccentuation permettrait d'obtenir les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

TABEAU

NOMBRE DE VOIES À FAIBLE BRUIT PROCURÉES PAR L'ADAPTATION DU SYSTÈME
(Réduction de la charge à 65 % des voies et suppression de la préaccentuation)

Capacité en voies du système		Nombre de voies à faible bruit		Nombre de voies normales
Nominale	65 %	1 pW/km	1,5 pW/km	1,5 pW/km à 3 pW/km
1800	approx. 1200	approx. 240	approx. 400	approx. 800
1200	» 800	» 180	» 300	» 500
960	» 600	» 150	» 240	» 360
600	» 360	» 140	» 220	» 120
480	» 300	» 120	» 200	» 100
N	» 0,65N	» $5,5 \sqrt{N}$	» $9 \sqrt{N}$	—

Dans certains cas, où la caractéristique de préaccentuation et l'excursion sont remplacées par les valeurs correspondant à un système ayant une capacité en voies plus petite, il apparaît que — dans certaines circonstances tout au moins — il est possible d'obtenir pour les voies à 1 pW/km un pourcentage pouvant atteindre 55 % du nombre total de voies. Dans d'autres cas, où l'on modifie uniquement la préaccentuation, le pourcentage de voies à 1,5 pW/km serait d'environ 50 % du nombre total de voies, avec un pourcentage plus petit pour les voies à 1 pW/km.

Systèmes en câble — Pour les systèmes en câble, l'adaptation considérée consiste à réduire la largeur de bande du signal d'entrée et à modifier la préaccentuation en fonction de la fréquence maximale transmise en ligne, dont la valeur se trouve réduite (les fréquences des ondes pilotes conservent leurs valeurs initiales). On règle ensuite le niveau à l'émission pour obtenir le bruit minimal.

Une étude théorique (voir l'annexe 2) montre que plus de 67 à 74 % de la capacité normale en voies restera disponible si l'on veut réduire la puissance de bruit initiale dans le rapport de un à trois. Le pourcentage le plus faible s'applique au cas où l'on a un affaiblissement de 30 dB, à la fréquence maximale, dans une section du système initial, tandis que le pourcentage le plus fort correspond à une valeur d'affaiblissement de 40 dB par section. Si l'on veut obtenir une amélioration dans le rapport de un à deux, la capacité disponible sera de 78 à 82 %, toutes choses égales d'ailleurs. Le résultat est nettement meilleur dans ce cas. Dans la pratique réelle, le résultat sera probablement meilleur dans les deux cas.

2. *Autres systèmes à grande capacité construits en fonction d'objectifs plus rigoureux que ceux de l'Avis G.222*

Cette méthode fait l'objet de la Question 10/C.

ANNEXE 2 (à la Question 3/C)

Estimation, à partir de considérations sur la capacité en répéteurs, du nombre de voies à faible bruit qu'on peut obtenir sur des systèmes en câble conçus d'après l'objectif de bruit de 3 pW/km
(Contribution de l'I.T.T.)

Capacité en répéteurs — Exigences du système

La capacité en répéteurs (A) est définie par:

$$A = S + 10 \log_{10} R^2 N \text{ dB}$$

Dans cette formule:

R = nombre de sections d'amplification dans une section homogène de 278 km

N = capacité normale en voies

S = affaiblissement d'une section d'amplification à la fréquence maximale normale, proportionnel à $\sqrt{N}$

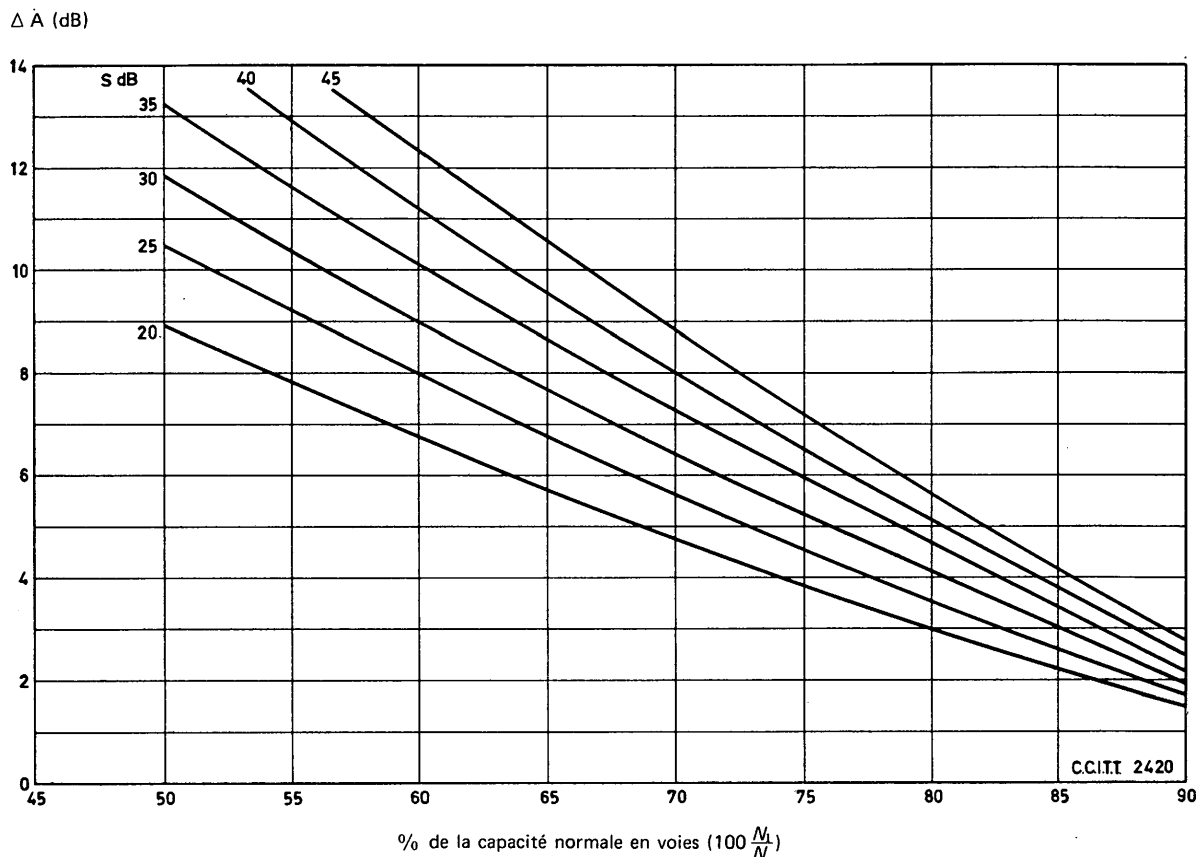
Si le nombre des voies utilisées est limité aux N_1 voies inférieures, les exigences en ce qui concerne la capacité en répéteurs sont réduites de ΔA dB et:

$$A - \Delta A = S \sqrt{\frac{N_1}{N}} + 10 \log_{10} R^2 N_1$$

En retranchant cette formule de celle qui donne A , il vient:

$$\Delta A = S \left(1 - \sqrt{\frac{N_1}{N}} \right) + 10 \log_{10} \frac{N}{N_1} \text{ dB.}$$

Dans la figure 1, ΔA est représenté en fonction de $\frac{N_1}{N_2}$ pour diverses valeurs de S (en dB).



S = affaiblissement par section à la fréquence maximale du système initial

FIGURE 1. — Réduction de la capacité en voies en fonction de la réduction ΔA de la capacité en répéteurs
(Espaceur fixe entre les répéteurs)

Capacité en répéteurs — objectif de bruit

Pour un système normal, on admet que le répéteur correspond à une certaine valeur de bruit. Il s'agit d'améliorer la qualité au point de vue du bruit de X dB en réduisant le nombre des voies, en rectifiant la préaccentuation et en reréglant les niveaux d'émission.

Le facteur A du répéteur dépend d'une part du niveau acceptable à l'émission, lequel est déterminé par la distorsion de non-linéarité, d'autre part du niveau acceptable à la réception, qui est déterminé par le bruit thermique (fréquence maximale transmise en ligne).

Si l'objectif de bruit par kilomètre est réduit de X dB, le niveau d'émission doit être réduit de $\frac{X}{2}$ dB, si l'on admet que la distorsion de non-linéarité du 3^e ordre est prédominante, et le niveau de réception doit être augmenté de X dB, de telle sorte que l'affaiblissement de la section doit être réduit de $\frac{3X}{2}$ dB.

Il s'ensuit que le facteur de capacité en répéteurs diminuera de $\frac{3X}{2}$ dB. Pour une réduction du bruit dans le rapport de un à trois:

$$\Delta A = 15 \log_{10} 3.$$

En utilisant cette valeur pour ΔA dans la figure 1, on peut lire la valeur de la fraction N_1/N pour des valeurs spécifiées de S .

Question 4/C. — Puissance moyenne horaire du bruit, pour les faisceaux hertziens*(Suite de la Question 4/C, étudiée en 1968-1972)*

- a) Comment convient-il d'interpréter et d'appliquer en pratique, dans le cas de faisceaux hertziens, la clause relative à la puissance psophométrique moyenne au cours d'une heure quelconque (alinéa a.1.1 de l'Avis G.222) ?
- b) Convient-il d'élaborer une nouvelle règle pour la subdivision de la puissance moyenne horaire du bruit parmi les sections homogènes, en complément ou en remplacement de celle qui figure au point b, paragraphe 4, de l'Avis G.222 ?

Remarque. — Les résultats de l'étude de la Question 5/XII (8/XVI) seront transmis à la Commission mixte spéciale C.

Question 5/C. — Charge artificielle pour les systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs*(Suite de la Question 5/C, étudiée en 1968-1972)*

Pour simuler le signal multiplex téléphonique à l'occasion de mesures de bruit d'intermodulation sur des systèmes à courants porteurs ayant une capacité inférieure à 60 voies en câble ou sur faisceau hertzien, quel genre de charge artificielle devrait-on recommander de manière à se rapprocher autant que possible des conditions réelles en exploitation normale pendant la période chargée ?

Remarques. — Dans cette étude, on tiendra compte en particulier des points suivants :

1. Plusieurs Administrations estiment que la méthode la plus simple et la plus pratique, pour les essais (en dehors de l'exploitation réelle) de systèmes ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques, consiste à appliquer un signal constitué par un bruit blanc et défini comme la charge conventionnelle utilisée pour les calculs dans l'Avis G.223. A titre provisoire, on peut utiliser le niveau indiqué dans cet Avis, mais il y a lieu d'étudier si un niveau un peu plus élevé donnerait une représentation plus réaliste pour les systèmes à petit nombre de voies considérées dans cette question (voir l'annexe 1).
2. Il a aussi été proposé, pour les systèmes à petit nombre de voies et à titre de méthode de maintenance, d'appliquer à une ou deux voies le signal téléphonique conventionnel défini dans l'Avis G.227 et de mesurer les perturbations qui apparaissent sur une autre voie du système. A titre d'exemple, une telle méthode est décrite dans l'annexe 2.
3. Les Administrations sont priées d'étudier des méthodes appropriées pour engendrer un signal simulant le signal multiplex téléphonique dans le cas de systèmes ayant une capacité inférieure à 12 voies téléphoniques, par exemple de trois à six voies.
4. Les Administrations sont priées d'indiquer quels sont les pourcentages normaux d'utilisation des systèmes à petit nombre de voies téléphoniques, circuits support de télégraphie harmonique, circuits pour transmissions de données et circuits pour transmissions radiophoniques. Cette étude doit être conduite en liaison avec celle du réexamen de la charge conventionnelle (voir Question 1/C).
5. Il est rappelé qu'il existe des recommandations détaillées du C.C.I.T.T. pour les caractéristiques des répéteurs intermédiaires dans les systèmes sur paires symétriques.
6. Il a été signalé à la Commission d'études IV du C.C.I.T.T. que, selon l'opinion de la Commission mixte spéciale C, la méthode de mesure de la distorsion de non-linéarité décrite à la page 266 du tome IV du *Livre Bleu* (Supplément n° 5) ne convient pas pour vérifier si un système satisfait aux objectifs de bruit.

ANNEXE 1

(à la Question 5/C)

(Contribution de la France)

Le projet d'un système à courants porteurs repose sur des calculs faisant intervenir un certain nombre d'hypothèses et de conventions, en particulier en ce qui concerne la charge conventionnelle représentant le signal multiplex (voir Avis G.223, paragraphe 2). Il semble opportun d'utiliser, pour les mesures, un signal simulant le signal

multiplex ayant les mêmes caractéristiques que celui utilisé pour le calcul, afin de pouvoir comparer facilement les résultats du calcul et les résultats des mesures. Il est bien connu que, pour un petit nombre de voies, un bruit erratique à spectre uniforme est une mauvaise représentation du signal réel; mais, en l'absence de propositions d'un signal facile à produire et représentant mieux le signal, on estime que l'adoption, à la fois pour le calcul et les mesures, d'un bruit erratique à spectre uniforme, dont le niveau absolu de puissance moyenne conventionnel a été d'ailleurs choisi intentionnellement assez élevé, est justifiée par des raisons de simplicité.

ANNEXE 2 (à la Question 5/C)

Charge artificielle pour les systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs (Contribution de BUDAVOX, Compagnie des télécommunications de Budapest, Hongrie)

1. Généralités

Dans le cas de 12 voies ou moins, la règle donnée par l'Avis G.222 pour la détermination de la charge artificielle servant à mesurer le bruit d'intermodulation ne semble pas acceptable. Nous supposons donc qu'il faut utiliser un genre spécial de signal de charge artificielle afin d'obtenir une simulation parfaite du signal vocal réel pour la mesure des équipements à faible nombre de voies.

Nous donnons ci-après une brève description d'un générateur de signaux vocaux simulés, que nous avons réalisé, conçu et proposé pour des mesures de systèmes téléphoniques à courants porteurs à 3, 6, 8 et 12 voies, de même que pour des mesures à effectuer en laboratoire en vue de la vérification et de la comparaison avec d'autres genres de générateurs de signaux équivalents de charge artificielle.

2. Conditions

Les propriétés statistiques du signal vocal, considéré en tant que processus stationnaire et stochastique, étaient habituellement caractérisées par les deux fonctions ci-après:

- a. $\Phi(U_s)$: fonction de probabilité des valeurs instantanées d'amplitude par rapport à la valeur moyenne quadratique (voir la courbe a de la figure 1) qui a une distribution non gaussienne comme l'ont prouvé Holbrook et Dixon;
- b. $G(\omega)$: fonction de densité de puissance (spectre) qui est donnée par l'Avis G.227.

Les sources artificielles de signaux utilisées précédemment étaient toutes conformes à la condition b seulement, c'est-à-dire qu'elles comprenaient des générateurs de bruit blanc avec probabilité normale de distribution des amplitudes instantanées, $\Phi(U_n)$ (voir la courbe b de la figure 1).

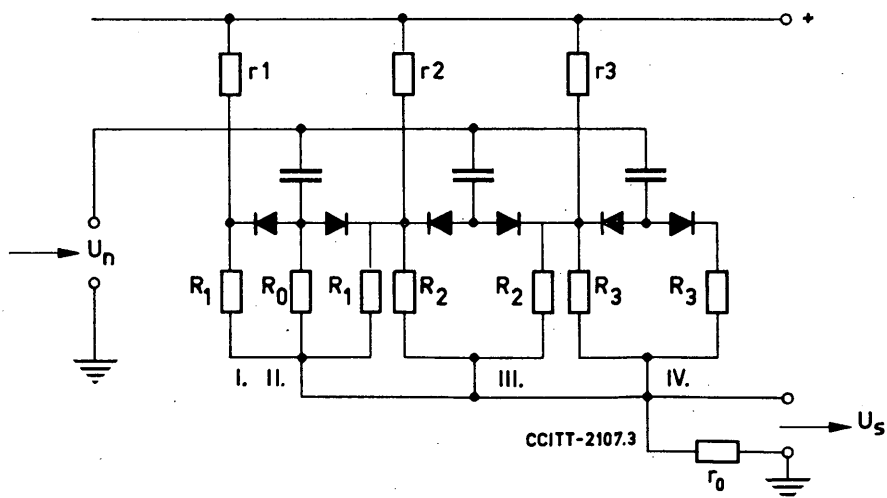
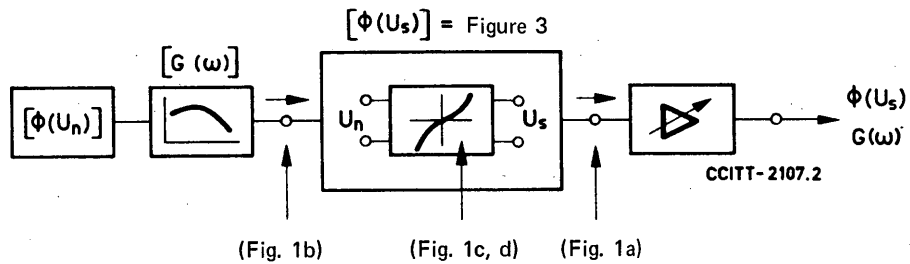
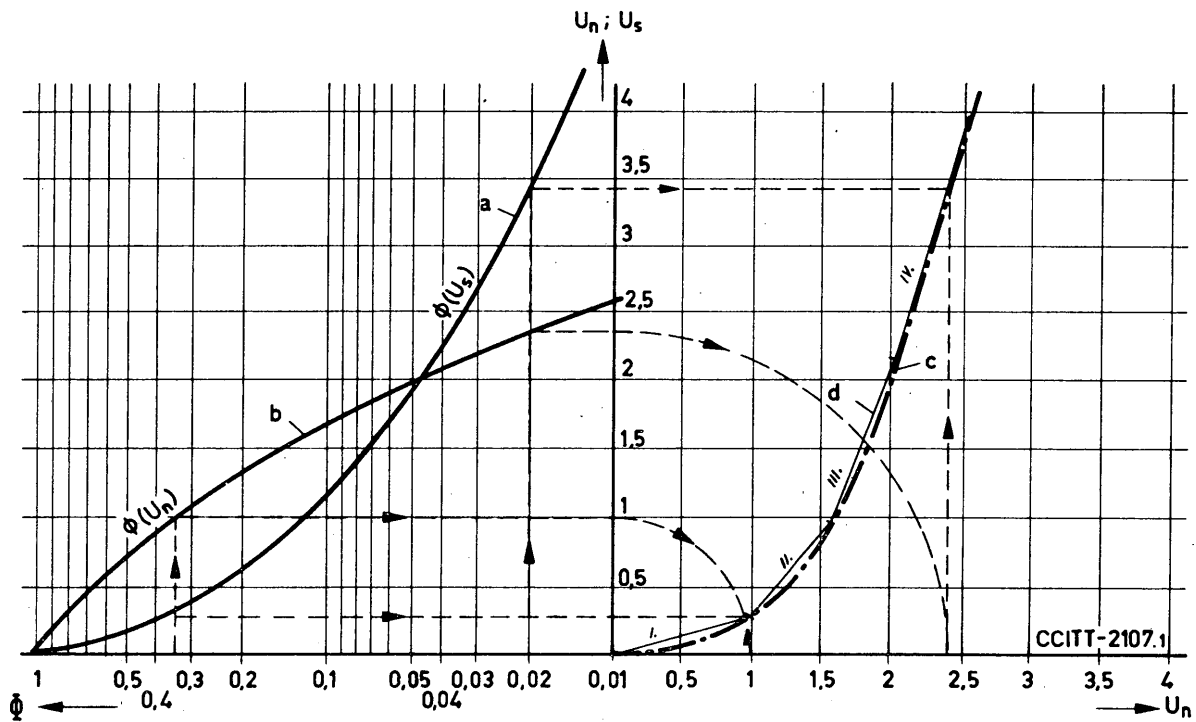
Les différences entre ces deux courbes sont particulièrement grandes dans les cas de crêtes de tension élevées, qui sont de quatre à cinq fois plus fréquentes dans la conversation que dans le bruit blanc normal et qui ont alors une influence plus décisive sur les phénomènes d'intermodulation. Il est donc nécessaire d'adopter un générateur simulant le signe vocal à partir des deux points de vue statistiques a et b cités ci-dessus. C'est sur ces conditions (figure 3) que nous avons conçu et essayé un générateur de signaux vocaux simulés (figure 2).

3. Le générateur de signaux vocaux simulés

On voit sur la figure 2 une source normale de bruit blanc symbolisée par $\Phi(U_n)$ dont le signal de sortie après avoir passé par un réseau filtrant RC, donne lieu au signal qui satisfait à la condition b du paragraphe 2 et à la courbe b de la figure 1. L'étage suivant est un réseau non linéaire $\Phi(U_s)$ qui transforme la distribution normale en une autre correspondant à la condition a du paragraphe 2, et représentée par la courbe a de la figure 1. L'amplificateur de sortie donne alors le signal désiré simulant la parole, conforme aux fonctions $\Phi(U_s)$ et $G(\omega)$.

La caractéristique de transformation dynamique dudit réseau non linéaire a été établie graphiquement (voir la partie droite de la figure 1). Le résultat de cette opération est une courbe c et une fonction $U_s = f(U_n)$.

La réalisation technique de cette caractéristique a été obtenue à l'aide d'une bonne approximation pratique de la courbe c par une courbe d composée de segments linéaires I, II, III et IV. Ces quatre régions linéaires du réseau non linéaire ont été réalisées au moyen de combinaisons convenablement conçues de résistances et de diodes polarisées, comme le montre la figure 3.



Il y a lieu de relever également que la densité de puissance du signal d'entrée pourrait être légèrement modifiée par cette transformation dynamique, mais on a tenu compte de cet effet (sous forme d'une précompensation) dans la conception du réseau $[G(\omega)]$.

Le signal final produit à la sortie du générateur décrit ci-dessus s'est révélé — d'après les analyses complètes qui ont été faites — très semblable au signal vocal réel d'une voie téléphonique.

ANNEXE 3
(à la Question 5/C)
Générateur de bruit simulant la parole
(Contribution de la Suisse)

La présente annexe est une description d'études, effectuées en ce moment, sur la charge artificielle à appliquer à des systèmes ou à des parties de systèmes d'une capacité limitée à un petit nombre de voies.

Alors que, dans un système à multiplexage par répartition en fréquence d'une capacité supérieure à 240 voies, l'amplitude du signal a une distribution stochastique normale, il n'en est pas ainsi pour des systèmes portant moins de 240 voies. C'est ce qu'illustre la figure 1, qui contient des courbes de distribution stochastique cumulative pour un bruit gaussien blanc à distribution normale (courbe 1), pour un signal transmis dans un groupe primaire de base (courbe 2) et pour un signal typique sur une voie téléphonique (courbe 3).

Bruit de distorsion

Les distributions stochastiques qui permettent un ajustement des courbes de la figure 1 peuvent être définies en termes analytiques, et la puissance du bruit de distorsion de 2^e ordre et de 3^e ordre peut être ensuite calculée pour chaque signal. On a ainsi trouvé que les signaux qui correspondent aux courbes 1 et 2 donnent lieu à un bruit de distorsion considérablement plus élevé que le signal aux caractéristiques gaussiennes, malgré l'égalité supposée des valeurs quadratiques moyennes.

Bruit d'écrtage

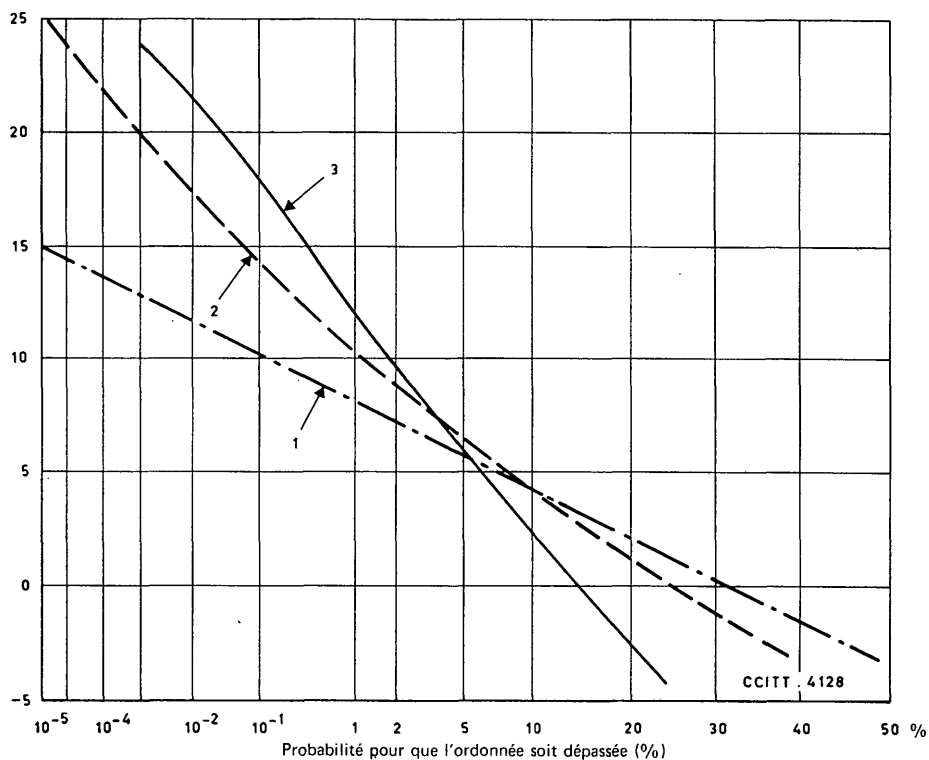
Si l'on suppose la présence d'un écrêteur idéal, c'est-à-dire à limites franches, ayant une caractéristique entrée/sortie linéaire, soit $y(x) = x$ pour $|x| \leq |a|$ et $y = a$ pour $|y| \geq |a|$, on peut calculer aussi le bruit dû à la mutilation des crêtes du signal. L'influence des caractéristiques du signal sur le rapport signal/bruit s'est avérée significative. Ces considérations s'appliquent au cas d'un écrêteur idéal. Or, avec la plupart des écrêteurs pratiquement utilisés, le niveau d'écrtage n'est pas très franchement délimité: leur caractéristique présente, entre sa partie quasi linéaire et son niveau d'écrtage, un raccordement progressif. Ainsi, dans la pratique, il est difficile, pour ne pas dire impossible, de calculer le bruit d'écrtage. Ceux qui sont chargés d'étudier et de réaliser les systèmes sont amenés à réduire au minimum strictement nécessaire les marges de protection contre les surcharges, cela pour des raisons diverses: économie d'énergie; limitation de la température des composants (pour améliorer la longévité et la fiabilité du matériel); entassement des composants dans le matériel moderne (cause d'une élévation de la température interne). Il est donc très important de pouvoir mesurer les caractéristiques du bruit dans des conditions qui correspondent d'aussi près que possible à celles rencontrées en service. En outre, la mesure doit être sensible aux petits défauts de réglage ou de régularité du matériel. Ces deux conditions semblent devoir être satisfaites très convenablement par une méthode de mesure qui mette en jeu des signaux de bruit simulant la parole. Il a donc été décidé de réaliser un générateur qui puisse produire un signal simulant la parole dans une voie téléphonique.

Générateur de bruit simulant la parole

L'élément essentiel de ce générateur est une source de bruit à distribution gaussienne. Ce bruit passe à travers un réseau non linéaire, caractérisé par le fait qu'il donne une distribution stochastique de l'amplitude similaire à celle de la courbe 3 de la figure 1. On peut alors appliquer le signal ayant cette forme d'onde au réseau de pondération qui a été adopté par le C.C.I.T.T. pour produire le signal téléphonique conventionnel défini dans l'Avis G.227. Un amplificateur de sortie porte à 1 mW la puissance du signal et injecte celui-ci dans une charge de 600 Ω . La figure 2 montre les caractéristiques des différents signaux que ce générateur peut produire. Ces signaux peuvent être appliqués aux bornes d'entrée des fréquences acoustiques d'un système multiplex.

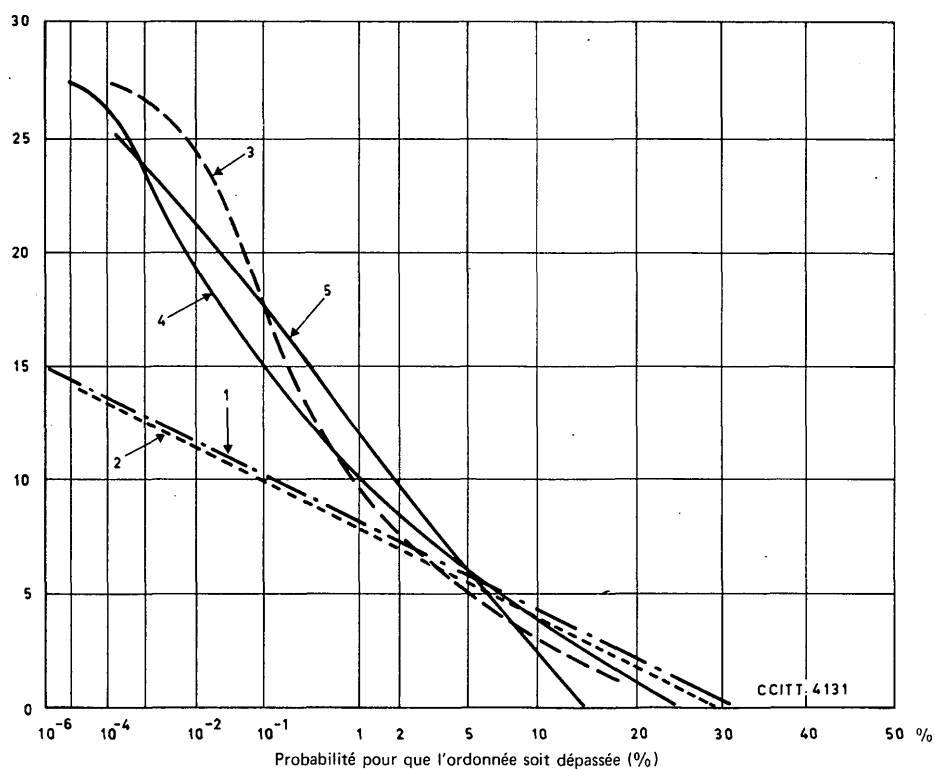
Premiers résultats obtenus

Une première série de mesures a été effectuée sur un appareil de transposition de voie et sur un système comprenant un petit nombre de voies, au moyen des signaux fournis par le générateur de bruit simulant la parole. Les résultats sont représentés à la figure 3. La différence causée par l'emploi d'un bruit simulant la parole au lieu de signaux du type gaussien apparaît clairement.



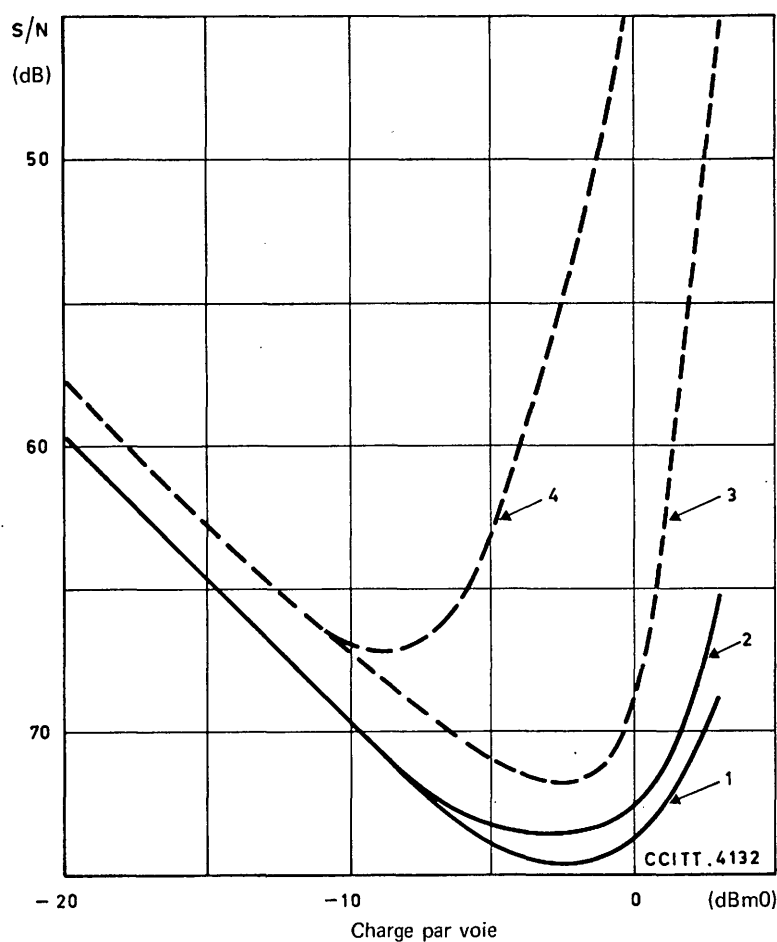
1) à distribution normale; 2) en groupe primaire de base; 3) sur voie téléphonique

FIGURE 1. — Caractéristiques du signal



- | | |
|--|---|
| 1) bruit gaussien, avec réseau de pondération (Avis G.227) | 4) bruit simulant la parole, avec réseau de pondération |
| 2) bruit gaussien, sans réseau de pondération | 5) parole transmise sur une voie téléphonique |
| 3) bruit simulant la parole, sans réseau de pondération | |

FIGURE 2. — Caractéristiques du signal émis par le générateur de bruit simulant la parole



Courbes 1) et 3) bruit gaussien utilisé comme charge
 Courbes 2) et 4) bruit simulant la parole utilisé comme charge
 Courbes 1) et 2) équipement de transposition de voie, 10 voies chargées
 Courbes 3) et 4) système à courants porteurs à 6 + 6 voies, 5 voies chargées

FIGURE 3. — Rapport signal/bruit (S/N) dans une voie téléphonique

Conclusion

Au présent stade de ces études, on ne peut pas tirer de conclusions définitives sur l'utilisation que recevront finalement les signaux de bruit simulant la parole. Dans un proche avenir, ils seront utilisés largement dans une série d'essais dont l'exécution est prévue.

Une fois établie l'utilité de ces signaux, il y a des chances qu'on étudie un générateur du même genre pour produire des signaux simulant la charge dans un groupe primaire de base, dont la distribution stochastique serait à peu près du type $\exp(-x)$.

Référence

On pourra trouver un exposé plus détaillé de ces problèmes dans la publication suivante:

H. K. PFYFFER et M. SUREMANN: Discussion de quelques problèmes de mesure du bruit sur les systèmes de transmission. *Bulletin technique P.T.T.*, N° 3, 1971 (*Technische Mitteilungen P.T.T.*).

Question 6/C. — Méthode de mesure du bruit produit par les équipements de modulation*(Question nouvelle)**Considérant :*

1) que l'Avis G.222 fixe, en son paragraphe *d*, des objectifs pour les projets de construction en ce qui concerne la puissance de bruit produit par les divers équipements de modulation dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquences;

2) que ce bruit provient de diverses sources (bruit thermique, intermodulation, diaphonie, bruit d'alimentation, etc.);

3) que le C.C.I.T.T. n'a donné jusqu'à maintenant aucune indication sur la méthode de mesure à suivre pour évaluer le bruit des étages de modulation; que diverses pratiques sont appliquées, de sorte que l'on aboutit à des conclusions différentes sur l'acceptabilité du matériel.

Il y a lieu d'étudier la question suivante:

- a) est-il souhaitable d'émettre un Avis qui définisse une méthode de mesure à appliquer pour vérifier que les dispositions de l'Avis G.222 sont satisfaites ?
- b) dans l'affirmative, comment doit-on spécifier cette méthode ?

Remarque 1. — On devra tenir compte de l'Avis G.228, relatif à la mesure du bruit de circuit.

Remarque 2. — La Question 13/XV a également quelque rapport avec cette question.

Question 7/C. — Caractéristiques d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande

(Suite de la Question 7/C étudiée au cours de la période d'études 1968-1972; à étudier en coopération avec la Commission d'études IV et la Commission spéciale A du C.C.I.T.T.)

a) Les caractéristiques provisoires de l'appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande recommandées dans l'Avis H.16 sont-elles acceptables ? Si elles ne le sont pas, quels changements convient-il de leur apporter ?

b) Quelles caractéristiques doit-on recommander pour les filtres:

1. dans le cas de mesures à effectuer dans la bande du groupe primaire et du groupe secondaire de base ?
2. dans le cas de mesures à effectuer dans la bande de base ?
3. dans le cas d'autres circuits à large bande ?

Remarque. — L'annexe 1 à la présente question décrit les caractéristiques des filtres utilisés par l'A.T. & T. L'annexe 2 suggère une application possible pour ces appareils.

ANNEXE 1

(à la Question 7/C)

Caractéristiques des filtres d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande

(Contribution de l'American Telephone & Telegraph Company)

L'appareil actuellement utilisé par l'A.T. & T. pour la mesure du bruit impulsif sur les circuits de transmission de données à large bande possède une largeur de bande maximale comprise entre 4 et 560 kHz¹. Des filtres enfilables permettent de choisir des largeurs différentes à l'intérieur de cette gamme. Des caractéristiques de réponse typiques par rapport à 25 kHz sont indiquées dans le tableau 1. Pour l'essentiel, ces filtres sont utilisés aux fréquences de la bande de base plutôt qu'aux fréquences des groupes primaires et secondaires de base dans l'équipement à courants porteurs. Pour l'heure, on n'a pas encore étudié des filtres directement utilisables aux fréquences des groupes primaires et secondaires, à cause des caractéristiques plus sévères qui seraient nécessaires pour assurer une élimination satisfaisante des pilotes et des signaux des voies adjacentes.

¹ L'expérience de l'A.T. & T. avec l'appareil existant a montré qu'en prévoyant une largeur de bande maximale de 150 Hz à 560 kHz, on pallierait la nécessité d'employer des appareils de mesure de bruit impulsif aux fréquences vocales pour compléter les mesures faites aux largeurs de bande étendues.

TABLEAU 1
CARACTÉRISTIQUE TYPE DE RÉPONSE EN FRÉQUENCE
(par rapport à 25 kHz)

	Réponse (dB)	Fréquence (kHz)	
		inférieure	supérieure
1. Circuits de comptage de bruit impulsif (pondération uniforme)	— 1	7	250
	— 3	4	560
	—10	2	1 000
2. Circuits de mesure de bruit continu (pondération uniforme)	— 1	6	450
	— 3	3,7	630
	—10	2,19	1 000
3. Pondération de 10 à 50 kHz	— 1	9,2	52
	— 3	9,1	53
	—10	8,7	56
	—20	8,2	60
	—35	7,5	65
4. Pondération à 230,4 kbits/s	— 1	6	80
	— 3	3,7	130
	—10	2	195
	—20	1,2	215
	—35	0,7	233
5. Pondération dans le cas d'un visiophone	— 1	6	30
	— 3	3,7	60
	—10	2,0	170
	—20	1,2	410
	—35	0,7	680

ANNEXE 2
(à la Question 7/C)

Applications des appareils de mesure des bruits impulsifs pour transmission de données à large bande
(Contribution de L. M. Ericsson)

L'une des applications que l'on peut prévoir pour un tel appareil est la détermination de l'ampleur des brouillages impulsifs sur les lignes utilisées, ou destinées à être utilisées, pour réaliser des systèmes MIC des types que la Commission spéciale D est en train de normaliser.

A cet effet, il serait bon que la limite supérieure de la bande pût être portée à une valeur adéquate pour les mesures sur les systèmes MIC à 2048 Mbit/s. Les techniques modernes, à notre avis, le permettent. Si la chose est considérée comme nécessaire, on pourrait, semble-t-il, remonter légèrement la limite inférieure (qui est de 4 kHz), car il ne semble guère probable que l'on aura besoin de faire des mesures dans une bande qui descende au-dessous de 10 kHz.

Question 8/C. — Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme
(Suite de la Question 8/C, étudiée en 1968-1972)

a) Est-il possible en pratique de recommander une méthode d'évaluation du bruit de circuit, dans les systèmes qui ne sont pas considérés dans l'Avis G.228 du C.C.I.T.T. (tome III du *Livre Vert*) ni dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R., en simulant la charge au moyen d'un signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, de manière à parvenir à la précision requise par ces Avis.

b) Dans l'affirmative, quelles doivent être les caractéristiques de l'équipement correspondant et quelle méthode de mesure doit-on recommander?

Remarque — Dans l'étude de cette question, il y a lieu d'examiner les applications particulières qui font l'objet des Annexes 1 et 2.

ANNEXE 1
(à la Question 8/C)

Caractéristiques techniques des filtres utilisés dans les appareils de mesure appliquant la technique de la charge par bruit erratique à spectre uniforme — Précision de ces mesures

(Contribution commune du Post Office du Royaume-Uni
et de l'International Telephone and Telegraph Corporation)

1. *Introduction*

Les limites spécifiées dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R. (Oslo, 1966), concernant un mesureur de bruit avec charge par bruit erratique à spectre uniforme, se rapportent à un objectif de précision globale de ± 2 dB ou mieux, pour les mesures faites sur des faisceaux hertziens en exploitation. Avec le même appareil, et en appliquant les méthodes ainsi que les corrections recommandées dans l'Avis G.228, il est possible d'obtenir une précision de mesure globale de ± 1 dB par exemple.

Il est souhaitable que ces précisions soient réalisées également avec les futurs appareils similaires, pour les mesures faites sur des systèmes de transmission qui ne sont pas encore normalisés; on pourrait proposer dans l'avenir des adjonctions au texte de l'Avis 399-1 du C.C.I.R., pour rendre compte des mesures de cette espèce.

Dans ce but, on trouvera ci-après des indications sur la méthode employée pour établir des relations entre les caractéristiques pertinentes de l'appareil de mesure spécifié dans l'Avis 399-1 du C.C.I.R. et l'objectif de précision.

On peut penser que ces renseignements, s'ils recueillent d'une façon générale l'approbation du C.C.I.T.T., pourraient être incorporés dans l'Avis G.228.

Les composantes d'erreur considérées dans ce texte sont celles que l'on peut attribuer aux limitations internes qui affectent l'appareil de mesure lui-même. Dans certains cas particuliers, on peut avoir des erreurs imputables à des interactions intempestives entre l'appareil de mesure et le système soumis à la mesure. Par exemple, le bruit utilisé comme signal d'essai pourrait fort bien perturber l'onde pilote de régulation du système en ligne, et modifier le gain du système. Dans la présente annexe, il n'est pas tenu compte des erreurs de cette espèce.

2. *Filtres supresseurs de bande*

2.1 *Choix de la fréquence centrale*

Dans tous les cas, lorsqu'on choisit les fréquences centrales nominales des filtres supresseurs de bande (c'est-à-dire des voies de mesure), il convient de tenir compte de la nécessité de réduire à un minimum la discrimination conjointe du couple de filtres limiteurs de bande, lorsque le filtre supresseur de bande procure une voie de mesure extérieure. Au paragraphe 3.2 de l'Avis 399-1 du C.C.I.R., il est dit que «la dispersion des valeurs de l'affaiblissement introduit par un couple quelconque de filtres passe-haut et passe-bas ne devrait pas dépasser 0,2 dB dans une gamme de fréquences englobant les voies de mesures extrêmes».

2.2 *Fuites*

Jointes à la sélectivité du récepteur, la discrimination d'un filtre suppresseur de bande fonctionnant au voisinage de la fréquence centrale détermine la valeur minimale du rapport signal/bruit qui peut être mesuré avec précision. Avec une discrimination de 70 dB pour le filtre suppresseur de bande (Avis 399-1, tableau III), on mesure un rapport de l'ordre de -67 dB lorsque le bruit est en fait négligeable (effet de «fuites»). On obtient une limitation efficace de cet effet de fuites en prescrivant (paragraphe 5 de l'Avis 399-1) que le rapport signal/bruit ne doit pas dépasser -67 dB en cas de connexion directe à un appareil émetteur pourvu de filtres éliminateurs de bande qui satisfont tout juste aux exigences de discrimination spécifiées dans le tableau III de l'Avis 399-1.

2.3 Largeur de bande effective

2.3.1 Produits de non-linéarité du troisième ordre

L'affaiblissement du signal de bruit au voisinage de la voie de mesure, introduit par un filtre éliminateur de bande, est à l'origine d'une lecture par défaut des produits de non-linéarité du troisième ordre dans la voie de mesure en question. Cette lecture par défaut est proportionnelle à la largeur de bande effective du filtre éliminateur. La largeur de bande effective correspond en première approximation aux points à 3 dB de la caractéristique affaiblissement/fréquence du filtre.

Si l'on applique les méthodes décrites aux paragraphes *b 3* et *4* de l'Avis G.228, la lecture par défaut, dans un système sans préaccentuation, est de l'ordre de 0,05 dB pour un filtre placé dans la voie de mesure supérieure, la largeur de bande effective de ce filtre représentant 1 % de la largeur de bande du système. L'erreur introduite par un filtre est maximale lorsque ce filtre fournit la voie de mesure supérieure d'un système. Si le filtre est utilisé dans un système à largeur de bande plus grande (ce qui correspond à une voie de mesure intermédiaire dans le système), sa largeur de bande représente un pourcentage plus petit de celle du système, et l'erreur correspondante est plus petite.

En présence d'une préaccentuation, l'erreur se trouve accrue dans le rapport de la densité du signal au voisinage de la voie de mesure du système avec préaccentuation à la densité du signal dans le système sans préaccentuation.

Pour des filtres éliminateurs de bande du type *self-capacité* (Avis 399-1 du C.C.I.R., tableau III), les valeurs recommandées de la largeur de bande effective sont telles que les lectures par défaut des produits de non-linéarité du troisième ordre sont comprises entre 0,25 et 0,30 dB lorsque les filtres fournissent les voies de mesure supérieures des systèmes sans préaccentuation. Cette gamme d'erreur devient 0,60-0,75 dB pour un système avec préaccentuation conforme aux dispositions de l'Avis 275-2 du C.C.I.R. Le C.C.I.T.T. n'a pas normalisé la préaccentuation utilisée dans les systèmes en ligne; si le degré de préaccentuation est supérieur aux valeurs spécifiées dans l'Avis 275-2, la gamme d'erreur est accrue en conséquence.

A titre d'exception, les erreurs imputables au filtre 270 kHz utilisé dans des systèmes à 60 circuits sont un peu plus élevées. On rencontre des difficultés d'ordre technique lorsqu'on cherche à ramener, dans des conditions économiques acceptables, la largeur de bande effective de ce filtre à des valeurs inférieures à ± 8 kHz. Au demeurant, autant qu'on puisse en juger, des préaccentuations supérieures aux valeurs prescrites dans l'Avis 275-2 sont rarement utilisées dans des systèmes ayant cette capacité, voire même jamais.

Dans la pratique, les largeurs de bande effectives des filtres éliminateurs à quartz n'ont guère d'influence sur les erreurs de mesure.

2.3.2 Produits de non-linéarité du second ordre

Dans les systèmes de transmission de grande longueur, les produits de non-linéarité du troisième ordre représentent un pourcentage plus important du bruit total du système que les produits du second ordre. C'est la raison pour laquelle les valeurs recommandées des largeurs de bande maximales des filtres éliminateurs ont été déterminées sur la base des objectifs de précision pour la mesure des produits du troisième ordre.

Il n'en reste pas moins que l'on peut être encore amené à utiliser l'appareil de mesure pour étudier des cas dans lesquels il y a prédominance des produits du second ordre. Les corrections à appliquer pour tenir compte des largeurs de bande connues des filtres peuvent être faites sur la base suivante:

- a) si l'on admet, ici encore, l'application des méthodes *b 3* et *4* de l'Avis G.228, l'erreur dans la lecture des produits de non-linéarité du second ordre introduite par le filtre éliminateur de bande correspond à une lecture par excès, et non plus à une lecture par défaut comme dans le cas du produit du troisième ordre;

- b) la lecture par excès est proportionnelle à la largeur de bande effective du filtre éliminateur, exprimée comme un pourcentage de la largeur de bande du système. En première approximation, et en supposant que le système fonctionne sans préaccentuation, la proportionnalité se définit à peu près comme suit :
- pour les voies de mesure se trouvant au voisinage de la limite inférieure de la largeur de bande du système : une largeur de bande effective correspondant à 1 % de la largeur de bande du système entraîne une lecture par excès de 0,05 dB ;
 - pour les voies de mesure se trouvant au centre ou au voisinage de la limite supérieure de la bande du système : une largeur de bande effective correspondant à 1 % de la largeur de bande du système donne une lecture par excès de 0,1 dB ;
- c) si le filtre éliminateur fonctionne au voisinage de la limite inférieure de la bande du système, c'est-à-dire si la densité des produits du second ordre a tendance à être maximale, une préaccentuation dans le système a pour effet de réduire l'erreur imputable à une valeur donnée de la largeur de bande du filtre dans la même proportion que la densité du signal à cette fréquence est réduite par la préaccentuation.

3. *Filtres limiteurs de bande*

Dans le but de réduire le nombre de filtres différents, on a dans certains cas fait des compromis entre la valeur *nominale* de la fréquence de coupure effective et la fréquence limite de la largeur de bande du système.

Pour les systèmes de grande capacité, il peut aussi y avoir une différence importante entre la largeur de bande $4N$ kHz (N étant la capacité du système exprimée en voies téléphoniques) et la largeur de bande du système (Avis 399-1 du C.C.I.R., tableau II).

Aucun de ces deux facteurs ne peut être considéré comme une limitation interne de l'appareil de mesure. Néanmoins, ils entraînent comme conséquence que la densité moyenne du signal de charge s'éloigne sensiblement de -15 dBm0 par bande de 4 kHz, d'où des différences dans l'étalonnage et les mesures. Si on le juge opportun, on peut facilement corriger l'un ou l'autre de ces effets, ou les deux, par un réglage approprié durant l'étalonnage (Avis G.228, c 1).

Les différences entre la largeur de bande effective et la largeur de bande nominale du signal de charge ont d'autres conséquences :

- a) une erreur sur la densité du signal, analogue à celle qui serait introduite par une valeur approchée de la fréquence de coupure nominale ;
- b) des erreurs dans la mesure des produits de non-linéarité du troisième ordre, notamment dans les voies de mesure supérieures, ces erreurs pouvant être attribuées à des imperfections des filtres passe-bas (cet effet est analogue à celui des filtres éliminateurs de bande dont il a été question plus haut).

Les tolérances recommandées sur les valeurs nominales des fréquences de coupure sont telles que les largeurs de spectre effective et nominale du signal de charge ne peuvent pas différer de plus de 1 %. Cela étant, les erreurs d'étalonnage imputables à cette imperfection ne dépassent pas environ 0,05 dB.

Dans tous les cas, les tolérances sur les fréquences de coupure effectives des filtres passe-bas sont inférieures à 1,0 % de la largeur de bande nominale du système ; dans la plupart des cas, elles sont inférieures à 0,8 % de cette largeur de bande. Une différence de 0,8 % entraîne une erreur de 0,1 dB dans la mesure du bruit de non-linéarité du troisième ordre, dans le cas où l'on a une préaccentuation conforme aux dispositions de l'Avis 275-2 du C.C.I.R. Même si l'on prévoit des degrés d'accentuation plus grands, l'erreur maximale imputable à cette cause ne devrait pas dépasser 0,15 dB.

4. Précision globale

Le bruit présent dans une voie de mesure est la somme du bruit qui existe en l'absence de charge (bruit de fond, principalement d'origine thermique) et du bruit résultant de l'application du signal de charge. La puissance du bruit s'exprime par la puissance du signal mesurée dans la même largeur de bande, avant la mise en circuit du filtre éliminateur de bande; il s'agit par conséquent d'un rapport de densités de bruit.

La mesure du signal et celle du bruit sont entachées d'erreurs. De plus, le bruit introduit par la non-linéarité est sensible à certaines erreurs qui n'affectent pas le bruit de fond. On trouvera dans le tableau 1, pour chaque catégorie de mesure, les erreurs susceptibles de se produire dans la pratique, ainsi que leur valeur approximative, compte tenu des dispositions de l'Avis 399-1 du C.C.I.R.

On voit que les gammes des erreurs probables, dans la mesure des rapports de densités de bruit, se trouvent en deçà des limites de l'objectif de précision globale (± 2 dB), avec une marge suffisante.

TABLEAU 1

PRINCIPALES COMPOSANTES D'ERREURS ET VALEURS APPROXIMATIVES DE CES COMPOSANTES

(Mesures effectuées selon la méthode de la charge par signal de bruit erratique à spectre uniforme)

Cause (1)	Estimation de la composante d'erreur dans le récepteur (dB)		
	Puissance du signal (2)	Bruit thermique (3)	Bruit de non-linéarité du troisième ordre (4)
Irrégularité du signal de charge	$\pm 0,5$		
Erreur sur la largeur de spectre du signal de charge	$\pm 0,1$		$\pm 0,15$
Discrimination à l'égard des voies de mesure (filtres passe-haut et passe-bas)	$-0,1 \pm 0,1$		
Réglage de la puissance de charge	$\pm 0,2$		$\pm 0,6$
Erreur sur la lecture de l'appareil de mesure	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Erreur sur l'affaiblisseur		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
Effet des filtres éliminateurs de bande			$-0,9 \pm 0,1^a$
Gamme de l'erreur possible	$-0,1 \pm 1,0$	$\pm 0,2$	$-0,9 \pm 1,05$
Erreur probable	$-0,1 \pm 0,6$	$\pm 0,15$	$-0,9 \pm 0,6$

^a Cette estimation de l'erreur s'entend pour un filtre éliminateur de bande du type self-capacité et pour un degré de préaccentuation élevé dans le système. Dans les autres cas, on peut considérer que l'erreur est inférieure.

Mesures des rapports de densité bruit thermique/signal: L'erreur probable dans ces mesures est une combinaison des valeurs inscrites dans les colonnes (2) et (3) du tableau. Sa valeur est $+0,1 \pm 0,6$ dB.

Mesures des rapports de densité bruit de non-linéarité (troisième ordre)/signal: L'erreur probable dans ces mesures est une combinaison des valeurs inscrites dans les colonnes (2) et (4), étant entendu qu'il y a corrélation entre les effets d'une erreur lorsqu'on règle la puissance de la charge respectivement dans la mesure de la puissance du signal et dans celle de la puissance du bruit. La valeur de cette erreur est $-0,8 \pm 0,7$ dB.

ANNEXE 2
(à la Question 8/C)

Voies de mesure du bruit pour systèmes à 60 MHz

Au cours de la réunion de la Commission mixte spéciale C, en février-mars 1968, un groupe de travail a procédé à des échanges de vues pour savoir ce qu'il conviendrait de faire pour compléter l'Avis G.228 en ce qui concerne les systèmes à 60 MHz. Le groupe est parvenu aux premières conclusions suivantes:

1. Un jeu de cinq voies de mesure serait probablement suffisant pour la bande transmise en ligne 4-60 MHz. Pour les fréquences centrales, on pourrait choisir les valeurs suivantes: 5340 kHz, 11 700 kHz, 26 948 kHz, 37 748 kHz et 55 548 kHz.

Les deux fréquences les plus basses de cette liste sont déjà normalisées pour le système à 12 MHz. Les autres fréquences sont choisies de telle manière que l'on ait environ une voie par octave; elles sont situées au milieu des intervalles qui séparent les groupes quaternaires. Cela est sans importance pour les mesures de bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme, mais on a ainsi la possibilité de faire des mesures de surveillance lorsque le système est en service. Il conviendrait toutefois de vérifier si des résidus de courant porteur risqueraient éventuellement de masquer le bruit dans les intervalles entre les groupes quaternaires, rendant ainsi sans objet les mesures en service. On ne se servirait pas des intervalles qui existent à 22 MHz et 41 MHz car ils sont occupés par des ondes pilotes de ligne et aussi pour la raison suivante: dans le cas où l'on dérive en ligne des blocs de groupes quaternaires, les filtres utilisés à cet effet bloqueraient les voies de mesure lors des opérations de surveillance en service. La voie de mesure à 35 748 kHz constituerait la voie la plus élevée dans un système à 40 MHz. Il serait peut-être préférable d'utiliser la fréquence 51 148 kHz au lieu de 55 548 kHz, si l'on devait constater que les objectifs de bruit sont plus difficiles à réaliser au voisinage de cette fréquence.

2. Les caractéristiques détaillées des filtres doivent être étudiées conformément aux principes exposés dans les Avis 399-1 du C.C.I.R. et G.228 (tome III du *Livre Vert*) du C.C.I.T.T. Il se peut que l'on éprouve certaines difficultés à réaliser les nouveaux filtres éliminateurs de bande, à des fréquences aussi élevées.

Question 9/C. — Fiabilité et disponibilité des réseaux locaux

(Question nouvelle, de caractère documentaire)

Les Administrations sont invitées à fournir des renseignements — s'ils sont disponibles — sur leurs réseaux locaux, sous la forme suivante:

Quelles sont la fiabilité et la disponibilité du réseau local ?

Question 10/C. — Circuits fictifs de référence pour systèmes de très grande longueur

(Suite de la Question 10/C, étudiée en 1968-1972)

Le C.C.I.T.T. reconnaît que, dans une grande partie du monde, on a besoin de systèmes capables de fournir des artères de longueur supérieure à 2500 km et dont toutes les voies auraient une qualité au point de vue du bruit (compte non tenu des équipements de modulation à répartition en fréquence) de 1,5 pW/km (ou mieux). La structure de ces artères — par exemple la distance entre les points de modulation (ou de dérivation) — est nettement différente de celle des circuits fictifs de référence de 2500 km qui sont recommandés actuellement pour les systèmes en câble et les faisceaux hertziens. Afin de répondre aux besoins en matière de systèmes ayant cette longueur et cette qualité, il y a lieu d'étudier les points suivants:

a) doit-on définir de nouveaux circuits fictifs de référence ?

et à titre de variante:

b) quelles modifications devrait-on apporter aux circuits fictifs de référence de 2500 km, considérés actuellement ?

Remarque 1. — A titre d'exemple, on trouvera dans l'Annexe une brève description du circuit fictif de référence de 6400 km utilisé actuellement par l'American Telephone and Telegraph Company et par la Canadian Telecommunications Carriers Association. On pourrait envisager d'autres circuits fictifs de référence, par exemple des circuits dont la longueur serait un multiple de 2500 km.

Remarque 2. — Cette question doit être étudiée en premier lieu par la Commission mixte spéciale C, qui pourra demander l'opinion des Commissions d'études compétentes du C.C.I.T.T. et du C.C.I.R.

ANNEXE
(à la Question 10/C)

**Circuit fictif de référence pour système à large bande de grande longueur sur faisceau hertzien ou en câble,
pour la téléphonie**

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company
et de la Canadian Telecommunications Carriers Association)

On trouvera ci-dessous une brève description des caractéristiques essentielles du circuit fictif de référence utilisé aux Etats-Unis et au Canada comme guide pour les projets de construction des systèmes de grande longueur, sur faisceau hertzien et en câble.

1. Le circuit fictif de référence est fondé sur une longueur globale de 6400 km divisée en 16 sections de 400 km.
2. Il est possible d'extraire des voies téléphoniques aux fréquences vocales, aux extrémités de chaque section
3. L'objectif normal pour la puissance psophométrique du bruit dans les voies téléphoniques est d'environ 1,6 pW/km (au point de niveau relatif zéro des voies du système), compte tenu des équipements de multiplexage.
4. Le circuit fictif de référence est utilisé comme guide pour la construction de systèmes pouvant fournir des voies téléphoniques utilisables pour ces circuits nationaux et internationaux, ainsi que pour former des circuits de prolongement pour des lignes intercontinentales.

On soumet la proposition suivante: les caractéristiques du circuit fictif de référence décrites ci-dessus pourraient servir de base pour établir un nouveau circuit fictif de référence du C.C.I.T.T. en vue de constituer les voies de haute qualité nécessaires aux circuits intercontinentaux, ainsi que pour fournir des circuits de meilleure qualité utilisables sur le plan national ou régional.

LISTE DES QUESTIONS ATTRIBUÉES À LA COMMISSION MIXTE SPÉCIALE C (C.C.I.T.T. / C.C.I.R.)

Question n°	Titre abrégé	Observations
1/C	Charge des systèmes à courants porteurs	En liaison avec travaux du GM LTG
2/C	Définitions et études générales relatives à la fiabilité	
3/C	Voies à faible bruit pour circuits de très grande longueur	
4/C	Puissance moyenne horaire du bruit, pour les faisceaux hertziens	
5/C	Charge artificielle pour systèmes procurant moins de 60 voies à courants porteurs	
6/C	Méthodes de mesure du bruit produit par les équipements de modulation	
7/C	Caractéristiques d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande	
8/C	Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre uniforme	
9/C	Fiabilité et disponibilité des réseaux locaux	Question documentaire
10/C	Circuits fictifs de référence pour systèmes de très grande longueur	

Questions relatives à la modulation par impulsions et codage (MIC) confiées à la Commission spéciale D en 1973-1976

Question 1/D. — Planification des systèmes numériques et intégration des services

(Suite de la Question 1/D, étudiée en 1968-1972)

Quelle devrait être la philosophie de base pour la conception et l'introduction des systèmes numériques ? Par exemple, quelles dispositions spéciales faut-il prévoir pour faciliter l'introduction de réseaux numériques intégrés ?

Il y a lieu d'étudier particulièrement les points suivants :

Point a — Possibilité d'intégration des services dans le réseau numérique, y compris les différents services à assurer et la mesure dans laquelle il conviendrait de prévoir dès maintenant l'éventualité d'une intégration future des divers services dans les systèmes de transmission ou de commutation, ou bien dans un réseau numérique avec intégration complète des services ; autrement dit, dans quelles conditions, jusqu'à quel point, pour quels services, de quelle manière et selon quel calendrier serait-il avantageux, du point de vue économique, d'intégrer les services ?

Au cours d'une réunion commune de représentants des Commissions d'études X, XI, spéciale A, spéciale D et du GM/NRD ¹, l'opinion générale a été qu'un réseau numérique avec intégration des services (RNIS) pourrait constituer le réseau mondial de télécommunication idéal pour l'avenir.

Le rapport de cette réunion commune se trouve dans l'annexe 2.

Point b — Définition des communications fictives de référence et des circuits fictifs de référence utilisant des systèmes MIC, et répartition des réductions de qualité. Il conviendra de tenir compte de la nature évolutive du réseau international et des dispositions les plus pratiques des liaisons pour transmission numérique, des multiplex numériques, des modes de commutation numérique avec répartition dans le temps, des satellites AMRT, etc. Voir à ce propos l'Avis G.103.

Point c — Définition des termes utilisés dans la transmission et la commutation MIC et numériques.

Remarque 1. — Dans le cadre de cette question, on examinera des problèmes de caractère général intéressant l'organisation et la planification des travaux de la Commission spéciale D.

Remarque 2. — Il doit être tenu compte des facteurs suivants :

1) Nécessité du passage de la situation actuelle, où coexistent des systèmes de transmission analogiques et numériques et des commutateurs de type spatial (avec ou sans processeurs centralisés), à un éventuel réseau futur intégré et entièrement numérique.

Ce passage se fera progressivement au fur et à mesure que les centraux à commutation numérique temporelle se répandront dans le réseau commuté. Ces centraux pourront, pour commencer, être introduits en divers points du réseau.

Il est essentiel que les caractéristiques des systèmes de transmission MIC recommandés actuellement permettent de réaliser plus tard sans difficultés excessives un réseau numérique international intégré.

Dans la situation actuelle, et au cours d'une période de transition qui durera certainement longtemps, on devra assurer une qualité de transmission satisfaisante à des communications comprenant des circuits analogiques et des circuits établis sur des systèmes numériques, avec commutation spatiale ou temporelle.

2) Définition, en liaison avec 1, d'un circuit fictif de référence comme base pour la conception de chaque catégorie de système de transmission numérique envisagé et d'une communication fictive de référence comme base pour la répartition des réductions de qualité de transmission, tolérances, erreurs, etc., pour chacun des services (téléphonie, données, etc.) pour lesquels le réseau numérique sera utilisé.

¹ Commission d'études VII, à partir de 1973, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

- 3) Nécessité d'assurer une grande variété de services comprenant le téléphone, le télégraphe, les données, la télévision, le fac-similé, les transmissions radiophoniques, soit de poste à poste, soit d'un point vers plusieurs points, soit avec commutation selon les conditions décrites en 1.
- 4) Conséquences de l'existence de systèmes à 24 ou 32 intervalles de temps de voie, ayant des caractéristiques fondamentales différentes.
- 5) Possibilité d'inclure dans la conception des structures de signaux numériques de ces systèmes de transmission numérique des renseignements utiles sur l'état du réseau et des renseignements de commande, afin de faciliter l'exploitation de la maintenance du réseau.

ANNEXE 1
(à la Question 1/D)

Systèmes de transmission numérique d'ordre peu élevé
(Contribution de l'Administration des Télécommunications de l'U.R.S.S.)

On propose d'étudier les sujets suivants au titre du point a de la Question 1/D, en coopération avec les Commissions d'études VII, XI et la Commission spéciale A:

- 1) Hiérarchie des systèmes numériques d'ordre peu élevé:
 - types de signaux à prendre en considération pour choisir les débits binaires de transmission des systèmes numériques d'ordre peu élevé (transmissions radiophoniques, données, télégraphie, télex, etc.); type de signal à considérer comme le signal principal dans le choix des débits binaires de transmission;
 - échelons hiérarchiques à normaliser;
 - débits binaires à normaliser pour la transmission de divers signaux dans la hiérarchie des systèmes d'ordre peu élevé (par exemple, 48 ou 64 kbit/s pour une transmission de données, 480 kbit/s pour une transmission radiophonique de haute qualité, etc.).
- 2) Normalisation des caractéristiques électriques:
 - quelles caractéristiques électriques des voies, des liaisons numériques, des jonctions, etc., convient-il de normaliser?
- 3) Principes de réalisation de l'équipement terminal:
 - études des méthodes de codage des différents signaux;
 - quelles méthodes convient-il de recommander pour le multiplexage des signaux numériques d'ordre peu élevé, pour une transmission sur les liaisons numériques d'un système MIC primaire?
- 4) Principes de réalisation des liaisons en ligne:
 - quels types de ligne pourraient être utilisés pour un système numérique d'ordre peu élevé?
 - étude et normalisation d'un code de ligne;
 - performances d'un régénérateur.

ANNEXE 2
(à la Question 1/D)

Options à prendre par la V^e Assemblée plénière pour les études relatives au réseau numérique avec intégration des services pendant la période 1973-1976

(Rapport d'une réunion conjointe de représentants des Commissions d'études X, XI, spéciale A et spéciale D et du GH/NRD¹ sur le réseau numérique avec intégration des services)

SOMMAIRE

PARTIE I — Généralités

PARTIE II — Conclusions de la réunion conjointe

PARTIE III — Rapports présentés sur le sujet par divers Membres de l'U.I.T.

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

PARTIE I

GÉNÉRALITÉS

1. La réunion conjointe annoncée dans la circulaire n° 199 du C.C.I.T.T., en date du 28 août 1972, a eu lieu le mardi 28 novembre 1972 au siège de l'U.I.T. Conformément à l'accord conclu entre les Rapporteurs principaux des diverses Commissions d'études intéressées, la présidence en a été confiée à M.R. Boyd (Etats-Unis), Rapporteur principal de la Commission spéciale D.

2. Ainsi qu'il est indiqué dans la circulaire n° 199, l'objet de cette réunion était de:

«soumettre à la V^e Assemblée plénière des propositions sur la manière dont les études sur les réseaux numériques (jusqu'à envisagées de façon indépendante par des Commissions d'études différentes) devraient être conduites durant la période 1973-1976 et sur l'opportunité de prévoir une organisation spéciale (Groupe «ad hoc» ou dispositions particulières de coopération) pour en assurer la coordination».

3. La circulaire n° 199 fait état de trois hypothèses de travail possibles:

a) *Réseau numérique avec intégration des services (banalisé)* ¹

Doit-on envisager que le réseau numérique international servira à l'avenir aussi bien pour la téléphonie que pour les transmissions de télex et de données?

b) *Réseaux numériques spécialisés*

Faut-il considérer que les réseaux numériques doivent être spécialisés, c'est-à-dire que l'on doit prévoir un réseau numérique pour la téléphonie et un autre réseau numérique pour les besoins propres des transmissions de données?

c) *Deux réseaux spécialisés avec une interconnexion limitée*

Si les deux réseaux spécialisés mentionnés à l'alinéa b ci-dessus sont constitués, doit-on permettre une interconnexion limitée entre eux? (Dans l'affirmative, des études devraient être entreprises pour déterminer dans quelle mesure cette interconnexion devra être réalisée.)

La réunion conjointe avait été invitée à donner son avis quant à l'option que l'Assemblée plénière devrait retenir.

4. La troisième partie du présent rapport contient le texte des contributions émanant des pays suivants:

Australie

Japon

Pays-Bas

République fédérale d'Allemagne

Espagne (C.T.N.E.)

Administrations du Danemark, de la Finlande, de la Norvège et de la Suède

Italie

Etats-Unis d'Amérique

France

Post Office du Royaume-Uni

Suisse

5. Les conclusions de la réunion conjointe figurent dans la partie II du présent rapport.

¹ *Note du Secrétariat.* — L'Avis G.702 utilise le terme «réseau numérique avec intégration des services» au lieu de «banalisé». Le présent rapport avait été rédigé avant l'approbation de cet Avis.

PARTIE II

CONCLUSIONS DE LA RÉUNION CONJOINTE

1. De l'avis général, un réseau numérique avec intégration des services (ci-après appelé «RNIS») pourrait être le réseau mondial de télécommunications idéal de l'avenir. Des études devront cependant être effectuées pour déterminer :

- a) dans quelles conditions,
- b) dans quelle mesure,
- c) pour quels services,
- d) et selon quel calendrier,

une intégration des services serait rentable.

2. Les études de réseaux numériques pour divers services de télécommunications (téléphonie, télex, transmission de données, etc.) ne sauraient actuellement être effectuées en partant de l'hypothèse que plusieurs services seront intégrés en un seul réseau numérique, où ils fonctionneraient avec un système de signalisation commun, et ce pour les raisons suivantes :

- 2.1 Les spécifications requises pour les divers services sont différentes.
- 2.2 Si les conditions à remplir pour la téléphonie sont déjà bien définies, il n'en va pas encore de même du futur réseau pour données envisagé.

3. Pour ces raisons, et compte tenu d'autres considérations d'ordre économique, géographique, etc., la réunion a conclu qu'il convient de poursuivre durant la prochaine période (1973-1976) les études actuellement menées au sujet des réseaux numériques par :

- la Commission d'études X (télex),
- la Commission d'études XI (téléphonie) (voir la Question 4/XI, tome VI du *Livre Vert*)
- le Groupe mixte NRD (données) ¹,
- la Commission spéciale D (transmission et commutation numériques).

Ces études sur les réseaux numériques spécialisés devraient se poursuivre durant cette période dans l'optique d'une intégration possible des services dans un RNIS.

- 4. Pour assurer la compatibilité des résultats obtenus par
 - le Groupe mixte NRD (réseau numérique pour la *transmission de données*) ¹
 - la Commission d'études X (réseau numérique *télex*)
 - la Commission d'études XI (réseau numérique *téléphonique*)

ainsi qu'une uniformité dans la conception des systèmes chaque fois que cela paraîtra possible et utile, la réunion a proposé que la Commission spéciale D étudie la faisabilité de l'intégration des services dans le réseau numérique, en tenant compte de la Question 1/D et notamment de son point a.

La réunion a jugé que la Commission spéciale D devrait inclure dans son programme de travail pour l'avenir une question appropriée relative aux services intégrés.

De l'avis de la réunion, les deux questions fondamentales suivantes donnent une indication du genre des études à effectuer :

- a) Comment la technique de commutation et de transmission numériques intégrées sera-t-elle réalisée et incorporée dans le réseau existant ? Comment le réseau actuel devrait-il être progressivement développé pour être converti en un réseau numérique ?
- b) Dans quelles conditions, dans quelle mesure, pour quels services et selon quel échéancier une *intégration des services* sera-t-elle rentable ?

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

5. Les rapporteurs principaux des Commissions d'études X, XI et spéciale D et le Président du Groupe NRD ¹, devront assurer la coordination des études effectuées par leurs organismes respectifs au sujet de l'intégration des services, le Rapporteur principal de la Commission spéciale D étant chargé d'organiser les réunions de coordination.

PARTIE III

CONTRIBUTIONS REÇUES EN RÉPONSE À LA CIRCULAIRE N° 199

(citées dans l'ordre chronologique de réception des contributions)

Australie
Japon
Pays-Bas
République fédérale d'Allemagne
Espagne (C.T.N.E.)
Administrations du Danemark, de la Finlande, de la Norvège et de la Suède
Italie
Etats-Unis d'Amérique
France
Post Office du Royaume-Uni
Suisse

Contribution de l'Australie

1. La circulaire n° 199 définit comme suit un *réseau numérique avec intégration des services* : «réseau dans lequel les mêmes commutateurs et trajets numériques sont utilisés comme supports de service différents: téléphonie, télex et transmission de données, par exemple». Elle cite ensuite, en ce qui concerne le problème de la signalisation, deux solutions qui sont en principe possibles, puis elle soulève la question de la manière dont les études devront être conduites. Elle demande enfin laquelle des trois options sera prise au sujet des hypothèses de travail, car de cette option dépendront la nature des études à faire et leur priorité.
2. Dans cette contribution, l'Australie fait d'abord quelques remarques sur les options parmi lesquelles il convient de faire son choix; puis elle présente des suggestions sur la manière dont les études pourraient être conduites et sur leurs priorités.
3. Notre avis est que, dans l'immédiat, les réseaux numériques seront le plus probablement des réseaux spécialisés et que leur développement se fera séparément pour la téléphonie et pour les transmissions de données. Le besoin de l'interconnexion de ces réseaux apparaîtra probablement ensuite, du fait de la nécessité concomitante, dès le début, de la conversion des signaux à la jonction, ce qui amènera ultérieurement à celle de systèmes de signalisation communs, ou compatibles de quelque manière. Plus tard, quand la technologie des systèmes numériques aura continué à se répandre dans le réseau général de télécommunication, il se peut que le développement d'un réseau numérique avec intégration des services, suscite un plus grand intérêt sur le plan international.
4. En résumé, l'Australie estime que l'option à retenir variera avec le temps. Au cours de la période d'études 1973-1976, c'est l'option b (Réseaux numériques spécialisés) qui devrait prévaloir; plus tard, l'intérêt devrait se porter sur l'option c (Deux réseaux spécialisés avec une interconnexion limitée) et, encore plus tard, le besoin défini en a (Réseau numérique avec intégration des services) pourra se présenter.
5. Une façon adéquate de conduire les études serait, selon nous, la suivante:
 - a) Le *Groupe NRD* ¹ continuerait à étudier les réseaux numériques pour transmission de données, cela dans le cadre du Paragraphe 2 du point AJ de la Question 1/A ² (Caractéristiques d'un réseau séparé avec commutation pour les services du type «données».)
 - b) La *Commission d'études XI* étudierait la nouvelle question proposée [Dispositions relatives à la signalisation dans les réseaux téléphoniques numériques intégrés (commutation et transmission).]

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

² Voir la Question 1/VII (période 1973-1976).

- c) La *Commission spéciale D* poursuivrait l'étude d'un «réseau numérique avec intégration des services au titre de la Question 1/D. Cette étude pourrait sans doute être définie à nouveau et coordonnée avec celles qui font actuellement l'objet des Questions 3/D (Signalisation sur les systèmes MIC) et 11/D (Transmission de données sur systèmes numériques), laquelle correspond au paragraphe 3 du point AJ de la Question 1/A¹ [Utilisation pour les données d'un futur réseau pour tous services de télécommunication (données, téléphonie, télégraphie, etc.) employant les techniques de la division dans le temps sur une base intégrée pour la transmission, la commutation et les commandes].

Pour ces études, l'ordre des priorités serait également l'ordre a, b, c (l'étude a étant la plus urgente).

6. Quand la Commission spéciale D se réunira pour discuter de son programme de travail au cours de la période 1973-1976, il serait bon que des représentants des Commissions d'études VII et XI soient présents aux séances où l'on parlera des sujets relatifs au réseau numérique avec intégration des services. Ces représentants pourraient exposer l'état d'avancement des études menées dans leur propre domaine et décrire les besoins en services correspondants qu'il y aurait lieu d'inclure dans le schéma de signalisation d'un réseau numérique avec intégration des services.

Contribution du Japon

I. *Considérations sur l'étude du réseau numérique avec intégration des services (RNIS)*

Compte tenu de l'expérience acquise au Japon, les considérations ci-après peuvent être de quelque utilité pour le C.C.I.T.T. dans ses études relatives au réseau avec intégration des services (RIS).

1. Le RIS peut être considéré sous divers aspects; il peut être réalisé, jusqu'à un certain point, sous la forme d'un réseau analogique doté d'une commande par programme enregistré et d'une signalisation par voie commune. Pour éviter les divergences d'opinions, il est avant tout nécessaire d'uniformiser les diverses interprétations dans l'étude du réseau numérique avec intégration des services (RNIS).
2. L'étude du RIS ne sera pas facile, parce qu'elle implique beaucoup d'incertitudes et de complications. Cette étude est cependant très importante car elle est liée aux recherches faites en vue de la mise en place d'un réseau mondial de télécommunications «idéal», pour l'avenir. Cette étude doit donc être menée avec prudence et sans hâte.
3. Les techniques MIC ont fait récemment des progrès remarquables, et il faut craindre toute divergence dans ce domaine. Le C.C.I.T.T. est responsable, au stade actuel, de l'élaboration d'un plan d'études des techniques MIC, compte tenu des besoins des services et des exigences techniques, en vue de la réalisation du réseau idéal de l'avenir, permettant de tirer le meilleur parti des techniques numériques.
4. Le choix du type de RNIS destiné à devenir le réseau idéal de l'avenir dépendra de la nécessité et de l'importance du service de télécommunications en multiplex (utilisation combinée de divers types de communications sur une liaison à la disposition des usagers), le multiplexage étant appelé à devenir l'une des principales caractéristiques du RNIS.
5. Il convient de ne pas interrompre mais au contraire de poursuivre les études déjà entreprises en ce qui concerne le réseau téléphonique numérique et le réseau numérique pour transmission de données, quelles que soient les études que l'on projette d'entreprendre en ce qui concerne le RNIS. Cela est essentiel parce que le réseau téléphonique numérique aussi bien que le réseau numérique pour transmission de données peuvent être considérés comme des réseaux à fonction unitaire ou des réseaux élémentaires du RNIS, et il importe de commencer par en déterminer clairement les caractéristiques.
6. Pour faire une étude pratique du RNIS, il est essentiel d'avoir une idée de la manière dont il conviendra d'adapter le nouveau réseau au réseau existant et également de la manière dont devra s'opérer le passage entre le réseau existant et le nouveau réseau.

II. *Opinions sur les points mis en discussion dans la circulaire n° 199*

En ce qui concerne les points mis en discussion dans la circulaire n° 199, le Japon, se fondant sur les points de vues exposés plus haut, formule l'opinion suivante:

1. Avant d'entreprendre l'étude du RNIS, il paraît nécessaire de déterminer la nature du RIS et de formuler quelques principes à ce sujet, tout en précisant le but de l'étude envisagée et la raison pour laquelle elle doit porter sur un réseau numérique plutôt que sur un réseau analogique.

¹ Voir la Question 1/VII (période 1973-1976).

2. En ce qui concerne les trois hypothèses énumérées au point 3 de la circulaire n° 199, on peut faire les observations suivantes :

a) *Réseau numérique avec intégration des services*

La décision à prendre quant à l'opportunité d'avoir un réseau numérique unique qui serait destiné, à l'avenir, à divers services, ne dépendra pas seulement de l'économie et de la souplesse d'exploitation qui résulteront de l'utilisation commune des installations, mais aussi, dans une large mesure, de la façon dont on pourra apprécier la nécessité et l'ampleur du service de télécommunications en multiplex pouvant être assuré avantageusement au moyen d'un réseau numérique.

b) *Réseaux numériques spécialisés*

Deux réseaux indépendants, rigoureusement spécialisés pour chacun des types de communication, l'un exclusivement pour la téléphonie et l'autre exclusivement pour les données, sont tout juste concevables théoriquement comme réseaux élémentaires. Si certaines communications étroitement liées, comprenant des communications vidéo, pouvaient être intégrées dans chacun des réseaux élémentaires de tels réseaux seraient pratiquement réalisables. Toutefois, le service de communications en multiplex serait plus restrictif dans ce cas que dans les cas a et c.

c) *Deux réseaux spécialisés avec une interconnexion limitée*

Si chacun des réseaux spécialisés était utilisé conjointement pour d'autres besoins de communications, comme on l'indique ci-dessus, des interconnexions entre deux quelconques des réseaux seraient nécessaires pour échanger les communications communes transmises par chacun d'eux, et aussi, jusqu'à un certain point, pour les besoins du service de communications en multiplex. Si les réseaux de ce type sont correctement planifiés, le réseau du type envisagé ci-dessus a) n'est pas à prévoir pour un proche avenir.

De toute façon, il importe de prendre en considération les points suivants :

- 1) Les communications vidéo seront indispensables dans le réseau idéal de l'avenir.
- 2) En réalisant le RNIS, particulièrement pour les besoins du service en multiplex, il est essentiel de prévoir un développement compatible et harmonieux des réseaux internationaux et nationaux dans chaque pays.

3. Il semble souhaitable que le C.C.I.T.T. s'engage dans l'étude du RNIS et des systèmes de signalisation associés, de la manière indiquée ci-après :

- 1) Au cours de la prochaine période, des études d'orientation concernant le RNIS devraient être conduites parallèlement aux études de conception des deux réseaux numériques spécialisés, l'un pour la téléphonie et l'autre pour les données. Les études de conception du RNIS et de sa signalisation seraient entreprises au cours de la période d'études suivante (1977-1980), sur la base des conclusions des études d'orientation précitées.

- 2) Les études d'orientation devraient être divisées en deux phases :

La première phase, couvrant la première moitié de la prochaine période d'études, serait consacrée à l'étude de la nécessité, c'est-à-dire de l'utilité et du besoin, ainsi que de la faisabilité du RNIS. Il s'agira, notamment, d'envisager un RNIS comprenant le service de communications vidéo et, tout particulièrement, de déterminer clairement la nécessité et l'importance du service en multiplex.

L'étude prévue pour la seconde phase, qui devrait se placer dans la deuxième partie de la prochaine période d'études, serait entreprise ou suspendue, selon la conclusion de la première phase. Si elle se poursuit, cette étude devra porter sur le choix relatif aux options mentionnées dans la circulaire n° 199, sur les exigences techniques et d'exploitation du type de RNIS choisi et sa signalisation, son interfonctionnement avec le réseau existant et la formulation de nouvelles questions qui devront permettre d'entreprendre l'étude conceptuelle, au cours de la période qui suivra la prochaine période d'études.

- 3) Les études de mise au point des réseaux numériques spécialisés, déjà planifiés, sont effectuées par la Commission d'études XI pour le réseau téléphonique et par la Commission d'études VII pour le réseau de données. La Commission spéciale D conduit directement l'étude générale du réseau de communications vidéo, parallèlement aux activités des Commissions VII et XI.

Chaque Commission d'études devrait encore prévoir, à l'avance, les mesures nécessaires pour rendre possible une intégration au niveau le plus élevé possible, c'est-à-dire en réservant des capacités pouvant servir à des adjonctions fonctionnelles probables dans la structure de signalisation.

4. On trouvera ci-après diverses propositions relatives à la méthode qu'il conviendrait d'adopter pour mener à bien les études et organiser les travaux relatifs au RNIS pendant la prochaine période d'études.

1) Les études d'orientation seraient confiées à deux équipes d'experts *ad hoc*.

Equipe d'experts A

Cette équipe sera chargée de l'étude au cours de la première phase. Elle se composera d'un petit nombre de membres qui seront désignés avec l'approbation des Commissions d'études intéressées (dont ils ne feront pas nécessairement partie), spécialisées dans les domaines de l'exploitation et des tarifs, ainsi que dans les branches techniques suivantes: téléphonie, données, télex et télégraphie, télévision et fac-similé, et MIC.

Equipe d'experts B

La constitution de cette équipe dépend des conclusions de l'étude faite par l'équipe d'experts A. L'équipe B sera chargée de l'étude dans la deuxième phase.

2) La coordination et la conduite des études seront assurées par un groupe de coordination composé des rapporteurs principaux et vice-rapporteurs principaux des Commissions d'études principalement intéressés au RNIS, c'est-à-dire des Commissions d'études VII, XI, XIII et la Commission spéciale D.

3) Le mandat de chacune des équipes susmentionnées doit émaner de la V^e Assemblée plénière. Les résultats et les conclusions des études de l'équipe A seront communiqués au groupe de coordination susmentionné 2 et prendront effet à titre provisoire, par approbation ou accord unanime des rapporteurs principaux des Commissions d'études siégeant au sein du groupe de coordination. Les conclusions de l'équipe B devront être traitées selon la procédure normale par la VI^e Assemblée plénière.

Note. — Les propositions exposées ci-dessus impliquent que la V^e Assemblée plénière accepterait de confier, à titre exceptionnel, les attributions nécessaires aux organismes d'études susmentionnés. Au cas où cette façon de faire ne serait pas acceptée, on pourrait adopter une des trois méthodes suivantes:

Solution 1. — Créer un groupe de travail mixte normal composé d'un petit nombre d'experts désignés de la manière exposée plus haut.

Solution 2. — Créer une Commission d'études spéciale composée de membres des Commissions d'études intéressées par le RNIS.

Solution 3. — Créer un groupe composé de rapporteurs représentant chacun une Commission d'études intéressée par le RNIS, avec un système de coordination approprié.

Contribution des Pays-Bas

Au cours de la période 1968-1972, les études du C.C.I.T.T. sur l'établissement éventuel d'un réseau numérique international avec intégration des services n'ont pas beaucoup progressé. Les raisons semblent être les suivantes:

- a) les principales difficultés résident dans le domaine de la commutation et de la signalisation, la mise au point de la commutation par répartition dans le temps n'étant pas encore achevée;
- b) on sait que la téléphonie et les autres services, notamment les transmissions de données, requièrent des méthodes de commutation et de signalisation différentes. Si, dans ces domaines, les conditions à remplir sont déjà bien établies pour la téléphonie, il n'en va de même ni pour la transmission de données ni pour les autres services qui utiliseront éventuellement un réseau avec intégration des services;
- c) il n'est pas tout à fait certain que les avantages opérationnels évidents que présente une intégration des divers services justifient bien les dépenses qu'entraînera la complexité technique inhérente à cette intégration.

Il apparaît donc qu'il n'y a pas encore à l'heure actuelle de raisons suffisantes pour décider définitivement que des études devront être consacrées exclusivement soit à un réseau numérique avec intégration des services soit à des réseaux numériques avec commutation spécialisée pour les différents services. Il semble donc préférable de

maintenir pour la période d'études à venir la procédure appliquée durant la période d'études précédente, autrement dit poursuivre des études parallèles, l'une portant sur un réseau numérique avec intégration des services par la Commission spéciale D et l'autre conduite par les différentes Commissions d'études compétentes sur les réseaux numériques spécialisés. Les caractéristiques établies durant l'étude des réseaux numériques spécialisés, notamment des réseaux pour données synchrones, devront servir de contributions à l'étude d'un réseau numérique avec intégration des services.

La procédure proposée ci-dessus, puisqu'elle prévoit des études découlant de questions attribuées à différentes Commissions d'études, exige une coordination des travaux. Par exemple, dans l'étude d'un réseau numérique spécialisé, il convient d'éviter tout ce qui risque d'entraver, voire d'exclure, la possibilité de réaliser à l'avenir une intégration des services. La coordination souhaitée pourrait être réalisée:

- a) en premier lieu et de la manière la plus efficace au sein des Administrations nationales;
- b) par la Commission spéciale D, qui a été instituée précisément pour coordonner toutes les études faites dans le domaine de la transmission et de la commutation numérique;
- c) par l'insertion dans toutes les questions concernant les réseaux numériques spécialisés d'une clause prévoyant la possibilité d'une intégration future avec les autres services.

Vu ce qui précède, l'Administration néerlandaise estime que la réunion mixte de la Commission d'études XI et des Commissions spéciales A et D convoquées par la circulaire n° 199 devrait recommander ce qui suit à l'Assemblée plénière:

- 1) approuver le projet de nouvelle question sur les méthodes de signalisation dans les réseaux *téléphoniques* intégrés à commutation et transmission numériques, proposé par la Commission d'études XI;
- 2) approuver les questions urgentes sur la signalisation centralisée et la signalisation décentralisée pour les réseaux de données synchrones, proposées par le Groupe mixte NRD ¹;
- 3) ajouter aux questions mentionnées aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus une clause indiquant qu'on a envisagé la possibilité d'une intégration avec d'autres services;
- 4) maintenir l'attribution à la Commission spéciale D des questions concernant le réseau numérique avec intégration des services. Pour le moment, il semble que la signalisation d'un réseau numérique avec intégration des services soit traitée dans les questions confiées à la Commission spéciale D, notamment la Question 11/D (période 1968-1972). Les résultats obtenus après étude des questions mentionnées aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus devront être considérés comme des contributions à l'étude des caractéristiques de signalisation du réseau avec intégration des services.
- 5) maintenir les fonctions de coordination confiées à la Commission spéciale D dans le domaine de la transmission et de la commutation numérique. Pour la signalisation, la Commission spéciale D pourrait se décharger de ses fonctions de coordination en confiant cette tâche, par exemple, à un Groupe mixte avec le GH/NRD ¹ et la Commission d'études XI lorsque l'étude des questions mentionnées au paragraphe 2 aura suffisamment progressé.

Contribution de la République fédérale d'Allemagne

Résumé

L'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime qu'un réseau numérique avec intégration des services pourrait être réalisable. Cependant, aussi longtemps que ce réseau n'est pas mis en œuvre, on établira pour les différents services des réseaux spécialisés. Si ceux-ci doivent être interconnectés par un nombre limité de points d'interconnexion, il faut que ces points soient spécifiés. Malgré toutes les différences que peuvent présenter ces réseaux spécialisés, il faut s'efforcer de les concevoir de manière telle que leur intégration ultérieure dans un réseau numérique uniforme puisse s'effectuer sans difficultés.

Compte tenu des considérations qui précèdent, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne propose que les Commissions d'études existantes (Commission d'études XI, Commission spéciale D et Groupe mixte NRD ¹) poursuivent l'étude de toutes les questions pertinentes. Dans ces études, il faut d'ores et déjà tenir compte du fait que les systèmes de signalisation et de synchronisation doivent être spécifiés de manière à pouvoir être appliqués à la fois aux réseaux téléphoniques et aux réseaux de transmission de données. Ces études devront être coordonnées par un nouveau Groupe mixte à instituer.

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

1. Selon la définition qui lui est donnée dans la circulaire n° 199, un réseau numérique avec intégration des services est un réseau dans lequel les mêmes commutateurs et trajets numériques sont utilisés comme supports de services différents: téléphonie et transmission de données (y compris le télex).

Dans la présente contribution, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne émet son opinion sur le point de savoir si un tel réseau avec intégration des services est pratiquement réalisable ou s'il y a lieu de donner la préférence à des réseaux distincts pour les différents services. A l'issue de ses délibérations, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne présente une proposition où elle indique la manière dont le C.C.I.T.T. devrait, à son avis, étudier les problèmes qui se posent et les tâches qu'il convient de confier aux différentes Commissions d'études.

2. Les avantages que présente un réseau numérique intégré uniforme pour les services susmentionnés sont évidents à première vue. Il ne faut pas oublier cependant qu'il faudra se livrer à de longues études intensives avant qu'un tel réseau puisse être mis en service. Même si tous les problèmes techniques et opérationnels qui se posent étaient résolus de manière satisfaisante dans un avenir assez proche, il faut partir de l'hypothèse qu'un réseau intégré de télécommunications se développera par étapes. Selon toute probabilité, il viendra s'ajouter peu à peu aux réseaux distincts existants ou leur sera connecté. Ces interconnexions demandent encore à être définies. Après cela, il faudra évidemment tenir compte des caractéristiques des réseaux spécialisés.

C'est pourquoi, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne pense que l'établissement d'un réseau numérique uniforme pour la téléphonie et la transmission de données doit être considéré comme un projet futur. La conversion des divers réseaux existants en un seul réseau intégré exigera beaucoup de temps au cours duquel des réseaux numériques spécialisés seront établis pour la téléphonie et pour la transmission de données.

3. Il va sans dire que ces réseaux spécialisés devront être conçus de manière à permettre — en tenant toujours compte des réalités — leur intégration en un réseau unique pour tous les services, sans que cela exige des adaptations trop complexes. Il est très probable que, durant la période de transition, il y aura un nombre limité d'interconnexions entre ces réseaux. Il faudra donc définir très soigneusement ces interconnexions pour leur assurer des caractéristiques optimales à l'égard des différents services à transférer d'un réseau spécialisé à un autre.

4. Pour réaliser ces différentes étapes (réseaux existants — réseaux spécialisés pour la téléphonie et pour la transmission de données avec un nombre limité d'interconnexions — réseau numérique avec intégration des services) et faire en sorte que la transition s'effectue, dans la mesure du possible, sans trop de heurts, il convient d'examiner les incidences que cette conversion aura sur les modes de transmission et les techniques de commutation. L'étude de tous les problèmes qui résultent de cette évolution requiert une coopération très étroite sans laquelle on ne saurait espérer obtenir des solutions optimales. Même dans les systèmes numériques de conception nouvelle, les procédés de commutation et de transmission doivent être tels que *tous* les services puissent être commutés et transmis sans qu'il soit nécessaire d'apporter à ces systèmes des modifications spéciales. Pour ce qui est des systèmes de transmission numériques, le problème d'une «transmission transparente» peut être résolu sans grandes difficultés. Dans le cas de systèmes de commutation numériques, il faut veiller à ce qu'ils puissent acheminer à la fois la téléphonie et les données. C'est pourquoi, il faudra, au cours de la première étape, s'efforcer de normaliser les méthodes de signalisation et de synchronisation pour tous ces services.

5. Compte tenu de ces considérations, l'Administration de la République fédérale d'Allemagne propose que, lors de l'étude des questions qui découlent de l'apparition des réseaux numériques, l'on procède comme suit:

5.1 Le groupe mixte NRD ¹ poursuit l'étude des réseaux numériques de transmission de données.

5.2 La Commission d'études XI étudie le projet de nouvelle Question «Dispositions relatives à la signalisation dans les réseaux téléphoniques numériques intégrés».

5.3 Un groupe de travail (à instituer) composé d'experts de la Commission d'études XI, de la Commission spéciale D et du groupe mixte NRD ¹, devrait être chargé de la rédaction — au fur et à mesure des progrès accomplis dans les études faites par les Commissions et Groupes compétents — d'un texte décrivant un système uniforme de signalisation et de synchronisation qui sera utilisé non seulement pour les réseaux téléphoniques numériques mais également pour les réseaux de transmission de données.

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions de la V^e Assemblée plénière.

5.4 La Commission spéciale D poursuit l'étude des réseaux numériques avec intégration des services (Question 1/D). Toutefois, cette question devrait être révisée et rédigée plus clairement; les problèmes que posent les caractéristiques de transmission (par exemple, le taux d'erreur), les méthodes de mesure et d'exploitation des réseaux numériques, qui ont été étudiés jusqu'à présent dans le cadre de cette Question, devraient faire l'objet d'une Question nouvelle. De plus, le texte de la Question 3/D devrait être remanié compte tenu de la nouvelle Question proposée par la Commission d'études XI (voir paragraphe 5.3).

5.5 L'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime qu'il convient de ne pas attribuer pour le moment les questions concernant la spécification des réseaux numériques pour la téléphonie et la transmission de données aux Commissions d'études existantes. Il va sans dire que les études dans le domaine de la signalisation et de la synchronisation devront être conduites compte tenu de l'intégration future des réseaux actuels distincts. C'est pourquoi l'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime qu'il serait souhaitable de constituer le Groupe de travail mixte susmentionné, qui entreprendrait aussitôt que possible l'étude des questions pertinentes de signalisation et de synchronisation.

Nous ne proposons pas d'instituer, au cours de la prochaine période d'études, un organe spécial chargé d'étudier toutes les questions résultant de la spécification des réseaux numériques avec intégration des services.

Contribution de l'Espagne (Compañía Telefónica Nacional de España)

Considérant que le terme «Réseau numérique avec intégration des services» désigne un réseau dans lequel les mêmes commutateurs et conduits numériques sont utilisés indistinctement comme supports de services de télécommunication différents, la C.T.N.E. préconise ce qui suit:

Utilisation, à l'avenir, du réseau numérique avec intégration des services pour les communications internationales.

A. — Il est à prévoir, selon nous, que cette intégration des services procurera des avantages tels que les suivants:

1. meilleur rendement des centres de commutation, qui pourront traiter avec plus de souplesse les communications des divers services, étant donné qu'il existe une certaine complémentarité dans le trafic écoulé par ces services;
2. meilleur rendement dans l'utilisation des moyens de transmission internationaux, eu égard au caractère homogène de l'information provenant des divers services intégrés;
3. plus de facilité dans l'application future d'un système permettant d'utiliser, à partir d'une même ligne d'abonné, l'ensemble de ces services ou un seul de ceux-ci; dans ce dernier cas, possibilité d'extension aux autres services;
4. plus de facilité dans la planification et l'unification, à l'échelle internationale, des normes relatives à la construction et à l'utilisation des équipements de télécommunication destinés aux divers services à intégrer.

B. — Par ailleurs, afin d'atteindre ce niveau d'intégration dont on prévoit la réalisation à longue échéance, il faudra tenir compte des considérations suivantes:

1. coordination entre les différentes caractéristiques et exigences des services à intégrer.
En principe, la C.T.N.E. pense qu'il ne faudra pas *a priori* exclure de l'intégration des services tels que la visiophonie; pour déterminer la possibilité de réalisation de ces services dans chaque cas particulier, il faudra plutôt se baser sur les résultats des études préalables mentionnées dans les paragraphes suivants;
2. étude de nouvelles formes d'optimisation de l'organisation des centres de commutation, en tenant compte de la charge de trafic des divers services intégrés;
3. élaboration de systèmes et de procédés de signalisation universels ayant une souplesse d'utilisation et une capacité adaptées au type d'information à transmettre et à l'évolution prévisible de cette information;
4. modification, au niveau international, des tarifs applicables aux divers services utilisés pour les communications internationales;
5. répercussion de l'intégration des services sur le plan de numérotage international;
6. compatibilité entre les divers équipements utilisés pour ces services, par exemple en ce qui concerne la commutation de «paquets» dans la transmission de données;
7. élaboration de techniques optimales pour la synchronisation du réseau.

Il ne faut pas non plus oublier que les réseaux existants se développent séparément et d'une manière spécifique à chaque service et que, avant la constitution du réseau international avec intégration des services, on pourra distinguer divers degrés d'intégration, applicables, par exemple, au contrôle, à la supervision, à la signalisation et à la transmission.

Il faut aussi tenir compte des définitions de la hiérarchie MIC ainsi que des rapidités de transmission qui devront, à court et à long terme, être adoptées pour les divers services.

Contribution du Danemark, de la Finlande, de la Norvège et de la Suède

1. *Intégration des services*

Dans la circulaire n° 199 on prévoit trois solutions pour un réseau numérique futur, à savoir :

- a) un réseau numérique avec intégration des services;
- b) des réseaux numériques spécialisés;
- c) deux réseaux spécialisés avec interconnexion limitée.

Le choix entre ces trois solutions et d'autres possibilités reste à faire et le restera encore pendant un certain temps. Les raisons essentielles de cet état de choses sont :

- incertitude quant aux types de services à intégrer, par exemple le visiophone;
- définition insuffisante des besoins en matière d'installations et des usages auxquels sera mis le réseau par les différents services, notamment par les services autres que la téléphonie;
- incertitude quant aux moyens pratiques et économiques employés durant les étapes intermédiaires de la période de transition;
- incertitude quant à la rentabilité d'un réseau avec intégration des services qui doit répondre aux conditions très rigoureuses imposées par chacun des services intégrés.

A notre avis, il faudrait, avant de se prononcer sur les avantages éventuels d'une intégration des services, répondre aux deux questions fondamentales ci-après :

- 1) Comment la technique numérique de commutation et de transmission intégrée (technique CTI) sera-t-elle réalisée et incorporée dans le réseau existant? Comment le réseau actuel sera-t-il développé progressivement pour être converti en un réseau numérique?
- 2) Dans quelles conditions, dans quelle mesure, pour quels services et selon quel échéancier une intégration des services sera-t-elle rentable?

Aussi longtemps que ces questions n'auront pas été étudiées suffisamment, il nous sera difficile d'accepter l'intégration des services comme un but en soi et de la considérer d'ores et déjà comme un sujet d'études concrètes sur le plan international.

2. *Systèmes de signalisation pour les réseaux avec intégration des services*

La circulaire n° 199 pose expressément le problème du système de signalisation d'un réseau avec intégration des services. Celui-ci peut être fondé sur deux principes :

- 1) tous les services emploient le même circuit de signalisation (réseau de signalisation), mais chacun dispose d'un sous-système de signalisation qui lui est propre;
- 2) un seul système de signalisation pour tous les services.

Dans le premier cas, on peut utiliser des réseaux distincts; dans le deuxième cas, on se rapproche de la notion de réseau avec intégration des services ayant une commande unique.

Dans les deux cas, il convient de définir les besoins de chaque service en matière de signalisation et, de plus, les caractéristiques précises pour la technique numérique CTI. Dans le cas 2, il faut aussi définir les types de services et les caractéristiques de chacun des services qui seront intégrés.

3. Types de questions sur la signalisation dans les réseaux numériques durant la période 1973-1976

Jusqu'ici, on a proposé les types de questions ci-après:

- | | |
|--|--|
| Commission d'études XI: | Signalisation dans un réseau numérique téléphonique; |
| Commission spéciale D: | Techniques du réseau numérique intégré; |
| Commission spéciale A et GM/NRD ¹ : | Signalisation dans un réseau numérique pour transmission de données; |
| Commission d'études X: | Signalisation dans les réseaux télex. |

Il serait souhaitable que l'étude par la Commission spéciale A et le groupe mixte NRD ¹ du système de signalisation des réseaux numériques pour transmission de données soit achevée durant la période 1973-1976. Or, on sait par expérience qu'il sera difficile de mener à terme l'étude d'un nouveau système de signalisation pour la téléphonie au cours d'une période d'études. Il s'ensuit que l'étude d'un système de signalisation combiné pour ces deux services sera aussi difficile.

Pour les différentes raisons énoncées ci-dessus, nous considérons qu'il y aurait intérêt à ce que les questions de types différents soient étudiées par des groupes de spécialistes différents.

Tout en proposant que les différentes études soient effectuées séparément, nous estimons qu'elles doivent être coordonnées pour qu'on puisse assurer la compatibilité et l'uniformité dans la conception des systèmes chaque fois que cela paraît possible et avantageux. Cette coordination, tant en ce qui concerne la conception du système que l'organisation des travaux et leur échéancier, pourrait être assurée, par exemple, par un groupe de coordination composé de Rapporteurs principaux, de Vice-rapporteurs principaux, de Présidents des Groupes de travail et, éventuellement, de Rapporteurs des organes considérés.

A notre avis, l'ordre des priorités des travaux pourrait être fixé comme suit:

- 1) répondre aux questions relatives à chaque réseau de service spécialisé;
- 2) dans la mesure du possible, s'efforcer d'établir des principes communs pour les systèmes des différents réseaux de services spécialisés;
- 3) compte tenu de 1 et 2 et d'autres études pertinentes, déterminer la mesure dans laquelle l'intégration des services pourrait être intéressante.

Contribution de l'Administration italienne

Pour ce qui est des questions posées dans la circulaire n° 199 sous le titre «Réseau numérique intégré», l'Administration italienne tient à exprimer son point de vue comme suit:

1. Le réseau numérique intégré, qui constitue l'objectif à long terme des télécommunications, devrait être étudié sous deux aspects: celui de l'intégration des techniques (commutation et transmission) et celui de l'intégration des services (téléphonie, télex, données, visiophonie, fac-similé, etc.).

L'Administration italienne estime que, pour l'étude des problèmes liés à cette double intégration, il convient de créer une Commission d'études *ad hoc* qui pourra assurer la coordination appropriée.

2. Fermeement convaincue que l'intégration des techniques et des services représente la meilleure solution pour l'avenir, même s'il ne s'agit pas de l'avenir immédiat, l'Administration italienne reconnaît que la meilleure manière d'atteindre cet objectif est une numérisation graduelle et progressive des réseaux actuels (en assurant notamment les modifications nécessaires des réseaux télex et téléphonique et leur interconnexion) sans, pour autant, minimiser les difficultés qui résultent de la coexistence de services à besoins et caractéristiques différents de ceux de la téléphonie (transmission de données, télégraphie avec commutation de messages, par exemple), alors que ces besoins peuvent encore, au stade actuel, obliger à faire appel à des réseaux spécialisés.

3. Pourtant, même en présence de ces difficultés, l'Administration italienne estime toujours que l'objectif et les études à long terme devraient correspondre à l'hypothèse mentionnée au point 3a de la circulaire n° 199, c'est-à-dire à la mise en place d'un seul réseau numérique intégré pouvant répondre aux besoins de tous les services.

¹ Commission d'études VII, conformément aux décisions prises par la V^e Assemblée plénière.

Contribution des Etats-Unis d'Amérique

En réponse à la circulaire n° 199 les Etats-Unis d'Amérique émettent l'opinion que les futures études de réseaux numériques pour divers services de télécommunication tels que le téléphone, le télex et la transmission de données, ne devraient pas être fondées sur l'adoption du principe que plusieurs services soient intégrés dans un seul réseau numérique, où ils fonctionneraient avec un système de signalisation commun.

Cette opinion s'appuie sur les considérations suivantes :

- 1) les spécifications et caractéristiques de deux genres de service (par exemple, téléphone et transmission de données) sont suffisamment disparates pour que la recherche d'un système commun risque de rendre indûment longs les délais d'établissement de ces services. Ces spécifications et caractéristiques portent, entre autres, sur le temps d'établissement des communications, la signalisation de surveillance, la facturation, les séquences d'appel et la protection contre les erreurs, etc. ;
- 2) comme certains facteurs de mise en œuvre, notamment économiques et géographiques, peuvent différer suivant le genre de service, il y aurait probablement là une autre cause de retard à l'établissement de ces services par intégration dans un même réseau numérique ;
- 3) comme il est vraisemblable que, dans l'avenir immédiat, le gros des télécommunications se fera encore par le service téléphonique, l'intégration des services pour des réseaux numériques pourrait être un important facteur de retard à l'établissement d'un (ou plusieurs) réseaux pour la transmission efficace de données dans les pays où le développement intense de la téléphonie numérique n'est pas projeté pour un avenir proche ;
- 4) l'hypothèse de base d'un seul réseau numérique avec intégration des services risquerait d'entraîner des déficiences dans les services d'au moins certains genres et, par suite, de renchérir les taxes et d'abaisser la qualité des services, ou les deux à la fois.

Néanmoins, certaines facilités pourraient être partagées entre deux réseaux, si c'était à l'avantage de l'un et de l'autre.

D'ailleurs, on estime souhaitable de permettre l'interconnexion des réseaux, dans toute la mesure compatible avec les caractéristiques de chacun d'eux.

Contribution de l'Administration française**1. Généralités**

L'Administration française est pleinement convaincue de l'importance de la question fondamentale soulevée dans la circulaire n° 199, à savoir « si et comment il convient d'intégrer les divers services de télécommunication tels que la téléphonie, le télex, la transmission de données, etc. »

L'Administration française estime notamment :

- qu'une intégration aussi complète que possible — mais non pas immédiate, il va sans dire — est éminemment souhaitable. Il devrait en résulter un gain d'une part pour les Administrations elles-mêmes en permettant que les réseaux locaux (boucle d'abonnés) soient eux-mêmes intégrés et donc économiques, d'autre part pour l'utilisateur lui-même car le service rendu gagnera en souplesse ¹ ;
- que, en tout état de cause, il faut tout mettre en œuvre pour que cette intégration soit et reste toujours possible, en sorte que chaque étape de développement du réseau soit un pas vers cette intégration.

2. Remarques sur l'ordre du jour proposé dans la circulaire n° 199

L'Administration française propose, pour faciliter la discussion de ce problème, de formuler de manière plus précise le texte de la question.

¹ Il conviendrait même que les réseaux locaux fussent, à la faveur de l'intégration :

- améliorés en qualité par la numérisation afin d'éviter les limitations qui sont souvent présentes, notamment dans les réseaux téléphoniques locaux,
- ainsi rendus « transparents » pour l'accès à des services spécifiques ; en d'autres termes, il faudrait permettre l'accès par les réseaux locaux à des services beaucoup plus étendus que les services actuels.

On peut remarquer en effet que dans sa forme actuelle, trois options sont envisagées :

- a) un réseau avec intégration des services ;
- b) deux réseaux spécialisés ;
- c) deux réseaux spécialisés avec interconnexion limitée.

Or la troisième situation ne peut résulter que d'une erreur d'orientation initiale, car elle suppose qu'au moins une certaine proportion du trafic est intéressée par un réseau avec intégration des services ; or le choix de deux réseaux spécialisés qu'elle implique écartait cette hypothèse. Cela tendrait à prouver que l'on a fait le mauvais choix au départ, sans doute par suite d'une évaluation insuffisante des besoins du trafic.

En fait il n'y a réellement que deux cas à considérer, le premier pouvant donner lieu à une réalisation progressive en deux étapes :

- ou bien on reconnaît dès à présent qu'il existe ou existera des avantages certains pour l'utilisateur ou pour l'exploitant à intégrer les services, et il faut construire un réseau commun ou deux réseaux bâtis sur des principes tellement semblables que leur intégration ne soulève aucune difficulté, même si dans les premières années d'exploitation il n'apparaît pas indispensable de fusionner ces deux réseaux,
- ou bien on admet dès le départ que les services resteront séparés pour toujours et l'on construira deux réseaux totalement indépendants — donc très probablement incompatibles sauf par de coûteuses adaptations.

Il faudrait donc, peut-être, formuler la question de la manière suivante :

Question fondamentale :

a) *Réseau numérique avec intégration des services*

Doit-on considérer que le réseau numérique international devra à long terme être utilisable aussi bien pour la téléphonie que pour les transmissions de données, donc le concevoir comme un réseau à services intégrés, même si dans les premiers temps cette possibilité n'était pas utilisée ? Ce qui peut conduire à deux étapes :

étape a.1 — deux réseaux séparés fonctionnellement mais bâtis sur des principes communs ou mieux encore composés d'organes identiques ;

étape a.2 — un réseau unique ou fusion des deux réseaux de l'étape a.1.

b) *Réseaux numériques spécialisés*

Doit-on au contraire opter pour une spécialisation en deux réseaux indépendants, l'un pour la téléphonie, l'autre pour les transmissions de données et le télex, étant admis que, si cette option est retenue, on accepte que cette séparation des réseaux ne sera pas remise en cause et qu'il n'y aura jamais fusion, même partielle, des deux réseaux ?

Contribution du Post Office du Royaume-Uni

1. Les hypothèses présentées au paragraphe 3 de la circulaire n° 199 semblent offrir des options exclusives. Cela revient à simplifier un peu trop les choses car les services considérés, à savoir la téléphonie, la transmission de données et le télex, ainsi que les technologies qui leur servent de soutien, se développent à des rythmes différents. Dans l'immédiat, on éprouve un besoin urgent en services nouveaux de transmission de données et de télex, mais il est moins certain qu'un réseau téléphonique numérique à commutation puisse être largement utilisé d'ici à dix ans. Une approche plus réaliste et plus logique, pouvant mener plus facilement à la solution du problème, est présentée sous une forme graphique (figure 1) ; naturellement, c'est l'option B qui s'impose.

2. L'examen des propriétés d'un réseau téléphonique numérique aboutit aux conclusions suivantes :

- a) La conception d'un réseau numérique « avec intégration des services » à commutation prévu pour la téléphonie MIC et d'autres services doit être inévitablement optimisée pour la téléphonie. Les paramètres seront donc déterminés selon les besoins de la téléphonie (tels que statistiques des communications, temps d'établissement de la communication, temps de libération du circuit et procédure, qualité du service, sécurité, système de numérotation, principes adoptés pour la fixation des redevances) selon une méthode qui, selon toute vraisemblance, ne sera pas optimale pour d'autres services.

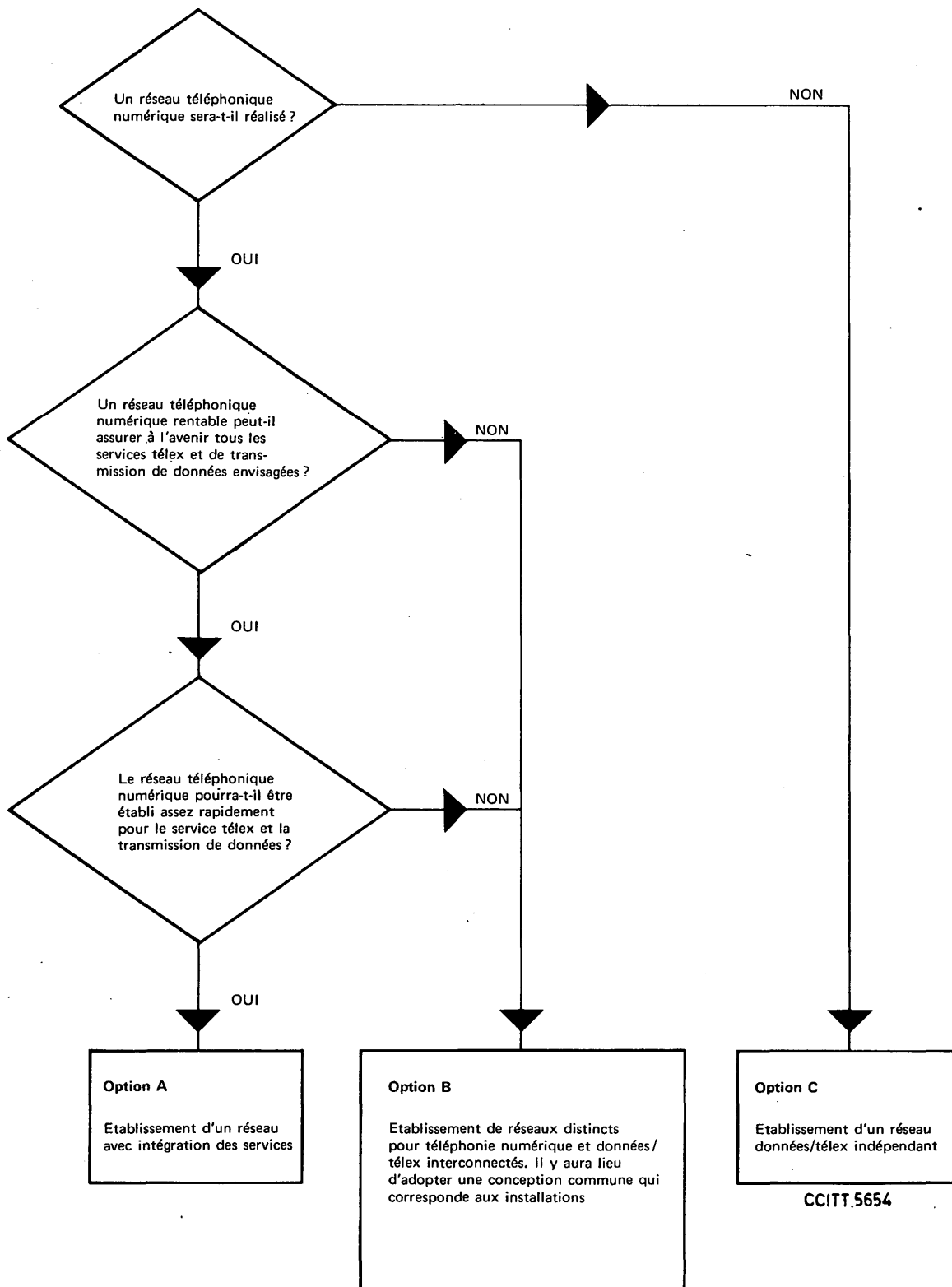


FIGURE 1. — Organigramme du problème

- b) Toutefois, un réseau téléphonique numérique à commutation, du fait de sa vitesse de transmission et de sa diversité, devrait pouvoir, après son adoption définitive, être utilisé pour un nombre limité de services de transmission de données numériques, disponibles dans une zone étendue.
- c) En conséquence, l'organisation fondamentale d'un réseau téléphonique numérique à commutation devrait avoir une grande souplesse et son équipement un fort caractère modulaire. Ses principaux éléments (par exemple signalisation entre les différents stades de traitement, commande par programme enregistré) doivent pouvoir être utilisés par plusieurs services et être logés dans un même bâtiment utilisé en commun avec d'autres réseaux.

3. Conclusions

La seule solution valable semble être l'étude d'un réseau téléphonique numérique (qui servira de base à un réseau éventuel avec intégration des services) et de réseaux spécialisés pour la transmission de données/télex (option B de la figure 1). Elle permet de faire avancer à la fois les études générales à long terme et la réalisation à court terme de nouveaux services par l'établissement de réseaux spécialisés. La réalisation de nouveaux services pour la transmission de données, le télex, etc., ne doit pas être subordonnée aux progrès accomplis en téléphonie numérique ou à un réseau avec intégration des services.

Toutefois, les travaux accomplis dans les deux domaines doivent être soigneusement coordonnés et il y a lieu, dans la mesure du possible, d'adopter des normes communes pour préserver toutes les chances d'interconnexion, à moins que la définition des besoins particuliers n'exige une dérogation à ces normes.

Contribution de l'Administration suisse

1. La présente contribution contient quelques considérations générales à l'intention de la réunion mixte qui groupera des représentants des Commissions d'études XI, spéciale A et spéciale D, et qui se tiendra le 28 novembre 1972 comme le prévoit la circulaire n° 199.

2. Cette circulaire suggère qu'une option soit prise au sujet des trois hypothèses de travail suivantes:

a) *Réseau numérique avec intégration des services*

Doit-on envisager que le réseau numérique international devra à l'avenir servir aussi bien pour la téléphonie que pour les transmissions de télex et de données ?

b) *Réseaux numériques spécialisés*

Faut-il, au contraire, considérer que les réseaux numériques doivent être spécialisés c'est-à-dire que l'on doit prévoir un réseau numérique pour la téléphonie et un autre réseau numérique pour les besoins propres des transmissions de données ?

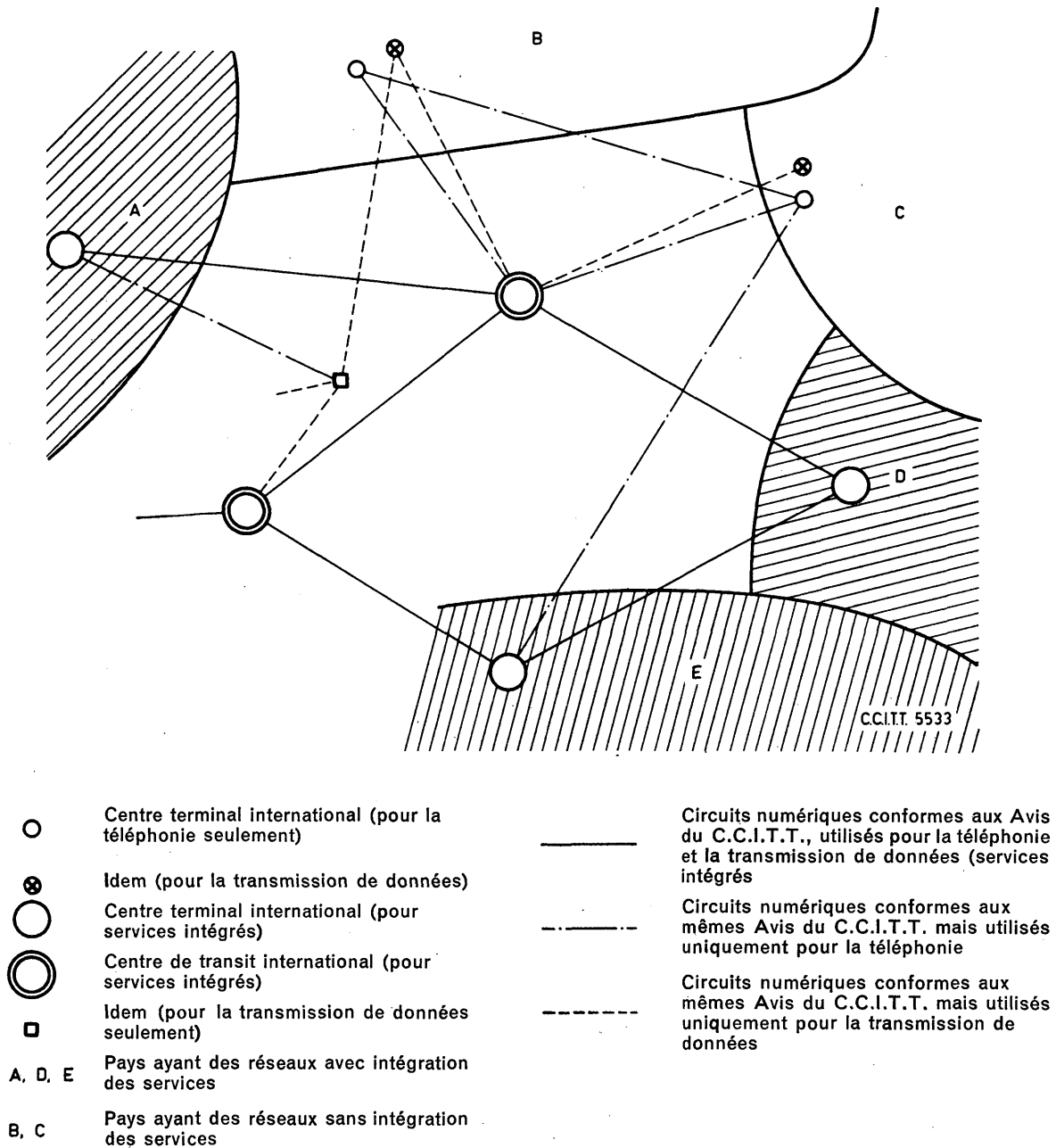
c) *Deux réseaux spécialisés avec une interconnexion limitée*

Si les deux réseaux spécialisés mentionnés sous b) sont constitués, doit-on permettre une interconnexion limitée entre eux ? (Dans l'affirmative, des études devraient être entreprises pour déterminer dans quelle mesure réaliser cette interconnexion.)

3. L'Administration suisse est d'avis qu'aucune de ces trois possibilités n'est entièrement conforme aux directives établies par la Commission spéciale D pour la conception et la mise en œuvre de systèmes numériques internationaux. Selon ces directives, les conditions spécifiées par des Avis du C.C.I.T.T. et applicables à l'interfonctionnement international doivent imposer un minimum de restrictions à l'évolution des réseaux nationaux. Il est reconnu que l'évolution de ces réseaux va de pair avec le développement général du pays intéressé et qu'elle tient compte des conditions particulières du pays: superficie, topographie, répartition et densité de la population, niveau de vie, etc. Par conséquent, on ne doit pas s'attendre que, dans l'avenir, tous les pays trouvent les mêmes avantages à exploiter leurs réseaux en ayant recours à l'intégration des services. Le réseau international doit assurer une certaine souplesse d'exploitation de manière à faciliter la libre évolution des réseaux nationaux vers une situation de ce genre, laquelle pourra alors subsister très longtemps, sinon pour toujours. Cela étant, l'Administration suisse envisage une *quatrième possibilité* qui serait la suivante:

d) *Un réseau numérique de base avec intégration des services, interconnecté avec les deux types de réseaux spécialisés décrits à l'alinéa b)*

Le réseau de télécommunication international doit-il comprendre des réseaux nationaux avec intégration des services et des réseaux nationaux sans cette intégration, reliés à un réseau dont une partie est destinée uniquement à une utilisation spécialisée et dont une autre est commune à plusieurs services (voir figure 2)?



Les pays où se trouvent les centres de transit internationaux ne sont pas représentés

Figure 2. — Schéma d'un réseau numérique international basé sur l'intégration des services

L'Administration suisse suggère que, dans le cadre des travaux du C.C.I.T.T., aucun effort ne soit négligé en vue de permettre l'intégration progressive des services dans les meilleures conditions techniques et économiques possible.

4. Le système de signalisation avec commande par programme enregistré et le système de signalisation sur voie commune semblent être les plus appropriés si l'on veut assurer un interfonctionnement complet et souple entre les réseaux nationaux. Dans l'étude des divers Avis, dans la mise au point et la réalisation de nouveaux équipements de transmission, de commutation et de signalisation numériques, il est indispensable, à maints égards, de savoir

dans quelle mesure les installations seront partagées entre plusieurs services intégrés. De plus, si l'on fait appel à un équipement dont l'utilisation peut être partagée, on éviterait la répétition superflue de certains travaux qu'impliquent l'étude et la conception de systèmes spécialisés pour des services distincts. Par exemple, un système de signalisation sur voie commune destiné à être utilisé dans un réseau avec intégration des services peut aussi fonctionner sur des réseaux séparés pour la téléphonie ou la transmission des données, etc. Cela étant, l'Administration suisse préférerait la solution décrite au paragraphe 1, alinéa ii, de la circulaire n° 199. Outre des exigences accrues en matière d'enregistrement des programmes, la solution i, évoquée dans le même paragraphe, peut aussi donner lieu, du point de vue du software, à des problèmes d'interfonctionnement supplémentaires, étant donné que des systèmes de signalisation différents peuvent nécessiter l'application de principes de programmation différents.

5. Un programme élaboré en commun par l'Administration suisse et l'industrie suisse des télécommunications est actuellement appliqué en vue de la mise au point d'un système MIC de commutation et de transmission avec possibilité d'intégration des services. Il existe des publications qui traitent de ce système appelé IFS-1 (voir comptes rendus *International Seminar on Integrated Systems*, Zurich 1972, ou *International Switching Symposium*, Boston 1972). Ce système sera utilisé systématiquement en Suisse pour plusieurs types de lignes d'abonné (téléphonie et transmission de données), notamment une ligne numérique à usage universel (alternativement ou simultanément pour la téléphonie et la transmission de données). Le système peut aussi servir pour les appareils téléphoniques ordinaires de type analogique. On parvient ainsi à grouper plusieurs services dans un même système, aussi près que possible du poste d'abonné, particulièrement dans le cas de la ligne numérique d'abonné, laquelle est à quatre fils. On envisage d'assurer des services qui nécessitent plusieurs intervalles de temps. Pour assurer un degré élevé de fiabilité, il est prévu un réseau de structure spéciale, à plusieurs niveaux, garantissant une meilleure protection contre les interruptions (par comparaison avec le cas de l'abonné disposant de deux lignes séparées, l'une reliée au réseau téléphonique et l'autre au réseau de transmission de données). L'Administration suisse pense que le système IFS-1 lui procurera aussi certains avantages du point de vue de l'exploitation et de la gestion, du fait de ses possibilités d'intégration des services.

Question 2/D. — Equipements multiplex MIC primaires

(Suite de la Question 2/D, étudiée en 1968-1972)

Quelles recommandations convient-il de faire en ce qui concerne :

- a) la conversion entre les différentes lois de codage utilisées dans les multiplex primaires ;
- b) une jonction qui donne un accès numérique à un ou plusieurs intervalles de temps de voie d'un multiplex MIC primaire pour la transmission de données ?

Remarque 1. — On tiendra compte des Avis G.711, 712, 731, 732 et 733.

Remarque 2. — La partie b de cette question devrait être étudiée en liaison avec la Question 7/D. Dans le cas d'un accès à des intervalles de temps individuels, il y a lieu de tenir compte des jonctions similaires qui doivent être définies par la Commission d'études VII pour des multiplex de données.

ANNEXE

(à la Question 2/D)

Conversion entre la loi A et la loi μ

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company et de la République fédérale d'Allemagne)

1. Introduction

Cette annexe traite de la conversion des signaux de caractère MIC de la loi μ dans la loi A et inversement. Grâce à la formulation unifiée des lois de codage indiquée en [1], il est possible d'établir des algorithmes pour déterminer les lois de conversion de code. La conversion μ -A est étudiée en [2]; on a fait la synthèse d'un circuit séquentiel spécial pour cette conversion, et on a construit ce circuit. Dans la présente contribution, les conversions μ -A et A- μ sont indiquées sous forme de tableaux. Cette tabulation est suffisante pour spécifier la réalisation du circuit sous la forme d'une mémoire fixe.

On trouvera ici, pour les deux convertisseurs, des courbes du rapport signal/bruit correspondant à un signal à distribution gaussienne « bruit ». On trouvera également des résultats expérimentaux sur une transmission de données à largeur de spectre vocale, faisant appel d'une part à la simulation d'un codeur μ , d'un convertisseur μ -A et d'un décodeur A, d'autre part à un système simulé fonctionnant dans l'ordre inverse. Pour les valeurs courantes du niveau relatif, la conversion entre les lois de codage n'introduit pas une augmentation sensible des taux d'erreur sur le signal de données.

2. Tableaux de conversion

En principe, la conversion d'une loi de codage donnée dans une autre loi de codage implique les opérations suivantes: linéarisation (extension) numérique du signal de caractère à l'entrée; insertion d'un gain ou d'un affaiblissement numérique; enfin, compression numérique en fonction de la loi de codage du signal de caractère à la

TABLEAU 1
CONVERSION μ -A

<i>Loi μ</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi A</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi μ</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi A</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur
0	1	44	41
1	1	45	42
2	2	46	43
3	2	47	44
4	3	48	46
5	3	49	48
6	4	50	49
7	4	51	50
8	5	52	51
9	5	53	52
10	6	54	53
11	6	55	54
12	7	56	55
13	7	57	56
14	8	58	57
15	8	59	58
16	9	60	59
17	10	61	60
18	11	62	61
19	12	63	62
20	13	64	64
21	14	65	65
22	15	66	66
23	16	67	67
24	17	68	68
25	18	69	69
26	19	70	70
27	20	71	71
28	21	72	72
29	22	73	73
30	23	74	74
31	24	75	75
32	25	76	76
33	27	77	77
34	29	78	78
35	31	79	79
36	33	80	81
37	34	81	82
38	35	82	83
39	36	83	84
40	37	84	85
41	38	85	86
42	39	86	87
43	40	87	88
		.	.
		.	.
		127	128

TABEAU 2

CONVERSION A-μ

<i>Loi A</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi μ</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi A</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur	<i>Loi μ</i> Numéro de la valeur à la sortie du décodeur
1	1	51	52
2	3	52	53
3	5	53	54
4	7	54	55
5	9	55	56
6	11	56	57
7	13	57	58
8	15	58	59
9	16	59	60
10	17	60	61
11	18	61	62
12	19	62	63
13	20	63	64
14	21	64	64
15	22	65	65
16	23	66	66
17	24	67	67
18	25	68	68
19	26	69	69
20	27	70	70
21	28	71	71
22	29	72	72
23	30	73	73
24	31	74	74
25	32	75	75
26	32	76	76
27	33	77	77
28	33	78	78
29	34	79	79
30	34	80	80
31	35	81	80
32	35	82	81
33	36	83	82
34	37	84	83
35	38	85	84
36	39	86	85
37	40	87	86
38	41	88	87
39	42	89	88
40	43	90	89
41	44	91	90
42	45	92	91
43	46	93	92
44	47	94	93
45	48	95	94
46	48	96	95
47	49	97	96
48	49	98	97
49	50	.	.
50	51	.	.
		128	127

sortie. Du fait de la coupure des éléments de signal les moins significatifs, coupure inhérente à la compression numérique, il s'introduit dans le processus de conversion un bruit granulaire semblable à un bruit de quantification. Le gain numérique utilisé dans le processus peut être choisi de manière à fournir les caractéristiques globales désirées du système. Dans l'étude décrite ici, on a recherché un processus de conversion donnant un gain nul à 0 dBm0 entre les points à fréquences vocales.

Le processus à trois étapes mentionné plus haut peut être condensé en un algorithme unique que l'on applique au signal de caractère à l'entrée. Cet algorithme peut être réalisé par un circuit séquentiel, comme indiqué en [2]. On peut aussi obtenir un tableau de correspondance entre les signaux de caractère à l'entrée et à la sortie. Les tableaux 1 et 2 établissent cette correspondance, respectivement pour un convertisseur μ -A et pour un convertisseur A- μ . Le tableau 1 donne les numéros des valeurs de niveau à la sortie d'un décodeur appliquant la loi A (décodeur de sortie), en correspondance avec les numéros des valeurs à la sortie d'un décodeur d'entrée appliquant la loi μ . Le tableau 2 fournit la correspondance pour une conversion A- μ .

3. Rapport signal/distorsion totale et variation du gain en fonction du niveau d'entrée

Les figures 1 à 4 donnent les valeurs du rapport signal/distorsion totale (S/D) des convertisseurs. Pour les figures 1 et 2, le signal d'entrée est sinusoïdal; dans la figure 3 il a une distribution de Laplace ($e^{-|x|}$) pour simuler la parole, et dans la figure 4 la distribution du signal est gaussienne. A titre de comparaison, on a aussi indiqué dans ces figures la valeur du rapport S/D pour un système idéal fonctionnant respectivement selon la loi μ et selon

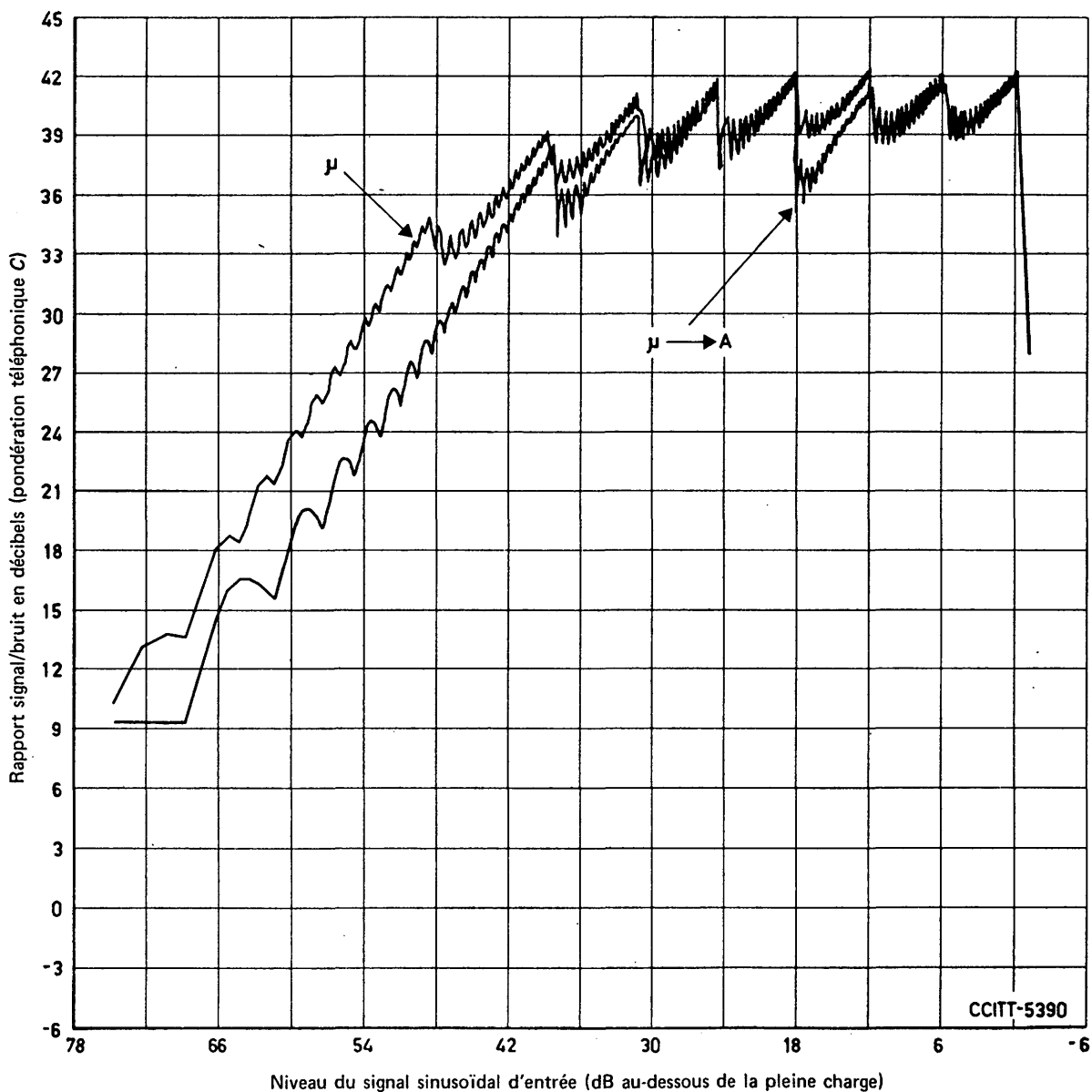


FIGURE 1. — Rapport signal/bruit d'un code numérique μ et d'un code numérique $\mu \rightarrow A$, avec signal d'entrée sinusoïdal

la loi A, sans conversion. Pour les valeurs élevées du rapport signal/distorsion, on voit que la réduction de qualité introduite par la conversion est de l'ordre de 3 dB. Pour les faibles valeurs du signal, la qualité est déterminée essentiellement par le fait que le système selon la loi A fonctionne avec des échelons plus grands dans la région des segments les plus bas.

Les figures 5 à 7 représentent les variations du gain en fonction du niveau d'entrée, ici encore pour les trois types de signal (sinusoïdal, laplacien ou « parole et gaussien »).

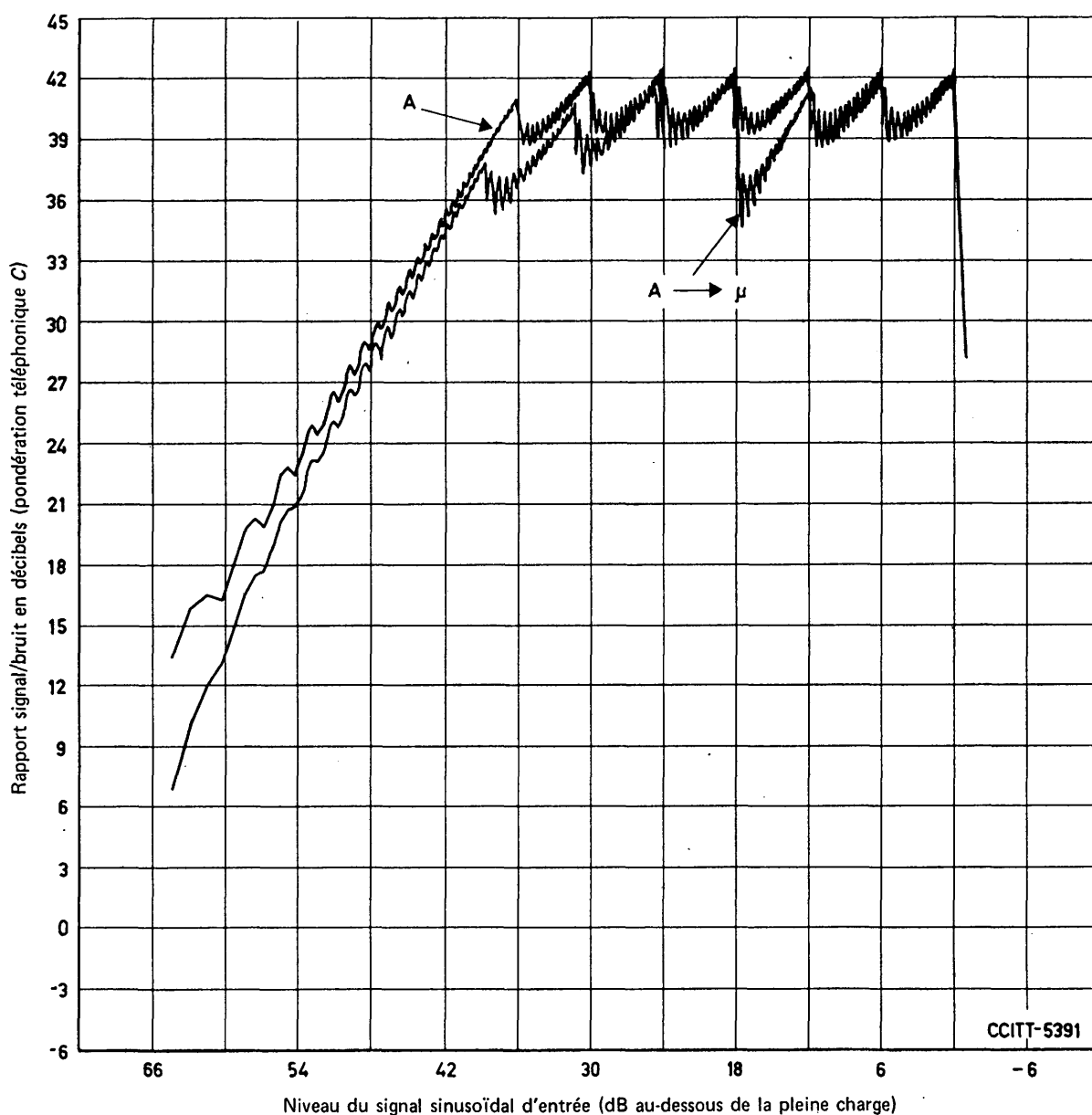
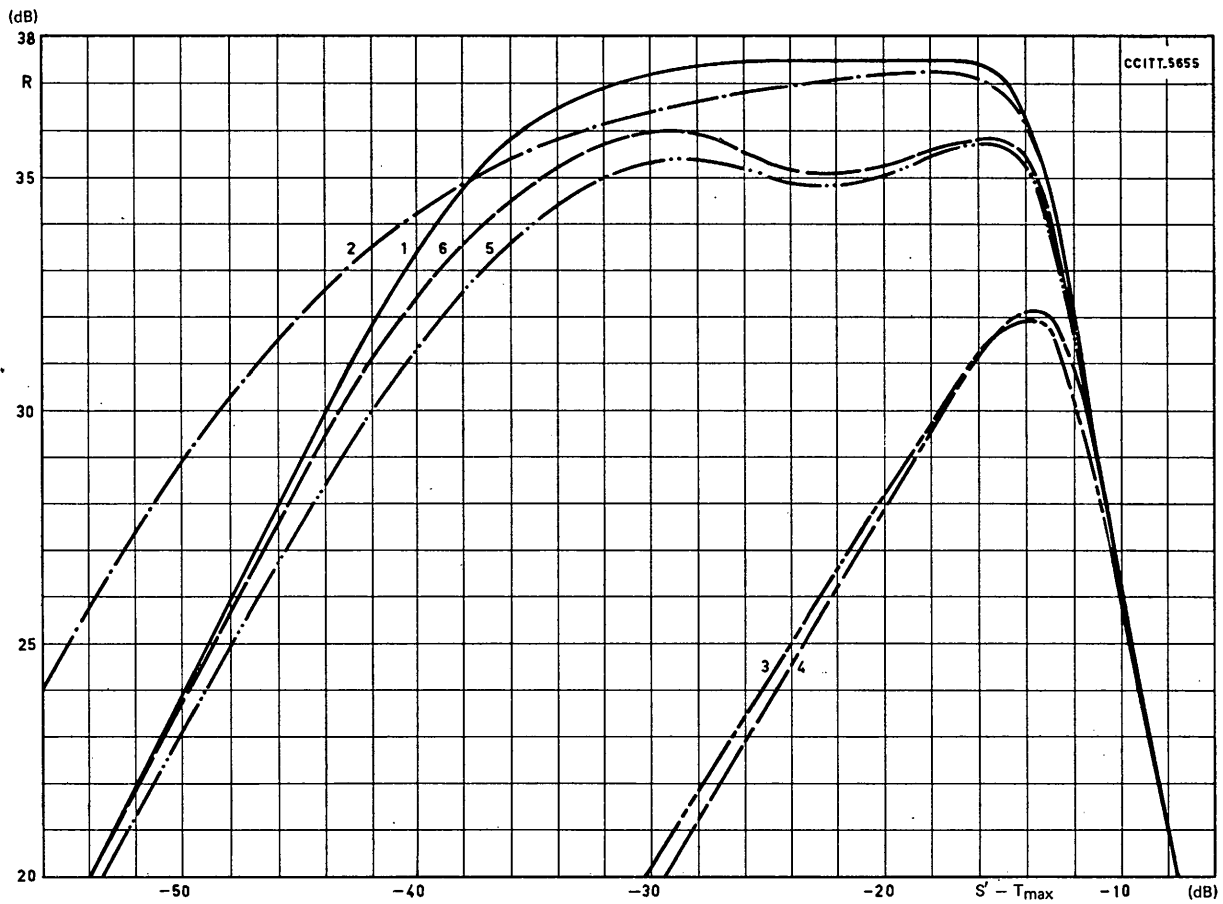
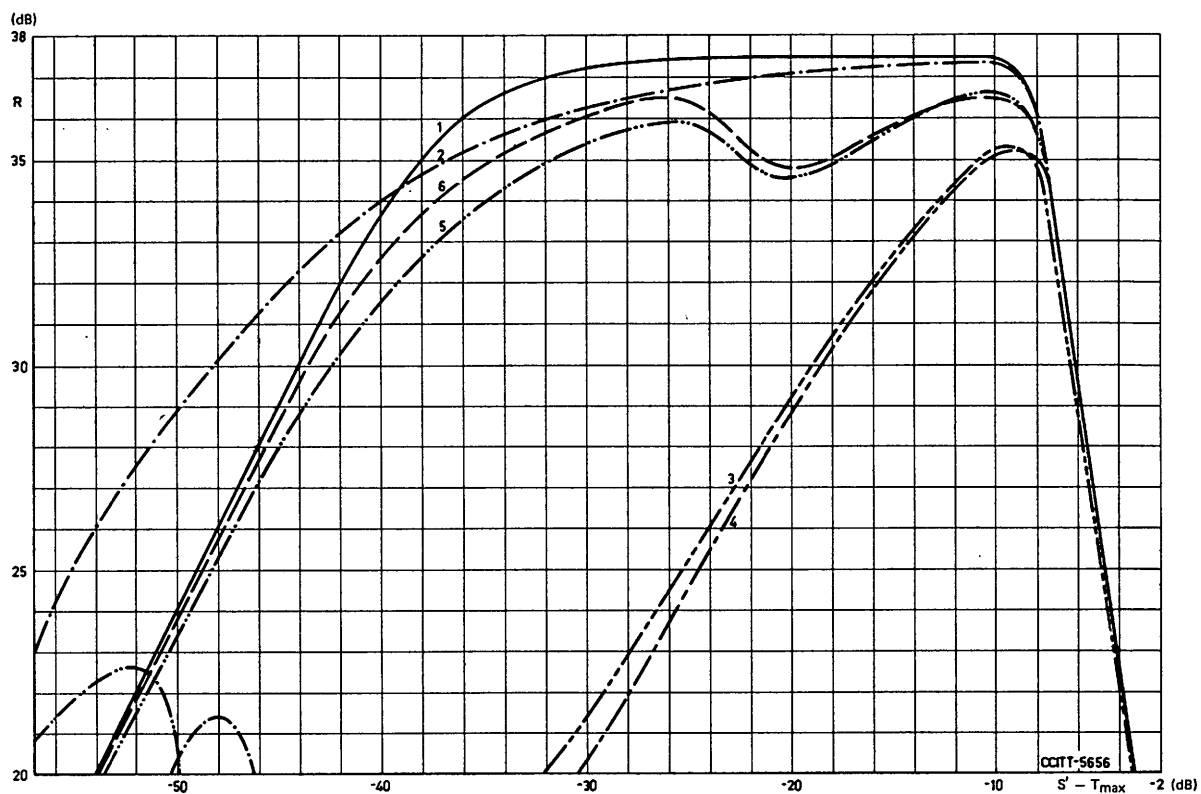


FIGURE 2. — Rapport signal/bruit d'un codec numérique A et d'un codec numérique A → μ, avec signal d'entrée sinusoïdal.



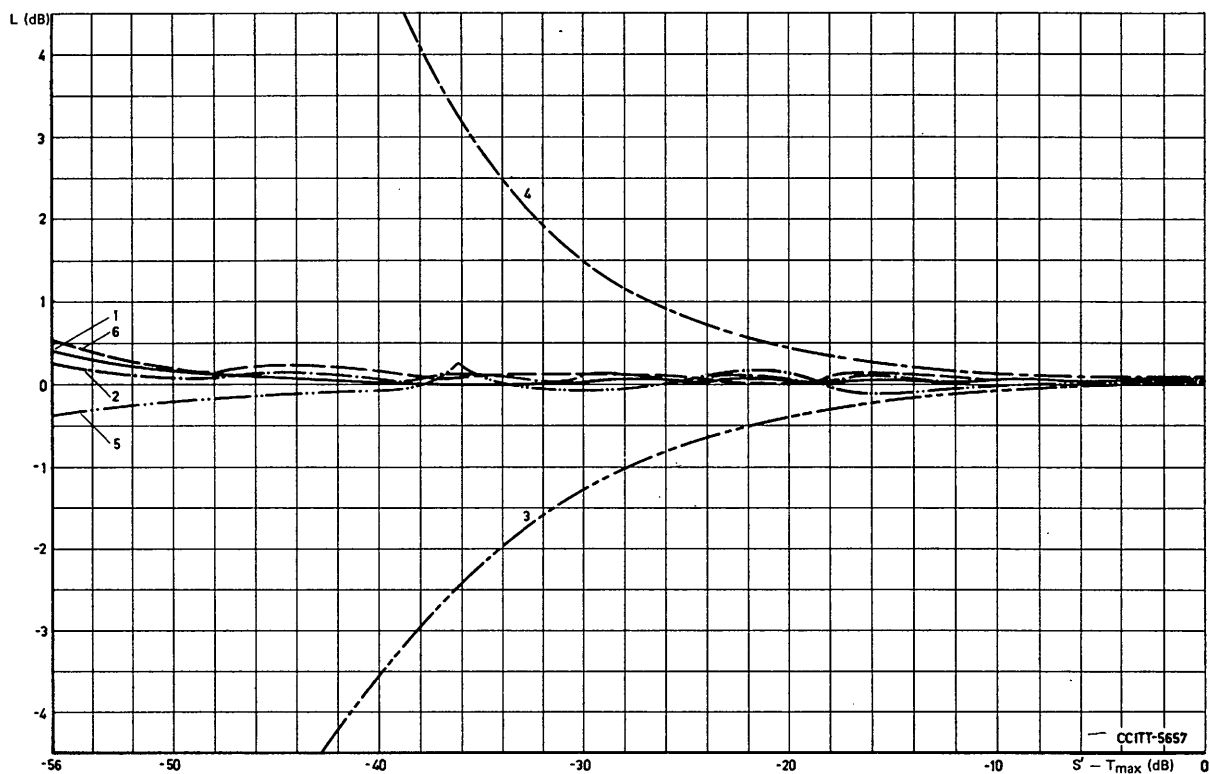
- Courbe 1 : compresseur-extenseur à 13 segments
 Courbe 2 : compresseur-extenseur à 15 segments
 Courbe 3 : compresseur à 15 segments et extenseur à 13 segments
 Courbe 4 : compresseur à 13 segments et extenseur à 15 segments
 Courbe 5 : comme pour la courbe 3 mais avec recodage
 Courbe 6 : comme pour la courbe 4 mais avec recodage

FIGURE 3. — Rapport signal/bruit R en fonction de la charge $S' - T_{\max}$ pour un codage de 8 bits avec un signal vocal simulé



Courbe 1 : compresseur-extenseur à 13 segments
 Courbe 2 : compresseur-extenseur à 15 segments
 Courbe 3 : compresseur à 15 segments et extenseur à 13 segments
 Courbe 4 : compresseur à 13 segments et extenseur à 15 segments
 Courbe 5 : comme pour la courbe 3 mais avec recodage
 Courbe 6 : comme pour la courbe 4 mais avec recodage

FIGURE 4. — Comme dans la figure 3 mais pour les signaux de bruit



Courbe 1 : compresseur-extenseur à 13 segments
 Courbe 2 : compresseur-extenseur à 15 segments
 Courbe 3 : compresseur à 15 segments et extenseur à 13 segments
 Courbe 4 : compresseur à 13 segments et extenseur à 15 segments
 Courbe 5 : comme la courbe 3 mais avec recodage
 Courbe 6 : comme la courbe 4 mais avec recodage

FIGURE 5. — Variation de l'équivalent de transmission total L en fonction de la charge $S' - T_{\max}$ pour un codage de 8 bits avec des signaux sinusoïdaux

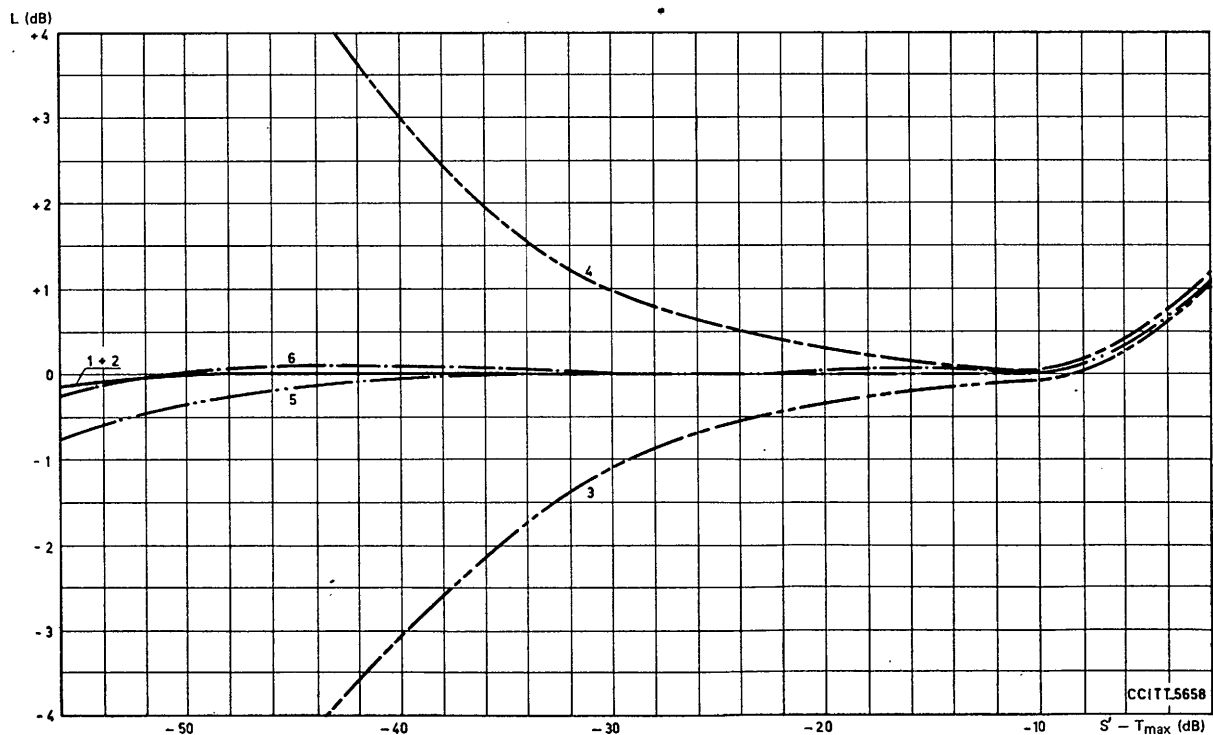


FIGURE 6. — Comme dans la figure 5, mais pour les signaux vocaux

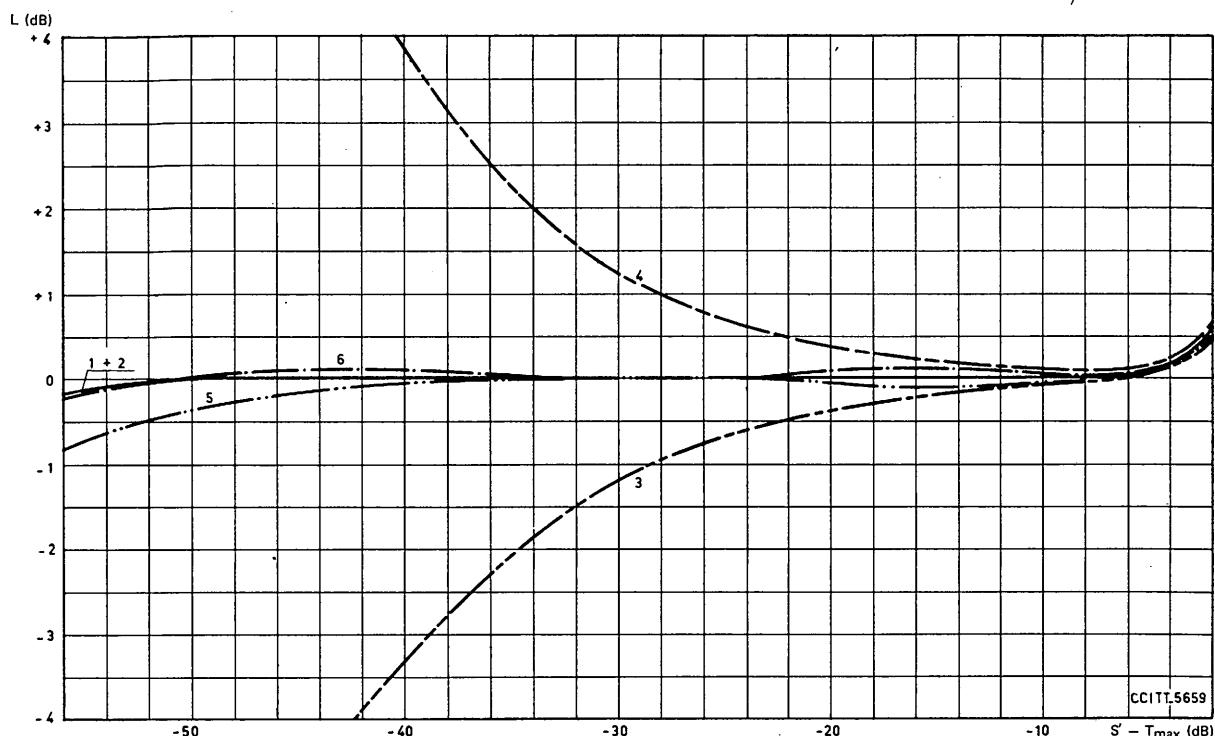


FIGURE 7. — Comme dans la figure 5, mais pour les signaux de bruit

4. Fonctionnement avec signaux de données à largeur de spectre vocale

On s'est servi du poste de données n° 203 du Bell System dans des essais en vue de déterminer l'influence de la conversion des lois de codage sur des signaux de données à largeur de spectre vocale. Ce poste de données transforme des signaux de données transmis à différents débits binaires en signaux de sortie à plusieurs niveaux et à bande latérale résiduelle. Les essais ont été faits avec deux valeurs du débit binaire: 4800 bit/s avec un signal à quatre niveaux transmis à 2400 bauds, et 5400 bit/s avec un signal à huit niveaux transmis à 1800 bauds. Les essais consistaient à faire fonctionner le poste de données 203 en coopération avec un système composé des éléments suivants: un filtre passe-bas à coupure raide (environ 3 kHz), un codeur et un petit ordinateur programmé pour effectuer la conversion μ -A ou A- μ . Le signal de sortie fourni par le calculateur était décodé puis appliqué à un filtre passe-bas (semblable à celui du système émetteur) et au récepteur n° 203. Les bits de données apparaissant à la sortie étaient comparés bit par bit avec ceux qui avaient été injectés à l'entrée, et on faisait le décompte des erreurs. Pour des niveaux compris entre les limites approximatives de -35 dBm0 et -5 dBm0, on n'a enregistré aucune erreur, que ce soit avec 4800 bit/s ou avec 5400 bit/s.

Dans une série d'essais, on ajoutait un bruit à caractéristique gaussienne au train de données transmis à 4800 bit/s avant conversion, de manière à obtenir un taux d'erreur de 10^{-4} . Les résultats de ces essais sont illustrés par les figures 8 à 10. La figure 8 illustre, à titre de référence, les cas suivants: codeur μ vers décodeur μ et codeur A vers décodeur A. On observe une très légère augmentation du taux d'erreur au-dessus de -35 dBm0, mais cette augmentation n'est probablement pas significative. La figure 9 montre quelle est l'influence d'une conversion de code; on voit que l'augmentation du taux d'erreur est négligeable. En revanche, si le codeur μ est relié directement au décodeur A (sans conversion), l'augmentation du taux d'erreur est appréciable, comme le montre la figure 10. On a un résultat analogue lorsqu'on fait la connexion directe dans le sens de A vers μ .

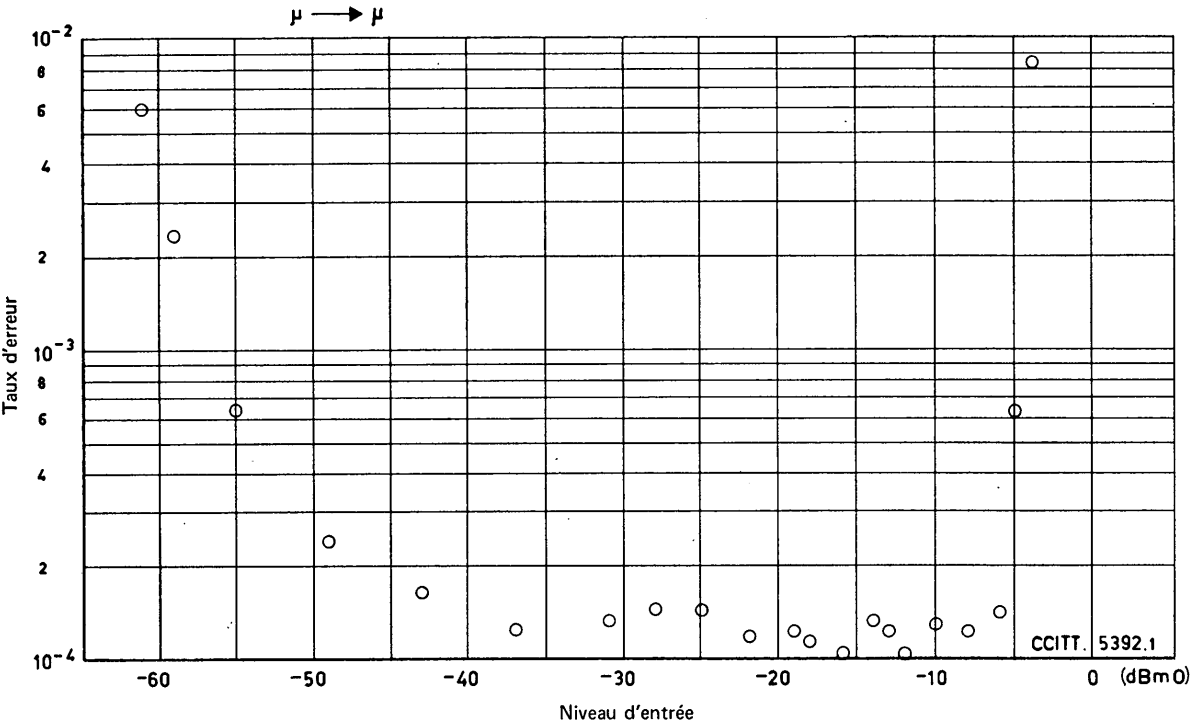


FIGURE 8 a. — Codeur $\mu \rightarrow$ décodeur μ

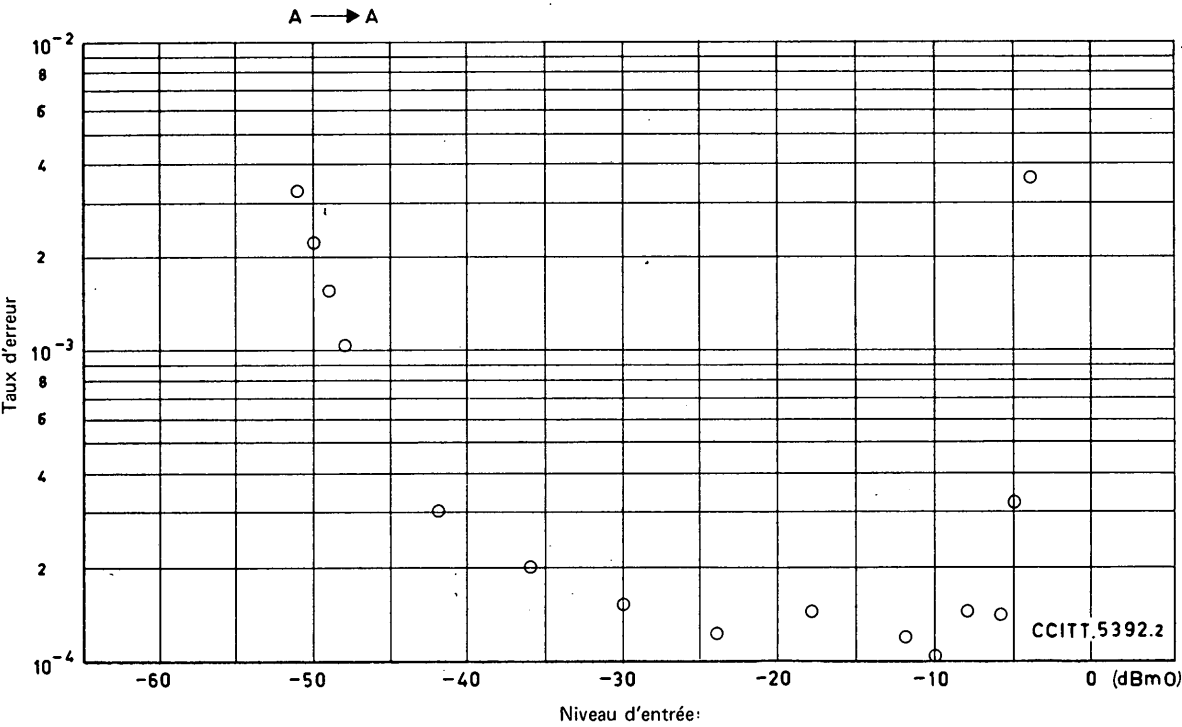


FIGURE 8 b. — Codeur A $\rightarrow$ décodeur A

FIGURE 8. — Taux d'erreur avec codage et addition d'un bruit gaussien, comparé au taux d'erreur avec bruit seulement

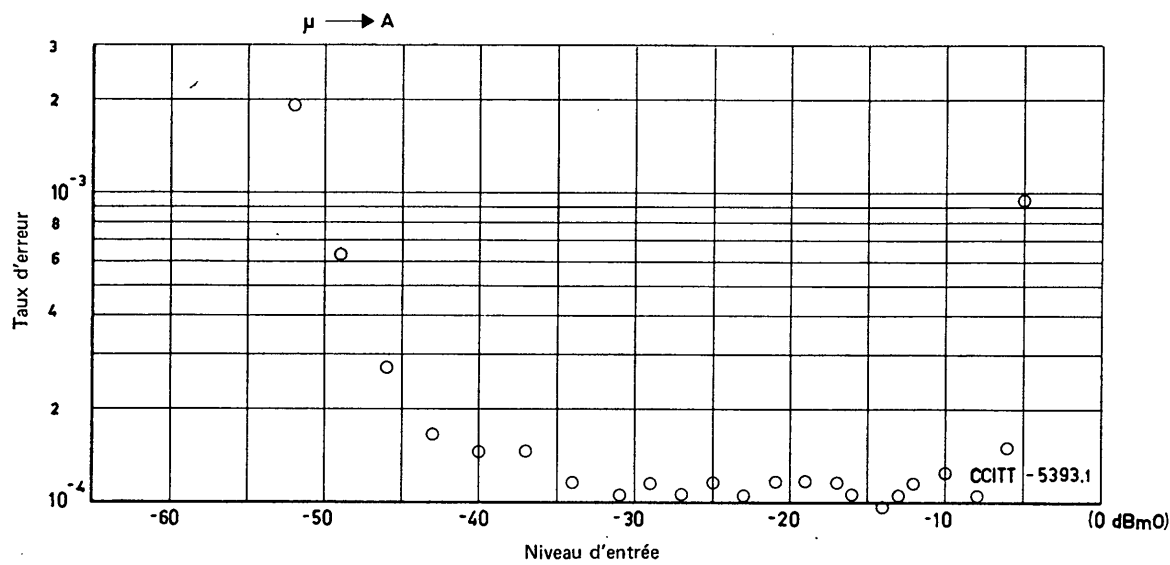


FIGURE 9 a. — $\mu \rightarrow A$

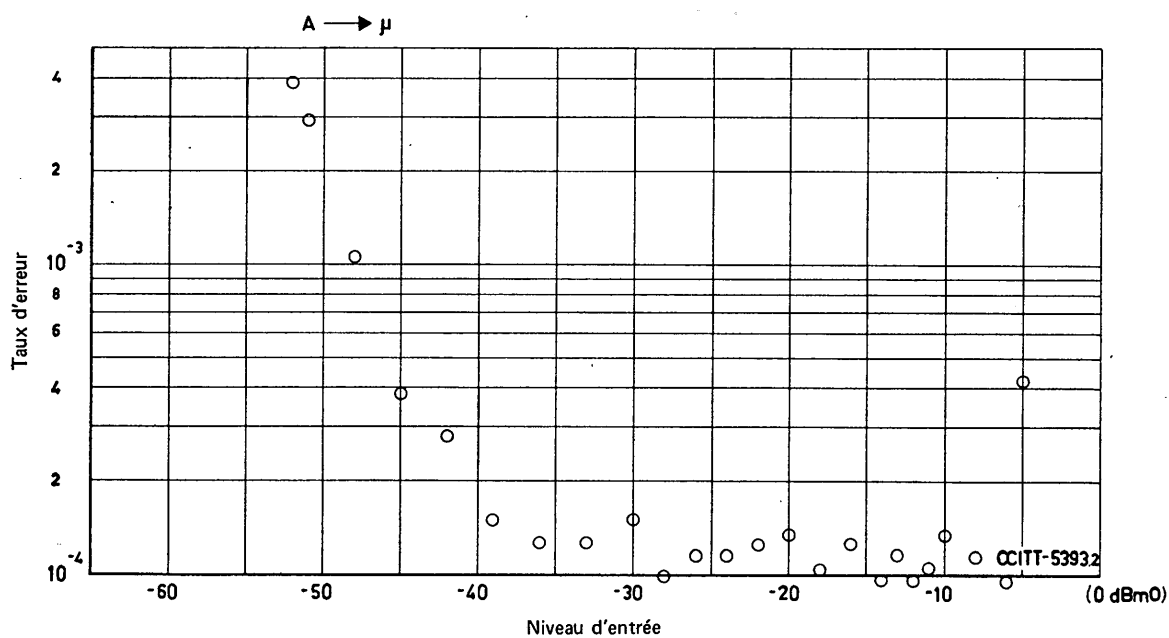


FIGURE 9 b. — $A \rightarrow \mu$

FIGURE 9. — Taux d'erreur avec conversion et addition de bruit gaussien, comparé au taux d'erreur avec bruit seulement

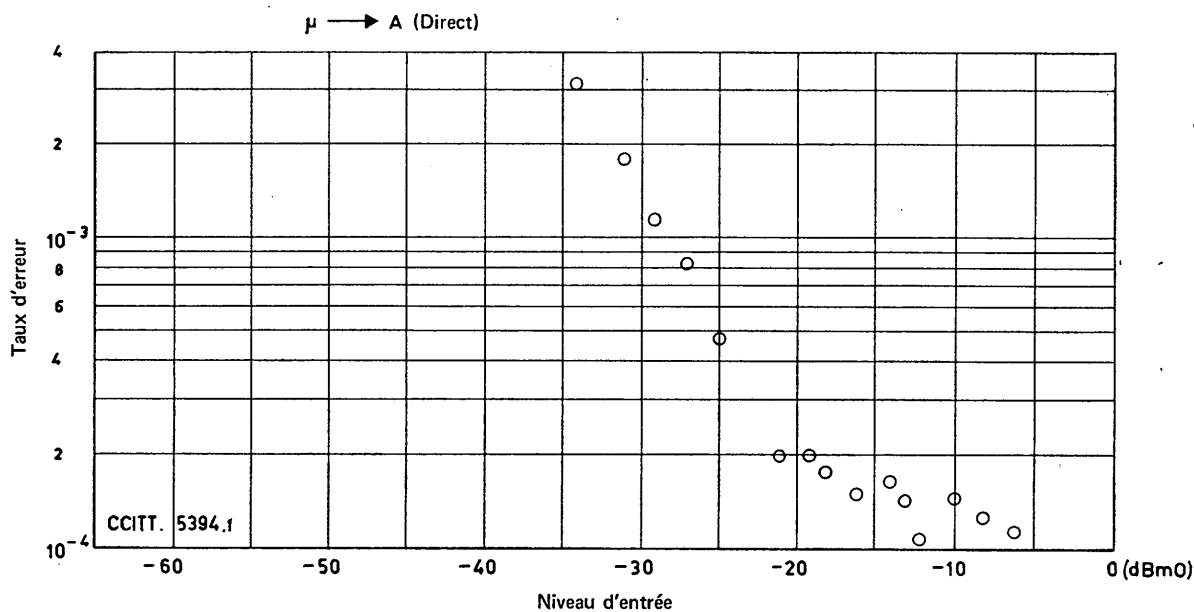
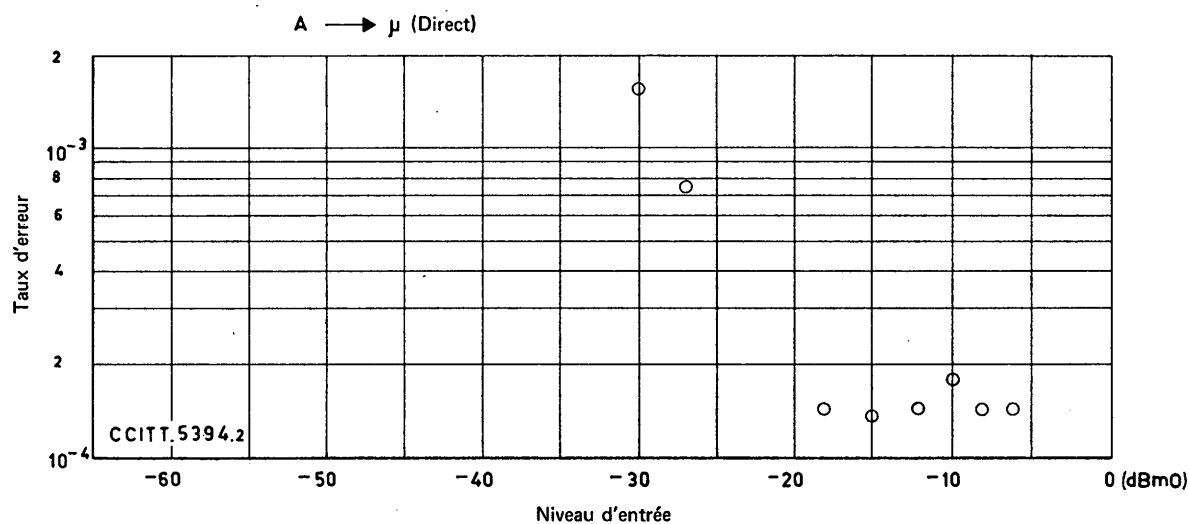
FIGURE 10 a. — $\mu \rightarrow A$ FIGURE 10 b. — $A \rightarrow \mu$

FIGURE 10. — Taux d'erreur sans conversion ni bruit gaussien ajouté, comparé au taux d'erreur avec bruit seulement

5. Emploi d'un générateur de signaux numériques pour les mesures

L'Avis G.711 indique deux séquences de mots de code (l'une pour la loi μ et l'autre pour la loi A) qui, lors du décodage, produisent un signal sinusoïdal de 1 kHz à un niveau nominal de 0 dBm0. Dans le système MIC spécifié par l'Avis G.732 un bit sur deux est inversé par rapport au code binaire symétrique « naturel » ; dans le système MIC conforme à l'Avis G.733, chaque bit est inversé. On voit donc immédiatement que les deux séquences sont en fait identiques. D'autre part, les mots de code spécifiés dans l'Avis G.711 correspondent à des intervalles de quantification qui ne nécessitent pas de recodage.

6. *Conclusions*

Compte tenu des résultats indiqués ci-dessus et de ceux qui sont exposés en [2], on peut formuler les conclusions suivantes :

1. la conversion des lois de codage est facile à réaliser sur la base d'un circuit séquentiel ou d'une mémoire fixe;
2. la dégradation du rapport S/D pour des signaux vocaux, sous l'effet de la conversion des lois de codage, ne devrait pas avoir des effets subjectifs importants;
3. avec les postes de données envisagés actuellement, la qualité de transmission de données ne devrait pas subir de réduction du fait de cette conversion;
4. compte tenu de la conclusion 3, il semble que la signalisation dans la bande ne devrait pas être compromise par la conversion des lois de codage;
5. les séquences de mots de code pour le «milliwatt numérique», indiquées dans la section 4 de l'Avis G. 711, sont compatibles.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] KANEKO, HISASHI, "A Unified Formulation of Segment Companding Laws and Synthesis of Codecs and Digital Companders", *Bell System Technical Journal*, volume 49, n° 7, p. 1555-1588, septembre 1970.
- [2] OSBORNE, P. W., KANEKO, HISASHI, AARON, M. R., "Synthesis of Code Converters for Segmented Companded p.c.m. Codes", *Conference on Digital Processing of Signals in Communications*, Loughborough, Royaume-Uni, p. 305-316, 11-13 avril 1972.

Question 3/D. — Commutation et signalisation dans les réseaux numériques

(Suite des Questions 3/D et 4/D, étudiées en 1968-1972)

Quelles caractéristiques convient-il de recommander pour les systèmes de commutation numérique, pour que ces systèmes puissent fonctionner à l'intérieur d'un réseau international de télécommunication qui comprend des liaisons numériques ?

- a) Quelles sont les caractéristiques d'un système de commutation numérique destiné à des réseaux de services spécialisés ? Si l'étude de la Question 1/D en montre la nécessité, les caractéristiques doivent-elles être différentes si on les utilise ultérieurement dans un réseau numérique avec intégration des services ?
- b) Quelles sont les caractéristiques d'un système de signalisation numérique à utiliser en relation avec les futurs systèmes de commutation numérique spécialisés ? Si l'étude de la Question 1/D en montre la nécessité, les caractéristiques doivent-elles être différentes si on les utilise ultérieurement dans un réseau numérique avec intégration des services ?

Remarque. — Certains des points à étudier sont énumérés dans l'Annexe ci-après.

ANNEXE

(à la Question 3/D)

A. *Normes de qualité des systèmes de commutation numérique*

1. Quelles caractéristiques de qualité convient-il d'assurer, en particulier :
 - a) Quelles devraient être les caractéristiques de taux d'erreur d'un commutateur numérique ? Il conviendra de fournir une liste des spécifications, ainsi que des objectifs quantitatifs.
 - Convient-il de spécifier un taux d'erreur pour la signalisation entre centraux numériques ?
 - Le taux d'erreur pour des communications établies devrait-il être limité, par exemple, à 1 % du taux d'erreur du système de transmission ?
 - Convient-il de mettre en œuvre dans un central un équipement destiné à contrôler les caractéristiques de taux d'erreur de ce central ?

- b) Quelles devraient être les limites de la gigue: à l'entrée d'un commutateur, à la sortie d'un commutateur en direction du système de transmission ?
 - c) Quelles devraient être les limites préférées des durées d'établissement et de libération des communications ?
 - d) Quelles autres caractéristiques sont nécessaires ?
2. Quelles caractéristiques de maintenance convient-il de prévoir, en particulier:
- a) Les centraux numériques sont capables de vérifier rapidement l'intégrité des communications établies par l'intermédiaire d'un central vers le central suivant; il est possible par exemple de faire un essai en boucle pour vérifier la bonne utilisation de tous les éléments numériques à l'intérieur de la voie. Quelles sont, dans le détail, les procédures souhaitables qui permettraient de faciliter ces essais dans une communication internationale?
 - b) Quelles autres caractéristiques seront nécessaires?

B. *Caractéristiques des systèmes de commutation*

Quelles caractéristiques devrait-on considérer dans l'étude des systèmes de commutation numérique, en particulier:

- 1) Quelle combinaison de services devrait faire l'objet de la commutation dans un système de commutation donné?
- 2) Convient-il de prévoir le passage simultané, à travers le commutateur de conduits ayant une capacité inférieure ou supérieure à 64 kbit/s et de conduits à 64 kbit/s?
- 3) Le conduit numérique à 64 kbit/s passant par le commutateur doit-il être indépendant de la séquence des bits?
- 4) Quel est le temps de transmission tolérable?
- 5) Au point où les liaisons numériques aboutissent au commutateur numérique, quelles dispositions devrait-on prendre en ce qui concerne les signaux de verrouillage de trame et les signaux d'alarme?
- 6) Quelles sont les capacités des assemblages de voies téléphoniques ou d'intervalles de temps que l'on peut recommander aux jonctions des commutateurs?
- 7) Est-il nécessaire de définir la structure d'un assemblage de voies transmises par des conduits numériques entre des centres de commutation numérique? Dans l'affirmative, quelle devrait être cette structure?
- 8) Quelles dispositions convient-il de prendre dans un système de commutation numérique pour la connexion et l'obtention de conduits permanents et semi-permanents, pour les lignes louées, etc.?
- 9) Les services qui ont besoin de plusieurs intervalles de temps doivent-ils être commutés? Dans l'affirmative, de quelle manière convient-il d'assurer l'intégrité des intervalles de temps?
- 10) Dans les cas où les tonalités de service (tonalités d'occupation et autres) sont produites numériquement, quelles normes convient-il de fixer pour la production de ces tonalités?
- 11) Quels moyens faut-il mettre en œuvre pour assurer la commutation d'appareils auxiliaires tels que les supprimeurs d'écho, les traducteurs de codes vocaux et les codecs pour signaux vocaux?
- 12) Quelles autres caractéristiques convient-il de recommander?

Remarque 1. — Dans l'étude des caractéristiques des systèmes de commutation numérique, il convient de prendre en considération les diverses conditions avec lesquelles le système doit être compatible, à savoir:

- équipement de transmission numérique connecté au central numérique;
- équipement de multiplexage connecté localement au central ou à partir d'une extrémité éloignée d'un circuit de transmission;
- circuits analogiques interurbains connectés au centre de commutation par un équipement de multiplexage;
- autres centraux numériques qui y sont connectés;
- centraux analogiques qui y sont connectés;
- réseau à commutation et transmission intégrées dont fait partie le système de commutation numérique.

Il convient de tenir compte également des problèmes qui se poseront au cours de la période transitoire. Les centraux numériques peuvent être utilisés pour remplacer les centraux analogiques auxquels les circuits numériques interurbains sont connectés. Dans ce cas, le commutateur doit engendrer et accepter tous les signaux, indications d'alarme, etc., engendrés et acceptés précédemment par les multiplexeurs qu'il a remplacés.

Etant donné que les systèmes de transmission point à point utiliseront la signalisation voie par voie alors qu'on prévoit que les centraux numériques seront reliés par une voie de signalisation commune, les changements dans les systèmes de signalisation doivent s'opérer durant une période transitoire, et les centraux numériques devront avoir des possibilités d'interfonctionnement extrêmement souples.

Remarque 2. — Il convient d'attirer l'attention sur les comptes rendus du Symposium international sur les systèmes intégrés (Zurich, 1972) et sur ceux du Symposium international sur la commutation (Boston, 1972).

C. *Signalisation*

Quelles caractéristiques de signalisation convient-il de prévoir dans les systèmes de commutation numérique, en particulier :

- 1) Quelles combinaisons de services devraient être commandées dans un système de signalisation donné?
- 2) Quelles sont les dispositions à prendre, au point de vue de la signalisation, pour commander des équipements auxiliaires tels que les supprimeurs d'écho, les traducteurs de codes vocaux, les codecs pour signaux vocaux, etc.?
- 3) Quelles sont les dispositions à prendre, au point de vue de la signalisation, pour commander des communications faisant intervenir des conduits ayant une capacité inférieure ou supérieure à 64 kbit/s, si de tels conduits sont prévus?
- 4) Quelles sont les dispositions à prendre, du point de vue de la signalisation, pour la gestion du réseau?
- 5) Quelles sont les dispositions à prendre pour l'interfonctionnement entre les centres de commutation numérique et les centres de commutation analogique existants?
- 6) Quelles autres caractéristiques de signalisation convient-il de recommander?

D. *Jonctions*

Quelles devraient être les caractéristiques des jonctions éventuelles à définir lorsqu'un commutateur numérique est mis en œuvre?

En particulier :

- 1) Quelles devraient être les caractéristiques d'une jonction éventuelle entre le commutateur numérique et :
 - a) l'équipement numérique de transmission en ligne;
 - b) le système de synchronisation du réseau;
 - c) les équipements utilisés pour la gestion et la maintenance du réseau?
- 2) Au point où les liaisons numériques aboutissent au commutateur numérique, quelles sont les dispositions à prendre pour les signaux de verrouillage de trame et les signaux d'alarme?
- 3) Est-il nécessaire de définir la structure des assemblages des voies téléphoniques ou d'intervalles de temps recommandés aux jonctions des commutateurs?

Question 4/D. — Maintenance et exploitation du réseau numérique

(Question nouvelle à étudier en liaison avec la Commission d'études IV)

Quelles caractéristiques convient-il de recommander pour faciliter la maintenance et l'exploitation des systèmes numériques (y compris les systèmes de commutation, de signalisation, de synchronisation et de transmission) dans le cadre d'un réseau numérique international avec intégration des services?

- a) Caractéristiques du réseau numérique qui devraient être mesurées (taux d'erreurs, gigue, etc.).

- b) Caractéristiques recommandées des appareils à utiliser pour faire les mesures dont il s'agit.
- c) Fixation de gammes pour les caractéristiques de qualité des parties du réseau, en tant qu'indication des gammes de mesure dans lesquelles les appareils précités devraient pouvoir fonctionner.
- d) Dispositifs d'alarme et autres indicateurs de qualité renseignant sur le fonctionnement des systèmes, conduits, équipements terminaux et réseaux; modes d'emploi de ces dispositifs et indicateurs.
- e) Dispositions à recommander en vue d'obtenir, dans les équipements numériques terminaux, des mesures distinctes de qualité des conversions analogique-numérique et numérique-analogique, y compris la spécification des signaux numériques à utiliser dans ces mesures.

Remarque. — Il convient d'attirer l'attention sur le point A.2 de l'Annexe à la Question 3/D et sur les points E et F de la Question 3/D.

Question 5/D. — Synchronisation des réseaux numériques

(Suite de la Question 5/D, étudiée en 1968-1972)

- a) Quels procédés devrait-on envisager pour la synchronisation des réseaux numériques?
- b) Quels sont les critères de qualité à retenir pour servir de base à l'étude de la synchronisation des réseaux numériques? Il faut tenir compte, par exemple, de la fiabilité, de la dérive des oscillateurs, des phénomènes qui se produisent lors de la perte ou de la reprise du synchronisme, etc. Tous ces facteurs doivent être appréciés pour leurs effets sur les services (téléphoniques ou non) qui peuvent être assurés par le réseau numérique.
- c) Quelle sera l'influence des liaisons numériques par satellite sur l'étude de la synchronisation à l'échelon international?

Remarque 1. — Il est suggéré que les Administrations qui étudient les problèmes posés par la synchronisation des réseaux s'efforcent d'éviter les solutions nationales éventuellement incompatibles lors de la connexion internationale de réseaux.

Remarque 2. — Il conviendrait d'attirer l'attention de la Commission d'études VII sur l'étude de cette question, qui est en relation avec l'étude du point T de la Question 1/VII.

Remarque 3. — Il conviendrait de porter à la connaissance du C.C.I.R. les travaux effectués au titre de la partie c de cette question.

Question 6/D. — Equipements de multiplexage MIC et numérique d'ordre supérieur

(Suite des Questions 6/D et 9/D, étudiées en 1968-1972)

- a) Quels multiplex supplémentaires convient-il de recommander pour utilisation dans le réseau numérique international avec intégration des services?
- b) Quelles caractéristiques devrait-on recommander pour ces multiplex?
- c) Convient-il de formuler un Avis relatif à un multiplex MIC qui accepte des signaux à fréquences acoustiques, qui code ces signaux et qui fournit à la sortie un débit numérique correspondant au deuxième ordre de la hiérarchie? Dans l'affirmative, quelles devraient être les caractéristiques de ce multiplex, compte tenu de la compatibilité entre les multiplex MIC et les multiplex numériques du même ordre?

Remarque 1. — L'étude d'un multiplex implique l'étude d'un démultiplexeur compatible.

Remarque 2. — L'étude de cette question implique l'étude de la hiérarchie numérique.

Remarque 3. — Il conviendra d'étudier les caractéristiques de jonctions d'entrée et de sortie appropriées.

Remarque 4. — Les multiplex supplémentaires mentionnés en a englobent l'équipement de multiplexage synchrone, compte tenu de la structure du signal à laquelle on pourrait accorder la préférence dans les parties d'ordre supérieur des centraux numériques.

ANNEXE 1

(à la Question 6/D)

Hiérarchie du réseau numérique (réseau de l'Amérique du Nord)

(Contribution des Etats-Unis d'Amérique et du Canada)

Généralités

Les travaux de la Commission spéciale D permettent de distinguer deux hiérarchies de multiplexage numérique. Les équipements de multiplexage primaire et secondaire de chaque hiérarchie en sont à un stade proche de la définition finale; en revanche, on s'est assez peu préoccupé de définir les paramètres fondamentaux des équipements de multiplexage d'un échelon plus élevé. Il faudrait parvenir à un accord sur ces paramètres, car les équipements de multiplexage du troisième et du quatrième ordre et les systèmes de transmission associés sont actuellement étudiés de façon intensive.

Telles qu'elles ont été définies à ce jour, les deux hiérarchies précitées comprennent les éléments suivants:

1. Un équipement de multiplexage primaire fonctionnant à 2048 kbit/s et un équipement de multiplexage du second ordre fonctionnant à 8448 kbit/s, tels que définis respectivement dans les Avis G.732 et G.742;
2. Un équipement de multiplexage primaire fonctionnant à 1544 kbit/s et un équipement de multiplexage de second ordre fonctionnant à 6312 kbit/s, tels que définis respectivement dans les Avis G.733 et G.743.

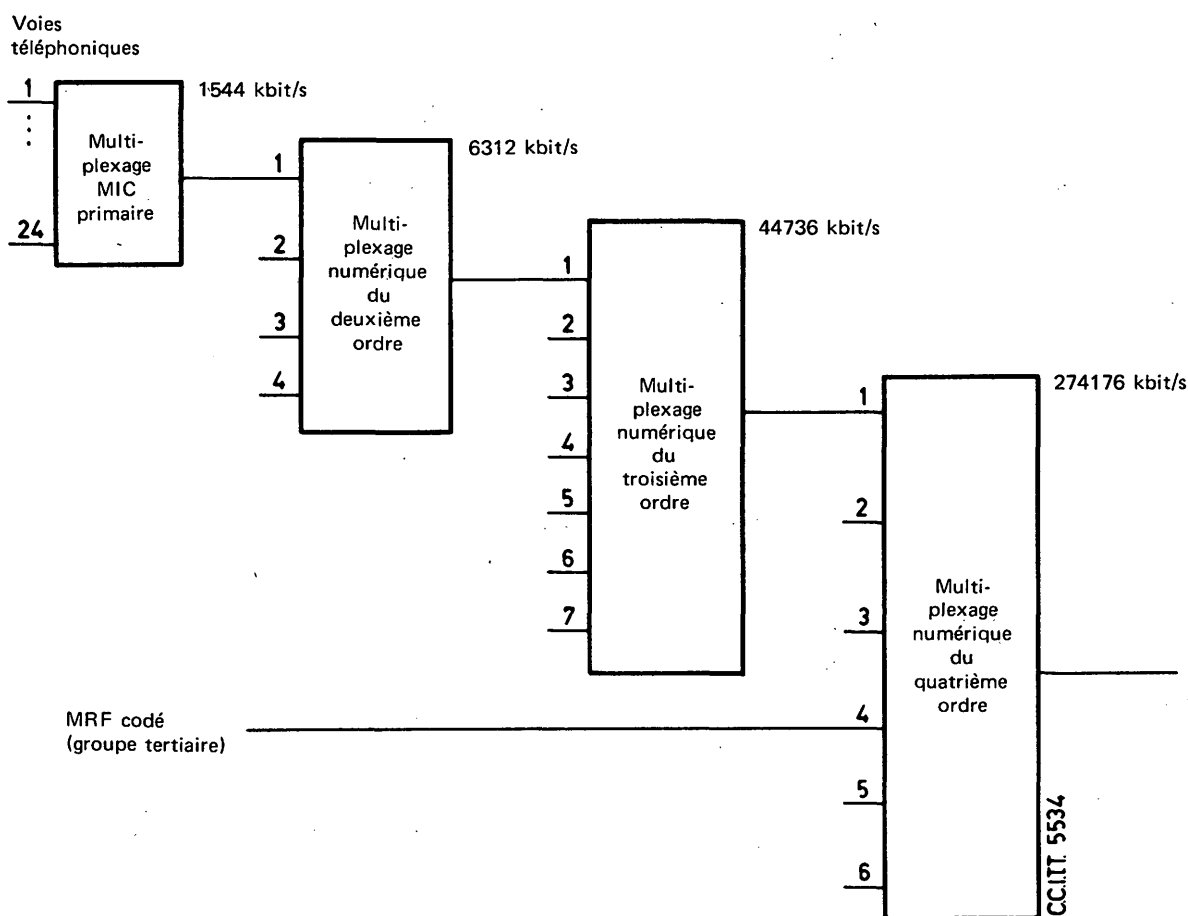


FIGURE 1. — Hiérarchie de multiplexage numérique

La structure du réseau numérique prévue pour une grande partie du réseau nord-américain est de nature essentiellement hiérarchisée, avec toutefois des interconnexions non hiérarchisées. Dans la hiérarchie adoptée, les débits numériques bruts des quatre premiers niveaux sont de 1544, 6312, 44 736 et 274 176 kbit/s, comme indiqué dans la figure 1. Il est possible d'ajouter d'autres niveaux si besoin est. Il se peut que l'on mette au point des équipements de multiplexage englobant plus de deux niveaux, par exemple, un multiplex qui combine directement 42 signaux, d'environ 6312 kbit/s chacun, pour donner un signal de 274 176 kbit/s. Cette possibilité demeure compatible avec la notion de hiérarchie.

Paramètres des multiplexages numériques

A chacun des niveaux de la hiérarchie on applique un multiplexage commun à un certain nombre de trains d'impulsions d'entrée ayant approximativement le même débit binaire, de manière à former le système du niveau immédiatement supérieur. On utilise dans chaque multiplexage la justification positive, avec adjonction d'éléments numériques de service pour la commande du verrouillage, de trame et de la justification. En outre, on utilise l'entrelacement cyclique des bits pour l'information dans l'ordre de numérotation de l'entrée. La liste des paramètres fondamentaux de ces multiplexages figure dans le tableau 1. La définition de l'équipement de multiplexage de second ordre se trouve dans l'Avis G.743 mais, pour être complet, on a indiqué ici les paramètres de cet équipement.

TABLEAU 1
MULTIPLEX DU DEUXIÈME, DU TROISIÈME ET DU QUATRIÈME ORDRE

	Deuxième ordre	Troisième ordre	Quatrième ordre
Débit numérique brut de sortie (kbit/s)	6 312	44 736	274 176
Tolérance sur le débit numérique brut de sortie ($\times 10^{-6}$)	± 30	± 20	± 10
Code de ligne de sortie	B6ZS ^b	B3ZS ^c	
Valeur nominale du débit numérique brut des affluents (kbit/s)	1 544	6 312	44 736
Nombre d'affluents	4	7	6
Code de ligne des affluents	bipolaire ^a	B6ZS ^b	B3ZS ^c
Structure de trame	481-H ^d	841-H ^e	
Durée de la multitrame (bits)	1 176	4 760	
Bits par affluent et par multitrame, y compris la justification	288	672	
Taux de justification maximal par affluent (Hz) . .	5 367	9 398	
Taux de justification nominal par affluent (Hz) . .	1 796	3 670	
Maximal/nominal	2,99	2,56	

^a Densité d'impulsions: au moins 1/8, avec au plus 15 zéros consécutifs.
^b Six zéros consécutifs sont remplacés par 0 + - 0 - + ou 0 - + 0 + -, selon que l'impulsion précédente est positive ou négative.
^c Trois zéros consécutifs sont remplacés par B0V ou 00V (B = impulsion bipolaire, V = violation bipolaire). Le choix s'effectue de telle sorte qu'il y ait un nombre impair d'impulsions, B, entre les impulsions V consécutives.
^d Structure de trame d'un multiplex du deuxième ordre

Les bits d'information et les bits de service sont entrelacés comme suit:
 /H/481/H/481/...
 481 = entrelacement de bits d'information, 12 bits fournis par chaque affluent
 = I₁ $\bar{I}_2$ I₃ $\bar{I}_4$ I₁ ...
 I_j étant un bit provenant de l'affluent j et
 $\bar{I}_j$ étant l'inverse logique de I_j

H = élément numérique de service inséré tous les 49^{es} intervalles de temps dans le train de bits de sortie. Le bit H suit la séquence

$F_1 M_j C_j F_0 C_j C_j$, cycliquement répétée pour $j = 1$ à 4

F_1, F_0 = signal de verrouillage de trame = 1, 0 respectivement

$M_1 M_2 M_3 M_4$ = signal de verrouillage de multitrame = 0111

$C_j C_j C_j$ = commande de justification = 111 en présence d'une justification
= 000 en l'absence de justification

Le bit utilisable pour la justification sur l'affluent j est le premier intervalle de temps de cet affluent qui suit le bit F_1 après le signal de commande de justification $C_j C_j C_j$.

e Structure de trame d'un multiplex du troisième ordre

Les bits d'information et les bits de service sont entrelacés comme suit:

/H/841/H/841/...

841 = entrelacement de bits d'information, 12 bits fournis par chaque affluent =

= $I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7 I_1 \dots$

I_j étant un bit provenant de l'affluent j

H = bit de service inséré tous les 85^{es} intervalles de temps dans le train de bits de sortie. Le bit H suit la séquence

$F_1 M_j F_1 C_j F_0 C_j F_0 C_j$, cycliquement répétée pour $j = 1$ à 7

F_1, F_0 = signal de verrouillage de trame = 1, 0 respectivement

$M_1 M_2 M_3 M_4 M_5 M_6 M_7$ = signal de verrouillage de multitrame = 1110010

$C_j C_j C_j$ = commande de justification = 111 en présence d'une justification
= 000 en l'absence de justification

Le bit utilisable pour la justification sur l'affluent j est le premier intervalle de temps de cet affluent qui suit le bit F_1 après le signal de commande de justification $C_j C_j C_j$.

ANNEXE 2

(à la Question 6/D)

Prévisions de la N.T.T. en matière de hiérarchie des systèmes MIC (Contribution de la Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)

Résumé

On trouvera ci-après des renseignements sur le plan établi récemment par la N.T.T. prévoyant l'adoption d'une hiérarchie MIC plus élevée. Ces renseignements diffèrent quelque peu du plan annexé au *Livre Blanc*.

Introduction

Plusieurs pays ont présenté au C.C.I.T.T. des contributions sur des niveaux hiérarchiques plus élevés des systèmes MIC. La N.T.T. a contribué également à l'étude de ce plan hiérarchique qui est reproduit actuellement à l'Annexe 3 à la Question 6/D (tome III du *Livre Blanc*).

Toutefois, comme certaines circonstances ont changé au Japon, notamment les méthodes de codage des signaux de visiophonie ainsi que les techniques appliquées aux systèmes de transmission de grande capacité, la N.T.T. envisage d'élever à l'avenir la hiérarchie des systèmes MIC.

Débit numérique brut

La hiérarchie des systèmes MIC futurs est assortie des conditions suivantes:

- 1) Adoption du multiplex secondaire normalisé (6312 kbit/s) déterminé par la Commission spéciale D.
- 2) Différents systèmes de transmission de grande capacité en cours de construction, par exemple:
 - a) Paire coaxiale — 100 Mbit/s, 400 Mbit/s
 - b) Faisceaux hertziens — 400 Mbit/s
 - c) Guide d'ondes millimétriques — 800 Mbit/s

TABLEAU 1
HIÉRARCHIE MIC ET MOYENS DE TRANSMISSION

Hiérarchie MIC et moyens de transmission						
Nombre de voies téléphoniques	24	96	(192)	480	1440	5760 (11 520)
Nombre de canaux de visiophonie à 1 MHz		1	(2)	5	15	60 (12)
Nombre de canaux de télévision à 4 MHz				1	3	12 (24)

3) Différents débits binaires de codage pour les signaux de télécommunications, par exemple :

- a) Modulation delta pour la visiophonie à 1 MHz — 8 Mbit/s
- b) MIC différentielle pour la visiophonie à 1 MHz — 6,3 Mbit/s
- c) Modulation delta et MIC différentielle pour la visiophonie à 4 MHz — 32 Mbit/s

Compte tenu de ce qui précède, on estime que la hiérarchie MIC serait une série de 1,5; 6,3; 32; 100; 400 Mbit/s comme il est indiqué dans le tableau 1. Au niveau hiérarchique de 32 Mbit/s, on peut disposer respectivement de cinq signaux multiplex secondaires, cinq signaux de visiophonie codés de 6,3 Mbit/s et quatre signaux vidéo codés à 8 Mbit/s.

Débit numérique précis

Les débits binaires énumérés dans le tableau 2 sont fondés sur une structure de trame qui permet de réaliser des économies de matériel électronique (hardware), d'augmenter la vitesse de fonctionnement et de réduire sensiblement la gigue du temps d'attente. D'autre part, le débit binaire est un multiple de 64 kHz conformément aux recommandations du C.C.I.T.T.

La description détaillée de la structure de trame multiplex et celle de la réduction de la gigue seront communiquées à une date ultérieure.

TABLEAU 2

Débit numérique brut (Mbit/s)	Débit numérique précis (Mbit/s)
1,5	1,544
6,3	6,312
32	32,064
100	97,728
400	397,20

Système de transmission de grande capacité

Comme il est indiqué dans le document COM Sp.D-N° 123 (période 1968-1972), la N.T.T. a effectué une étude sur un système de transmission MIC à 800 Mbit/s à paires coaxiales. Elle procède actuellement à la mise au point d'un système de transmission à 400 Mbit/s.

D'autre part, on prévoit qu'un système MIC — 100M à paire coaxiale sera mis en service en 1973.

Caractéristiques de multiplex numériques d'ordre plus élevé

Les caractéristiques de multiplex numériques d'ordre plus élevé sont indiquées dans le tableau 3.

TABLEAU 3
MULTIPLEX DE NIVEAU SUPÉRIEUR

	3 ^e ordre	4 ^e ordre	5 ^e ordre
Débit numérique brut de sortie (kbit/s)	32 064	97 728	397 200
Tolérance pour le débit numérique brut de sortie (X10 ⁻⁶)	±10	±10	±10
Code de ligne de sortie	Bipolaire avec brouilleur	Bipolaire avec brouilleur	Bipolaire avec brouilleur
Valeur nominale du débit numérique brut des affluents (kbit/s)	6312	32 064	97 728
Nombre d'affluents	5	3	4
Code de ligne des affluents	Bipolaire avec brouilleur	Bipolaire avec brouilleur	Bipolaire avec brouilleur
Structure de trame	3151-5H (Remarque 1)	1891-3H (Remarque 1)	
Durée de la multitrame (bits)	1920	1152	
Bits par affluent par multitrame (y compris la justification)	378 bit/s	378 bit/s	
Taux de justification maximal par affluent (Hz)	16 700	84 833	
Taux de justification nominal par affluent (Hz)	600	3000	
Maximal/Nominal	27,8	28,3	

Remarque 1

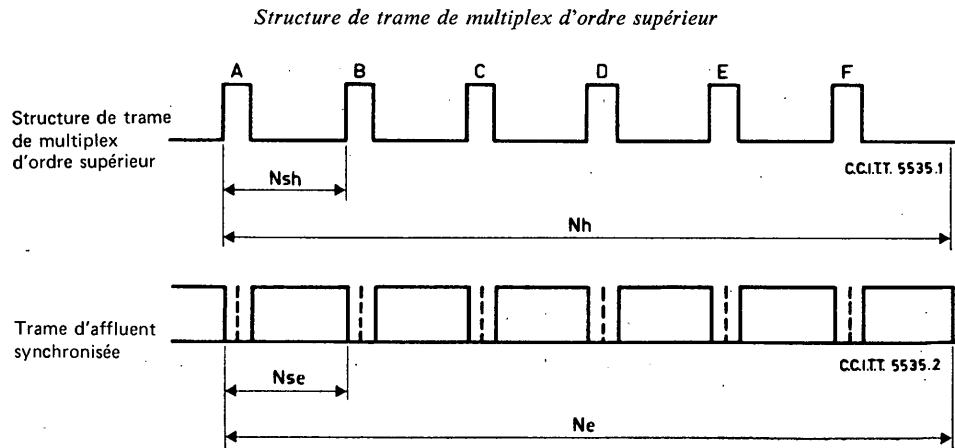


Tableau d'éléments numériques de service et nombre d'éléments numériques

		32 M	100 M
Eléments numériques de service	A	F ₁ (F ₂) ^a	F ₁ ^c
	B	S ₁ A ₁	H
	C	S ₂ A ₂	S ₁
	D	S ₃ A ₃	F ₂ ^c
	E	S ₄ A ₄	S ₂
	F	S ₅ A ₅	S ₃
Nombre d'éléments numériques	F _n	5	3
	A _i	2	3
	S _{ij}	3 ^d	3 ^d
	N _h ^b	1920	1152
	N _{sh} ^b	320	192
	N _e ^b	384	384
	N _{se} ^b	64	64

Notes:

^a F₁ se transforme en F₂ une trame sur deux

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = (1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0) \\ F_2 = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \end{array} \right\} \text{(Multiplex 32M)}$$

^b N_h, N_{sh}, N_e et N_{se} comprennent les éléments numériques de service

^c Les structures de F₁ et de F₂ se présentent comme suit:

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = (1 \ 1 \ 0) \\ F_2 = (0 \ 0 \ 1) \end{array} \right\} \text{(Multiplex 100M)}$$

^d Si j = Eléments numériques de commande de justification pour la i^{me} voie

1 1 1 indique qu'il y a justification
0 0 0 indique qu'il n'y a pas justification

ANNEXE 3

(à la Question 6/D)

Structure de trame et compatibilité

(Contribution de l'Administration néerlandaise)

L'Avis G.741 reconnaît qu'un équipement multiplex numérique synchrone peut être utilisé entre centraux numériques dans un réseau numérique en voie d'élaboration. On peut utiliser un équipement multiplex MIC primaire aussi bien qu'un équipement multiplex MIC d'ordre supérieur à l'entrée du réseau numérique.

Il semble possible de trouver une structure de trame assurant un haut niveau de compatibilité lorsqu'on l'utilise pour les trains de bits:

- a) entre des centraux numériques,
- b) entre des centraux numériques et des équipements de multiplexage MIC du deuxième ordre,
- c) entre des centraux numériques et des multiplexeurs numériques du deuxième ordre.

Dans ce dernier cas, il est nécessaire que les trains de bits des affluents soient synchrones, ou synchronisés à l'aide, par exemple, de mémoires-tampons de trame.

ANNEXE 4

(à la Question 6/D)

Rapport du sous-groupe de travail « gigue » [Groupe de travail « multiplex » (Genève, novembre 1971)]

1. *Jonction d'entrée du multiplex secondaire avec les lignes au débit primaire*

La première question à étudier était celle de la jonction d'entrée du multiplex numérique secondaire avec les lignes au débit primaire. On a pris comme base de cette étude l'appendice 1, qui traite de l'influence de la gigue de la ligne primaire sur la capacité de mémoire requise dans le multiplex numérique du second ordre fonctionnant à 6312 kbit/s. Comme la gigue sur les lignes au débit primaire est une gigue fonction des schémas, on a discuté la possibilité de la réduire en appliquant des codes de ligne qui imposent des restrictions à la variation des schémas. Le sous-groupe est parvenu à la conclusion que ce résultat pourrait être obtenu avec des codes tels que HDB3, et qu'il faudra poursuivre l'étude de ce point.

2. *Jonction de sortie du multiplex secondaire avec les lignes au débit primaire*

Pour l'étude de ce problème, le sous-groupe a pris comme base de discussion l'appendice 2. Dans ce document, on trouve des résultats concernant la valeur quadratique moyenne de la gigue ajoutée par le multiplex secondaire au signal transmis au débit primaire. Un point particulièrement intéressant est la valeur mesurée de la gigue quadratique moyenne qui s'accumule lorsqu'on met en œuvre des multiplex secondaires en cascade. Le sous-groupe a conclu que ces données nouvelles sont utiles, bien qu'elles spécifient uniquement la valeur quadratique moyenne comme mesure de la gigue. Il faudra donc poursuivre l'étude pour rechercher d'autres procédés de spécification de la gigue, ainsi que le type de données le plus adéquat pour établir des spécifications des multiplex.

3. *Suppression de la gigue et efficacité de cette suppression*

On n'a pas reçu de nouvelles contributions traitant exclusivement de ce sujet. Il a été signalé cependant que l'annexe 1 à l'Avis G.741 (U.R.S.S.) expose un certain nombre d'idées nouvelles sur des méthodes de justification qui entraînent une diminution de la gigue. On a émis l'opinion que les études devraient être poursuivies en cette matière.

4. *Effets de la gigue*

On n'a reçu aucun renseignement nouveau sur ce sujet. Le Sous-Groupe est parvenu à la conclusion que, compte tenu des connaissances actuelles, il n'est pas possible de recommander des valeurs particulières de la gigue dans la spécification d'un multiplex.

APPENDICE 1

(à l'Annexe 4 de la Question 6/D)

Influence de la gigue sur le multiplex numérique du second ordre à 6312 kbit/s (Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Introduction

Dans le cadre d'un programme d'évaluations pratiques exécuté récemment sur le multiplex numérique du second ordre à 6312 kbit/s, nous avons fait des mesures de la gigue sur quelques lignes à 1544 kbit/s munies de répéteurs et actuellement utilisées pour le service téléphonique. Les résultats ont été analogues à ceux que Byrne, Karafin et Robinson [1] avaient obtenus en 1963, à ceci près que l'ampleur de la gigue était en général un peu plus grande. Un paramètre particulièrement intéressant est le taux de variation dans le temps (ou pente de phase) de la phase de rythme, dont les mesures ont montré qu'il atteignait 2,4 kHz. Dans ce qui suit, on examinera l'influence de cette gigue sur la conception des circuits de mémoire du synchroniseur du multiplex.

Influence de la gigue d'un affluent du premier ordre sur le multiplex numérique du second ordre

Les circuits de synchronisation de justification du multiplex numérique du second ordre sont sensibles à l'accumulation de la gigue de rythme sur la ligne affluente munie de répéteurs. L'élément le plus critique est le taux de variation dans le temps (ou pente de phase) de la phase de rythme sur le signal affluent à l'arrivée. Cette pente

correspond à un décalage instantané de fréquence qui, avec les tolérances sur les débits primaires et secondaires, risque de dépasser les possibilités de synchronisation du multiplexeur. Pour un format de multitrame donné, une valeur excessive du décalage de fréquence impose des restrictions au nombre des cellules de mémoire du synchroniseur et à celui des répéteurs numériques insérés sur la ligne affluente.

Le modèle d'accumulation de gigue proposé par Byrne, Karafin et Robinson [1] montre que, pendant la transition d'un schéma numérique récurrent à un autre, la phase de rythme varie linéairement avec une pente qui ne dépend que de la conception des répéteurs, et avec une durée proportionnelle au nombre des répéteurs en ligne (cela pour des schémas numériques suffisamment longs). De façon plus précise, on a :

$$S = B (\theta_2 - \theta_1)$$

et

$$T = \frac{N}{B},$$

où

S = pente de phase du régime transitoire

T = durée du régime transitoire

θ_1, θ_2 = phases statiques associées aux deux schémas de bits

N = nombre des régénérateurs numériques

B = largeur de bande du circuit d'extraction de rythme du régénérateur $\left(B = \frac{\pi f T}{Q} \right)$

Ce qui précède montre que si, dans la plus mauvaise hypothèse, le décalage de fréquence dû à la gigue affluente excède les possibilités de synchronisation du multiplexeur, il faut prévoir des cellules de mémoire supplémentaires et réduire le nombre des répéteurs, à moins que l'on ne mette en œuvre, en amont du multiplexeur, des méthodes spéciales de réduction de la gigue.

Afin de déterminer le moment où l'on a besoin d'un bit de justification, le synchroniseur compare la phase du signal affluent d'arrivée avec celle du signal synchrone de sortie, comme le montre la figure 1A. Le nombre de cellules nécessaires dans la mémoire du synchroniseur est égal à la différence de phase Φ_e (exprimée en intervalles de temps) à la sortie du comparateur de phase. Si l'on néglige les effets de l'insertion des bits de commande, l'erreur de phase Φ_e entre intervalles de temps de justification est donnée par :

$$\Phi_e = (f_e - f_{in}) t$$

expression dans laquelle :

f_e est la fréquence de multiplexeur synchrone,

f_{in} est la fréquence d'entrée instantanée.

Tant que la pente $(f_e - f_{in})$ de la figure 1B est positive et inférieure à f_m (taux de justification maximal), la justification a lieu normalement. Un maximum de deux intervalles de temps est nécessaire dans la mémoire, pour tenir compte des durées de justification et d'attente.

Si la pente de l'erreur de phase devient négative ou supérieure à f_m , la mémoire tend à déborder ou à se vider. Pour le cas de la gigue du système affluent, la fréquence d'entrée instantanée est soit $(f_T + S_p)$, soit $(f_T - S_n)$,

f_T étant la fréquence de la source affluente,

S_p étant la valeur de la pente positive de la phase d'entrée due à un changement de schéma numérique sur la ligne affluente,

S_n étant la valeur de la pente négative de la phase d'entrée due à un changement de schéma numérique sur la ligne affluente.

Ainsi donc, la pente de l'erreur de phase est $[(f_e - f_T) \pm S]$. Si $0 \leq [(f_e - f_T) \pm S] \leq f_m$, la justification se produit normalement. Si la pente se trouve en dehors des limites ci-dessus, la mémoire tend à déborder ou à se vider. Cela étant, il faut donc limiter la durée pendant laquelle on accepte que cette situation se présente. Puisque la durée de la pente est proportionnelle au nombre des répéteurs, cela signifie qu'il faut imposer une limite au nombre des répéteurs qui alimentent un synchroniseur.

1^{er} cas: pente positive

$$0 > [(f_e - f_T) - S_p]$$

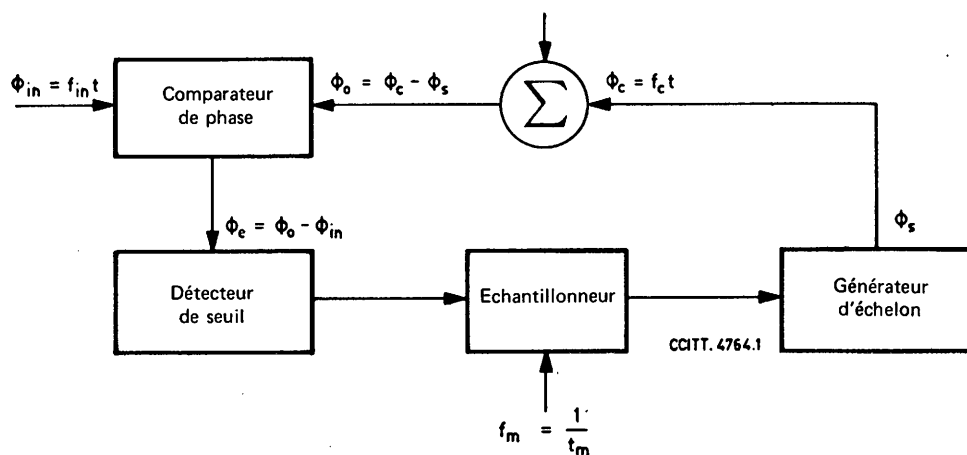


FIGURE 1 A

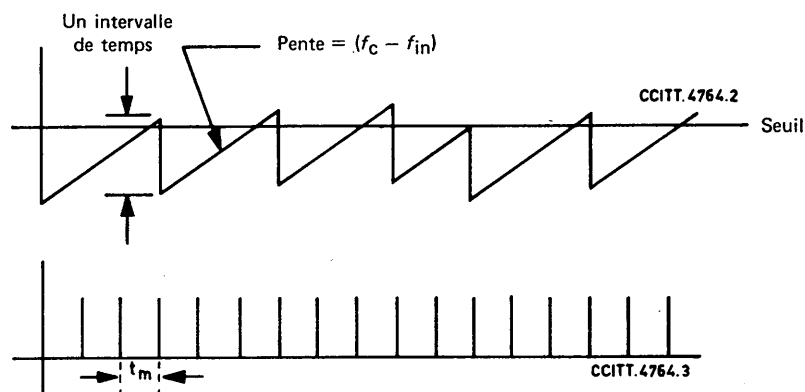


FIGURE 1 B

FIGURE 1. — Modèle du synchroniseur de phase

Soit A_p la quantité d'information emmagasinée pour les pentes positives $S_p > (f_c - f_T)$.

$$[(f_c - f_T) - S_p] T_p \leq -A_p$$

ou

$$T_p \leq \frac{A_p}{S_p - (f_c - f_T)}$$

mais, puisque

$$T = \frac{N}{B} = \frac{NQ}{\pi f_T}$$

on a :

$$\frac{N_{\max}}{A_p} = \frac{\pi f_T}{Q [S_p - (f_c - f_T)]}$$

2^e cas: pente négative $[(f_c - f_T) + S_n] > f_m$

Soit A_n la quantité d'information emmagasinée pour les pentes négatives $S_n > f_m - (f_c - f_T)$.

$$[(f_c - f_T) + S_n - f_m] T_n \leq A_n$$

et, comme auparavant:

$$\frac{N_{\max}}{A_n} = \frac{\pi f_T}{Q [S_n - [f_m - (f_c - f_T)]]}$$

Soit A la mémoire totale du synchroniseur requise pour la gigue affluente. Pour $S_n = S_p = S$, $Q_{\max} = 100$, $f_m = 5367$ kHz, et en admettant les tolérances les plus défavorables pour les débits binaires de l'affluent et du multiplexeur (à savoir respectivement $\pm 130 \times 10^{-6}$ et $\pm 30 \times 10^{-6}$), on obtient les résultats suivants pour les limites du nombre des régénérateurs par cellule de mémoire de synchroniseur attribuée à la gigue affluente :

$$\frac{N_{\max}}{A} = \infty \qquad S < 1,55 \text{ kHz}$$
$$\frac{N_{\max}}{A} = \frac{48,3}{S - 1,55} \qquad 1,55 \text{ kHz} < S < 3,33 \text{ kHz}$$
$$\frac{N_{\max}}{A} = \frac{24,1}{S - 2,44} \qquad S > 3,33 \text{ kHz}$$

(limitation par la pente positive)

(limitation par la pente négative)

Ces résultats sont représentés dans la figure 2.

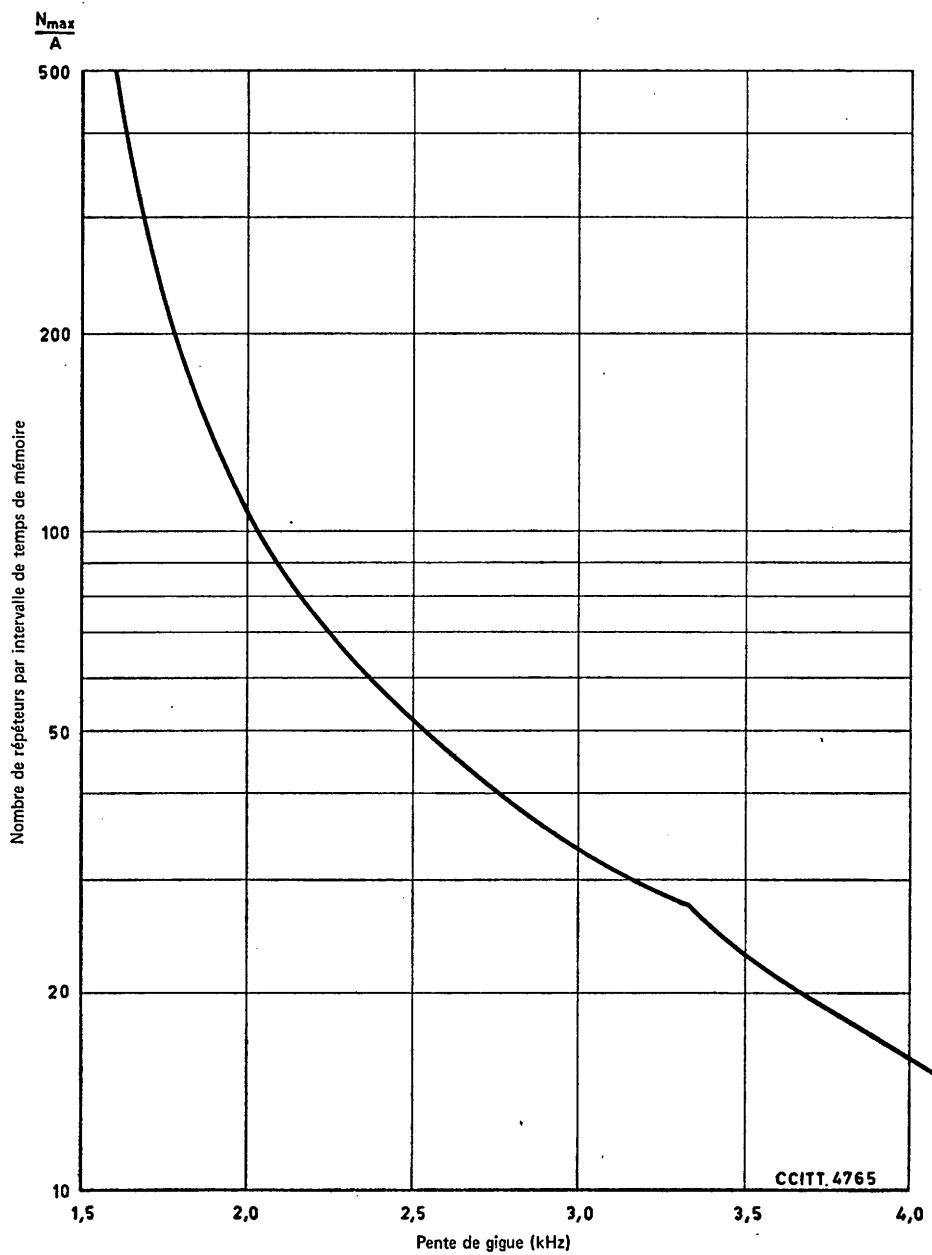


FIGURE 2. — Longueur de la ligne et mémoire du synchroniseur

Pour le cas le plus défavorable où la pente est de 2,4 kHz, on trouve que $\frac{N_{\max}}{A} = 56$ répéteurs par cellule. Dans la réalisation actuelle¹, on prévoit cinq cellules pour la gigue affluente; il n'est donc pas permis d'avoir plus de 260 répéteurs, ce qui correspond à une longueur maximale d'environ 480 km pour la ligne. Si l'on dépasse cette limite, il se produira de temps en temps une reprise de verrouillage de trame du système lorsque le cas des schémas numériques les plus défavorables se présentera; on pense toutefois que ce cas sera si rare que la performance du système dépendra essentiellement d'autres facteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. BYRNE, C. J., KARAFIN, B. J., et ROBINSON, D. B. Jr. «Systematic Jitter in a Chain of Digital Regenerators» *Bell System Technical Journal*. Vol. 42, p. 2679-2714 (novembre 1963).

APPENDICE 2

(à l'Annexe 4 de la Question 6/D)

Comparaison entre la gigue d'un multiplex numérique du second ordre et la gigue sur une ligne au débit primaire

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Introduction

Dans un multiplex numérique synchronisé au moyen de la justification, il se produit un saut de phase dans le train de bits d'ordre inférieur, au moment de la justification. Le démultiplexeur contient, pour chaque train de bits multiplexé, une boucle à verrouillage de phase qui a pour fonction d'éliminer la plus grande partie possible de cette gigue de multiplex. On démontre facilement que la gigue peut contenir des composantes basse fréquence qui se trouvent à l'intérieur de la bande passante de la boucle à verrouillage de phase; cela signifie qu'un multiplex numérique est susceptible d'introduire un surcroît de gigue dans les trains de bits. Il importe de connaître la valeur de cette gigue supplémentaire, la manière dont elle s'accumule dans une chaîne de multiplex numériques et sa valeur relative par rapport à la gigue qui se produit dans les lignes de transmission d'ordre inférieur.

Les caractéristiques de la gigue ajoutée par le multiplexage dépendent des éléments suivants: structure de la trame de multiplexage, débits en ligne des affluents, caractéristiques de la boucle à verrouillage de phase du démultiplexeur et gigue présente aux entrées d'ordre inférieur du multiplexeur. Dans le présent document, nous étudierons la gigue supplémentaire introduite par le multiplexage dans le cas de justification positive à un bit. Dans la première partie, nous examinerons la relation qui existe entre la gigue de multiplex et le taux de justification, en présence d'une gigue aux entrées des affluents. Dans la deuxième partie, nous ferons une comparaison entre la gigue ajoutée par le multiplex numérique du second ordre fonctionnant à 6312 kbit/s et la gigue présente sur la ligne de transmission au débit primaire; nous discuterons les résultats relatifs à l'accumulation de la gigue dans une chaîne de multiplex.

Gigue de multiplex produite par la justification

Lorsqu'on a affaire à une justification positive à un bit, il se produit dans le multiplex un saut de phase de 2π radians au moment de la justification. Le signal de gigue est essentiellement un signal en dents de scie dont la fréquence fondamentale est égale au débit de justification. Etant donné que la justification peut se produire à certains instants seulement, il s'introduit également une composante de gigue à basse fréquence². Il existe une relation extrêmement étroite entre d'une part le spectre du signal de gigue composite et d'autre part le format du train de bits ainsi que le rapport entre la fréquence de justification et la fréquence maximale de justification autorisée par les débits en ligne. On a fait des études très approfondies pour essayer de spécifier cette gigue; certains des résultats obtenus sont donnés dans le Document COM Sp.D-N° 109 (période 1968-1972). Dans la plupart de ces études, on a admis qu'il n'y a pas de gigue aux entrées des affluents d'ordre inférieur du multiplex. En ce cas, la puissance de la gigue basse fréquence a une valeur appréciable si le taux de justification est voisin d'un nombre rationnel

¹ Dans la réalisation actuelle, il y a un total de huit cellules de mémoire tant dans le multiplexeur que dans le démultiplexeur.

² Cette gigue à basse fréquence est souvent appelée gigue « de temps d'attente ».

simple (ayant un petit dénominateur), par exemple $1/3$, $1/2$ ou $2/3$. Cette puissance est moins élevée si le taux de justification s'exprime par un nombre irrationnel. On voit donc que le taux de justification constitue un paramètre important et qu'il est possible d'agir sensiblement sur la gigue du multiplex en choisissant convenablement ce taux.

Le démultiplexeur contient une boucle à verrouillage de phase qui a pour effet d'éliminer la gigue du train de bits, avant que les signaux démultiplexés soient restitués à la ligne de transmission d'ordre inférieur. En règle générale, la fréquence fondamentale de la gigue est beaucoup plus élevée que la bande de cette boucle, si bien qu'elle subit un affaiblissement qui la rend négligeable. En revanche, une grande partie de la gigue basse fréquence tombe à l'intérieur de la bande passante de la boucle et apparaît aux sorties des affluents. La valeur quadratique moyenne de la gigue subsistant dans le train de bits à la sortie du démultiplexeur dépend des caractéristiques équivalentes du filtre passe-bas de la boucle à verrouillage de phase, du taux de justification et de la gigue déjà présente à l'entrée. Cette gigue sera filtrée par la boucle à verrouillage de phase, et il faut prévoir une certaine capacité d'accumulation dans le démultiplexeur si cette gigue a des composantes extérieures à la bande passante de la boucle. Normalement, la gigue d'entrée traverse un multiplex en subissant un affaiblissement peu important et apparaît à la sortie du démultiplexeur. La gigue du multiplex est elle aussi filtrée par la boucle, et la gigue résiduelle s'ajoute à la gigue déjà présente. La valeur du surcroît de gigue introduit par le multiplexage n'est pas indépendante de la gigue présente à l'entrée du multiplex.

La figure 1 contient une courbe qui représente, en fonction du taux de justification, la puissance de la gigue ajoutée par le multiplexage dans le cas suivant: la largeur de bande de la boucle à verrouillage de phase est égale à 0,15 fois le débit de justification maximal et les entrées des affluents d'ordre inférieur ne comportent pas de gigue. Il est clair que la gigue de multiplexage ajoutée au train de bits d'ordre inférieur est affectée par le taux de justification. D'autre part, il apparaît d'après cette courbe qu'il y a intérêt à choisir des taux de justification dont les valeurs ne soient pas trop voisines de nombres rationnels simples. Le compromis nécessaire dépend de la fonction de transfert de la boucle à verrouillage de phase, notamment de la largeur de bande.

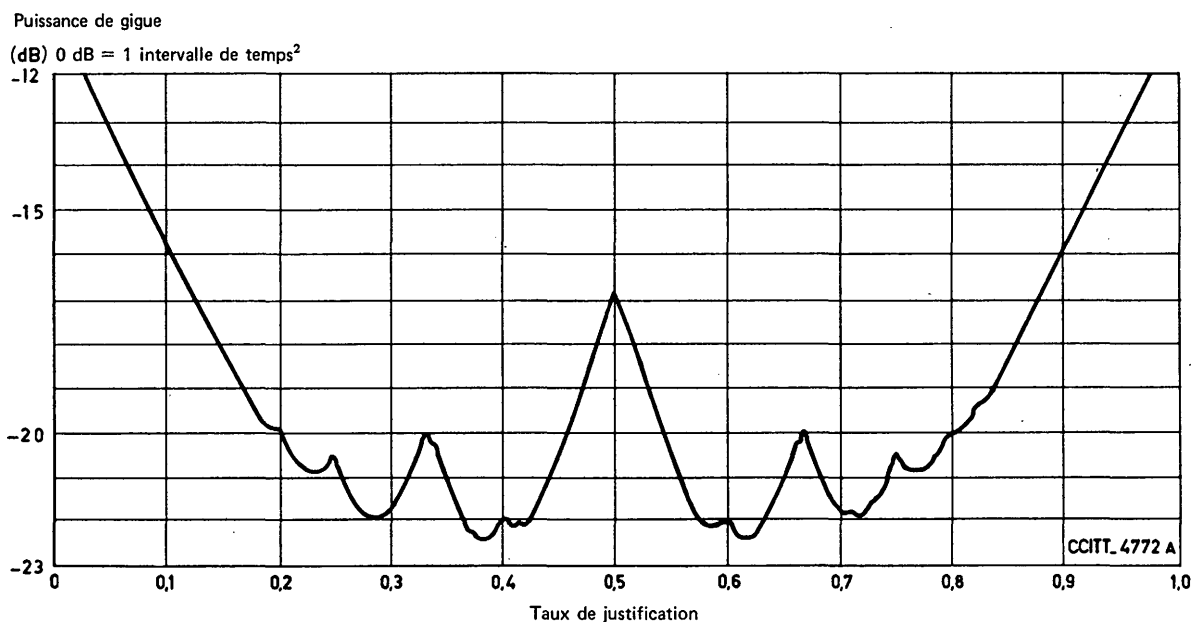


FIGURE 1. — Gigue ajoutée par le multiplexage
(Largeur de bande = 0,15 fm; pas de gigue des affluents)

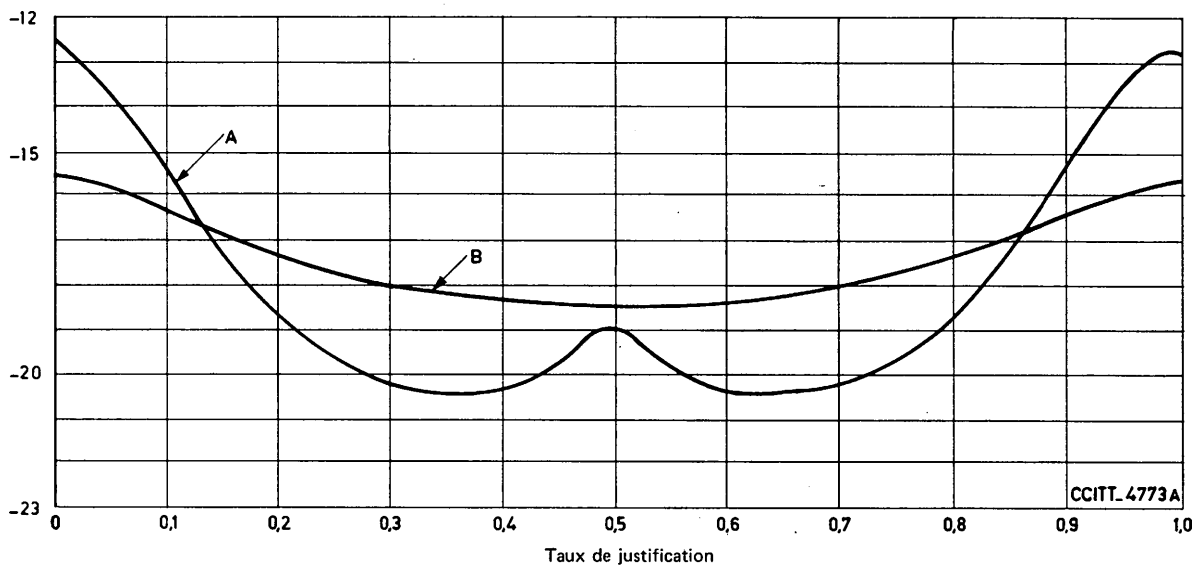
La figure 2 contient des courbes qui représentent la puissance de la gigue ajoutée par le multiplexage, dans le cas où une gigue est présente aux entrées des affluents d'ordre inférieur. Pour tracer ces deux courbes, on a supposé que la gigue d'entrée était du type gaussien, avec une valeur quadratique moyenne correspondant à 0,1 intervalle de temps pour la courbe A, et à 0,25 intervalle de temps pour la courbe B. Dans les deux cas, on a admis que le spectre de la gigue présente une coupure sur une fréquence égale à 10 % de la fréquence de justifi-

cation maximale. Il faut souligner que ces courbes ne représentent pas toute la gigue présente à la sortie du démultiplexeur. On a indiqué le surcroît de gigue introduit par le multiplexage pour montrer comment cette gigue est affectée par celle qui existe déjà à l'entrée du multiplex. On peut faire une estimation de la puissance totale de la gigue en ajoutant une constante indépendante du taux de justification, étant donné qu'on a supposé que la gigue à l'entrée est concentrée à l'intérieur de la bande passante de la boucle à verrouillage de phase.

En comparant ces courbes, on s'aperçoit que leur maximum et leur minimum sont d'autant moins marqués que la valeur de la gigue d'entrée est plus grande; la présence de cette gigue d'entrée tend à faciliter le choix d'un taux de justification.

Puissance de la gigue ajoutée par la justification

(dB) 0 dB = 1 intervalle de temps²



A : Gigue des affluents = 0,10 intervalle de temps (valeur quadratique moyenne)

B : Gigue des affluents = 0,25 intervalle de temps (valeur quadratique moyenne)

FIGURE 2. — Gigue ajoutée par le multiplexage

(Largeur de bande = 0,15 fm)

Gigue ajoutée par le multiplex numérique du second ordre à 6312 kbit/s

Dans le cadre d'une étude d'évaluation pratique concernant le multiplex numérique du second ordre à 6312 kbit/s, nous avons fait des mesures de la gigue produite par le multiplex. Les caractéristiques de ce dernier sont récapitulées dans le document COM Sp.D.-N° 118 (période 1968-1972).

Le débit de justification maximal est 5376 Hz; le taux de justification est de 0,334, et la boucle à verrouillage de phase a une bande passante d'environ 440 Hz. La gigue produite par le multiplex est représentée dans la figure 3 en fonction du taux de justification, en l'absence de gigue aux entrées d'ordre primaire.

Puissance de gigue, bande passante de la boucle : 440 Hz

(dB) 0-dB = 1 intervalle de temps²

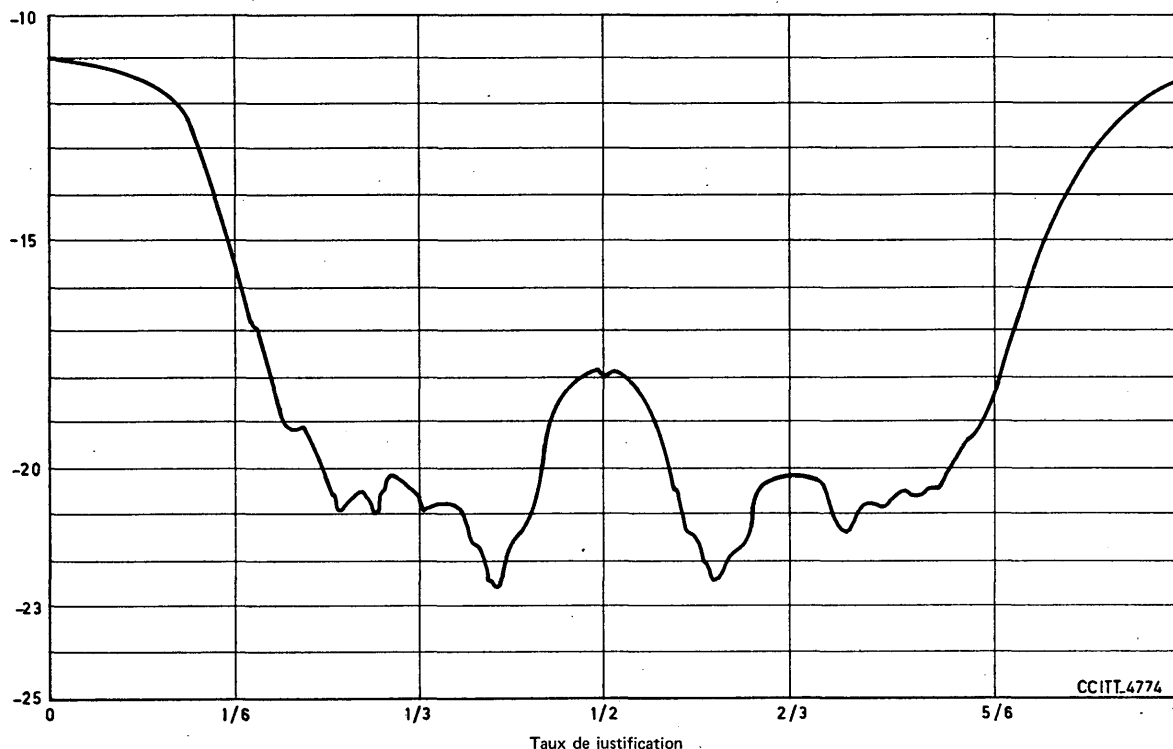


FIGURE 3. — Gigue (mesurée) ajoutée par un multiplex du second ordre, en l'absence de gigue des affluents

On a fait récemment des études analytiques pour essayer de spécifier une limite à l'accumulation de la gigue dans une chaîne de multiplex. On a constaté que la puissance de la gigue ajoutée par un multiplex à un signal passant par ce multiplex ne dépasse jamais une valeur correspondant à $0,083$ (intervalle de temps)², si la boucle à verrouillage de phase ne présente pas de crêtes dans sa caractéristique passe-bas. Cette condition est satisfaite d'une façon approximative dans la plupart des cas. La limite de puissance de gigue n'est pas parfaitement définie, mais elle permet d'être sûr que, dans une chaîne de multiplex numériques, l'amplitude quadratique moyenne de la gigue résiduelle due au multiplexage ne peut pas s'accumuler plus rapidement que la loi $\sqrt{N}$, où N est le nombre de multiplex en cascade. La figure 4 contient les résultats expérimentaux sur l'accumulation dans une chaîne composée de multiplex du second ordre. A titre de comparaison, on a aussi représenté dans cette figure la limite calculée.

D'après ces résultats, il apparaît que l'on obtient une bonne approximation de la puissance de la gigue ajoutée lors du passage dans une chaîne de N_M multiplex numériques en adoptant l'expression $(N_M/100)$ (intervalle de temps)², si le taux de justification n'est pas voisin de 0 ou de 1.

Mesures de la gigue sur les affluents primaires

Byrne, Karafin et Robinson [1] ont proposé, pour le répéteur à 1544 kbit/s, un modèle de gigue qui permet de prévoir l'accumulation de la gigue sur les affluents primaires. Ce modèle est spécifié sur la base de résultats de mesure du déphasage qui se produit dans chaque répéteur comme conséquence des variations des schémas de bits. Ces mesures ont été faites il y a plusieurs années sur un nombre limité de répéteurs anciens. Dans le cadre d'une étude d'évaluation pratique effectuée récemment pour le multiplex numérique du second ordre, on a décidé de mesurer la gigue sur un certain nombre de lignes à répéteurs à 1544 kbit/s, exploitées actuellement dans le service téléphonique. On a fait ces mesures pour essayer de confirmer le modèle proposé par Byrne, Karafin et Robinson et pour voir si la gigue de ligne avait varié d'une façon appréciable depuis les premières mesures.

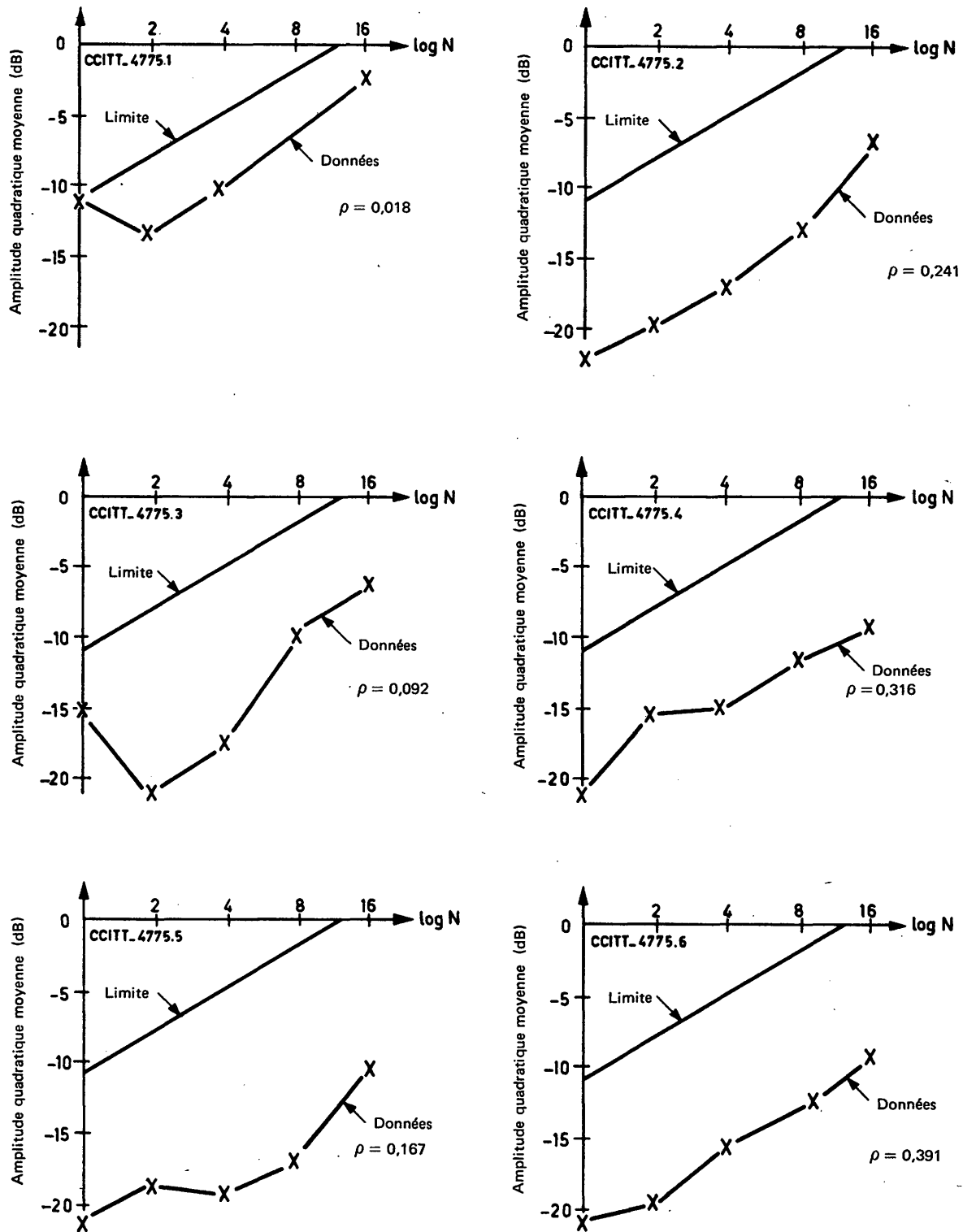


FIGURE 4. — Résultats expérimentaux d'accumulation
 ρ = taux de justification

Dispositif de mesure

La figure 5 représente le dispositif utilisé pour ces mesures de gigue. On utilisait un générateur de mots spécial qui pouvait se commuter entre deux mots quelconques de huit bits à une vitesse d'environ 200 Hz; autrement dit, le mot *A* était produit pendant environ cinq ms, après quoi le mot *B* était produit pendant cinq ms aussi. Les signaux de sortie de ce générateur étaient appliqués à la fois à la ligne à répéteurs et à l'entrée de référence du mesureur de gigue. La ligne à répéteurs était bouclée sur elle-même, si bien que son signal de sortie pouvait être appliqué à l'entrée « mesure » du mesureur de gigue. Celui-ci déterminait la différence de phase entre les deux signaux et donnait des signaux de sortie dont on pouvait déduire la gigue de phase instantanée en fonction du temps, et la gigue quadratique moyenne.

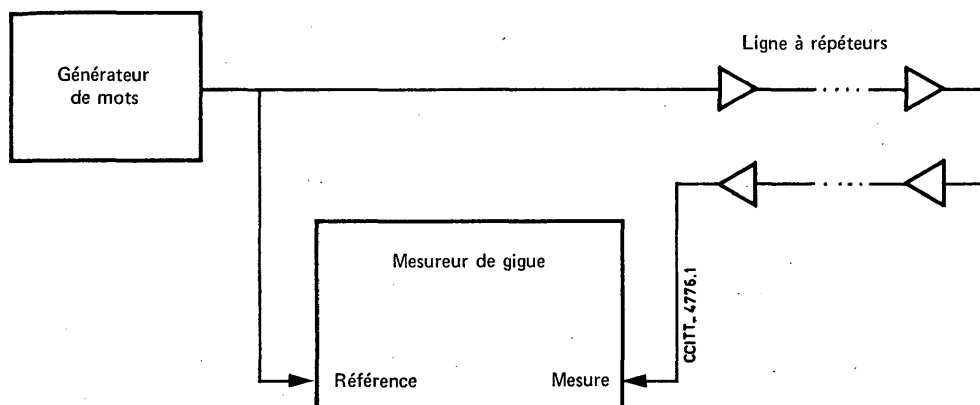


FIGURE 5. — Dispositif de mesure

Résultats des mesures

On a effectué des mesures statiques du déphasage sur des lignes à répéteurs de longueur variable, en utilisant des schémas répétitifs à huit bits pour chacun des mots possibles de huit bits. On déterminait ensuite le déphasage moyen pour chaque répéteur en divisant le déphasage total par le nombre des répéteurs de la ligne. On a obtenu les mêmes résultats que ceux indiqués dans la référence [1], à ceci près que les extrêmes du déphasage étaient un peu plus grands dans de nombreux cas.

A la suite de ces mesures statiques, on a fait des mesures dynamiques avec commutation entre couples de schémas répétitifs. Ces couples étaient choisis parmi ceux qui avaient fait l'objet des mesures statiques; on prenait les schémas qui donnaient les plus grandes différences de phase. Pour le modèle de gigue considéré, le signal de gigue résultant doit avoir une forme trapézoïdale, comme indiqué dans la figure 6. La valeur de crête à crête, déterminée par la différence de phase produite par les deux schémas, est proportionnelle au nombre de répéteurs en tandem. La pente de la transition dépend elle aussi de la différence de phase, mais elle est indépendante du nombre de répéteurs. Plus précisément, cette pente correspond à un décalage de fréquence instantané, et c'est une caractéristique intrinsèque du circuit d'extraction de rythme utilisé dans le répéteur. Ce décalage de fréquence est une caractéristique importante d'un multiplex numérique du second ordre synchronisé au moyen de la justification; en effet, le décalage maximal doit être tel que la fréquence instantanée sur la ligne demeure à l'intérieur de la gamme de justification du multiplex.

Ces mesures ont été faites en nombre limité; elles montrent que la valeur de crête-à-crête de la gigue ne croît pas linéairement avec le nombre de répéteurs et que la pente de la caractéristique de phase est sensiblement indépendante du nombre de répéteurs. Pour des schémas aléatoires, la puissance de gigue introduite par une chaîne comprenant N_R répéteurs s'exprime approximativement par $(N_R/100\ 000)$ intervalles de temps², et la valeur maximale de la pente de la caractéristique de phase est de l'ordre de 2,4 kHz.

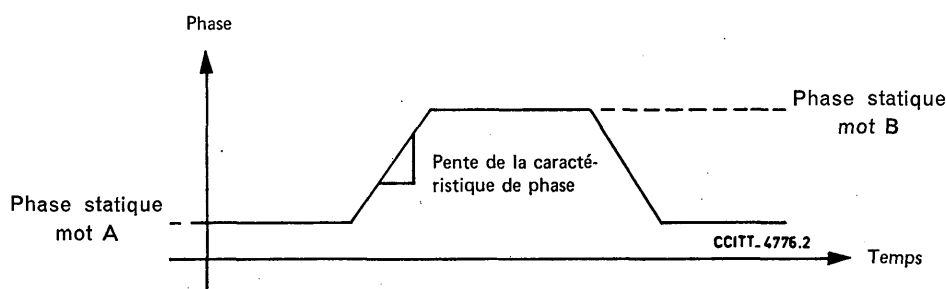


FIGURE 6. — Signal de phase en régime transitoire

Comparaison entre la gigue du multiplex et la gigue de la ligne primaire

D'après les résultats obtenus, on peut formuler la conclusion suivante: pour que la gigue résiduelle introduite par les multiplex numériques de second ordre soit d'importance comparable à la gigue fonction des schémas, laquelle est liée aux séquences aléatoires sur les lignes au débit primaire, il faut que la condition suivante soit satisfaite:

$$N_R = 1000 N_M$$

Le plus souvent, N_R est très inférieur à la valeur ainsi définie, et la gigue du multiplex est prédominante par rapport à la gigue des schémas aléatoires. Toutefois, ces deux catégories de gigue sont très petites par rapport à la gigue des schémas qui est introduite par les séquences de bits les plus défavorables. Normalement, la puissance de cette gigue correspond à $(N_R^2/100)$ intervalles de temps² [1]. On voit qu'elle dépend du carré de N_R et que le coefficient est relativement élevé; de ce fait, cette gigue a des effets très marqués dans les cas où l'on peut prévoir la présence de séquences très défavorables, par exemple lorsque la ligne sert à la transmission de données numériques.

Résumé

Lorsque l'on considère l'influence de la gigue des affluents, on est amené à formuler la conclusion suivante: outre la nécessité d'éviter les nombres rationnels les plus simples, par exemple 0,1 et 1/2, le choix du taux de justification doit être dicté par des facteurs autres que la gigue ajoutée par le multiplexage. Dans un réseau typique, la gigue ajoutée par des multiplexeurs en cascade est prédominante par rapport à celle qui dépend des schémas et qui est produite par des schémas aléatoires. Elle restera néanmoins petite en comparaison de la gigue produite par de longs schémas répétitifs. Compte tenu de ces résultats, on applique les principes suivants dans la spécification des multiplex numériques au-delà du second ordre: on choisit le taux de justification nominal à une valeur suffisamment élevée pour que les pentes des caractéristiques de phase des affluents n'excèdent pas les possibilités de justification. On choisit ensuite la structure du train de bits de manière à obtenir un taux de justification nominal compris entre 0,45 et 0,55, cela afin de porter à un maximum la capacité d'accumulation permettant d'absorber la gigue des affluents. Parallèlement, il faut faire une évaluation dans chaque cas d'espèce pour voir si la spécification est susceptible d'être influencée par des considérations particulières.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] BYRNE, C. J., KARAFIN, B. J., et ROBINSON, D. B. Jr. «Systematic Jitter in a Chain of Digital Regenerators», *Bell System Technical Journal*, Vol. 42, p. 2679-2714, novembre 1963.

ANNEXE 5

(à la Question 6/D)

Détail supplémentaire pour l'Avis G.742

(Contribution de la République fédérale d'Allemagne)

Signal caractéristique à émettre sur les affluents durant la perte du verrouillage de trame

Dans l'Avis G.742, section 4, il est indiqué qu'il convient d'émettre un signal caractéristique bien défini sur tous les affluents en cas de perte du verrouillage de trame du démultiplexeur. L'Administration de la République fédérale d'Allemagne estime que la séquence binaire 101010... conviendrait à cette fin. En effet, cette séquence fournirait des renseignements suffisants sur le rythme pour tous les types de liaisons primaires à transmission numérique, y compris les sections de ligne à transmission binaire ou les liaisons radioélectriques avec modulation binaire. Sur ces liaisons, la transmission d'un signal binaire composé uniquement de zéros, comme le proposent certaines Administrations, aurait pour effet de détruire le synchronisme des répéteurs.

Question 7/D. — Jonctions pour systèmes numériques*(Suite de la Question 7/D étudiée en 1968-1972)*

- a) Quelles jonctions faut-il établir dans les systèmes numériques, y compris les éléments de commutation, de signalisation, de synchronisation et de transmission pour assurer l'interconnexion entre ces systèmes en vue de la réalisation d'un réseau numérique intégré ?
- b) Quelles doivent être les caractéristiques de ces jonctions ?

Remarque 1. — Les caractéristiques des jonctions comprennent :

- 1) caractéristiques des signaux passant par les jonctions, y compris les restrictions que les jonctions pourraient imposer éventuellement à ces signaux;
- 2) caractéristiques physiques, telles que le câblage à travers les jonctions;
- 3) caractéristiques électriques, telles que l'impédance, etc., de part et d'autre de la jonction.

Une jonction doit pouvoir assurer la connexion entre divers types d'équipement et de lignes. C'est pourquoi une jonction doit remplir la fonction d'un point de connexion (« point de souplesse »). Il convient de tenir compte du fait qu'avec les techniques actuelles (par exemple MRF) on utilise largement ces points (répartiteurs de groupes primaires, secondaires, etc.). Etant donné les avantages qu'ils présentent, on pourrait prévoir des arrangements similaires pour les techniques numériques, par exemple sous forme de répartiteurs numériques.

En raison de l'évolution des techniques numériques dans le passé, les jonctions définies jusqu'ici étaient principalement des jonctions d'équipements, c'est-à-dire que les caractéristiques du signal étaient définies à l'entrée et/ou à la sortie des équipements. Il va sans dire qu'avec l'évolution des systèmes numériques on risque de se trouver en présence d'un très grand nombre de jonctions de types divers qui pourront donner lieu à des complications et difficultés accrues lorsqu'on voudra procéder à l'interconnexion des divers équipements, ce qui présente des inconvénients.

Lors de l'étude des jonctions dans le cadre de cette question, il convient de tenir compte des considérations ci-après :

- les jonctions à recommander doivent assurer une interconnexion simple entre divers types d'équipement;
- les caractéristiques des jonctions à recommander doivent être définies de manière que cette condition puisse être remplie;
- le nombre de jonctions devrait être limité pour atténuer la complexité de l'interconnexion entre divers équipements.

Comme point de départ, on trouvera dans les tableaux 1 à 3 de l'annexe des exemples de jonctions numériques d'ordre primaire et secondaire. Il convient toutefois d'observer que ces jonctions devront être étudiées plus à fond, compte tenu des conditions énoncées ci-dessus.

Remarque 2. — L'attention est attirée sur la section D de l'annexe 1 à la Question 3/D et sur la Question 13/D (notamment les points B et C).

ANNEXE*(à la Question 7/D)***Exemples de jonctions numériques d'ordre primaire et secondaire**

Les tableaux 1, 2 et 3 donnent des exemples de jonctions numériques.

Remarque préliminaire concernant le code HDB3.

Le code HDB3 figurant aux tableaux 1 et 2 se définit comme suit :

Pour convertir un signal binaire en un signal HDB3, on applique les règles de codage ci-après :

1. Le signal HDB3 est bipolaire; ses trois états sont dénotés B_+ , B_- et 0.
2. Les « 0 » du signal binaire se codent comme des « 0 » dans le signal HDB3. Cependant, s'il s'agit de séquences de quatre « 0 », des règles particulières sont applicables (voir le point 4).
3. Les « 1 » dans le signal binaire se codent alternativement comme des B_+ et des B_- dans le signal HDB3. Des violations de la règle de bipolarité sont introduites quand on code des séquences de quatre « 0 » (voir le point 4).

4. Les séquences de quatre « 0 » dans le signal binaire se codent conformément aux règles suivantes:
- le premier « 0 » d'une séquence se code comme un « 0 » si le « 1 » précédent du signal HDB3 est de polarité opposée à celle de la violation précédente et n'est pas lui-même une violation ; il se code comme un « 1 », qui n'est pas une violation, (c'est-à-dire B_+ ou B_-) si le « 1 » précédent du signal HDB3 est de la même polarité que la violation précédente ou est lui-même une violation. Cette règle garantit que des violations consécutives sont de polarité alternée, ce qui empêche l'introduction d'une composante continue ;
 - les deuxième et troisième « 0 » d'une séquence se codent toujours comme des « 0 » ;
 - le dernier « 0 » d'une séquence de quatre se code toujours comme une condition « 1 » dont la polarité est du signe tel que la règle de la bipolarité est violée. Les violations de ce genre sont dénotées V_+ ou V_- suivant leur polarité.

Exemple:

Signal binaire

1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1

.

HDB3 (violation précédente = V_-)

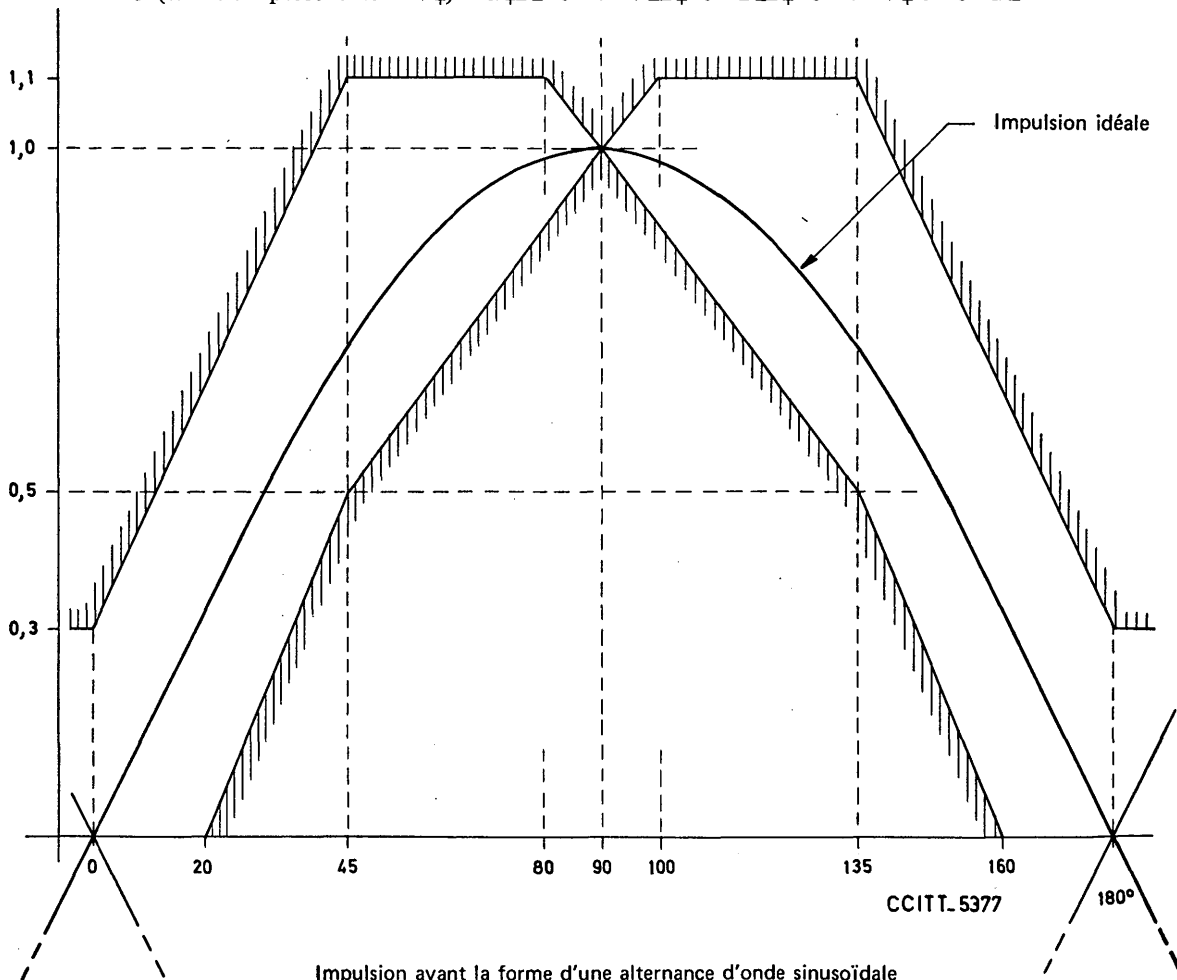
B_+ 0 0 0 V_+B_-0 B_+B_-0 0 V_-0 0 B_+

ou

.

HDB3 (violation précédente = V_+)

B_+B_- 0 0 V_-B_+ 0 B_-B_+ 0 0 V_+0 0 B_-



Le point 90° est pris comme point de référence du gabarit de tolérance

FIGURE 1

TABLEAU 1
JONCTIONS NUMÉRIQUES PRIMAIRES

Débit binaire	1544 kbit/s ^a	2048 kbit/s ^b				
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire, symétrique	Une paire, symétrique	Deux paires, symétriques		Une paire asymétrique	
Code	Bipolaire	HDB 3 ^e	Signal AMI + rythme		HDB 3 ^e	
Impédance aux bornes pour les mesures	Résistance pure 100 ohms	Résistance pure, 120 ohms	Résistance pure, 120 ohms		Résistance pure, 75 ohms	
Forme de l'impulsion	(Coefficient de forme rectangulaire 1/2)	(Coefficient de forme rectangulaire 1/2)	Signal: alternance d'onde sinusoïdale; rythme: onde sinusoïdale ^f	Signal et rythme rectangulaires	(Coefficient de forme rectangulaire 1/2)	
Méthode d'essai	Directe	Directe	Avec filtre ^c	Directe	Directe	Directe
Tension de crête ^d	3 V ± 10 %	3 V ± 10 %	Après filtrage: 1,57 V ± 15 %	2,36 V ± 10 %	3 V ± 10 %	2,37 V ± 10 %
Rapport de l'amplitude des impulsions positives à l'amplitude des impulsions négatives	Les puissances de sortie de chaque polarité différent de moins de 0,5 dB	0,95 à 1,05	—	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05
Temps de montée et de descente entre 10 % et 90 % de la hauteur d'impulsion	≤ 80 ns	≤ 80 ns	—	<i>f</i>	≤ 80 ns	≤ 80 ns
Dépassement par rapport à l'amplitude de l'impulsion	≤ 1 V	≤ 10 %	—	<i>f</i>	≤ 10 %	≤ 10 %
Largeur de l'impulsion	324 ± 30 ns à mi-hauteur	244 ± 20 ns à mi-hauteur	≤ 350 ns à 1,2 V avant filtrage	<i>f</i>	244 ± 20 ns à mi-hauteur	244 ± 20 ns à mi-hauteur

^a Spécifié au niveau du répartiteur numérique.

^b Spécifié aux bornes de sortie de l'équipement.

^c La fonction de transfert du filtre est: $G_s(f) = (1 + jf/1024)^{-2}$, où *f* est en kHz.

^d La valeur absolue de la tension correspondant à un « 0 » binaire est à l'étude.

^e Voir la remarque préliminaire à l'annexe, commune aux tableaux 1 et 2.

^f Voir la figure 1.

TABLEAU 2
JONCTIONS NUMÉRIQUES DU SECOND ORDRE

Débit binaire	8448 kbit/s ^a				
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire symétrique	Deux paires, symétriques		Une paire, asymétrique	
Code	HDB 3 ^d	Signal AMI + rythme		HDB 3 ^d	
Impédance aux bornes pour les mesures	Résistance pure, 120 ohms	Résistance pure, 120 ohms		Résistance pure, 75 ohms	
Forme de l'impulsion	(Coefficient de forme rectangulaire ½)	Signal: alternance d'onde sinusoïdale; rythme: onde sinusoïdale ^e	Signal et rythme rectangulaires	(Coefficient de forme rectangulaire ½)	
Méthode d'essai	Directe	Directe	Directe	Directe	Avec filtre ^b
Tension de crête ^c	3 V ± 10 %	2,36 V ± 10 % ou 3 V ± 10 %	2,37 V ± 10 % ou 3 V ± 10 %	2,37 V ± 10 % ou 3 V ± 10 %	A l'étude
Rapport de l'amplitude des impulsions positives à l'amplitude des impulsions négatives	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05	—
Temps de montée et de descente entre 10 % et 90 % de la hauteur d'impulsion	A l'étude	^e	A l'étude	A l'étude	—
Dépassement par rapport à l'amplitude de l'impulsion	A l'étude	^e	A l'étude	A l'étude	—
Largeur d'impulsion	A l'étude	^e	A l'étude	A l'étude	A l'étude

^a Spécifié aux bornes de sortie de l'équipement.
^b La fonction de transfert du filtre est à l'étude.
^c La valeur absolue de la tension correspondant à un « 0 » binaire est à l'étude.
^d Voir la remarque préliminaire à l'annexe, commune aux tableaux 1 et 2.
^e Voir la figure 1.

TABLEAU 3
JONCTIONS NUMÉRIQUES DE SECOND ORDRE À 6312 KBIT/S

Débit binaire	6312 kbit/s	6312 kbit/s
Paire(s) dans chaque sens de transmission	Une paire asymétrique	Paire symétrique
Code	Signal AMI	B6ZS
Impédance aux bornes pour les mesures	Résistance pure, 75 ohms	Résistance pure, 110 ohms
Forme de l'impulsion	Coefficient de forme rectangulaire ½	Coefficient de forme rectangulaire ½
Méthode d'essai	Directe	Directe
Tension de crête	2 V ± 10 %	2,1 V ± 10 %
Rapport de l'amplitude des impulsions positives à l'amplitude des impulsions négatives	0,95 à 1,05	0,95 à 1,05
Temps de montée et de descente entre 10 % et 90 % de la hauteur d'impulsion	≤ 20 ns	≤ 20 ns
Dépassement par rapport à l'amplitude de l'impulsion	≤ 10 %	≤ 20 %
Largeur de l'impulsion	79 ns ± 10%	79 ns ± 5 %

Question 8/D. — Systèmes de transmission numérique sur faisceaux hertziens et par satellites

(Suite de la Question 8/D, étudiée en 1968-1972)

Quelles caractéristiques doit-on recommander pour les systèmes de transmission numérique établis sur les supports suivants:

- a) faisceaux hertziens;
- b) satellites de télécommunication ?

Remarque 1. — Pour chaque type de support, l'étude devra être coordonnée entre le C.C.I.T.T. et le C.C.I.R.

Remarque 2. — Cette question doit être étudiée en liaison avec les Questions 1/D, 7/D, 9/D et 13/D. Lors de l'étude de la partie b, on doit aussi prendre note de la Question 5/D.

Remarque 3. — Il faudra aussi étudier la partie b en relation avec la Question 9/D. La jonction entre systèmes numériques de terre et par satellite demandera une étude particulière, vu les caractéristiques de transmission propres au système par satellite (d'un point unique vers des points multiples) et les techniques *MIC* envisagées pour assurer l'accès multiple au satellite.

Remarque 4. — Le Groupe mixte SGO étudie les systèmes à guide d'ondes, au titre de la Question 23/XV.

Remarque 5. — La Commission spéciale D devra coordonner l'étude des points A à E de la Question 13/D (22/XV) pour tous les types de conduits numériques.

Question 9/D. — Conduits numériques internationaux*(Question nouvelle)*

Comment doit-on établir les conduits numériques entre pays utilisant des équipements de multiplexage primaire différents, y compris ceux qui sont recommandés dans les Avis G.732 et G.733, afin de permettre une conversion satisfaisante tout en assurant une utilisation efficace des conduits numériques ?

ANNEXE

(à la Question 9/D)

Services intercontinentaux MIC

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Les travaux effectués par la Commission spéciale D ont abouti à des Avis portant sur deux systèmes MIC primaires différents et à des Avis provisoires concernant différents multiplex MIC de deuxième ordre. Pour les transmissions intraeuropéennes, le système MIC primaire fonctionnera au débit de 2048 kbit/s (G.732) et le multiplex MIC de deuxième ordre à celui de 8448 kbit/s (G.742). En Amérique du Nord, le système MIC primaire travaille à 1544 kbit/s (G.733) et le multiplex MIC de deuxième ordre (G.743) à 6312 kbit/s. Il importe maintenant d'étudier les normes à appliquer aux interconnexions entre régions utilisant des systèmes primaires et secondaires différents. La liaison Europe-Amérique du Nord fournit un bon exemple d'une situation de ce genre, dans lequel l'interconnexion portera à la fois sur les systèmes à satellites et de Terre.

Il est très important de formuler une norme dans le plus bref délai possible. Mais ce qui est encore plus important est que cette norme rende l'ensemble de la liaison de télécommunication intéressant aux points de vue technique et économique. A cette fin, il est proposé d'entreprendre un programme d'étude permettant de recueillir les données nécessaires au choix d'une norme appropriée. Ce programme doit nécessairement être fondé sur des spécifications techniques élaborées à partir d'informations provenant d'autres sources et comprenant les éléments suivants, qui ne sont pas limitatifs :

- 1) Estimation des besoins en matière de trafic, entre centres têtes de ligne.
- 2) Estimation des besoins en matière de services spéciaux entre points fixes, avec indication des centres têtes de ligne utilisés ou qui devraient l'être.
- 3) Estimation des circuits pour services spéciaux pouvant être mieux desservis à l'aide de systèmes MIC ou numériques.
- 4) Estimations de la répartition du trafic entre satellites et services de terre (y compris les câbles sous-marins).
- 5) Estimations concernant les liaisons de Terre disponibles entre les stations terriennes et les centres de têtes ligne.

Les estimations doivent en outre indiquer le moment où se manifeste le besoin d'un système MIC ou d'un système numérique intercontinental et l'époque à laquelle ces systèmes seront utilisables.

Il faut aussi établir les objectifs à atteindre en ce qui concerne la gigue et les taux d'erreur pour les liaisons numériques interrégionales. Les textes précis des avis seront sans nul doute influencés par des objectifs de ce genre.

Enfin, il se peut que certaines propositions obligent à recourir au mode d'exploitation synchrone pour certains services de Terre. Une analyse complémentaire est requise pour préciser les détails techniques de la synchronisation et juger s'il faut ou non y recourir.

Il conviendrait d'orienter les études sur la mise au point de propositions économiquement viables débouchant sur des solutions intéressant le problème général du réseau de télécommunications.

Question 10/D. — Codage numérique de signaux à large spectre

(Suite de la Question 10/D étudiée en 1968-1972)

Les points suivants sont à étudier :

- a) *Types de signaux à large spectre à considérer pour le codage numérique et la transmission numérique*

On a déjà défini quatre catégories :

- 1) Transmissions radiophoniques ;
- 2) Visiophonie ;
- 3) Transmissions télévisuelles ;
- 4) Assemblages MRF.

Quels autres types de signaux doit-on considérer ?

- b) *Importance relative des différents types de codecs à large bande, compte tenu de l'intégration future de plusieurs services dans des systèmes de transmission ou de commutation*

(Voir également le point a de la Question 1/D.)

- c) *Caractéristiques fondamentales des codecs à large bande*

- d) *Influence de la définition des communications fictives de référence pour les divers types de signaux classés au point a, en ce qui concerne la réponse au point c*

Voir également le point b de la Question 1/D ; la partie a de la Question 1/XVI ; le point C.6 de la Question 4/XV et la Question 2-1 C.M.T.T. (contenue dans le volume V, partie 2, du C.C.I.R., New Delhi, 1970, ainsi que le programme d'études 2-1A/C.M.T.T.).

- e) *Caractéristiques fondamentales des équipements terminaux de multiplexage MIC pour les signaux à large spectre*

- f) *Influence de la réduction de la qualité des transmissions numériques sur des signaux à large spectre à codage numérique*

Remarque 1. — Tous les points de cette question relatifs aux transmissions radiophoniques et télévisuelles devraient être étudiés en collaboration avec la C.M.T.T. et les Commissions d'études 10 et 11 du C.C.I.R.

Remarque 2. — Tous les points de cette question relatifs à la visiophonie et aux assemblages MRF devraient être étudiés en collaboration avec la Commission d'études XV (Question 4/XV), et pour les assemblages MRF en collaboration avec le groupe mixte CNC (voir Question 13/D, point N).

Question 11/D. — Méthodes de codage autres que la méthode MIC

(Question nouvelle à étudier en collaboration avec la Commission d'études XII)

- a) *Quelles méthodes de codage numérique des signaux vocaux, autres que celles recommandées dans l'Avis G.711, le C.C.I.T.T. devrait-il recommander ?*

- b) *Convient-il en particulier de recommander des caractéristiques pour des systèmes numériques utilisant la modulation delta et, dans l'affirmative, quelles devraient être ces caractéristiques ?*

Remarque. — L'étude de cette question devrait porter sur les points suivants :

- 1) Normalisation d'un débit binaire pour la transmission de signaux vocaux de qualité commerciale ;
- 2) Essais acoustiques (subjectifs ou objectifs) pour déterminer la qualité de transmission téléphonique avec diverses lois de compression-extension ;
- 3) La loi de compression-extension et le débit binaire minimal à choisir pour obtenir des signaux vocaux de haute qualité.

Question 12/D. — Perturbations sur des harmoniques du secteur d'alimentation*(Question nouvelle)*

Quelles recommandations faut-il faire pour les systèmes numériques afin que les circuits qu'ils acheminent soient conformes aux spécifications de l'Avis G.151, G ?

Remarque 1. — Le type de perturbation décrit dans l'Avis G.151, G peut provoquer, dans l'équipement numérique, des détériorations autres que la modulation d'amplitude ou la modulation de phase ou des combinaisons de ces deux modulations.

Remarque 2. — Ce sujet est étudié également pour les systèmes analogiques au titre de la Question 11/XV.

Question 13/D. (22/XV) — Systèmes de transmission numérique en câble*(A étudier par le Groupe mixte CNC)*

Quelles caractéristiques faut-il recommander pour les conduits numériques en câble (câbles à paires symétriques et câbles à paires coaxiales) ?

Cette question devrait être étudiée en liaison avec les Questions 7/D, 8/D, 9/D et 1/D. Ces questions, qui sont étudiées par la Commission spéciale D, traitent d'aspects connexes des systèmes numériques. On tiendra compte des études comparables sur les systèmes à guides d'ondes qui sont effectuées par le Groupe mixte SGO (Question 23/XV).

Il y a lieu d'étudier les points suivants :

I. Caractéristiques générales communes à tous les types de conduits numériques*Point A. — Restrictions à l'entrée numérique*

- A.1 Faut-il imposer des restrictions au signal à l'entrée des conduits numériques ?
- A.2 Dans l'affirmative, doit-il s'agir d'une restriction générale, ou doit-elle être spécifiée en cas de besoin pour des débits binaires ou des catégories de services particuliers ?
- A.3 Quelle influence les restrictions envisagées ont-elles sur la réalisation du réseau numérique général ? (Question 1/D)

Point B. — Classification fonctionnelle des jonctions

- B.1 Faut-il prévoir une seule spécification pour toutes les catégories de jonctions, pour un débit donné (ou pour une gamme de débits donnée) ?

Les catégories de jonctions suivantes sont envisagées :

- de conduit numérique à conduit numérique,
- de conduit numérique à équipement terminal numérique,
- d'équipement terminal numérique à équipement terminal numérique.

(Les équipements terminaux sont censés comprendre multiplex, codecs et commutateurs MRT.)

- B.2 En cas de réponse affirmative au point B.1, quelles sont les spécifications proposées pour ces jonctions ?
- B.3 En cas de réponse négative au point B.1, quelles sont les spécifications proposées pour les diverses jonctions ?
- B.4 Est-il souhaitable que la structure du signal à la jonction ne soit soumise à aucune restriction ?

Point C. — Classification des jonctions en fonction du débit binaire

- C.1 Les jonctions doivent-elles être spécifiées pour un seul débit binaire, ou est-il plus commode de les spécifier pour des débits variant dans certains intervalles ?
- C.2 Quels débits binaires ou quels intervalles de variation des débits faut-il proposer ?

Point D. — Débits binaires des conduits numériques

Quels débits binaires convient-il de recommander pour divers supports utilisés dans la transmission numérique ?

*Point E. — Qualité des conduits numériques**Taux d'erreur*

- E.1 Sur quelle période faut-il spécifier le taux d'erreur à long terme ?
- E.2 Comment peut-on définir les paquets d'erreurs ?
- E.3 Sur quelle période faut-il spécifier les paquets d'erreurs ?

Remarque. — L'effet des « glissements » sur les mesures d'erreur doit être pris en considération.

- E.4 Comment doit-on distinguer glissements et paquets d'erreurs ?
- E.5 Quelles spécifications doit-on appliquer aux glissements ?
- E.6 Faut-il spécifier plusieurs catégories de taux d'erreur (par exemple: objectif pour les projets de construction, minimum accepté en exploitation, valeur inacceptable en exploitation) ?
- E.7 Les interruptions brèves doivent-elles faire l'objet d'une spécification distincte de celle des paquets d'erreurs ? Dans l'affirmative, quelles limites convient-il de leur appliquer ?
- E.8 Pour les conduits numériques, le taux d'erreur doit-il être spécifié:
 - a) indépendamment du service à assurer ;
 - b) en fonction de la longueur ;
 - c) en fonction du débit binaire du conduit ;
 - d) compte tenu d'une communication fictive de référence ?

Remarque. — Il faudra définir le sens exact du terme « glissement ».

Gigue

- E.9 Faut-il spécifier les conditions relatives à la gigue:
 - a) pour un seul répéteur ?
 - b) seulement aux jonctions ?

Remarque. — Diverses solutions peuvent être retenues à des débits différents.

- E.10 Comment doit-on spécifier la gigue ?
- E.11 D'autres types de dégradations doivent-ils faire l'objet de spécifications ?

Point F. — Surveillance

- F.1 La surveillance des conduits numériques doit-elle faire l'objet de spécifications détaillées ou faut-il considérer que les parties nationales d'un conduit numérique international feront l'objet d'une surveillance distincte ?
- F.2 Quelles sont les caractéristiques qui doivent faire l'objet d'une surveillance permanente ?
- F.3 Pour quelles caractéristiques faut-il prévoir des possibilités de contrôle ?

II. Systèmes en câble

Point G. — *Spécifications générales intéressant les systèmes en câble*

- G.1 Un code en ligne unique doit-il être recommandé pour ces systèmes, pour chaque débit binaire reconnu ?
- G.2 Quel(s) code(s) faut-il recommander à cette fin ?
- G.3 Faut-il spécifier un espacement nominal type entre répéteurs (en dB ou en unités de longueur), compte tenu de la fiabilité en fonction du nombre de répéteurs utilisés ?
- G.4 Les systèmes numériques doivent-ils être compatibles avec l'espacement des répéteurs MRF utilisant le même câble ?
- G.5 Faut-il spécifier les caractéristiques électriques des signaux en ligne ?
Dans l'affirmative, de quelle manière faut-il faire cette spécification ?
- G.6 D'autres caractéristiques doivent-elles être spécifiées ?
- G.7 La fonction de transcodage entre code à la jonction et code en ligne doit-elle être considérée comme faisant partie de l'équipement terminal de ligne ?
- G.8 En reconnaissant qu'à chaque débit binaire correspondant à un niveau de la hiérarchie peut correspondre un système de transmission, doit-on admettre en principe la possibilité de normaliser, pour la transmission sur câble, des systèmes de ligne ayant des débits binaires différents de ceux de la hiérarchie ?
- G.9 Doit-on admettre, en principe, la possibilité de coexistence, dans le même câble, de systèmes numériques et de systèmes analogiques, ou de systèmes numériques ayant des débits binaires différents ?
- G.10 Faut-il spécifier un espacement nominal normal entre répéteurs (en dB) pour les différents systèmes et pour les différents câbles ?
- G.11 Faut-il donner, dans les Avis, quelques indications au sujet des conditions de télé-alimentation, de télésurveillance et de protection des répéteurs ?
- G.12 Pour chaque système, doit-on prévoir une solution totalement régénérative et une autre hybride ¹, en détaillant les deux ?

Point H. — *Spécification d'un système numérique en câble*

Considérant,

1. que les Avis G.732 et G.733 donnent les caractéristiques des systèmes à 2048 kbit/s (système à 30 voies téléphoniques) et à 1544 kbit/s (système à 24 voies téléphoniques), destinés principalement à une transmission sur paires symétriques; en outre, les Avis G.742 et G.743 donnent les caractéristiques des équipements de multiplexage numérique à 8448 kbit/s et à 6312 kbit/s;
2. que, enfin, les tableaux 1 à 3 de la Question 7/D donnent les caractéristiques des jonctions (entre équipement de multiplexage et équipements terminaux de ligne), y compris le type de code sur ces jonctions;
3. que les systèmes en ligne à 8448 kbit/s sont appelés à se développer en grand nombre sur les câbles;

y a-t-il lieu de normaliser les caractéristiques de ce système ?

Dans l'affirmative, quelles devraient être ces caractéristiques ?

Remarque. — Dans une première phase, il pourrait être opportun d'obtenir des contributions contenant la description détaillée des systèmes en ligne numériques déjà existants et utilisés.

¹ Les mots « systèmes hybrides » désignent ici un système avec répéteurs analogiques interposés entre les répéteurs-régénérateurs.

Point I. — Caractéristiques des câbles pour transmissions numériques

Quelles sont les caractéristiques électriques et les méthodes de mesure à considérer, sur les longueurs de fabrication et sur les sections posées, pour les câbles destinés aux transmissions numériques ?

Remarque 1. — On devra prendre en considération les différents débits binaires possibles et aussi l'influence de la structure des codes de ligne. Des systèmes complètement régénératifs et des systèmes hybrides¹ doivent être considérés comme possibles.

Remarque 2. — L'Annexe 1 (au point I) contient quelques considérations au sujet de cette question.

Remarque 3. — Cette question ne concerne pas les guides d'ondes.

ANNEXE 1

(au point I)

(Contribution de l'Administration française)

On peut juger qu'il serait utile, notamment pour faciliter l'étude et la réalisation des câbles devant satisfaire aux objectifs généraux définis par la Commission spéciale D, que soient établies des recommandations concernant au moins les points suivants:

- a) les valeurs d'affaiblissement linéique, valeurs nominales, valeurs limites et dispersion, pour des fréquences à déterminer;
- b) les valeurs d'écart diaphoniques, énoncées sous forme de valeurs minimales, ou de valeurs moyennes, ainsi que les méthodes de mesure, en régime permanent ou transitoire, permettant d'apprécier ces valeurs;
- c) les conditions générales de régularité des caractéristiques de transmission, d'impédance et de traînage.

L'examen de ces points montrera sans doute que les conditions à recommander dépendent plus de la nature des systèmes de transmission, en particulier du nombre d'états des signaux transmis en ligne, que du type de câble.

Il en résultera probablement la nécessité de classer les objectifs à atteindre, selon des différents systèmes, d'après le résultat des travaux de la Commission spéciale D.

Point J. — Nouveaux types de câbles destinés aux systèmes numériques à débit binaire moyen²

Considérant,

- 1) que des systèmes numériques à débit binaire moyen² sont déjà à l'étude depuis longtemps dans plusieurs pays;
- 2) que de nouveaux types de paires coaxiales et de paires symétriques ont déjà été réalisés, pour la transmission de systèmes numériques de ce genre,

il y a lieu de mettre à l'étude les points suivants:

- J.1 Quelles caractéristiques dimensionnelles, techniques et électriques doit-on recommander pour les paires coaxiales ou symétriques destinées à la transmission des signaux numériques à débit binaire moyen ?
- J.2 Est-il possible d'envisager une normalisation ?
- J.3 Est-il désirable d'indiquer les possibilités et les limites d'application de ces paires, au point de vue économique (y compris des comparaisons avec des systèmes analogiques) ?

¹ Les mots « systèmes hybrides » désignent ici un système avec répéteurs analogiques interposés entre les répéteurs-régénérateurs.

² Il conviendra de préciser la limite entre un « débit binaire moyen » et un « grand débit binaire ». Des valeurs allant de 50 à 150 Mbit/s ont été citées.

Remarque 1. — Pour les paires coaxiales, il sera opportun d'examiner, en particulier, les avantages apportés par le choix d'une impédance caractéristique de 75 ohms, déjà adoptée par le C.C.I.T.T. Ce choix aurait aussi l'avantage de permettre l'utilisation, dans les différents raccordements, de câbles coaxiaux souples déjà normalisés par la C.E.I. et de conserver les appareils de mesure déjà existants.

Remarque 2. — Les Annexes 1 et 2 indiquent les caractéristiques principales des paires coaxiales de très petites dimensions prévues par certaines Administrations.

Les Annexes 3 et 4 indiquent les caractéristiques principales des paires symétriques prévues par certaines Administrations.

L'Annexe 5 contient quelques considérations générales de l'Administration italienne sur les critères de choix des caractéristiques relatives à la paire coaxiale décrite dans l'Annexe 1.

ANNEXE 1

(au point J)

Caractéristiques du câble coaxial étudié par l'Administration italienne pour la transmission numérique à débit moyen

Le câble décrit ci-dessous a été prévu particulièrement pour les transmissions numériques. On a déjà installé 20 000 km de paires de ce type. En outre, cette paire est déjà employée pour la transmission de systèmes à 8 Mbit/s, et on envisage de l'utiliser aussi pour des systèmes à environ 35 Mbit/s.

1. Caractéristiques de construction

1.1 Paire coaxiale

Conducteur central: en cuivre massif, diamètre nominal	0,65 mm
Isolation: polyéthylène cellulaire avec diamètre extérieur	2,80 mm
Conducteur extérieur: ruban de cuivre longitudinal appliqué avec chevauchement	
épaisseur	0,10 mm
largeur	11 mm
Ecran: ruban d'acier longitudinal appliqué avec chevauchement	
épaisseur	0,10 mm
largeur	12,70 mm
Bandage de ruban en papier avec diamètre extérieur (environ)	3,50 mm

1.2 Câble

Longueur nominale de livraison	500 m
Composition normalisée des câbles: 12-24-36-48 paires coaxiales	

2. Caractéristiques électriques des paires coaxiales (limites pour les longueurs de câble selon le cahier des charges pour l'usine)

Résistance ohmique maximale du conducteur central à 20 °C	56 ohms/km
Résistance ohmique maximale du conducteur extérieur à 20 °C	17 ohms/km
Résistance d'isolement minimale	10 000 Mohms/km
Essai de tension en c.c., minimum	1500 V
Impédance à 1 MHz mesurée avec une impulsion de 50 ns	75 ± 3 ohms
Variation de l'impédance en fonction de la fréquence (valeurs informatives)	1 MHz 75 ohms 8 MHz 73 ohms
Affaiblissement d'écho (mesuré avec une impulsion de 50 ns et corrigé)	36 dB
Affaiblissement à 1 MHz (à 10 °C)	9,5 ± 0,5 ¹ dB/km
Loi de variation affaiblissement-fréquence pour fréquences > 1 MHz	√f
Affaiblissement paradiaphonique minimal entre paires coaxiales (section de 2 km)	125 dB

¹ Après l'installation, 9,5 ± 0,3 dB/km dans la section de régénération.

3. *Longueur des sections de régénération*

Pour systèmes à 8 Mbit/s (120 circuits)	4 km
Pour systèmes à 35 Mbit/s (480 circuits)	2 km

ANNEXE 2

(au point J)

Paire coaxiale pour transmissions numériques envisagée par l'Administration française

Parmi les différentes solutions concernant les paires coaxiales de plus faible diamètre, un modèle a retenu plus particulièrement l'attention et a fait l'objet d'études approfondies suivies de réalisations, dans les dimensions 0,8/3 mm.

Spécification

La spécification de cette paire coaxiale est la suivante:

- Conducteur central en cuivre massif de 0,8 mm de diamètre;
- Isolation ballon de permittivité 1,25;
- Conducteur extérieur bimétallique comportant 50 μ de cuivre, 50 μ d'acier et 1 μ de cuivre sur sa face extérieure, posé en long avec recouvrement.

Caractéristiques électriques

Les caractéristiques électriques sont résumées ci-après:

— Résistance du conducteur central (en courant continu à 10°C)	33 ohms/km
— Impédance caractéristique nominale 1 MHz	75 ohms
— Affaiblissement à 1 MHz	8,5 dB/km
4 MHz	16 dB/km
12,5 MHz	28 dB/km
— Affaiblissement paradiaphonique entre paires coaxiales affectées à des sens de transmission opposés	120 dB
— Ecart télédiaphonique entre paires coaxiales affectées au même sens de transmission	60 dB
— Ecart d'impédance avec l'impulsion de 60 ns (corrigée)	
sur longueurs de 500 m	43 dB
sur section de régénération	40 dB

Technologie

L'absence de frettes d'acier sur les paires coaxiales individuelles permet de réaliser dans la même opération la formation des paires coaxiales et leur assemblage en toron, ce qui assure la fermeture du conducteur extérieur.

Au stade actuel, les torons comportent quatre paires coaxiales assemblées sous forme de quarte en étoile, mais on peut envisager une contenance supérieure. Des bourrages sont disposés au centre ainsi que dans les interstices et un rubanage de matière plastique est appliqué sur chacun des torons. Les torons élémentaires ainsi réalisés sont ensuite assemblés entre eux pour constituer des câbles à grand nombre de paires coaxiales.

Un câble à 16 paires coaxiales fabriqué suivant cette technique sera mis en place à Lannion.

ANNEXE 3

(au point J)

Caractéristiques des nouveaux câbles en paires symétriques à large bande mis au point par la N.T.T.
(Contribution de la N.T.T.)

A. *Caractéristiques géométriques*

Diamètre des conducteurs	0,65 mm
Isolant	Mousse de polythène
Capacité du faisceau	20 paires

B. <i>Caractéristiques électriques</i>	
Résistance du conducteur à 20 °C (valeur nominale)	52,5 ohms/km
Résistance d'isolement (valeur minimale)	10 000 MΩ/km
Rigidité diélectrique (valeur minimale)	500 V d.c.
C. <i>Capacité (valeur nominale)</i>	
Impédance à 1 MHz (valeur moyenne)	31,5 nF/km (à 800 Hz)
Impédance à 10 MHz (valeur moyenne)	140 ohms
Affaiblissement à 20 °C,	136 ohms
1 MHz (valeur moyenne)	10,5 dB/km
10 MHz (valeur moyenne)	31,5 dB/km
Affaiblissement paradiaphonique entre paires de faisceaux différents (valeur minimale):	
à 1 MHz	101 dB
10 MHz	92 dB
Affaiblissement télédiaphonique entre paires d'un même faisceau (valeur moyenne pour longueur de 1 km):	
à 1 MHz	72 dB
10 MHz	53 dB

ANNEXE 4
(au point J)

Caractéristiques des câbles à paires symétriques envisagées par l'Administration française
(Contribution de la France)

Type de câbles	0,6 mm	0,8 mm
<i>Caractéristiques mécaniques</i>		
Diamètre des conducteurs	0,6 mm	0,8 mm
Isolation	Polyéthylène cellulaire ou aéré	
Contenance d'un faisceau	6 paires	
Protection des faisceaux	Ecran longitudinal + écran en hélice, avec fil de continuité	
Contenance des câbles	jusqu'à 20 faisceaux ¹	
Protection du câble	Aluope ou aluminium + gaine ou armure spéciale selon besoins	
<i>Caractéristiques électriques</i>		
Capacité linéique	30 nF/km	30 nF/km
Impédance à 1 MHz	150 ohms	150 ohms
Affaiblissement à 10 °C et 4,2 MHz.	20 dB/km	15 dB/km
Longueur des sections de régénération	3 km	4 km
Paradiaphonie entre faisceaux (énergie moyenne des résultats mesurés; bande de 1 à 15 MHz)	>110 dB	>110 dB
Télédiaphonie entre paires d'un même faisceau (énergie moyenne des résultats mesurés à 4 MHz sur une sec- tion de régénération)		>40 dB

¹ Des câbles de contenance supérieure sont réalisables, mais ils ne sont pas actuellement envisagés par l'Administration française.

ANNEXE 5

(au point J)

**Caractéristiques nominales générales d'un câble à paires coaxiales de très petites dimensions
pour transmissions numériques à débit moyen**

(Contribution de l'Administration italienne)

L'étude d'un câble téléphonique est subordonnée à plusieurs conditions :

- structure du réseau;
- conditions d'installation du câble;
- type de transmission à assurer;
- largeur de bande;
- caractéristiques d'affaiblissement;
- caractéristiques d'impédance;
- diaphonie.

S'agissant de systèmes pour transmissions numériques, il fallait choisir tout d'abord entre câble à paires symétriques et câble à paires coaxiales.

Les caractéristiques de diaphonie effectivement réalisables suivant le genre de câble justifiaient l'adoption d'un câble à paires coaxiales (appelées « microcoaxiales ») d'un modèle nouveau à étudier et à fabriquer en Italie, pour un débit de transmission pouvant atteindre 35 Mbit/s.

A vrai dire, il s'avérait que les câbles à paires coaxiales normalisés par le C.C.I.T.T. étaient a priori destinés à des transmissions numériques d'une capacité plus élevée.

Au contraire, le câble à paires microcoaxiales était destiné à des systèmes fonctionnant à 8 Mbit/s (120 voies) et 35 Mbit/s (480 voies).

L'affaiblissement linéique du câble dépendait de l'intervalle entre répéteurs : étant donné que le câble à paires microcoaxiales devait être installé le long du câble à paires coaxiales 1,2/4,4 mm (d'emploi largement répandu en Italie), qui supporte des systèmes MRF (à 960 et 2700 voies), la solution la plus logique était donc apparemment une section d'amplification de 4 km pour les systèmes à 8 Mbit/s et de 2 km pour les systèmes à 35 Mbit/s.

Dans ces conditions, l'affaiblissement linéique était de 9,5 dB/km à 1 MHz et 10 °C. D'ailleurs, cette valeur est bien adaptée à l'échelon inférieur de la hiérarchie des câbles à paires coaxiales, que constituent jusqu'ici les câbles normalisés à 2,6/9,5 mm et 1,2/4,4 mm.

Un choix fondamental restait à faire : celui de l'impédance caractéristique. Elle fut fixée à 75 ohms. Cette valeur était adéquate, sinon rigoureusement indispensable, pour les raisons suivantes :

- elle ne nécessitait pas que l'appareillage d'essai des câbles fût beaucoup modifié par rapport à l'appareillage ordinaire;
- les futurs systèmes MIC en câbles à paires coaxiales de 1,2/4,4 mm ou 2,6/9,5 mm ont été conçus pour des câbles de 75 ohms;
- si l'on utilisait ultérieurement un câble à paires micro coaxiales pour des systèmes MRF, ce qu'on ne peut exclure a priori, on disposerait d'un câble d'impédance normalisée.

Les diamètres des conducteurs intérieur et extérieur et l'épaisseur du conducteur extérieur, tels que déterminés par les valeurs déjà fixées pour l'affaiblissement et l'impédance, sont 0,65/2,8/0,10 mm.

Chaque paire coaxiale nécessitait un écran électromagnétique pour limiter la diaphonie à la valeur spécifiée, en particulier à basse fréquence.

Du point de vue structurel, la paire coaxiale devait satisfaire à certaines conditions techniques et économiques : le diamètre élémentaire et le coût primaire devaient être à peu près les mêmes que ceux des quartes de 0,9 mm ; en outre, le câble devait contenir un nombre de paires coaxiales particulièrement grand par rapport à celui des câbles à paires coaxiales habituels.

Telles sont les raisons de dimensions, d'économie et d'exploitation qui ont conduit à une solution techniquement simple, rapidement réalisable, adaptée aux spécifications suivantes, tout en assurant une bonne qualité de fonctionnement :

- diélectrique en polyéthylène expansé, facile à extruder;
- conducteur extérieur en ruban de cuivre appliqué longitudinalement, avec chevauchement;
- écran magnétique comme décrit ci-dessus;
- rubans de cuivre et d'acier appliqués en tandem, avec chevauchement approprié;
- un seul guipage extérieur en papier.

Pour déterminer les nombres admissibles de paires microcoaxiales (12, 24, 36 et 48), on se plaçait dans l'hypothèse où l'on réaliserait des liaisons poste à poste en dérivant, d'une artère commune, des faisceaux de multiples de 12 paires à la fois. En associant cette sorte de « répartition spatiale », que permettent le petit diamètre et le grand nombre des paires coaxiales d'un câble, à la répartition temporelle caractérisant les systèmes MIC, on arrive à en compenser la capacité intrinsèquement faible.

Naturellement, on n'exige pas du câble à paires microcoaxiales les qualités (régularité d'impédance, stabilité d'affaiblissement, écho réduit; etc.) des câbles à paires coaxiales de plus fort diamètre.

En revanche, des opérations qui grèvent d'habitude l'exploitation des câbles — répartition de la charge, essais, jonction — sont sensiblement allégées dans le cas du câble à paires microcoaxiales.

Plus précisément, il n'est pas nécessaire de répartir la charge; les essais sont plus simples qu'avec les autres câbles à paires coaxiales; la jonction peut se simplifier et même s'automatiser.

Point K. — Nouveaux types de câbles pour transmissions numériques à grand débit binaire ¹

En considérant les résultats de l'étude du Point J et la large diffusion, dans l'avenir, des systèmes numériques à grand débit binaire ¹, même pour de grandes distances, y a-t-il lieu d'étudier si l'emploi de nouveaux types de câbles peut être plus avantageux, en particulier au point de vue économique, que l'emploi des câbles coaxiaux normalisés ?

Y a-t-il lieu de normaliser un ou plusieurs de ces nouveaux types de câbles ?

Remarque 1. — Ce point doit être étudié en relation avec la Question 18/XV, en raison de l'intérêt présenté par des câbles utilisables à la fois pour la transmission numérique et analogique.

Point L. — Utilisation des paires coaxiales normalisées pour la transmission numérique

L.1 En tenant compte de l'état des travaux de la Commission spéciale D, concernant la hiérarchie numérique et les caractéristiques générales des systèmes de transmission envisagés, qui conduiront à utiliser aussi pour la transmission numérique les paires coaxiales 1,2/4,4 mm et 2,6/9,5 mm déjà normalisées, y a-t-il lieu de prévoir des modifications aux Avis G.331 et G.342 ?

L.2 Quels types de mesures doit-on faire sur des paires coaxiales normalisées déjà posées, pour déterminer s'il est possible d'utiliser ces paires pour la transmission numérique à débit binaire moyen ou à débit binaire élevé ¹ ?

L.3 Quels types de systèmes de transmission numérique le C.C.I.T.T. devrait-il recommander pour utilisation sur:

- a) paires coaxiales 1,2/4,4 mm;
- b) paires coaxiales 2,6/9,5 mm ?

Remarque 1. — Pour l'étude de ce point, on devra tenir compte de l'état d'avancement des études entreprises au titre du point I.

¹ Il conviendra de préciser la limite entre un « débit binaire moyen » et un « grand débit binaire ». Des valeurs allant de 50 à 150 Mbit/s ont été citées.

Point M. — Utilisation des paires symétriques normalisées pour la transmission numérique

- M.1 En tenant compte des travaux de la Commission spéciale D concernant la hiérarchie numérique et les caractéristiques générales des systèmes de transmission envisagés, qui conduiront à utiliser aussi, pour la transmission numérique, les paires symétriques déjà normalisées, y a-t-il lieu de prévoir des modifications à l'Avis G.321 ?
- M.2 Quels types de mesures doit-on faire sur des paires symétriques déjà posées, pour déterminer s'il est possible d'utiliser ces paires dans des transmissions numériques à débit binaire moyen ?
- M.3 Quels types de systèmes de transmission numérique devrait-on recommander pour utilisation sur paires symétriques normalisées ?

Remarque 1. — Pour l'étude de ce point, on devra tenir compte de l'état d'avancement des études entreprises au titre du point I.

Point N. — Transmissions numériques sur groupes MRF et sur lignes analogiques

- N.1 Dans une période initiale, mais relativement longue, il sera nécessaire de transmettre des signaux numériques à bas et moyen débit binaire aussi sur groupes MRF (primaires, secondaires, etc.), ou bien d'utiliser une ligne analogique complète existante pour la transmission de signaux numériques.

Quels sont les problèmes posés par ces types d'utilisation ?

Remarque 1. — Il semble que l'on doive considérer séparément le cas d'utilisation de certains groupes et le cas d'utilisation de la ligne complète.

Remarque 2. — Des systèmes avec les caractéristiques ci-dessus envisagées ont déjà été mis au point par diverses Administrations pour la transmission de signaux numériques (non téléphoniques).

Les problèmes qui se posent sont les suivants:

- Quels sont les débits binaires à utiliser ?
- Doit-on considérer uniquement les débits binaires hiérarchiques envisagés par la Commission spéciale D ?
- Pour la transmission de données, faut-il prévoir des débits binaires inférieurs à 2048 Mbit/s et 1544 Mbit/s ?
- Quels sont les codes (probablement à plusieurs valences) à utiliser dans ces cas, compte tenu de la caractéristique préférée du spectre du signal à transmettre et des niveaux maximaux admissibles ?
- A quels groupes (primaires, secondaires, etc.) doit-on accorder la préférence pour ces types de transmission, compte tenu des risques de perturbation des groupes voisins ?
- Faut-il recommander des méthodes particulières de modulation ?

- N.2 Certaines Administrations ont mis au point des systèmes de transmission numérique sur des lignes analogiques existantes qui ne tombent pas dans les deux catégories mentionnées ci-dessus et qui consistent en une utilisation mixte d'une ligne analogique, à la fois avec des groupes analogiques normalisés et avec des signaux numériques insérés dans les bandes extrêmes disponibles (systèmes dits « data under voice » et « data over voice »). Les techniques de transmission utilisées sont semblables à celles envisagées pour les deux catégories mentionnées ci-dessus.

— De tels systèmes doivent-ils être normalisés par le C.C.I.T.T. ?

Dans l'affirmative, quels problèmes doivent être ajoutés à ceux qu'indique la remarque 2 du point N.1 ?

Point O. — Transmission numérique sur groupes primaires MRF

- O.1 Quels sont les groupes primaires (isolés ou associés) qui doivent être recommandés pour la transmission numérique à débit supérieur ou égal à celui du niveau primaire ?
- O.2 Quelles doivent être les caractéristiques du spectre du signal transmis en dehors de la bande de fréquences du groupe primaire et au voisinage des fréquences pilotes ?
- O.3 Faut-il recommander une méthode de modulation et, dans l'affirmative, laquelle ?
- O.4 Quelles doivent être les caractéristiques de niveau du signal transmis ?

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES QUESTIONS CONFIÉES A LA COMMISSION SPÉCIALE D (Note 2)

N°	Titre abrégé	Observations
1/D	Planification des systèmes numériques et intégration des services	Voir Note 1
2/D	Equipement du multiplex MIC primaire	
3/D	Commutation et signalisation dans les réseaux numériques	
4/D	Maintenance et exploitation du réseau numérique	
5/D	Synchronisation des réseaux numériques	
6/D	Equipements de multiplexage MIC et numérique d'ordre supérieur	
7/D	Jonctions pour systèmes numériques	
8/D	Systèmes de transmission numérique sur faisceaux hertziens et par satellites	
9/D *	Conduits numériques internationaux	
10/D	Codage numérique de signaux à large spectre	
11/D	Méthodes de codage autres que la méthode MIC	A étudier par GM CNC (Question 22/XV)
12/D	Perturbations sur des harmoniques du secteur d'alimentation	
13/D	Systèmes de transmission numérique en câble	

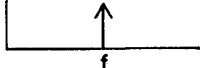
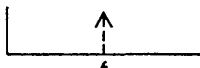
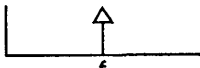
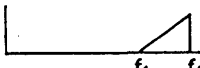
Note 1. — On considère comme urgente une question pour laquelle on doit prendre des dispositions spéciales en vue de faire aboutir son étude avant la prochaine Assemblée plénière. Ces questions sont marquées d'un astérisque (*).

Note 2. — On n'a pas jugé possible d'indiquer toutes les Commissions d'études intéressées à chacune des questions de la Commission spéciale D. Il est souhaitable que le Rapporteur principal de cette Commission s'entende 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. En particulier, les travaux relatifs à l'intégration des services dans les réseaux numériques doivent être coordonnés de cette façon, dans le cadre de la Question 1/D.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

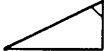
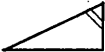
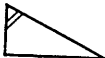
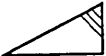
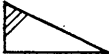
**SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT
DANS CE TOME**

Nom	Symbole
Equipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans le groupe tertiaire de base et inversement)	
Equipement de modulation de groupe tertiaire (translation du groupe tertiaire de base dans la bande de fréquences transmises en ligne et inversement)	
Fréquence porteuse ¹	
Fréquence porteuse supprimée	
Fréquence pilote	
Bande latérale directe	

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT
DANS CE TOME

Nom	Symbole
Bande latérale inversée	
Bande latérale unique et fréquence porteuse supprimée (exemple: cas de la transmission de la bande inférieure)	
Deux ondes pilotes dont l'une ou l'autre est transmise	
Onde pilote de groupe primaire	
Onde pilote de groupe secondaire	
Onde pilote de groupe tertiaire	
Onde pilote de groupe quaternaire	
Onde additionnelle de mesure, symbole général	
Onde additionnelle de mesure qui est transmise ou mesurée sur demande ²	

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT
DANS CE TOME

Nom	Symbole
Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques	
Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques	
¹ Dans ce symbole et dans les suivants, les lettres f, f₁, f₂,... désignent les fréquences. ² Dans le tome III, ce symbole désigne une onde additionnelle de mesure de la liste préférentielle; pour tout autre onde additionnelle de mesure, on a employé le symbole général qui précède.	

