



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.



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE JAUNE

TOME V

QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

AVIS DE LA SÉRIE P



VII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
GENÈVE, 10-21 NOVEMBRE 1980

Genève 1981



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE JAUNE

TOME V



QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

AVIS DE LA SÉRIE P



VII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
GENÈVE, 10-21 NOVEMBRE 1980

Genève 1981

ISBN 92-61-01042-3

**CONTENU DU LIVRE DU CCITT
EN VIGUEUR APRÈS LA SEPTIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE (1980)**

LIVRE JAUNE

- Tome I**
- Procès-verbaux et rapports de l'Assemblée plénière.
Vœux et résolutions.
Avis sur:
 - l'organisation du travail du CCITT (série A);
 - les moyens d'expression (série B);
 - les statistiques générales des télécommunications (série C).
 - Liste des Commissions d'études et les Questions mises à l'étude.

Tome II

- FASCICULE II.1 – Principes généraux de tarification – Taxation et comptabilité dans les services internationaux de télécommunications. Avis de la série D (Commission III).
- FASCICULE II.2 – Service téléphonique international – Exploitation. Avis E.100 à E.323 (Commission II).
- FASCICULE II.3 – Service téléphonique international – Gestion du réseau – Ingénierie du trafic. Avis E.401 à E.543 (Commission II).
- FASCICULE II.4 – Exploitation et tarification des services de télégraphie et de «télématique». ¹⁾ Avis de la série F (Commission I).

Tome III

- FASCICULE III.1 – Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux. Avis G.101 à G.171 (Commissions XV, XVI, CMBD).
- FASCICULE III.2 – Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs – Caractéristiques des moyens de transmission. Avis G.211 à G.651 (Commissions XV, CMBD).
- FASCICULE III.3 – Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage. Avis G.701 à G.941 (Commission XVIII).
- FASCICULE III.4 – Utilisation des lignes pour la transmission des signaux autres que téléphoniques – Transmissions radiophoniques et télévisuelles. Avis des séries H et J (Commission XV).

Tome IV

- FASCICULE IV.1 – Maintenance; principes généraux, systèmes internationaux à courants porteurs, circuits téléphoniques internationaux. Avis M.10 à M.761 (Commission IV).
- FASCICULE IV.2 – Maintenance des circuits internationaux pour la transmission de télégraphie harmonique ou de fac-similé – Maintenance des circuits internationaux loués. Avis M.800 à M.1235 (Commission IV).
- FASCICULE IV.3 – Maintenance des circuits radiophoniques internationaux et transmissions télévisuelles internationales. Avis de la série N (Commission IV).
- FASCICULE IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Avis de la série O (Commission IV).

¹⁾ Le terme «service de télématique» est provisoire.

Tome V – Qualité de la transmission téléphonique. Avis de la série P (Commission XII).

Tome VI

- FASCICULE VI.1 – Avis généraux sur la commutation et la signalisation téléphoniques – Interface avec le service maritime. Avis Q.1 à Q.118 *bis* (Commission XI).
- FASCICULE VI.2 – Spécifications des systèmes de signalisation N^{os} 4 et 5. Avis Q.120 à Q.180 (Commission XI).
- FASCICULE VI.3 – Spécifications du système de signalisation N^o 6. Avis Q.251 à Q.300 (Commission XI).
- FASCICULE VI.4 – Spécifications des systèmes de signalisation R1 et R2. Avis Q.310 à Q.490 (Commission XI).
- FASCICULE VI.5 – Centraux numériques de transit pour applications nationales et internationales – Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Avis Q.501 à Q.685 (Commission XI).
- FASCICULE VI.6 – Spécifications du système de signalisation N^o 7. Avis Q.701 à Q.741 (Commission XI).
- FASCICULE VI.7 – Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS) – Langage homme-machine (LHM). Avis Z.101 à Z.104 et Z.311 à Z.341 (Commission XI).
- FASCICULE VI.8 – Langage évolué du CCITT (CHILL). Avis Z.200 (Commission XI).

Tome VII

- FASCICULE VII.1 – Transmission et commutation télégraphiques. Avis des séries R et U (Commission IX).
- FASCICULE VII.2 – Equipements terminaux pour les services de télégraphie et de «télématique». ¹⁾ Avis des séries S et T (Commission VIII).

Tome VIII

- FASCICULE VIII.1 – Communication de données sur le réseau téléphonique. Avis de la série V (Commission XVII).
- FASCICULE VIII.2 – Réseaux de communications de données; services et facilités, équipements terminaux et interfaces. Avis X.1 à X.29 (Commission VII).
- FASCICULE VIII.3 – Réseaux de communications de données; transmission, signalisation et commutation, réseau, maintenance, dispositions administratives. Avis X.40 à X.180 (Commission VII).

Tome IX – Protection contre les perturbations. Avis de la série K (Commission V). Protection des enveloppes de câble et des poteaux. Avis de la série L (Commission VI).

Tome X

- FASCICULE X.1 – Termes et définitions.
- FASCICULE X.2 – Index du Livre jaune.

¹⁾ Le terme «service de télématique» est provisoire.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME V DU LIVRE JAUNE

Partie I — Avis de la série P

Qualité de la transmission téléphonique

N° de l'Avis		Page
SECTION 1 — Vocabulaire		
	Effets des paramètres de transmission sur l'opinion des usagers quant à la qualité de transmission et leur évaluation	3
P.10	Vocabulaire des termes relatifs à la qualité de la transmission téléphonique et aux appareils téléphoniques	3
P.11	Effet des dégradations de la transmission	4
P.12	Affaiblissement équivalent pour la netteté (AEN)	23
P.16	Effets subjectifs de la diaphonie directe; seuils d'audibilité et d'intelligibilité	25
SECTION 2 — Lignes et postes d'abonné		
P.33	Postes téléphoniques d'abonné comportant soit des récepteurs haut-parleurs, soit des microphones associés à des amplificateurs	37
P.34	Efficacité des postes téléphoniques à haut-parleur	38
SECTION 3 — Etalons de transmission		
P.41	Description de l'ARAEN	41
P.42	Systèmes pour la détermination des équivalents de référence	49
P.43	Recommandations pour l'envoi de systèmes-étalons et de systèmes commerciaux au laboratoire du CCITT en vue de mesures d'équivalents de référence	69
P.44	Description et réglage du système de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté	70
P.45	Mesure de l'AEN d'un système téléphonique commercial (à l'émission et à la réception) par comparaison avec le SRAEN	73
P.47	Frais relatifs à la détermination (au laboratoire du CCITT) des valeurs d'équivalents de référence et des valeurs d'AEN (à l'émission et à la réception) de systèmes-étalons de travail et de systèmes téléphoniques commerciaux	77
P.48	Spécification d'un système de référence intermédiaire	77
SECTION 4 — Appareils de mesures objectives		
P.51	Voix artificielles, bouches artificielles, oreilles artificielles	83
P.52	Volumètres	90
P.53	Psophomètres (appareils pour la mesure objective des bruits de circuits)	92
P.54	Sonomètres (appareils pour la mesure objective des bruits de salle)	96
P.55	Appareils pour la mesure des bruits impulsifs	96

N° de l'Avis		Page
SECTION 5 — Mesures électroacoustiques objectives		
P.61	Méthode pour l'étalonnage absolu des microphones de mesure	97
P.62	Mesures effectuées sur les appareils téléphoniques d'abonné	97
P.63	Méthodes d'évaluation de la qualité de transmission fondées sur des mesures objectives .	99
P.64	Détermination des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence des systèmes téléphoniques locaux pour permettre le calcul de leurs indices de force des sons	99

SECTION 6 — Mesures subjectives à la voix et à l'oreille

P.71	Mesure du volume des sons vocaux	107
P.72	Mesure des équivalents de référence et des équivalents relatifs	107
P.73	Mesure de l'équivalent de référence de l'effet local	118
P.74	Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission	120
P.75	Méthode normalisée de traitement préalable des microphones à charbon	121
P.76	Détermination des indices de force des sons; principes fondamentaux	122
P.77	Méthode d'évaluation du service du point de vue de la qualité de transmission de la parole	131
P.78	Méthode subjective de détermination des indices de force des sons, conforme à l'Avis P.76	133
P.79	Calcul des indices de force des sons	148

Partie II — Suppléments aux Avis de la série P

Supplément n° 1	Précautions à prendre pour installer et maintenir correctement un système de référence intermédiaire	167
Supplément n° 2	Méthodes employées pour déterminer la qualité de transmission téléphonique	167
Supplément n° 3	Modèles d'évaluation de l'indice de transmission	177
Supplément n° 4	Prévision de la qualité de transmission à partir de mesures objectives	195
Supplément n° 5	La méthode Sybil d'essai subjectif	217
Supplément n° 6	Affaiblissement de l'efficacité électro-acoustique des appareils téléphoniques en vue de la protection contre les chocs acoustiques	219

REMARQUES

1 Ce tome remplace entièrement le tome V du *Livre orange* du CCITT (Genève, 1976).

On a indiqué (après le titre des Avis ou suppléments) s'il s'agissait de textes nouveaux approuvés par l'Assemblée plénière de Genève (1980) ou de textes modifiés à la même époque. Les textes qui ne portent pas une telle indication remontent au moins à l'Assemblée plénière de New Delhi (1960) où le tome V a été divisé en Avis numérotés; toutefois, certains de ces textes peuvent être encore plus anciens.

2 Les unités employées dans le présent ouvrage sont conformes aux Avis B.3 et B.4 du CCITT (tome I du *Livre jaune*).

L'indication «modifié à Genève en 1980» n'a pas été appliquée aux Avis dont la rédaction a été modifiée seulement en ce qui concerne les unités employées.

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

dBm niveau absolu de puissance exprimé en décibels;

dBm0 niveau absolu de puissance exprimé en décibels et rapporté au point de niveau relatif zéro;

dBr niveau relatif de puissance exprimé en décibels;

dBm0p niveau absolu de puissance psophométrique exprimé en décibels et rapporté au point de niveau relatif zéro.

Les relations entre les unités de pression sont les suivantes:

$$1 \text{ Pa(pascal)} = 1 \text{ N/m}^2 \text{ (newton par m}^2\text{)} = 10 \text{ dynes/cm}^2 = 10 \text{ baryes} = 10 \text{ } \mu\text{bar}$$

3 Les questions confiées à chaque Commission d'études pour la période 1981-1984 figurent dans la contribution N° 1 de la Commission correspondante.

NOTE DU CCITT

Dans ce tome, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation privée reconnue de télécommunications.

PARTIE I

Avis de la série P

QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

VOCABULAIRE

EFFETS DES PARAMÈTRES DE TRANSMISSION SUR L'OPINION DES USAGERS QUANT À LA QUALITÉ DE TRANSMISSION ET LEUR ÉVALUATION

Avis P.10

VOCABULAIRE DES TERMES RELATIFS À LA QUALITÉ DE LA TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE ET AUX APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

(Genève, 1980)

1 Introduction

Le présent Avis contient des termes et des définitions utiles aux travaux de la Commission d'études XII en matière de qualité de la transmission téléphonique et d'appareils téléphoniques.

Ces termes et définitions ont été adoptés par la Commission d'études XII et ont fait l'objet de discussions par le groupe d'experts N du groupe mixte de coordination des CCI et de la CEI.

La présente liste sera complétée à mesure de la progression des travaux du groupe susmentionné.

Les termes pourront par la suite porter le numéro qui les désigne dans le vocabulaire électrotechnique international.

2 Termes et définitions

2.1 Poste téléphonique, appareil téléphonique

E: telephone set; telephone instrument

S: estación telefónica; aparato telefónico

Appareil de *téléphonie* comprenant au moins un *microphone téléphonique*, un *récepteur téléphonique* ainsi que les conducteurs et organes accessoires directement associés à ces transducteurs.

Remarque — Un poste téléphonique comprend usuellement un *support commutateur* et peut comprendre des organes accessoires tels qu'une sonnerie incorporée, un *coupleur différentiel*, un *dispositif manuel de numérotation* ou un amplificateur.

2.2 Poste téléphonique (installé)

E: telephone station

S: estación telefónica (instalada)

Ensemble constitué d'un *poste téléphonique*, de câblages et d'organes accessoires et connecté à un *réseau téléphonique* pour le service téléphonique.

Remarque — Les accessoires sont, par exemple: un *récepteur d'appel* extérieur, un *dispositif* de coupure, une *batterie locale*.

2.3 Choc acoustique (en téléphonie uniquement)

E: acoustic shock (only in telephony)

S: choque acústico (en telefonía solamente)

Ensemble des troubles, passagers ou irréversibles, du fonctionnement de l'oreille et éventuellement du système nerveux, pouvant être subis par l'utilisateur d'un écouteur téléphonique à la suite d'une brusque et importante élévation de la pression acoustique produite par celui-ci.

Remarque – Un choc acoustique résulte généralement de l'apparition, dans des circonstances anormales, de tensions de valeurs élevées et de courte durée aux bornes d'un appareil téléphonique.

2.4 Dispositif anti-choc

E: anti-shock device

S: dispositivo antichoque

Expression utilisée quelquefois pour désigner un dispositif ou des dispositions, propres à un appareil téléphonique, et destinés à prévenir les *chocs acoustiques*, en assurant une certaine limitation supérieure de la valeur absolue de la tension électrique instantanée pouvant être appliquée aux bornes de l'écouteur.

Avis P.11

EFFET DES DÉGRADATIONS DE LA TRANSMISSION

(Genève, 1980)

1 Objet

L'objet essentiel du présent plan de transmission pour les communications internationales est de donner des directives au sujet du contrôle de la qualité de transmission. Ces directives sont contenues dans les Avis relatifs à des communications complètes et aux parties constitutives d'une communication. Ces Avis donnent des objectifs de qualité, des objectifs de construction et des objectifs de maintenance, tels que définis dans l'Avis G.102 [1], pour diverses dégradations de la transmission qui ont une influence sur la qualité de transmission et sur l'opinion des usagers quant à cette qualité¹⁾. Les dégradations typiques de la transmission comprennent l'affaiblissement de transmission, le bruit de circuit, l'écho pour la personne qui parle, l'affaiblissement dû à l'effet local, la distorsion d'affaiblissement, la distorsion de temps de propagation de groupe et la distorsion de quantification. Bien qu'échappant au contrôle du planificateur de la transmission, le bruit de salle est un autre facteur important à prendre en considération.

Le présent Avis traite des effets des paramètres de transmission tels que ceux énumérés ci-dessus, sur l'opinion de l'utilisateur quant à la qualité de transmission. Il est fondé sur les informations fournies en réponse à des Questions précises qui ont été étudiées par le CCITT. Une grande partie de cette information est basée sur les résultats d'essais subjectifs dans lesquels les participants parlaient, écoutaient ou conversaient sur des communications téléphoniques dont on pouvait régler ou dont on connaissait les niveaux de dégradation; les participants aux essais donnaient ensuite une appréciation de la qualité de transmission en utilisant une échelle appropriée. Des indications générales pour l'exécution de ces essais sont données dans l'Avis P.74. Par ailleurs, l'Avis P.77 donne des directives sur la pratique des enquêtes auprès des usagers du téléphone, pour évaluer la qualité de la parole sur les communications internationales.

¹⁾ Dans le présent Avis, le terme «dégradation» est utilisé avec une acceptation générale, pour désigner toute caractéristique ou dégradation du trajet de transmission susceptible de réduire la qualité. Ce terme n'a pas le sens d'«affaiblissement équivalent», comme c'est le cas dans certains textes antérieurs du CCITT.

Les objectifs particuliers du présent Avis sont les suivants:

- 1) donner un résumé général, mais concis, des principales dégradations de la transmission et de leur effet sur la qualité de transmission, pour servir de référence de base aux planificateurs de la transmission;
- 2) constituer un ensemble de renseignements de base sur la qualité de transmission, à l'appui des Avis pertinents des séries P et G avec des références appropriées à ces Avis et à d'autres sources d'information, telles que les suppléments et les Questions à l'étude;
- 3) constituer, à titre provisoire, un ensemble de renseignements de base sur la qualité de transmission, pouvant servir à la formulation de futurs Avis.

Le § 2 du présent Avis contient une brève description des diverses dégradations qui peuvent intervenir dans les communications téléphoniques; on y trouvera également la description des méthodes typiques de spécification et des indications générales sur les niveaux acceptables de ces dégradations. Des renseignements plus spécifiques sont donnés dans les annexes à cet Avis, dans d'autres Avis et dans les suppléments.

Le § 3 de l'Avis traite des effets des dégradations combinées sur la qualité de transmission, et de l'emploi de modèles d'opinion qui permettent d'estimer l'opinion des usagers en fonction de certaines combinaisons de dégradations de la transmission dans une communication téléphonique. On peut donc les utiliser pour évaluer la qualité de transmission fournie par l'actuel plan de transmission, les conséquences des modifications pouvant être apportées à ce plan, ou les conséquences des écarts par rapport au plan. Ces évaluations nécessitent certaines hypothèses concernant les parties constitutives d'une communication; des indications à ce sujet sont données par les communications fictives de référence qui font l'objet des Avis G.103 [2] et G.104 [3].

2 Effet des dégradations individuelles

2.1 Considérations générales

On trouvera dans le présent § 2 la description d'un certain nombre de dégradations de la transmission qui peuvent affecter la qualité de la transmission des signaux vocaux dans les communications téléphoniques. Des renseignements sont donnés sur la nature générale de chaque dégradation, sur les méthodes qui ont été recommandées pour mesurer la dégradation et sur les intervalles acceptables de valeurs de la dégradation. On trouvera également des références à des Avis qui contiennent des renseignements plus détaillés sur les méthodes de mesure, et des valeurs recommandées.

2.2 Affaiblissement de la force des sons

Un des buts fondamentaux d'une communication téléphonique est d'établir un trajet de transmission pour les signaux vocaux entre la bouche d'une personne qui parle et l'oreille d'une personne qui écoute. La force des sons du signal vocal reçu dépend de la pression acoustique développée par la personne qui parle; elle dépend aussi de l'affaiblissement de la force des sons sur le trajet acoustique-acoustique qui va de l'entrée du microphone à une extrémité de la communication jusqu'à la sortie du récepteur téléphonique à l'autre extrémité. L'efficacité de la transmission vocale sur les communications téléphoniques et la satisfaction de l'utilisateur dépendent dans une large mesure de l'affaiblissement de la force des sons. A mesure que cet affaiblissement augmente à partir d'une certaine gamme de valeurs préférées, l'effort d'écoute augmente lui aussi et la satisfaction de l'utilisateur diminue. Pour des valeurs encore plus élevées de l'affaiblissement de la force des sons, l'intelligibilité diminue et il faut un temps plus long pour transmettre une quantité d'information donnée. En revanche, si l'affaiblissement de la force des sons est insuffisant, la satisfaction de l'utilisateur diminue parce que les signaux vocaux reçus sont trop forts.

Au cours des années, les ingénieurs de la transmission ont utilisé un certain nombre de méthodes pour mesurer et exprimer l'affaiblissement de la force des sons sur les communications téléphoniques. La méthode de l'équivalent de référence est une méthode subjective qui a été largement utilisée dans les travaux du CCITT; elle est définie dans les Avis P.42 et P.72.

Lorsque les équivalents de référence (ER) ont été utilisés dans les Avis relatifs à l'affaiblissement de la force des sons dans les communications, ces équivalents ont été normalement exprimés sur la base de la valeur de planification de l'équivalent de référence total d'une communication complète qui était définie, pour un sens de transmission, comme la somme des grandeurs suivantes:

- les valeurs nominales des équivalents de référence des systèmes locaux d'émission et de réception,
- la valeur nominale des affaiblissements à 800 ou 1000 Hz de la chaîne de lignes et de centraux reliant les deux systèmes locaux.

En raison des difficultés rencontrées dans l'utilisation des équivalents de référence, la valeur de planification de l'équivalent de référence total a été remplacée par l'équivalent de référence corrigé (ERC), défini en [4]. Il a été nécessaire, de ce fait, d'ajuster les valeurs recommandées pour l'affaiblissement de la force des sons dans les communications complètes et les communications partielles.

L'Avis P.76 contient des renseignements sur les méthodes subjectives et objectives qui permettent de déterminer les indices de force des sons actuellement à l'étude. Il est prévu que ces méthodes permettront de se dispenser ultérieurement des déterminations subjectives de l'affaiblissement de la force des sons en termes d'équivalent de référence.

2.2.1 Opinion des usagers

L'opinion des usagers en fonction de l'affaiblissement de la force des sons peut varier selon le groupe d'expérimentation et la conception particulière de l'essai. Les résultats d'opinion présentés dans le tableau 1/P.11 sont représentatifs d'essais de conversation en laboratoire, pour des communications téléphoniques dans lesquelles d'autres caractéristiques, par exemple le bruit de circuit, contribuent peu à la dégradation. Ces résultats soulignent l'importance du réglage de l'affaiblissement de la force des sons.

TABLEAU 1/P.11

Valeur de planification de l'équivalent de référence total (dB)	Résultats d'opinion représentatifs ^{a)}	
	Pourcentage «bon plus excellent»	Pourcentage «médiocre plus mauvais»
5 à 15	>90	<1
20	80	2
25	65	5
30	40	15

^{a)} Sur la base d'un modèle d'option composite actuellement à l'étude au titre de la Question 4/XII [5].

2.2.2 Valeurs recommandées pour l'affaiblissement de la force des sons

Le tableau 2/P.11 donne des indications supplémentaires sur certaines valeurs de l'affaiblissement de la force des sons qui ont été recommandées par le CCITT ou qui sont encore à l'étude.

Remarque – Les valeurs recommandées des indices de force des sons sont à l'étude au titre de la Question 19/XII [6].

TABLEAU 2/P.11
Valeurs (dB) de l'ER (q) et de l'ERC (y) pour diverses communications mentionnées dans les Avis G.111 [7] et G.121 [8]

	ER (q) antérieurement recommandé	ERC (y) actuellement recommandé
Intervalle préféré pour une communication [9]	minimum: 6 préféré: 9 maximum: 18	4 7 16
Valeur maximale pour un système national [10]	émission: 21 réception: 12	25 14
Minimum pour le système national d'émission [11]	6	7
Valeurs moyennes pondérées du trafic:		
<i>Objectifs à long terme</i>		
- communication [9]	minimum: 13 maximum: 18	13 16
- système national d'émission [12]	minimum: 10 maximum: 13	11,5 13
- système national de réception [12]	minimum: 2,5 maximum: 4,5	2,5 4
<i>Objectifs à court terme</i>		
- communication [9]	maximum: 23	25,5
- système national d'émission [12]	maximum: 16	19
- système national de réception [12]	maximum: 6,5	7,5

2.3 Bruit de circuit

Dans une communication téléphonique, le bruit de circuit a un effet important sur la satisfaction des usagers et sur l'efficacité de la communication vocale. Ce bruit peut comprendre un bruit blanc de circuit et un bruit d'intermodulation introduit par les systèmes de transmission ainsi qu'un ronflement et d'autres types de perturbation tels que le bruit impulsif et les tonalités à une seule fréquence. La satisfaction de l'utilisateur dépend de la puissance, de la distribution de fréquence et de la distribution d'amplitude du bruit. Pour un type de bruit donné, la satisfaction diminue généralement de façon monotone lorsque la puissance du bruit augmente.

Le bruit de circuit s'exprime généralement d'après les indications données par un psophomètre normalisé par le CCITT dans l'Avis P.53. Avec cet appareil, on peut faire des mesures de puissance de bruit (dBmp) pondérées en fréquence, en plusieurs points d'une communication téléphonique.

2.3.1 Résultats d'opinion

On a effectué un grand nombre de mesures qui révèlent l'influence du bruit de circuit sur l'opinion des usagers. Ces mesures ont montré que les opinions formulées sur le bruit de circuit dépendent aussi dans une large mesure de la diminution de la force des sons sur la communication; elle peut être influencée par de nombreux autres facteurs, notamment le bruit de circuit et l'affaiblissement dû à l'effet local.

L'effet subjectif d'un bruit de circuit mesuré en un point donné d'une communication téléphonique dépend de l'affaiblissement ou du gain électrique-vers-acoustique entre le point de mesure et la sortie du récepteur téléphonique. Pour faciliter l'évaluation des contributions apportées par des sources différentes, on rapporte souvent le bruit de circuit à l'entrée d'un système de réception pour lequel l'équivalent de référence à la réception ou l'indice de force des sons a une valeur spécifiée. Un point de référence souvent utilisé est l'entrée d'un système de réception dont l'équivalent de référence à la réception (ERR) est de 0 dB. Lorsque le bruit de circuit est rapporté à ce point, les valeurs de ce bruit inférieures à -65 dBmp ont peu d'effet sur la qualité de transmission, pour des valeurs courantes du bruit de salle. La qualité de transmission diminue lorsque le bruit de salle augmente.

Les résultats d'opinion indiqués dans le tableau 3/P.11 sont typiques d'essais de conversation en laboratoire; ils illustrent l'effet du bruit de circuit lorsque d'autres caractéristiques de la communication (par exemple, l'affaiblissement de la force des sons) introduisent une dégradation supplémentaire peu importante. Lorsque l'affaiblissement de la force des sons dépasse la gamme des valeurs préférées, l'effet produit par une valeur donnée du bruit de circuit devient plus gênant.

Remarque – L'influence du bruit de circuit sur la qualité de transmission est étudiée au titre de la Question 4/XII [5]. Des renseignements complémentaires se trouvent en [13].

TABLEAU 3/P.11

Bruit de circuit au point où l'ERR = 0 dB (dBmp)	Résultats d'opinion représentatifs ^{a)}	
	Pourcentage «bon plus excellent»	Pourcentage «médiocre plus mauvais»
-65	90	<1
-60	85	1
-55	70	3
-50	50	10
-45	30	20

^{a)} Sur la base d'un modèle d'opinion composite à l'étude au titre de la Question 4/XII [5].

2.3.2 Valeurs recommandées pour le bruit de circuit

Le bruit de circuit introduit par les différentes parties d'une communication doit être maintenu à un niveau aussi bas que possible. Sur les communications de longueur moyenne ou de grande longueur, la principale source de bruit de circuit interviendra probablement dans les équipements de transmission analogiques, où la puissance de bruit est généralement proportionnelle à la longueur du circuit. Dans l'Avis G.222 [14], on recommande un

objectif de bruit de 10 000 pW0p, ou -50 dBm0p, pour la réalisation des systèmes de transmission à courants porteurs de 2500 km. Si l'on rapporte cette valeur à un point où l'équivalent de référence à la réception est de 0 dB (en supposant un affaiblissement compris entre 6 et 12 dB), cela correspond à un niveau de bruit allant de -62 à -56 dBmp, valeurs suffisamment élevées pour affecter la qualité de transmission.

La diminution de qualité est plus importante sur les circuits de grande longueur ou dans les communications comportant plusieurs de ces circuits en tandem. Dans l'Avis G.143 [15], le CCITT indique qu'il est souhaitable que le bruit total produit par une chaîne de six circuits internationaux ne dépasse pas -43 dBm0p par rapport au premier circuit de la chaîne. Cela correspond à environ -46 dBm0p à l'extrémité de la chaîne, ou -58 à -52 dBmp en un point où l'équivalent de référence à la réception est de 0 dB. Les autres sources de bruit de circuit, dans les communications internationales, doivent être réglées de manière que leur contribution soit faible par rapport au bruit autorisé sur les moyens de transmission analogiques. Des indications spécifiques sont données dans un certain nombre d'Avis.

2.4 *Affaiblissement de la force des sons par effet local*

Il s'agit de l'affaiblissement de la force des sons sur un trajet de transmission acoustique-acoustique allant du microphone jusqu'au récepteur téléphonique, dans le même appareil téléphonique. Autrement dit, l'affaiblissement de la force des sons par effet local définit un des trajets par l'intermédiaire desquels la personne qui parle s'entend elle-même parler. Les autres trajets de cette nature sont le trajet par conduction à travers la tête et le trajet acoustique allant de la bouche à l'oreille et déterminé par les fuites dans le pavillon. La présence de ces autres trajets agit sur la perception, par l'utilisateur, de l'affaiblissement de la force des sons par effet local et, par conséquent, sur la réaction de l'utilisateur à cet affaiblissement.

L'affaiblissement de la force des sons par effet local influence la qualité de transmission téléphonique de plusieurs manières. Si cet affaiblissement est insuffisant, les niveaux vocaux renvoyés sont trop élevés et il en résulte une diminution de la satisfaction de l'utilisateur. Un affaiblissement insuffisant de la force des sons par effet local a une autre conséquence: la personne qui parle a tendance à abaisser son niveau vocal et/ou à éloigner le combiné de sa bouche. Les déplacements du combiné peuvent rendre moins hermétique le contact sur l'oreille, de sorte que le bruit de salle peut atteindre plus facilement l'oreille par l'intermédiaire du trajet de fuite ainsi créé; cela peut entraîner également un abaissement du niveau du signal reçu en provenance de l'extrémité opposée de la communication. Par ailleurs, le trajet de l'effet local fournit un autre itinéraire par l'intermédiaire duquel le bruit de salle peut atteindre l'oreille. Des valeurs très faibles de l'affaiblissement de la force des sons par effet local peuvent avoir une influence défavorable sur la qualité de transmission. A mesure qu'augmente cet affaiblissement, on définit un intervalle général de valeurs préférées d'affaiblissement. Une valeur excessive de l'affaiblissement par effet local peut assourdir le son fourni par l'appareil téléphonique pendant une conversation; pour un grand nombre de communications, l'absence d'effet local ne serait pas une condition préférée.

L'affaiblissement de la force des sons par effet local peut être évalué très sensiblement de la même manière que l'affaiblissement de la force des sons sur une communication; c'est ce qu'on fait souvent en termes d'équivalent de référence pour l'effet local (Avis P.73). Mais cet affaiblissement peut aussi être évalué en termes d'indice de force des sons pour l'effet local (Avis P.76). D'autres méthodes actuellement à l'étude tiennent cependant compte de la conduction à travers la tête et des trajets acoustiques directs, sur la base de l'effet global exercé sur l'utilisateur; elles semblent donner des évaluations qui présentent avec les effets subjectifs de l'effet local une meilleure corrélation que l'équivalent de référence pour l'effet local.

L'affaiblissement de la force des sons par effet local dépend de la conception de l'appareil téléphonique et de l'adaptation d'impédance entre cet appareil et la ligne de l'abonné. Les variations d'impédance à l'extrémité opposée de la ligne d'abonné peuvent aussi entraîner d'importants défauts d'adaptation sur les lignes d'abonné courtes ayant un faible affaiblissement. Les défauts d'adaptation d'impédance en d'autres points de la communication ont aussi une influence sur le signal renvoyé; toutefois, lorsque le temps de propagation sur le trajet de retour devient important, l'effet est généralement considéré comme un écho pour la personne qui parle (voir le § 2.9).

2.4.1 *Valeurs recommandées de l'affaiblissement de la force des sons par l'effet local*

L'Avis cité en [16] donne des indications sur l'équivalent de référence pour l'effet local. Des essais ont montré qu'une valeur au moins égale à 17 dB est souhaitable dans certaines conditions. Cela n'est pas facile à réaliser et on doit prévoir des valeurs comprises entre 7 et 10,5 dB dans la plupart des cas.

Remarque — L'effet local est étudié au titre de la Question 9/XII [17].

2.5 *Bruit de salle*

On appelle bruit de salle le bruit de fond ambiant dans lequel fonctionne l'appareil téléphonique. Dans un domicile privé, ce bruit de salle peut être produit par des appareils ménagers, un récepteur radio ou un tourne-disque, des conversations ou le bruit de la rue. Dans un bureau, il y a prédominance du bruit produit par les machines de bureau, les installations de climatisation et les conversations. Dans de nombreux cas, l'effet du bruit de salle peut être insignifiant par comparaison à celui du bruit de circuit. Toutefois, dans les endroits bruyants tels que les bureaux téléphoniques publics, le bruit de salle peut avoir un effet notable sur la facilité de converser ou même sur les conditions d'écoute et de compréhension.

Le bruit de salle peut se manifester de diverses manières. Une de ces manifestations est due aux fuites qui se produisent autour du pavillon du récepteur. Une autre possibilité est le trajet d'effet local du poste téléphonique, si l'affaiblissement de la force des sons dû à cet effet local est suffisamment petit par rapport aux fuites autour du pavillon. Une troisième possibilité est due à l'autre oreille, mais l'importance de cet effet sur la réception téléphonique est généralement moindre que l'effet du bruit qui pénètre par l'«oreille téléphonique», sauf si le niveau sonore dans la salle détourne l'attention (par exemple, les cris d'un bébé).

Les considérations qui précèdent s'appliquent surtout aux appareils téléphoniques de type classique. Les appareils à haut-parleur sont plus sensibles au bruit de salle.

Remarque – L'effet du bruit de salle sur l'opinion des usagers est à l'étude, en relation avec le bruit de circuit, au titre de la Question 4/XII [5].

2.6 *Distorsion d'affaiblissement*

La distorsion d'affaiblissement est caractérisée par un affaiblissement de transmission (ou un gain de transmission) sur plusieurs fréquences, par rapport à l'affaiblissement de transmission à 800 ou 1000 Hz. Ainsi, la distorsion d'affaiblissement englobe les diminutions progressives de niveau en basse fréquence et en haute fréquence, qui déterminent la largeur de bande effective d'une communication téléphonique, ainsi que les variations d'affaiblissement dans la bande en fonction de la fréquence. L'affaiblissement de la force des sons et la netteté d'une communication téléphonique dépendent l'un et l'autre de la distorsion d'affaiblissement. Même si l'affaiblissement de la force des sons est maintenu à une valeur constante, l'opinion sur la qualité de transmission, déterminée par des essais subjectifs, est de moins en moins favorable lorsque la distorsion d'affaiblissement augmente.

L'effet de la distorsion d'affaiblissement sur la force des sons est plus marqué à l'extrémité inférieure qu'à l'extrémité supérieure de la bande de fréquences. Au contraire, l'effet de la distorsion d'affaiblissement sur la netteté des sons est plus marqué aux fréquences supérieures qu'aux fréquences inférieures. En ce qui concerne tant la dégradation de la force des sons que la dégradation de la netteté dues aux caractéristiques de la bande passante, on peut admettre que les dégradations dues aux caractéristiques passe-haut et passe-bas s'additionnent directement si, sur chaque courbe de distorsion d'affaiblissement, la pente dépasse 15 dB/octave.

Sur une communication, l'effet de la distorsion d'affaiblissement sur les notes d'opinion concernant l'écoute et la compréhension décroît sensiblement à mesure qu'augmente l'affaiblissement global de la force des sons, en particulier s'il y a aussi un bruit de circuit. En général, les notes d'opinion sont moins influencées par la distorsion d'affaiblissement que par l'affaiblissement de la force des sons, surtout quand celui-ci est élevé, mais l'effet de la distorsion d'affaiblissement peut être comparable à celui du bruit quand l'affaiblissement de la force des sons et le bruit sont tous deux faibles.

L'Avis G.132 [18] définit les objectifs actuels en matière de qualité de fonctionnement des réseaux, en ce qui concerne la distorsion d'affaiblissement dans les éléments de transmission électrique qu'une chaîne mondiale de 12 circuits à quatre fils. Il faut signaler cependant que les caractéristiques de fréquence des appareils téléphoniques ont elles aussi une certaine influence.

Remarque – L'annexe A donne des renseignements complémentaires en ce qui concerne les effets de la distorsion d'affaiblissement sur la qualité de transmission. Les objectifs à recommander sont à l'étude au titre de la Question 14/XII [19].

2.7 *Distorsion de temps de propagation de groupe*

La distorsion de temps de propagation de groupe est caractérisée par le temps de propagation de groupe sur plusieurs fréquences, par rapport à la fréquence pour laquelle ce temps de propagation est minimum. L'effet de cette distorsion produit une dégradation plus importante en transmission de données qu'en transmission téléphonique; cependant, des valeurs élevées de la distorsion de temps de propagation de groupe peuvent provoquer des mutilations sensibles des signaux vocaux.

L'effet de la distorsion de temps de propagation de groupe aux extrémités supérieure et inférieure de la bande de transmission peut être respectivement décrit par les expressions «tintement» et «paroles brouillées». En l'absence de bruit ou de distorsion d'affaiblissement, l'effet est manifeste sur toute la gamme des valeurs types de l'affaiblissement de la force des sons. En règle générale, sur une chaîne représentative de circuits à quatre fils, l'effet n'est toutefois pas prononcé, puisque la distorsion de temps de propagation de groupe s'accompagne normalement d'une distorsion d'affaiblissement étroitement liée à la première et qui tend à en réduire l'effet.

L'Avis G.133 [20] donne les objectifs de qualité actuels pour la distorsion de temps de propagation de groupe dans une chaîne mondiale de 12 circuits.

Remarque – L'annexe B contient des renseignements complémentaires sur l'effet de la distorsion de temps de propagation de groupe.

2.8 Temps de propagation absolu

Des valeurs du temps de propagation absolu comme celles que l'on rencontre actuellement dans les circuits terrestres ont peu d'effet sur la qualité de transmission s'il n'y a pas d'écho pour la personne qui parle ou pour la personne qui écoute (par exemple, communication à quatre fils), ou si cet écho est convenablement limité. Les circuits par satellite introduisent des temps de propagation plus longs (environ 300 ms dans chaque sens de transmission) et, ici encore, les résultats fournis par les essais d'opinion montrent que ce phénomène a peu d'effet sur la qualité de transmission des communications établies sur un seul circuit par satellite, à condition que l'écho pour la personne qui parle et l'écho pour la personne qui écoute soient convenablement limités. On possède moins de renseignements sur les effets produits par des temps de propagation dans un seul sens de l'ordre de 600 ms (deux circuits par satellite en série); les résultats obtenus ne sont pas parfaitement cohérents. Il faut donc procéder avec prudence lorsqu'on envisage d'introduire des temps de propagation absolus dans un seul sens nettement supérieurs à 300 ms.

Remarque – Les problèmes d'écho, de limitation d'écho et de temps de propagation sont à l'étude au titre de la Question 6/XII [21].

2.9 Echo pour la personne qui parle

Cet écho se produit lorsqu'une certaine partie du signal vocal de la personne qui parle est renvoyée en retour avec un retard suffisant (en général plus de 30 ms environ) pour que le signal puisse être distingué d'un effet local normal. L'écho pour la personne qui parle peut être causé par des réflexions en des points de défaut d'adaptation d'impédance, ou par d'autres phénomènes tels que la diaphonie aller et retour. L'effet produit par cet écho dépend de l'affaiblissement sur le trajet d'écho acoustique-acoustique et du temps de propagation sur ce trajet d'écho. En général, l'utilisateur est d'autant moins satisfait que cet affaiblissement est plus petit ou que le temps de propagation sur le trajet d'écho est plus grand.

On exprime souvent l'affaiblissement sur le trajet d'écho en fonction de l'équivalent de référence du trajet de l'écho pour la personne qui parle. Dans l'Avis G.131 [22], cet équivalent est défini comme la somme:

- des valeurs de l'affaiblissement dans les deux sens de la transmission entre l'extrémité à deux fils de la ligne de l'abonné qui parle, dans le central local du terminal, et les bornes de la ligne à deux fils du termineur deux fils/quatre fils, à l'extrémité correspondant à l'abonné qui écoute;
- de la valeur de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, et
- des équivalents de références minimaux et simultanés, à l'émission et à la réception, des appareils et des lignes téléphoniques des abonnés au central local correspondant à la personne qui parle.

La figure 2/G.133 [23] donne des courbes de tolérance à l'écho; ces courbes indiquent l'équivalent de référence recommandé du trajet d'écho, pour limiter la probabilité d'écho gênant.

Remarque – Les effets de l'écho et du temps de propagation sont étudiés au titre de la Question 6/XII [21].

2.10 Echo pour la personne qui écoute

L'écho pour la personne qui écoute est défini dans la condition de transmission suivante: le signal vocal principal arrive à l'extrémité de la communication où se trouve la personne qui écoute, accompagné d'une ou de plusieurs versions retardées (échos) du signal. Cette situation peut être le résultat de réflexions multiples dans le trajet de transmission. Une source simple, mais fréquente, d'écho pour la personne qui écoute est un trajet de transmission à quatre fils à faible perte reliant deux lignes d'abonné à deux fils. Dans une communication de ce genre, les réflexions peuvent se produire aux points de défaut d'adaptation d'impédance des transformateurs différentiels se trouvant à chaque extrémité de la section à quatre fils. Une partie du signal vocal principal peut donc être réfléchié à l'extrémité éloignée du trajet à quatre fils, puis renvoyée jusqu'à l'extrémité locale, où elle est une nouvelle fois réfléchié. On obtient ainsi un écho pour la personne qui écoute, dont l'amplitude, par rapport au signal principal, dépend des deux affaiblissements d'adaptation et de l'affaiblissement ou du gain dans les deux sens sur le trajet de transmission à quatre fils. Le temps de propagation de l'écho est déterminé principalement par le temps de propagation dans les deux sens sur ce trajet de transmission. Pour les faibles temps de propagation, l'écho pour la personne qui écoute entraîne une modification de la qualité spectrale de la parole. Pour les temps de propagation plus longs, l'écho est plus prononcé; on dit parfois qu'on a affaire à un effet de «tonneau».

L'écho pour la personne qui écoute peut être caractérisé par l'affaiblissement supplémentaire et le temps de propagation supplémentaire sur le trajet de cet écho, par rapport aux mêmes grandeurs sur le trajet du signal principal. La valeur minimale de l'affaiblissement supplémentaire sur ce trajet d'écho, dans toute la bande de fréquences considérée, fournit une marge contre l'instabilité ou les oscillations. C'est la raison pour laquelle l'écho pour la personne qui écoute est souvent appelé distorsion au voisinage du point d'amorçage. L'Avis G.122 [24] donne des indications en ce qui concerne l'influence des réseaux nationaux sur la stabilité des communications internationales.

Remarque – L'effet de l'écho pour la personne qui écoute est étudié au titre de la Question 5/XII [25].

2.11 Distorsion de non-linéarité

Il se produit une distorsion de non-linéarité dans les systèmes où le signal de sortie ne varie pas proportionnellement au signal d'entrée. Un exemple simple est donné par un système dans lequel le signal de sortie peut être représenté en fonction du signal d'entrée, $e_i(t)$ par un polynôme de la forme:

$$e_o(t) = a_1 e_i(t) + a_2 e_i^2(t) + a_3 e_i^3(t) + \dots$$

dans le cas d'un signal sinusoïdal à l'entrée, on obtient à la sortie des harmoniques des deuxième et troisième ordres. Pour des signaux plus complexes, les termes non linéaires sont souvent appelés distorsion d'intermodulation. La distorsion de non-linéarité est généralement plus importante en transmission de données qu'en transmission téléphonique. Actuellement, une des sources les plus importantes de cette distorsion dans les communications téléphoniques est l'appareil téléphonique avec microphone à charbon, mais d'autres dispositifs comme les compresseurs-extenseurs syllabiques et les amplificateurs saturés peuvent y contribuer dans une large mesure.

Remarque – On trouvera d'autres renseignements dans l'annexe C. La distorsion de non-linéarité des appareils téléphoniques est étudiée au titre de la Question 13/XII [26].

2.12 Distorsion de quantification

On observe une distorsion de quantification dans les systèmes numériques lorsqu'un signal analogique est échantillonné et que chaque échantillon est codé pour donner un ensemble fini de valeurs. La différence entre le signal analogique initial et le signal que l'on obtient après quantification est appelée distorsion de quantification ou bruit de quantification. Pour de nombreux algorithmes de codage numérique, par exemple l'algorithme MIC avec loi A ou loi μ , qui donne une compression-extension quasi-logarithmique, l'effet subjectif de la distorsion de quantification peut être obtenu en première approximation par addition du bruit corrélé au signal (bruit blanc modulé par le signal vocal). Un tel signal peut être produit dans un dispositif de référence à bruit modulé pouvant être réglé pour donner un signal de référence dont le rapport signal/bruit corrélé au signal est presque constant. Ce rapport, exprimé en dB, est désigné par Q. On peut déterminer la valeur effective du paramètre Q d'un système numérique inconnu en procédant par comparaison subjective avec le dispositif de référence à bruit modulé.

Des résultats d'essai subjectifs ont été donnés par quelques Administrations qui ont étudié les effets du bruit de circuit et du paramètre Q sur l'opinion des usagers. Ces essais permettent d'estimer le niveau de bruit de circuit avec lesquels on obtiendrait approximativement les mêmes opinions sur la qualité de transmission qu'avec une distorsion de quantification de niveau donné.

Remarque – On trouvera d'autres renseignements dans l'annexe D. La qualité de transmission des systèmes numériques est étudiée au titre de la Question 18/XII [27].

2.13 Gigue de phase

Il se produit une gigue de phase lorsque le signal utile est modulé, à basse fréquence, en fréquence ou en phase, pendant la transmission. Si le niveau de cette distorsion est suffisamment élevé, la qualité de transmission subit une dégradation. Le tableau 4/P.11 récapitule les valeurs de seuil données par une Administration pour la gigue de phase sur une seule fréquence. Ce tableau donne les valeurs du seuil moyen exprimées sur la base du rapport signal/première bande latérale. L'écart type moyen des sujets était d'environ 4 dB.

TABLEAU 4/P.11

Taux de modulation de la gigue de phase (Hz)	Seuil moyen du rapport signal/bande latérale (dB)	
	Personnes qui parlent (hommes)	Personnes qui parlent (femmes)
25	10,9	13,8
80	14,4	16,3
115	12,3	18,3
140	13,8	20,0
200	17,0	18,0

2.14 Diaphonie intelligible

Il se produit une diaphonie intelligible lorsque le signal vocal transmis sur une communication téléphonique est couplé avec une autre communication téléphonique, de telle manière que le signal couplé soit audible et intelligible pour l'un des interlocuteurs ou les deux interlocuteurs de la deuxième communication téléphonique. Le niveau de cette diaphonie peut être suffisamment élevé pour dégrader la qualité de transmission, mais le problème le plus important est celui de la violation du secret de la communication.

Plusieurs facteurs ont une influence sur l'intelligibilité d'un signal retransmis par diaphonie entre deux communications téléphoniques. Ces facteurs comprennent les caractéristiques de l'appareil téléphonique, y compris l'effet local, le bruit de circuit, le bruit de salle, l'affaiblissement diaphonique, le niveau sonore de la personne perturbatrice qui parle et l'acuité auditive de la personne qui écoute.

L'Avis P.16 contient les renseignements sur le seuil d'intelligibilité pour la diaphonie, et sur les méthodes à employer pour calculer la probabilité de la diaphonie intelligible. Les objectifs de construction pour les divers appareils présents sur les communications téléphoniques doivent être choisis de telle manière que cette probabilité soit suffisamment petite. Normalement, les objectifs sont censés être tels que la probabilité demeure inférieure à 1% dans les communications où l'interlocuteur perturbateur et l'interlocuteur perturbé ont peu de chance de se connaître et peu de chances de subir le même couplage ultérieurement. Un objectif plus rigoureux (0,1%) est à appliquer dans des équipements locaux, par exemple des lignes d'abonné, lorsque les deux interlocuteurs sont des voisins.

3 Effet des dégradations multiples et utilisation des modèles d'opinion

La qualité de transmission d'une communication réelle peut être affectée par plusieurs dégradations de transmission susceptibles de coexister. Les résultats tirés des opinions des usagers, sous la forme décrite dans le § précédent, sont utiles dans de nombreuses études portant sur un ou deux types de dégradation; en revanche, ces résultats deviennent de moins en moins commodes lorsqu'augmente le nombre des dégradations étudiées. On a été ainsi conduit à étudier des modèles analytiques plus généraux de l'opinion des usagers qui peuvent être basés sur les résultats combinés de plusieurs essais et étude individuels. La formulation et l'utilisation de ces modèles plus généraux sont facilitées par l'emploi des ordinateurs numériques modernes. Dans l'idéal, on peut envisager que ces modèles soient étendus ultérieurement aux effets de tous les types importants de dégradations de transmission mentionnés au § 2, ou à la plupart de ces dégradations.

Remarque – Bien que plusieurs Administrations aient présenté des rapports sur les travaux qu'elles effectuent dans ce domaine, le problème de l'utilisation de modèles pour prévoir la qualité de transmission à partir de mesures objectives reste à l'étude au titre de la Question 7/XII [28]. Les suppléments n^{os} 3 et 4 à la fin de ce fascicule donnent des exemples de modèles d'opinion utilisés par l'AT&T et par le British Telecom.

ANNEXE A

(à l'Avis P.11)

Effet de la distorsion d'affaiblissement sur la qualité de transmission

A.1 Effet de la distorsion d'affaiblissement sur la force des sons et sur la netteté

L'effet de la distorsion d'affaiblissement sur la force des sons est davantage perceptible dans la bande de fréquences inférieure que dans les bandes plus élevées.

L'effet de la distorsion d'affaiblissement sur la netteté des sons, contrairement à l'effet de la distorsion d'affaiblissement sur la force des sons, est davantage perceptible dans les bandes de fréquences supérieures que dans les bandes de fréquences inférieures. Les valeurs de l'affaiblissement de la force des sons (I_1) et de la dégradation de la netteté (I_A) sont des valeurs de différences d'affaiblissement équivalent rapportées à un système sans limitation de bande de fréquences.

En ce qui concerne les valeurs d'affaiblissement de la force des sons et de la netteté dues aux caractéristiques des filtres passe-bande, on peut admettre qu'une loi d'additivité des valeurs de dégradation dues aux caractéristiques des filtres passe-haut et passe-bas se vérifie si chaque pente d'affaiblissement est supérieure à 15 dB/octave.

Les calculs réalisés au cours de l'étude et les résultats des essais subjectifs ont permis de dégager ces caractéristiques, ainsi qu'il est montré dans les figures A-1/P.11, A-2/P.11, A-3/P.11 et A-4/P.11.

Remarque – La dégradation due à l'affaiblissement de la force des sons et la dégradation de la netteté décrites ici sont déterminées par rapport à un trajet complet de conversation téléphonique sans jonction affectée de distorsion d'affaiblissement.

A.2 Effet de la distorsion d'affaiblissement sur l'audition et les notes d'opinion en conversation

L'effet de la distorsion d'affaiblissement sur l'audition et les notes d'opinion en conversation augmente sensiblement lorsque la valeur de l'équivalent de référence global (ERG) d'une communication diminue. Cette tendance est parfois plus marquée en présence de bruit de circuit.

L'effet de la distorsion d'affaiblissement sur les notes d'opinion est assez nettement inférieur à celui de l'affaiblissement de la force des sons, qui domine toujours pour n'importe quelle valeur de l'équivalent de référence global (ERG), en particulier lorsque cette valeur est élevée. Toutefois, l'importance de l'effet de cette distorsion semble être comparable, voire supérieure, à celle de l'effet du bruit dans certaines conditions, notamment pour les communications dont les valeurs de l'équivalent de référence global (ERG) sont peu élevées.

Voir les figures A-5/P.11, A-6/P.11, A-7/P.11 et le tableau A-1/P.11.

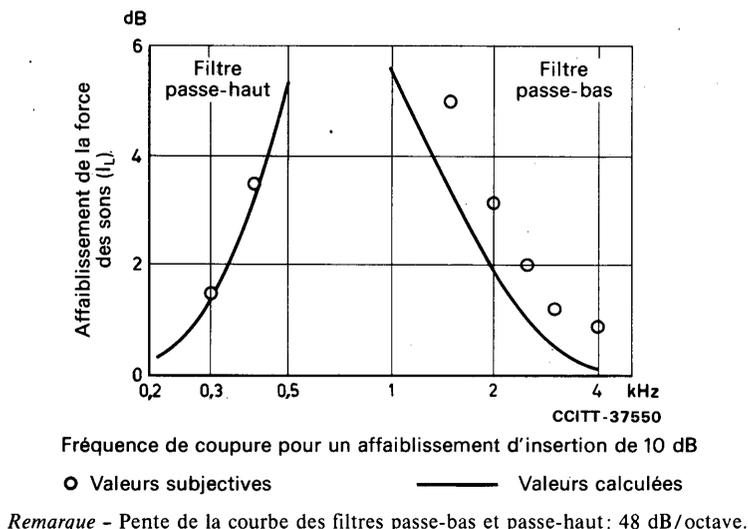


FIGURE A-1/P.11

Influence de la fréquence de coupure sur la force des sons

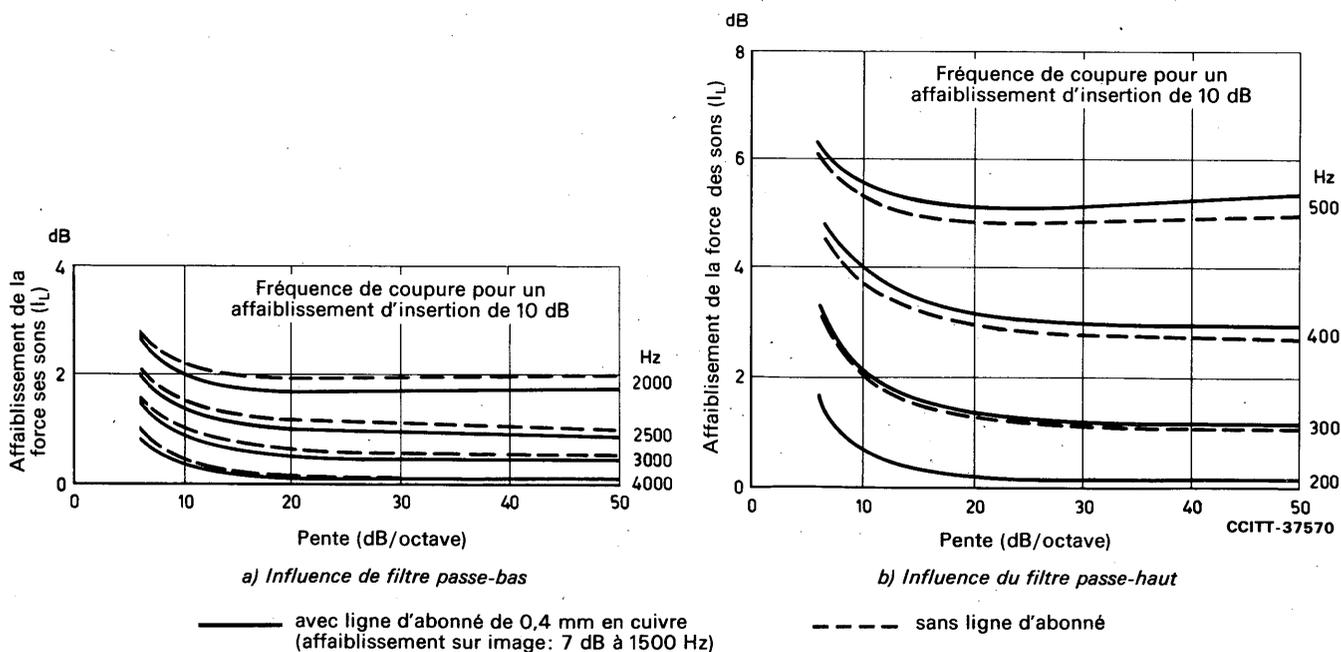
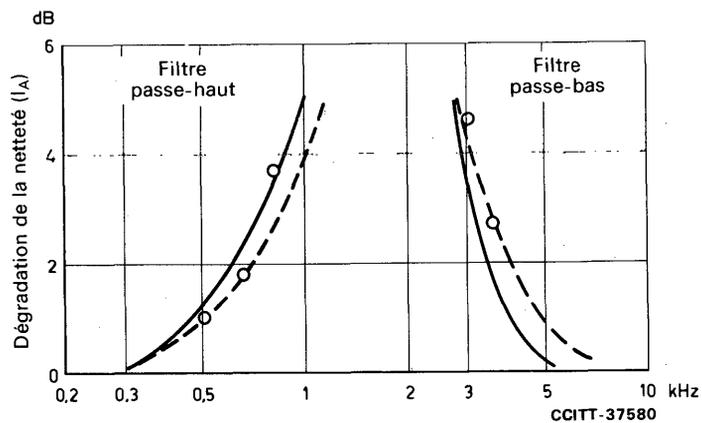


FIGURE A-2/P.11

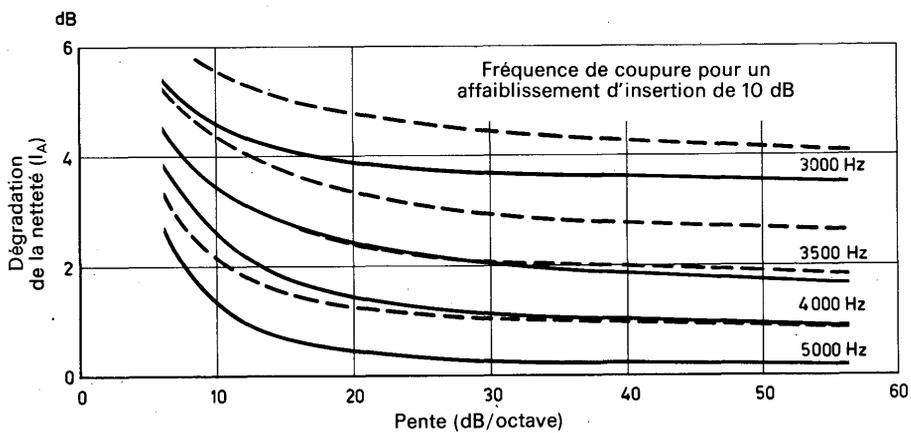
Influence des filtres passe-bas et passe-haut sur la force des sons



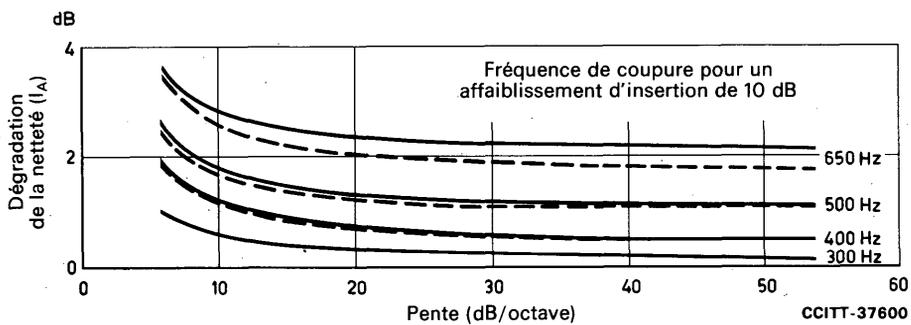
- Valeurs subjectives
- Valeurs calculées pour le système téléphonique
- - - Valeurs calculées pour le système ARAEN

FIGURE A-3/P.11

Influence de la fréquence de coupure sur la netteté



a) Influence du filtre passe-bas



b) Influence du filtre passe-haut

- Valeurs calculées pour le système téléphonique
- - - Valeurs calculées pour le système ARAEN

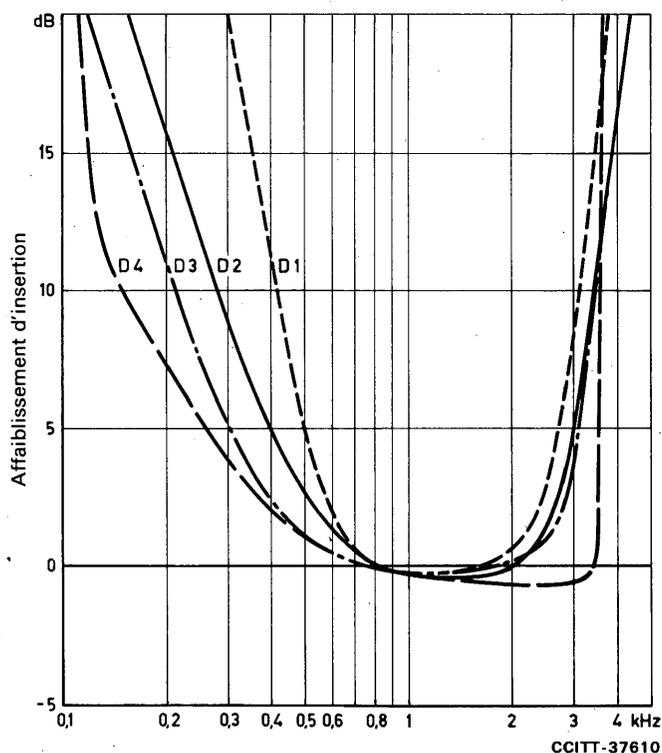
FIGURE A-4/P.11

Influence de la pente des filtres passe-bas et passe-haut sur la netteté

TABLEAU A-1/P.11
Conditions des essais d'opinion

N°	Elément	Essai d'opinion en conversation effectué avec des systèmes téléphoniques locaux	Observations
1	Equivalent de référence total nominal	5, 10, 20, 30, 36 dB	
2	Niveau du bruit de circuit	ICNO ^{a)} = -48 dBmp (16 000 pWp) -54 dBmp (4 000 pWp) -60 dBmp (1 000 pWp) -78 dBmp (15 pWp)	Y compris le bruit de central avec des caractéristiques de spectre de -8 dB par octave
3	Bruit de salle	50 dBA	
4	Extrémité d'émission et extrémité de réception	Circuits téléphoniques locaux Appareils téléphoniques: modèle 600 Ligne d'abonné: \varnothing 0,4 mm, 7 dB à 1500 Hz Pont d'alimentation: central Crossbar (220 + 220 ohms) Impédance à la jonction 600 ohms	
5	Distorsion d'affaiblissement	D1, D2, D3, D4 (voir la figure A-5/P.11)	

^{a)} Bruit de circuit injecté rapporté à l'entrée d'un récepteur téléphonique avec un équivalent de référence de réception de 0 dB.



- D1 Caractéristiques de la chaîne de 12 circuits à quatre fils (limite 95%), fondées sur la figure citée en [29]
- D2 Caractéristiques de la chaîne de 12 circuits à quatre fils, fondées sur la figure citée en [30]
- D3 Caractéristiques moyennes de D4 et D2
- D4 Filtre du SRAEN (Avis G.111 [7] et P.11)

FIGURE A-5/P.11

Caractéristiques de la distorsion d'affaiblissement à la jonction de la communication d'essai

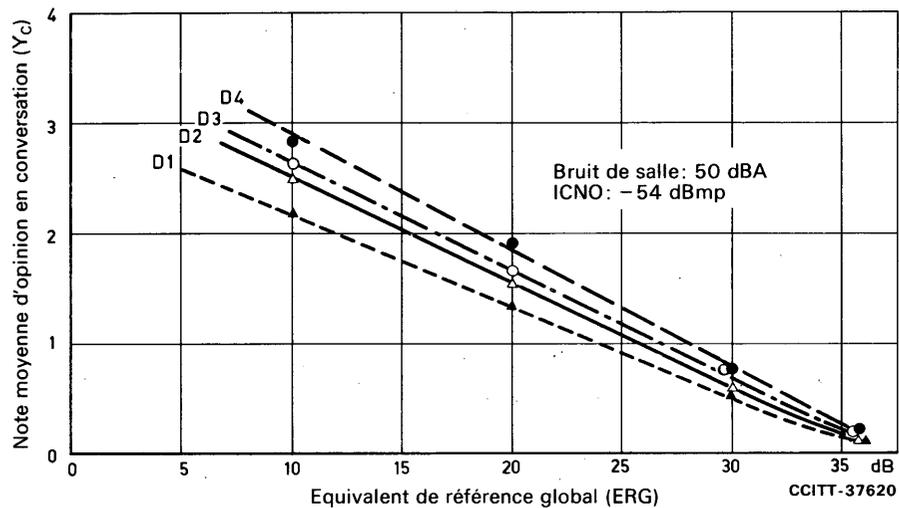


FIGURE A-6/P.11
Effet de la distorsion d'affaiblissement sur la note d'opinion en conversation

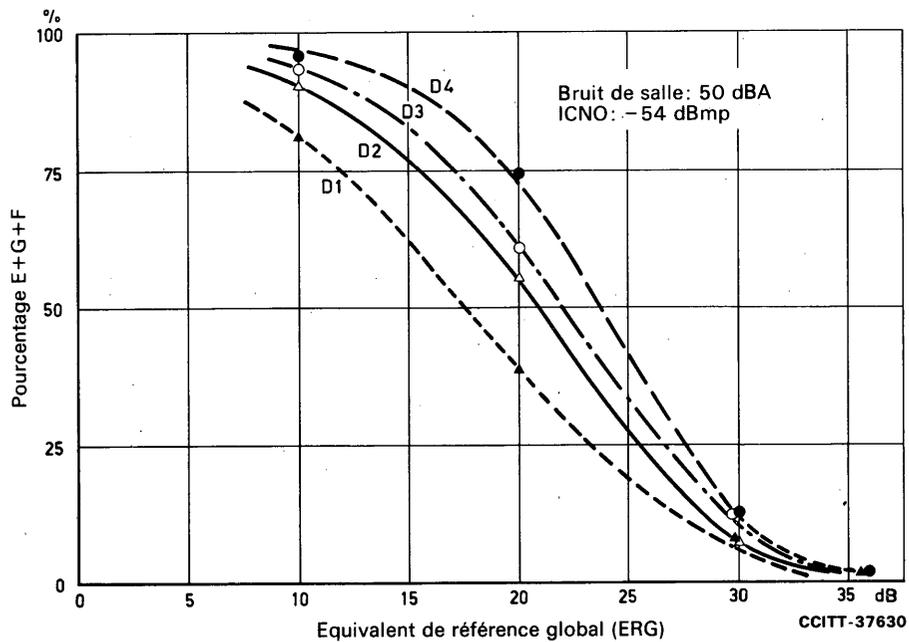


FIGURE A-7/P.11
Effet de la distorsion d'affaiblissement sur le pourcentage E+G+F dans un essai de conversation

A.3 Exemples de l'influence des caractéristiques de la distorsion d'affaiblissement

TABLEAU A-2/P.11
Exemples de méthodes utilisées pour exprimer les caractéristiques de la distorsion d'affaiblissement

Distorsion d'affaiblissement	Paramètres caractéristiques						Dégradation (dB)				
	Fréquences de coupure (Hz)		Pente (dB/oct)		Affaiblissement d'insertion (dB)		Aspect 1 ^{a)}		Aspect 2 ^{b)}	Aspect 3 ^{a)}	
	f _{L10}	f _{H10}	f _{L10}	f _{H10}	à 300 Hz	à 3,4 kHz	I _L	I _A	I _{2,5}	I _{YC}	I _{%FGE}
D4	150	3500	7,0	300	3,8	0	0	0	0	0	0
D3	210	3400	10,0	31,5	5,2	10	0,8	0,3	-	2,3	1,8
D2	280	3300	10,7	29,1	8,8	10	1,2	0,5	1,8	3,8	2,8
D1	420	3100	22,2	31,1	20,0	15	3,2	2,2	4,2	7,8	6,3

a) Voir la contribution citée en [31].

b) Complément d'information à la contribution citée en [32].

I_L Différence d'affaiblissement équivalent de la force des sons pour un ER = 25 dB (valeur calculée).

I_A Différence d'affaiblissement équivalent pour la netteté pour une netteté des sons de 80% (valeur calculée).

I_{2,5} Différence d'affaiblissement équivalent de la note moyenne d'opinion pour Y_{LE} = 2,5.

I_{YC} Différence d'affaiblissement équivalent de la note moyenne d'opinion pour Y_C = 2,5.

I_{%FGE} Différence d'affaiblissement équivalent des notes F+G+E (à 50%).

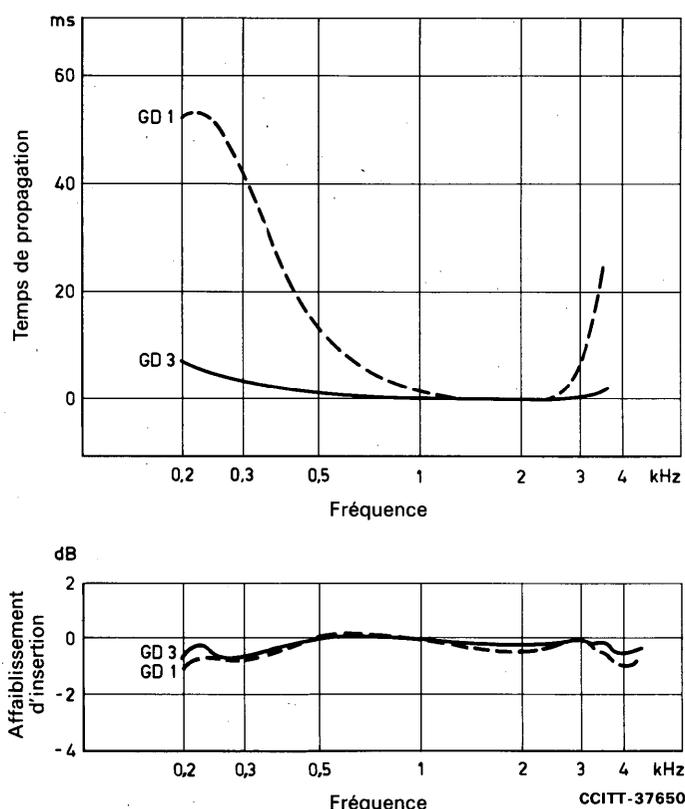
Effet de la distorsion du temps de propagation de groupe sur la qualité de transmission

L'effet de la distorsion de temps de propagation de groupe est qualifié de «tintement» pour les fréquences transmises les plus élevées et de «paroles brouillées» pour les fréquences transmises les plus basses.

L'influence exercée par l'absence de bruit ou de distorsion d'affaiblissement est telle qu'elle rend l'effet manifeste sur toute la gamme des valeurs possibles de l'ERG d'une communication.

Cependant, son effet pratique dans une chaîne de circuits à quatre fils ne semble en aucune manière important étant donné qu'une distorsion d'affaiblissement y est habituellement étroitement associée.

Voir les figures B-1/P.11, B-2/P.11 et B-3/P.11.



GD 1 Valeurs pour 95% des chaînes de 12 circuits [33]
GD 3 Valeurs pour circuit moderne type

Remarque - Les conditions d'essai sont les mêmes que pour les essais d'opinion relatifs à la distorsion d'affaiblissement. Les valeurs de la distorsion de temps de propagation de groupe sur la jonction de modélisation des circuits utilisés pour les essais sont calculées sans distorsion d'affaiblissement.

FIGURE B-1/P.11

Distorsion du temps de propagation de groupe à la jonction de la communication d'essai

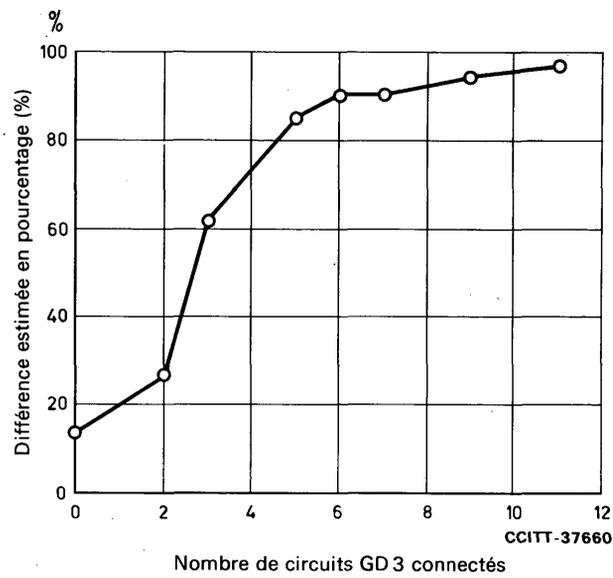
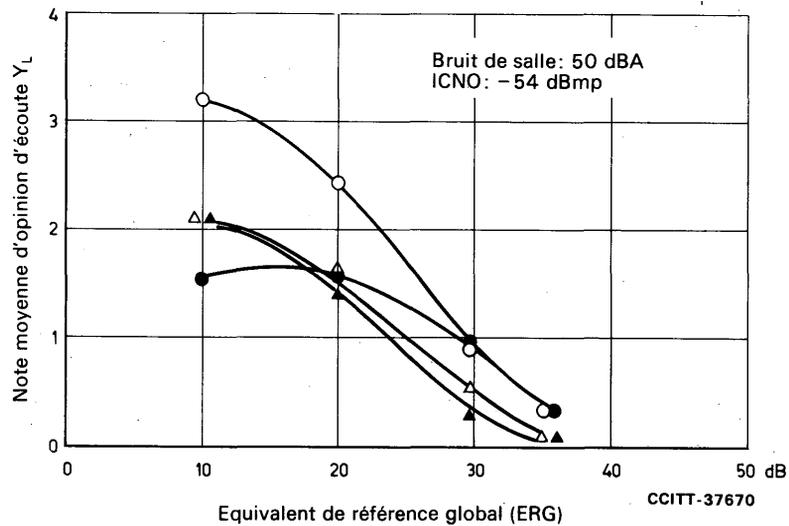


FIGURE B-2/P.11

Détermination de la distorsion du temps de propagation de groupe



Distorsion d'affaiblissement	Temps de propagation de groupe
○ D4	nul
● D4	GD1
△ D1	nul
▲ D1	GD1

FIGURE B-3/P.11

Effet de la distorsion de temps de propagation de groupe sur la note d'opinion à l'audition

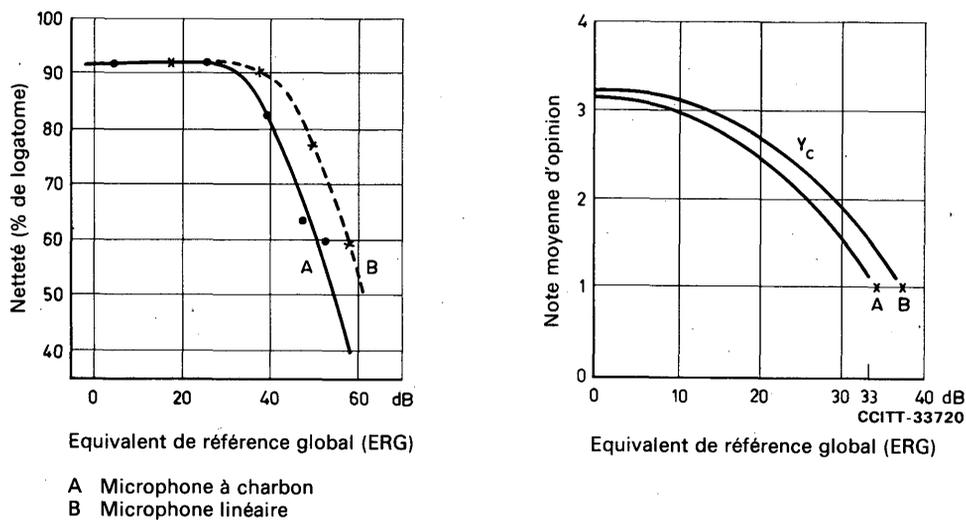
ANNEXE C

(à l'Avis P.11)

Les renseignements disponibles à propos de la différence de qualité de fonctionnement entre microphones à charbon et microphones linéaires ont été rassemblés. Cette différence est en fait assez faible dans les conditions optimales d'affaiblissement du circuit mais l'écart se creuse nettement en faveur de microphones linéaires en cas d'affaiblissement de ligne élevé. En revanche, l'influence du bruit de salle semble à peu près identique sur les deux types de microphones. La figure C-1/P.11 montre des exemples typiques de netteté et de notes moyennes d'opinion obtenues lors d'essais comparatifs.

En cas de transmission sur une bande de fréquences plus large que la bande téléphonique classique, en particulier en cas d'écoute par haut-parleur, l'amélioration de la qualité sonore est sans doute plus sensible avec des microphones linéaires qu'avec des microphones à charbon.

Les différences effectives de qualité peuvent, néanmoins, être masquées par la difficulté de mesurer avec précision la réponse en fréquence et l'efficacité des microphones non linéaires à grains de charbon.



Remarque - Largeur de bande de 300 à 3400 Hz, bruit de salle 50 dB (A).

FIGURE C-1/P.11

ANNEXE D

(à l'Avis P.11)

Distorsion de quantification dans les systèmes numériques

Pour planifier un réseau, il est commode d'attribuer des poids appropriés aux processus non normalisés de conversion analogique/numérique, aux couples de multiplexeurs et aux processus qui introduisent un affaiblissement numérique. Une méthode adéquate consiste à considérer qu'une unité de dégradation est attribuée à un couple de codecs «loi A ou loi μ » à 8 bits pour couvrir la distorsion de quantification. Une règle de planification provisoirement approuvée limite à 14 le nombre total des unités de dégradation pour une communication internationale: 5 unités pour chacun des prolongements nationaux et 4 unités pour la chaîne internationale. Cette règle permet d'incorporer 14 processus à 8 bits non intégrés en tandem.

Un modèle d'opinion subjective utilisé par l'AT&T (voir le supplément 3 à la fin de ce fascicule) fournit des résultats indiquant que, pour l'ensemble d'une communication avec 14 systèmes à 8 bits non intégrés en tandem, la valeur Q est d'environ 20 dB. Le même modèle indique en outre qu'un système à 7 bits a la même valeur Q¹⁾ qu'environ trois systèmes à 8 bits (on a en effet constaté que l'addition des valeurs Q subjectives pour les systèmes numériques se fait selon une formule en $15 \log_{10}$, c'est-à-dire que deux systèmes numériques avec chacun $Q = 24,5$ donnent une valeur Q égale à 20 dB lorsqu'ils sont connectés en tandem). En attendant de nouveaux renseignements, il est recommandé d'attribuer 4 unités de dégradation (4 unités dq) à un système loi A ou loi μ à 7 bits, ce qui correspond à une estimation prudente de l'effet d'un système à 7 bits sur la qualité de transmission téléphonique.

On trouvera ci-après des indications concernant la qualité de fonctionnement subjective de la méthode de modulation adaptative différentielle par impulsions et codage (MADIC) à 32 kbit/s:

- i) les méthodes suivies pour l'évaluation subjective des codecs sont décrites en [36] et dans l'Avis P.74;
- ii) d'après une estimation, la valeur Q pour la méthode MADIC à 32 kbit/s est d'environ 26 dB (cette estimation est fondée sur le modèle d'opinion subjective de l'AT&T – supplément n° 3 à l'Avis P.11) et on peut lui attribuer plus de 5 unités de dégradation par prolongement national. C'est là une estimation prudente de la valeur Q, compte tenu des résultats indiqués en [37] selon lesquels on peut arriver à des valeurs Q égales ou supérieures à 32 dB avec des algorithmes MADIC différents.

Il convient de déterminer des poids appropriés, en se fondant sur des considérations subjectives pour tenir compte de l'emploi de compléments de ligne numériques dans les communications internationales. Les renseignements disponibles montrent une diminution d'environ 3 dB des caractéristiques S/D calculées pour les codes loi A/loi μ à 8 bits lorsque l'on utilise des compléments de ligne numériques, sauf quand il s'agit d'un complément de ligne à 6 dB et de la loi A pour lequel la diminution est alors nulle sur une partie de la gamme des niveaux d'entrée. Compte tenu de la formule en $15 \log_{10}$ obtenue par l'AT&T pour additionner les effets subjectifs des processus numériques, ainsi que des résultats indiqués en [37], il est provisoirement recommandé d'attribuer prudemment une unité de dégradation au complément de ligne numérique.

En résumé, les nombres du tableau D-1/P.11 sont provisoirement spécifiés pour l'attribution des unités de dégradation.

Remarque – Ces conclusions préliminaires sont fondées sur des renseignements limités et les valeurs de pondération attribuées pourront faire l'objet d'une révision si l'on dispose de nouveaux renseignements.

TABLEAU D-1/P.11

Processus	Nombre d'unités de dégradation
Un MIC loi A ou loi μ à 8 bits	1
Un MIC loi A ou loi μ à 7 bits	4
Un MADIC à 32 kbit/s	5 à 6
Un complément de ligne numérique réalisé par manipulation des mots de code MIC à 8 bits	1

Références

- [1] Avis du CCITT *Objectifs et recommandations pour la qualité de transmission*, tome III, fascicule III.1, Avis G.102.
- [2] Avis du CCITT *Communications fictives de référence*, tome III, fascicule III.1, Avis G.103.
- [3] Avis du CCITT *Communications fictives de référence (réseau numérique)*, tome III, fascicule III.1, Avis G.104.

¹⁾ Q est le rapport de puissance subjectif parole/bruit corrélé à la parole. Q est défini à l'aide de l'appareil de référence pour la production de bruit modulé (ARBM). Voir [34] et [35].

- [4] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111, § 1.1
- [5] CCITT – Question 4/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [6] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [7] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.
- [8] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.
- [9] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111, § 3.2.
- [10] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121, § 2.1.
- [11] *Ibid.*, § 3.
- [12] *Ibid.*, § 1.
- [13] CCITT – Question 4/XII, annexes 2 et 3, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [14] Avis du CCITT *Objectifs de bruit pour les projets de construction des systèmes à courants porteurs de 2500 km*, tome III, fascicule III.2, Avis G.222.
- [15] Avis du CCITT *Bruit de circuit et utilisation de compresseurs-extenseurs*, tome III, fascicule III.1, Avis G.143.
- [16] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121, § 5.
- [17] CCITT – Question 9/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [18] Avis du CCITT *Distorsion d'affaiblissement*, tome III, fascicule III.1, Avis G.132.
- [19] CCITT – Question 14/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève 1981.
- [20] Avis du CCITT *Distorsion de temps de propagation de groupe*, tome III, fascicule III.1, Avis G.133.
- [21] CCITT – Question 6/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [22] Avis du CCITT *Stabilité et échos*, tome III, fascicule III.1, Avis G.131.
- [23] Avis du CCITT *Distorsion de temps de propagation de groupe*, tome III, fascicule III.1, Avis G.133, figure 2/G.133.
- [24] Avis du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et les affaiblissements de l'écho dans les systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.122.
- [25] CCITT – Question 5/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [26] CCITT – Question 13/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [27] CCITT – Question 18/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [28] CCITT – Question 7/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [29] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, Livre vert, tome III-1, Avis G.232, figure 1/G.232, graphique n° 2B, UIT, Genève, 1973.
- [30] Avis du CCITT *Distorsion d'affaiblissement*, tome III, fascicule III.1, Avis G.132, figure 1/G.132.
- [31] CCITT – Contribution COM XII/N° 179 (NTT) de la période d'études 1976-1980, Genève, 1979.
- [32] CCITT – Contribution COM XII/N° 33 (UKPO) de la période d'études 1972-1976, Genève, 1974.
- [33] CCITT – Question 1/XVI, annexe 1, figure 8, contribution COM XVI-N° 1 de la période d'études 1976-1980, Genève, 1976.
- [34] CCITT – Question 18/XII, annexe 2, Livre vert, tome V, UIT, Genève, 1973.
- [35] CCITT – Question 18/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1976-1980, Genève, 1976.
- [36] CCITT – Question 18/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [37] *Ibid.*, annexe 5.

AFFAIBLISSEMENT ÉQUIVALENT POUR LA NETTETÉ (AEN)

(modifié à Genève, 1964, et à Mar del Plata, 1968)

La qualité de transmission des communications téléphoniques internationales sera toujours satisfaisante si les limites d'équivalent de référence corrigé indiquées dans l'Avis G.111 [1] sont respectées, ainsi que les limites fixées dans le tome III pour les bruits, la diaphonie, etc., et si en outre on utilise des appareils téléphoniques de type moderne avec des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence satisfaisantes et des dispositifs efficaces de réduction de l'effet local (voir [2]).

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

1 Définition de l'affaiblissement équivalent pour la netteté (AEN)

Affaiblissement équivalent pour la netteté (AEN) [Articulation reference equivalent (AEN), GB – Equivalent articulation loss, Am]

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

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

2 Calcul de l'AEN nominal d'un système émetteur ou récepteur national ¹⁾

L'AEN nominal d'un système émetteur ou récepteur national est la somme des grandeurs suivantes:

- 1) l'AEN nominal du système local (valeur moyenne en service);
- 2) l'AEN nominal de la liaison entre le central urbain et le centre international (valeur moyenne en service).

L'AEN en service de la liaison réalisée entre le central urbain et le centre international est égal à la somme des nombres suivants ²⁾:

- l'affaiblissement des circuits interurbains entre le dernier central interurbain et le centre international, mesuré à 800 Hz, augmenté de la réduction de qualité de transmission due à la limitation de la bande des fréquences effectivement transmises (voir l'Avis G.113 [3]) lorsque ces circuits présentent une distorsion d'affaiblissement supérieure à celle qui est admise dans les Avis du CCITT;
- l'AEN moyen des circuits locaux donné par l'expression suivante:

$$i = K \times L$$

où

i est l'AEN moyen en décibels;

L est la longueur du circuit local en kilomètres;

K est le coefficient qui dépend du type de circuit local considéré, en décibels par kilomètre (pour plus de détails, voir l'annexe A ci-après);

- l'AEN moyen de chaque central intermédiaire. L'AEN correspondant à l'insertion d'un organe de circuit électrique qui, conformément aux Avis du CCITT, transmet effectivement les fréquences de 300 à 3400 Hz, peut être calculé en prenant la moyenne arithmétique des quatre valeurs d'affaiblissement (ou gain) d'insertion de l'organe considéré mesurées à 500, 1000, 2000, 3000 Hz et exprimées en décibels. En attendant de connaître pour cet AEN moyen la (ou les) valeur(s) plus précise(s) qui résultera(ont) des mesures que chaque Administration pourra faire à ce sujet, on adoptera provisoirement la valeur de 1 dB pour chaque central interurbain inséré dans la liaison.

¹⁾ On convient, pour les besoins internationaux, de considérer, comme grandeur de l'affaiblissement équivalent pour la netteté d'un système émetteur ou récepteur national, le résultat du calcul exposé au § 2. Le nombre obtenu est appelé «affaiblissement équivalent pour la netteté mesuré sur l'ensemble du système émetteur ou récepteur national».

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

Remarque 1 – Les bruits de circuit qui restent dans les limites fixées par les Avis du CCITT ne sont pas pris en considération.

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

3 Détermination des AEN

Le système de référence pour la détermination des AEN (SRAEN) et la méthode de détermination des AEN de systèmes téléphoniques commerciaux au laboratoire du CCITT sont décrits dans les Avis P.44 et P.45.

4 Valeurs de l'AEN nominal du système émetteur national et de l'AEN nominal du système récepteur national

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

- l'AEN nominal du système émetteur national ne dépasse pas 24 dB;
- l'AEN nominal du système récepteur national ne dépasse pas 18 dB.

Remarque 1 – Les valeurs 24 dB et 18 dB pour les systèmes nationaux, à l'émission et à la réception, indiquées ci-dessus sont rapportées aux extrémités à deux fils du circuit international, tandis que les valeurs d'équivalent de référence recommandées dans l'Avis G.111 [1] sont rapportées aux extrémités virtuelles du circuit international. Ces valeurs d'AEN ne comprennent pas les variations probables, en fonction du temps, des équivalents des circuits interurbains qui entrent dans la constitution du système national.

Remarque 2 – Ces valeurs sont applicables aux valeurs d'AEN qui se déduisent des valeurs déterminées, pour un système local, au laboratoire du CCITT comme il est indiqué dans l'Avis P.45, avec en particulier un bruit de salle à la réception de 60 dB pour les systèmes commerciaux et un bruit de fond électrique (caractérisé par une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts) injecté à l'entrée du système récepteur du SRAEN.

Remarque 3 – La méthode des AEN ne tient pas compte de l'influence de l'effet local sur la puissance vocale des abonnés.

Les Administrations qui désirent établir les projets de transmission, dans leur réseau national, sur la base des «indices de qualité de transmission» trouveront en [4] des indications sur les corrections à apporter aux valeurs d'AEN pour tenir compte de cet effet local à l'émission.

ANNEXE A

(à l'Avis P.12)

AEN moyen des circuits locaux

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

Pour une fréquence donnée, la perte introduite par un tel circuit est alors représentée par son «affaiblissement composite»³⁾, qui est la somme de l'affaiblissement sur images du circuit lui-même et d'autres termes représentant tous les effets dus aux réflexions introduites par la désadaptation entre l'impédance sur images du circuit et les impédances des terminaisons telles qu'elles sont définies ci-dessus.

D'après les travaux du Post Office du Royaume-Uni, l'AEN correspondant aux réflexions peut être représenté par la moyenne arithmétique des pertes par réflexions mesurées aux fréquences 500, 1000, 2000 et 3000 Hz.

D'autre part, l'AEN moyen d'une ligne non pupinisée est mesuré par son affaiblissement sur images à 1500 Hz, et un tel affaiblissement est sensiblement égal à la moyenne arithmétique des affaiblissements sur images aux autres fréquences précitées⁴⁾.

³⁾ En pratique, au lieu d'employer l'affaiblissement composite, on peut employer l'affaiblissement d'insertion.

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

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

Etant donné que l'impédance des systèmes locaux est une grandeur très variable, on ne peut pas définir une valeur unique de l'AEN moyen pour un circuit local, mais seulement une valeur moyenne obtenue en faisant la moyenne arithmétique de plusieurs valeurs, mesurées dans plusieurs conditions de terminaison.

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

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

où

i est l'AEN moyen en décibels;

L est la longueur du circuit local en kilomètres;

K est le coefficient qui dépend du type de circuit local considéré, en décibels par kilomètre.

Pour déterminer, une fois pour toutes, les différentes valeurs du coefficient K , on pourrait mesurer l'affaiblissement composite de trois ou quatre longueurs différentes de chacun des types de circuits locaux utilisées dans un réseau particulier (éventuellement représentées par des lignes artificielles); à cet effet, on pourra employer une des méthodes de mesure de l'affaiblissement composite décrite en [5].

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

Références

- [1] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.
- [2] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121, § 5.
- [3] Avis du CCITT *Réductions de qualité de transmission*, tome III, fascicule III.1, Avis G.113.
- [4] *Description sommaire d'une méthode employée par l'Administration britannique des téléphones pour évaluer les indices relatifs de qualité de transmission de systèmes émetteurs locaux et de systèmes récepteurs locaux employant tous les mêmes types de microphone et de récepteur téléphonique*, CCIF, Livre vert, tome IV, annexe 2, UIT, Genève, 1956.
- [5] *Mesure des affaiblissements*, Livre bleu, tome IV, 3^e partie, supplément n° 1, UIT, Genève, 1965.

Avis P.16

EFFETS SUBJECTIFS DE LA DIAPHONIE DIRECTE; SEUILS D'AUDIBILITÉ ET D'INTELLIGIBILITÉ

(Genève, 1972; modifié à Genève, 1976 et 1980)

1 Facteurs qui influent sur les seuils de diaphonie

Le degré d'audibilité et d'intelligibilité du signal diaphonique dépend d'un grand nombre de facteurs.

Lorsque certaines simplifications sont faites, il est possible d'obtenir une méthode simple et d'application générale pour estimer l'affaiblissement requis sur le trajet de la diaphonie en fonction des facteurs qui influencent l'audibilité et l'intelligibilité du signal vocal diaphonique.

Les facteurs qui influencent principalement l'intelligibilité du signal vocal diaphonique sont cités ci-après:

1.1 *Qualité de transmission des appareils téléphoniques* [1]

Les équivalents de référence à l'émission et à la réception sont déterminants. Il en est de même de l'équivalent de référence de l'effet local lorsque l'on est en présence d'un bruit de salle. On suppose que des appareils téléphoniques modernes avec des caractéristiques de fréquences régulières sont utilisés.

1.2 Bruit de circuit

On doit tenir compte du bruit de circuit sur la communication perturbée. Ce bruit est mesuré à l'aide d'un psophomètre muni d'un réseau de pondération pour circuits téléphoniques.

1.3 Bruit de salle

Le bruit de salle agit sur l'oreille, directement par les fuites qui se produisent dans le pavillon entre l'oreille et l'écouteur, et indirectement par l'effet local. L'effet local dépend aussi des conditions d'exploitation. Contrairement au bruit de circuit, l'influence du bruit de salle peut être réduite dans une certaine mesure par l'utilisateur du téléphone. Pour cette raison et pour tenir compte des cas défavorables, les mesures ont été effectuées avec un bruit de salle faible [40 dB (A)] et aussi avec un bruit de salle négligeable.

1.4 Conversation sur le circuit perturbé

Durant une conversation sur le circuit perturbé, une diaphonie de niveau normal est inaudible. Toutefois, avant que la conversation s'engage ou au cours de pauses de longue durée, il se peut que la diaphonie soit entendue et peut-être comprise. Il serait en général peu judicieux de se fonder sur l'hypothèse selon laquelle il y aurait constamment conversation sur le circuit perturbé; c'est pourquoi les renseignements donnés dans le présent Avis sont fondés sur l'hypothèse dans laquelle il n'y a pas de conversation sur le circuit perturbé.

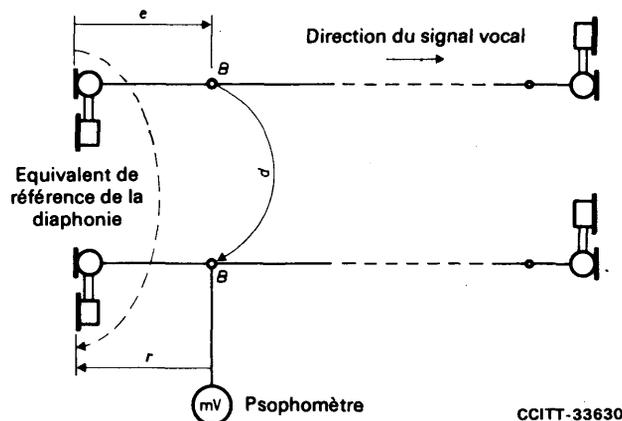
1.5 Bruit de microphone

Le bruit produit par le microphone à charbon du poste téléphonique perturbé peut diminuer légèrement l'intelligibilité du signal vocal diaphonique, par la voie de l'effet local. Aux fins du présent Avis, on suppose que des microphones modernes de bonne qualité sont utilisés.

1.6 Couplage diaphonique

L'intelligibilité d'un signal diaphonique est influencée aussi par le couplage diaphonique. Ce couplage est en général fonction de la fréquence. L'équivalent de référence de la diaphonie peut être divisé conventionnellement en trois éléments: l'équivalent de référence à l'émission du poste d'abonné perturbateur, l'équivalent de référence à la réception du poste d'abonné perturbé, et l'affaiblissement du trajet de diaphonie (voir la figure 1/P.16).

En l'absence d'autres renseignements, on peut admettre que l'équivalent de référence de la transmission diaphonique est égal à l'affaiblissement mesuré ou calculé à une fréquence de 1100 Hz, comme l'Avis G.134 [2] recommande de le faire dans le cas des centraux téléphoniques.



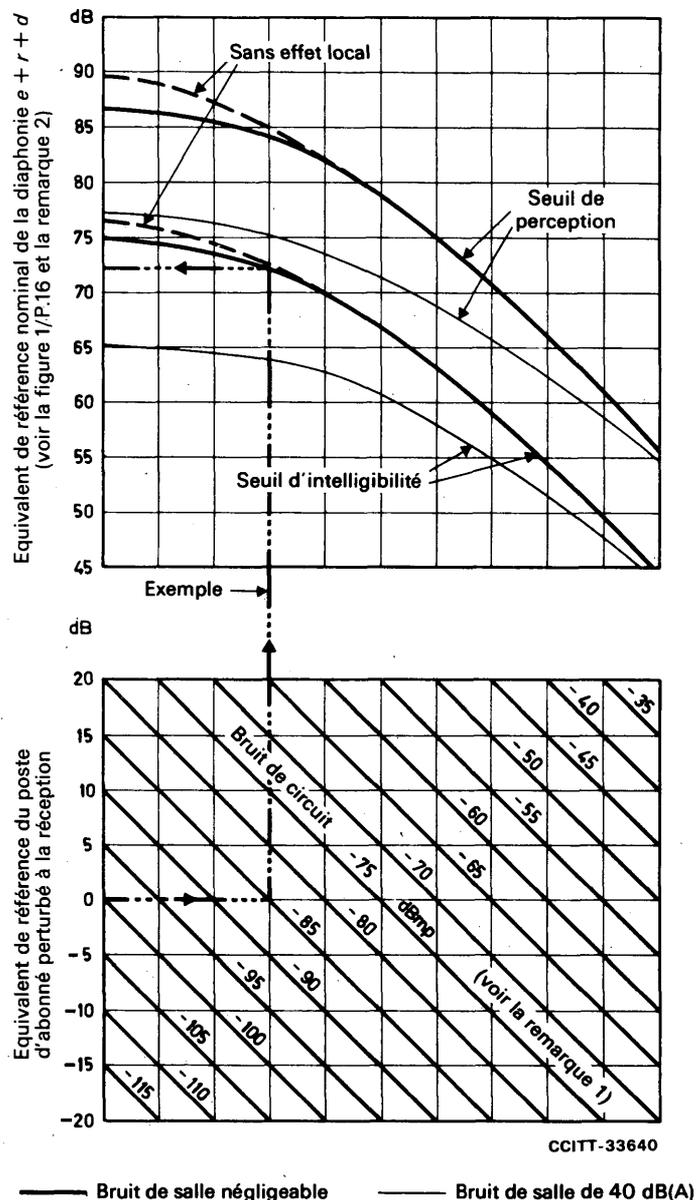
e = équivalent de référence à l'émission du poste d'abonné perturbateur;
 r = équivalent de référence à la réception du poste d'abonné perturbé;
 d = affaiblissement du trajet de diaphonie tel que l'équivalent de référence de la diaphonie = $e + d + r$;
 B = bornes du poste d'abonné.
Postes d'abonné perturbateur et perturbé du même côté : paradiaphonie.
Poste d'abonné perturbateur d'un côté et poste perturbé de l'autre : télédiaphonie.

FIGURE 1/P.16

Subdivision conventionnelle de l'équivalent de référence de la diaphonie

2 Valeurs médianes du seuil d'audibilité et d'intelligibilité de la diaphonie vocale pour la personne qui écoute

Les courbes de la figure 2/P.16 représentent les valeurs globales des équivalents de référence nominaux de la diaphonie correspondant aux seuils d'audibilité et d'intelligibilité, en fonction de l'équivalent de référence à la réception; avec le bruit de circuit comme paramètre et avec un bruit de salle négligeable ou d'une valeur de 40 dB (ayant le spectre de Hoth et mesuré avec la pondération A). Pour la planification, il est recommandé de considérer le bruit de salle comme négligeable.



L'équivalent de référence pour l'effet local du poste d'abonné perturbé correspondant à ces courbes est de +13 dB.

Remarque 1 - Le bruit de circuit est rapporté aux bornes du poste d'abonné ayant l'équivalent de référence indiqué.

Remarque 2 - L'équivalent de référence à l'émission de 0 dB correspond à un niveau vocal de -10 VU.

FIGURE 2/P.16

Equivalent de référence de la diaphonie en fonction de l'équivalent de référence à la réception, du bruit de circuit et du bruit de salle

Ces courbes représentent des valeurs médianes pour les diverses conditions considérées: dans chaque cas, 50% des opinions des abonnés se trouvent respectivement au-dessus et au-dessous de la courbe correspondante. On a observé que l'écart type moyen pour les personnes qui écoutent se trouve dans l'intervalle de 4 à 6 dB et, pour la planification, il est recommandé de prendre une valeur de 5 dB.

Les résultats des premières expériences (qui sont à la base des courbes de la figure 2/P.16) sont exprimés sous forme de niveaux vocaux (par exemple, en unités de volume) et, sur cette base, ils présentent une concordance satisfaisante.

Les seuils sont fondés sur l'hypothèse selon laquelle un poste d'abonné présentant un équivalent de référence à l'émission de 0 dB correspond en pratique à un niveau vocal de -10 VU aux bornes du poste d'abonné bouclé sur 600 ohms.

Cependant, si l'on veut que ces résultats soient directement utiles à des fins de planification pour des réseaux conçus et caractérisés sur la base d'équivalents de référence, il faut introduire un facteur c qui établit effectivement la relation entre le niveau de la parole et l'équivalent de référence à l'émission.

Le facteur de correction c a été défini comme suit:

$$c = V_c - V_L \text{ dB}$$

où

V_c = niveau vocal (dB) dans les conditions de conversation normales, en un point particulier de la connexion perturbatrice;

V_L = niveau vocal (dB) au même point de la connexion perturbatrice, dans des conditions correspondant à un niveau vocal de -10 VU à la sortie d'un poste d'abonné dont l'équivalent de référence à l'émission est de 0 dB (c'est-à-dire que l'on suppose que les essais d'écoute ont été effectués à ce niveau vocal);

$V_L = -(10 + a)$, si l'équivalent de référence actuel vaut a dB. On a ainsi $c = V_c + 10 + a$.

Le facteur de correction c est donc positif lorsque le niveau vocal sur le circuit perturbateur est supérieur au niveau correspondant à -10 VU à la sortie d'un poste d'abonné dont l'équivalent de référence à l'émission est de 0 dB. Ce facteur de correction doit être ajouté à la valeur de l'équivalent de référence nominal de la diaphonie qui est indiqué par la figure 2/P.16. Le seuil correspondant le mieux aux conditions réelles devient donc: $e + r + d + c = t + c$.

En règle générale, les valeurs de c dépendent de l'équivalent de référence global et, jusqu'à un certain point, du bruit de circuit et de l'équivalent de référence de l'effet local sur le circuit perturbateur. On a fait une estimation des valeurs typiques de c , sur la base de mesures du niveau vocal, effectuées par un certain nombre d'Administrations; ces valeurs sont indiquées dans le tableau 1/P.16, avec leurs écarts types.

TABLEAU 1/P.16
Valeurs moyennes et écarts typiques du facteur c pour diverses Administrations

Administration	Valeur nominale de l'équivalent de référence global de la communication perturbatrice dB	Niveau vocal VU	Equivalent de référence à l'émission dB	Evaluation de la valeur moyenne du facteur c dB	Evaluation de l'écart type σ_c du facteur c dB
AT&T	10 20 30	-21 -17 -14	+9 +9 +9	-2 +2 +5	} 4
Suisse	35	- 8	+1	+3	4
Suède	5 15	-16 -15	+1 +1	-5 -4	5,3 6,1
Post Office du Royaume-Uni	10 20 30	-17 -16 -14	+6 +6 +6	-1 0 +2	} 4,8

A titre d'hypothèse pour la formulation d'un jugement pratique, il est recommandé d'utiliser $\bar{C} = 4$ dB et $\sigma_c = 4$ dB. La valeur de 4 dB pour le niveau vocal moyen est élevée. On admet par conséquent que la voix perturbatrice est transmise sur un circuit à équivalent de référence global élevé.

3 Probabilité de diaphonie

Les courbes de la figure 2/P.16 représentent des valeurs médianes pour les diverses conditions considérées. Sur la base de la méthode décrite dans l'annexe A, la probabilité en pour cent de la diaphonie peut être établie pour des affaiblissements diaphoniques quelconques.

Bien que la garantie du secret téléphonique soit primordiale, l'abonné est probablement plus enclin à juger sévèrement la diaphonie affectant une communication locale établie dans son voisinage immédiat, puisque dans ce cas une indiscretion due à la diaphonie pourrait avoir pour lui des inconvénients d'ordre social.

Dans l'exploitation téléphonique, la simultanéité de l'émission sur la ligne perturbatrice et de l'écoute sur la ligne perturbée (pendant un arrêt de la conversation) n'est pas présent dans tous les cas. On trouvera des renseignements sur ce sujet ainsi que sur la façon de calculer ces probabilités en [3].

Provisoirement, il est recommandé que la probabilité qu'un abonné subisse une diaphonie éventuellement intelligible ne soit pas supérieure à:

- 1 pour 1000: communications d'un même central,
- 1 pour 100: autres communications.

ANNEXE A

(à l'Avis P.16)

Cette annexe comprend:

- 1) un exemple montrant la méthode de calcul;
- 2) un diagramme concernant la probabilité de diaphonie;
- 3) un exemple de communication locale.

A.1 Exemple montrant la méthode de calcul

Pour présenter la méthode d'utilisation des renseignements donnés dans cet Avis en vue du calcul de la probabilité d'observation (par exemple) de diaphonie intelligible, une communication fictive de référence (conforme à l'Avis G.105 [4]) est indispensable. Le diagramme de la figure A-1/P.16, fondé sur la figure 3/G.105 [5] montre deux liaisons entre lesquelles le circuit international introduit une certaine diaphonie.

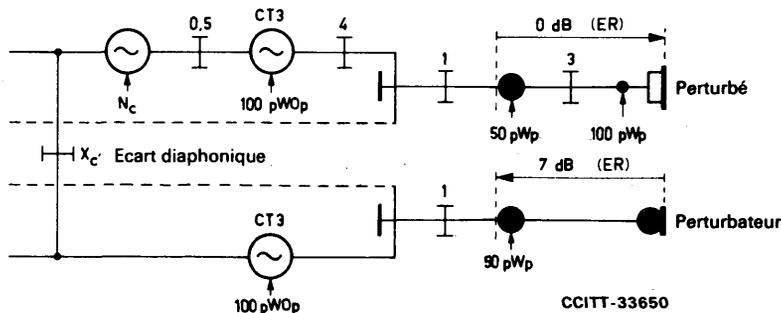


FIGURE A-1/P.16

Le trajet diaphonique intéressant peut être dessiné comme à la figure A-2/P.16.

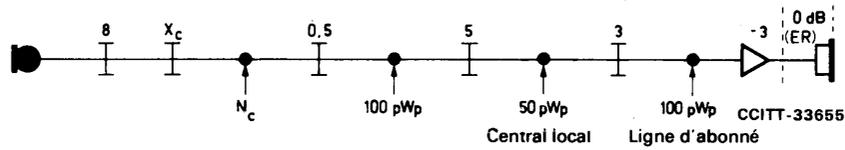


FIGURE A-2/P.16

(On néglige les sources de 50 pWp et de 100 pWp qui précèdent le complément de ligne X_c car, après traversée de ce complément de ligne, les contributions à la puissance de bruit sont négligeables.)

On peut encore simplifier ce schéma en rapportant toutes les puissances de bruit indiquées à l'entrée du système local ayant un équivalent de référence de 0 dB et en ajoutant (autant que possible) les divers affaiblissements (voir la figure A-3/P.16).

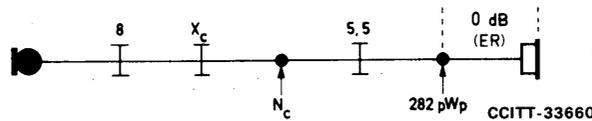


FIGURE A-3/P.16

Si l'on considère, à titre d'exemple, deux cas particuliers, à savoir $X_c = 58$ dB; $N_c = 500$ pW0p et $X_c = 62$ dB; $N_c = 200$ pW0p, les valeurs correspondantes de X global et de N total sont:

Exemples étudiés	Valeurs correspondantes	
	X	N
58 dB; 500 pW0p	71,5	-63,7
62 dB; 200 pW0p	75,5	-64,7

en association avec la disposition de la figure A-4/P.16.

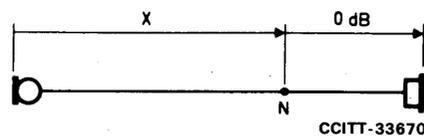
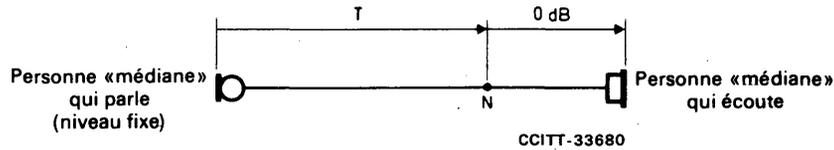


FIGURE A-4/P.16

Le tableau A-1/P.16 indique les valeurs du seuil médian de la diaphonie intelligible entre une personne qui parle et une personne qui écoute en silence. Ces valeurs ont été extraites des courbes reproduites dans la figure 2/P.16.

TABLEAU A-1/P.16

Seuils médians de diaphonie intelligible pour une personne qui écoute, exprimés sous forme de fonction de niveau de puissance de bruit à l'entrée d'une extrémité de réception ayant un équivalent de référence de 0 dB suivant diverses conditions d'écoute



N dBmp, niveau de puissance de bruit à l'entrée d'une extrémité de réception ayant un équivalent de référence de 0 dB	T dB, équivalent de référence global nominal de la diaphonie		
	Bruit de salle négligeable		Bruit de salle de +40 dB(A) avec effet local
	Sans effet local	Avec effet local	
-100	76,5	75,0	65,1
-95	75,7	74,5	64,9
-90	74,0	73,0	64,2
-85	72,5	72,0	64,0
-80		70,0	62,5
-75		67,0	60,5
-70		63,0	58,0
-65		59,0	55,0
-60		54,5	51,5
-55		49,5	47,5
-50		44,0	43,0

Remarque - L'équivalent de référence pour l'effet local est de +13 dB. Pour les valeurs intermédiaires, faire une interpolation linéaire. On a admis que la personne qui parle émet au niveau de -10 VU à une extrémité ayant un équivalent de référence de 0 dB.

Afin de tenir compte de la distribution des volumes des sons vocaux de la personne qui parle dans les conditions réelles, il y a lieu d'apporter un facteur de correction (c) qui, étant caractéristique des réseaux nationaux, doit être à l'heure actuelle fourni par l'utilisateur. Comme il a été indiqué dans le tableau 1/P.16, la valeur de \bar{C} est comprise entre -6 et +5 dB et celle de σ_c entre 4 et 5 dB.

Dans l'exemple traité ici, on utilisera $\bar{C} = 4$ dB et $\sigma_c = 4$ dB.

On n'a pas à tenir compte, pour le moment, de la distribution des équivalents de référence de la diaphonie, mais seulement de deux valeurs spécifiques.

L'écart type du seuil pour la personne qui écoute, par rapport à la valeur médiane, est compris entre 4 et 6 dB. Pour l'exemple examiné ici, on prend $\sigma_t = 5$ dB.

Si t est la valeur de seuil pour une personne qui écoute, c le facteur de correction tenant compte du volume des sons vocaux d'une personne qui parle et x la valeur réelle de l'équivalent de référence du trajet de diaphonie entre ces deux personnes, il y a audition intelligible lorsque x est inférieur à $t + c$. Si l'on représente la différence $x - (t + c)$ par z , il y a audition intelligible pour la paire examinée lorsque z est égal ou inférieur à zéro.

Si x , t et c sont distribués normalement (ou si l'on peut normalement supposer qu'ils le sont) avec des valeurs moyennes \bar{X} , \bar{T} et \bar{C} et des écarts types σ_x , σ_t et σ_c , z est alors également distribué normalement avec une valeur moyenne $\bar{Z} = \bar{X} - (\bar{T} + \bar{C})$ et un écart type $\sigma_z = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_t^2 + \sigma_c^2)}$.

On peut trouver la variable centrée normale pour $z = 0$ au moyen de la valeur \bar{Z}/σ_z , et la probabilité de $z \leq 0$ dans les tableaux de la distribution normale cumulée (queue supérieure unique).

Les pourcentages de probabilité peuvent être tirés des tableaux usuels. Le diagramme suivant représente la relation entre \bar{Z}/σ_z et la probabilité de diaphonie.

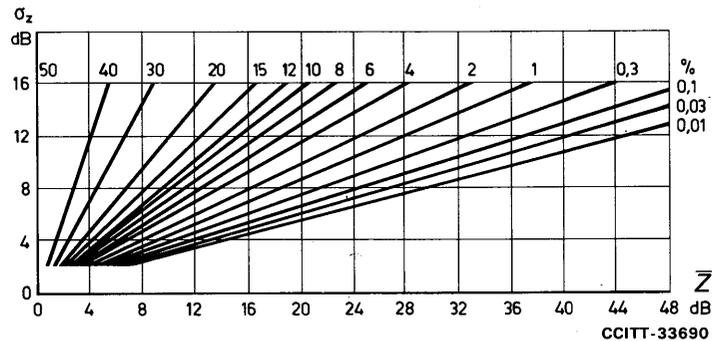


FIGURE A-5/P.16
Relation entre σ_z , \bar{Z} et la probabilité en %

Si l'on prend le cas particulier de 58 dB, 500 pW0p et compte tenu d'un bruit ambiant de +40 dB(A) et d'un effet local de +13 dB, la valeur $N = -63,7$ donne $\bar{T} = 54,1$ (par interpolation à partir du tableau A-2/P.16), de telle sorte que

$$\bar{Z} = \bar{X} - (\bar{T} + \bar{C}) = 71,5 - (54,1 + 4,0) = 13,4$$

et

$$\sigma_z = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_t^2 + \sigma_c^2)} = \sqrt{(0 + 25 + 16)} = \sqrt{41} = 6,4.$$

Par conséquent $\bar{Z}/\sigma_z = 13,4/6,4 = 2,10$, ce qui correspond à un risque d'audition intelligible de 1,8%.

On trouvera dans le tableau A-2/P.16 les résultats de chacune des combinaisons utilisées dans cet exemple.

TABLEAU A-2/P.16
Probabilités d'audition intelligible entre des personnes qui parlent et des personnes qui écoutent en silence
($\sigma_x = 0$; $\sigma_t = 5$; $\sigma_c = 4$; $\bar{C} = 4$)

Exemple étudié	Bruit de salle: +40 dB(A); effet local: 13 dB	Bruit de salle négligeable; effet local: 13 dB (ou absence d'effet local) ^{a)}
58 dB; 500 pW0p	1,8 %	6,7 %
62 dB; 200 pW0p	0,5 %	2,4 %

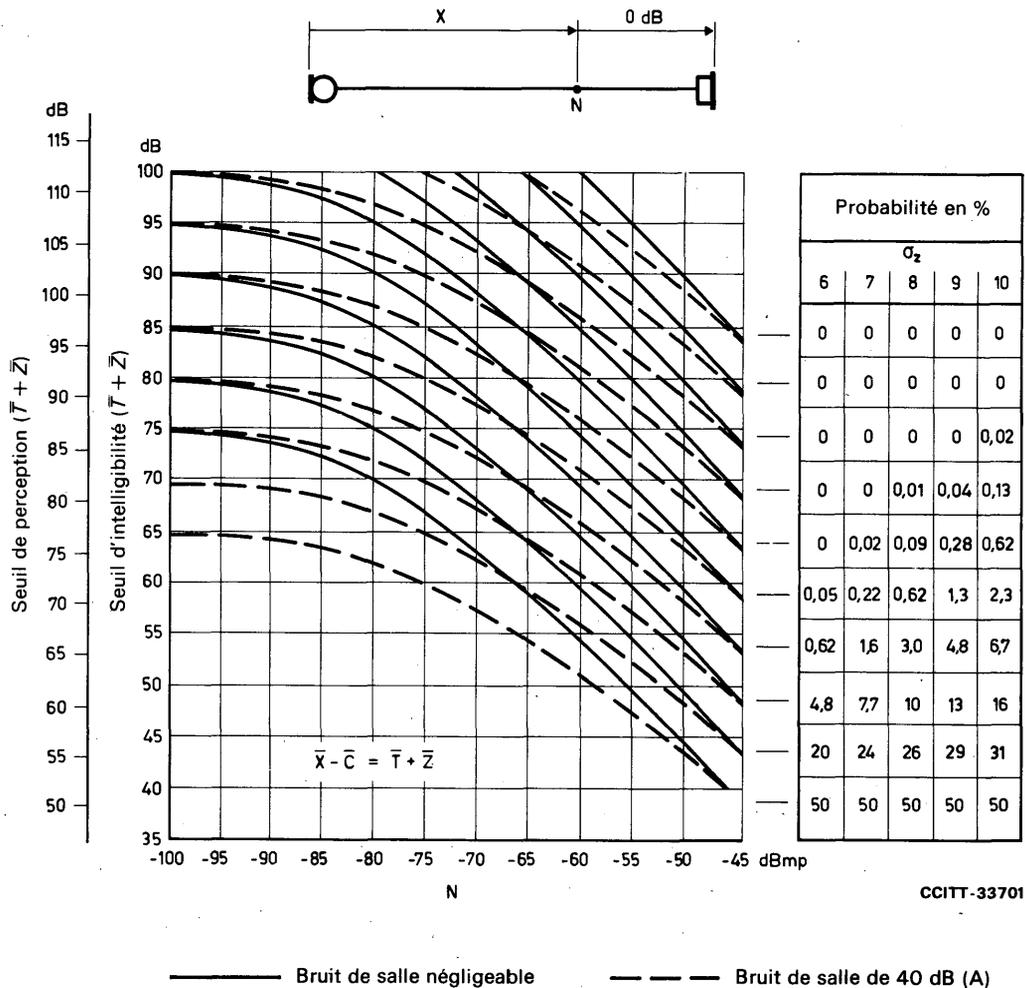
^{a)} Etant donné les valeurs utilisées dans les exemples examinés ici, la présence ou l'absence d'effet local ne change rien aux résultats.

Les valeurs indiquées dans le tableau A-2/P.16, sur «les probabilités d'audition intelligible entre des personnes qui parlent et des personnes qui écoutent en silence», concernent des couplages diaphoniques dont l'écart type est négligeable. De telles valeurs sont applicables pour la détermination de valeurs limites de circuits (équipements de transfert de voies, par exemple).

On trouvera dans le *Manuel* cité en [6] un autre mode de calcul de la probabilité d'observation de la diaphonie intelligible au moyen des méthodes de Monte-Carlo.

A.2 Diagramme général concernant la probabilité de diaphonie

Le diagramme général de la figure A-6/P.16 a été établi à l'aide de calculs semblables à ceux de l'exemple cité au § A.1. Il repose sur l'hypothèse que les sources de bruit sont concentrées en un point à partir duquel l'équivalent de référence à la réception est de 0 dB. On admet une répartition des affaiblissements diaphoniques selon la courbe de Gauss. Les représentations graphiques des seuils de perception et d'intelligibilité sont semblables et ont été combinées dans une seule paire de courbes avec des ordonnées différentes.



Remarque - Chaque courbe correspond à une valeur spécifique de la probabilité (%). Les valeurs sont indiquées à la droite du diagramme en fonction de σ_z .

FIGURE A-6/P.16

Probabilité de diaphonie (potentiellement) audible ou intelligible en fonction de $\bar{T} + \bar{Z} = \bar{X} - \bar{C}$, N et σ pour un bruit de salle de 40 dB (A) et un bruit de salle négligeable

A.3 Exemple d'une communication locale (fondé sur la communication fictive de référence décrit dans la Recommandation G.105 [4]) (voir la figure A-7/P.16)

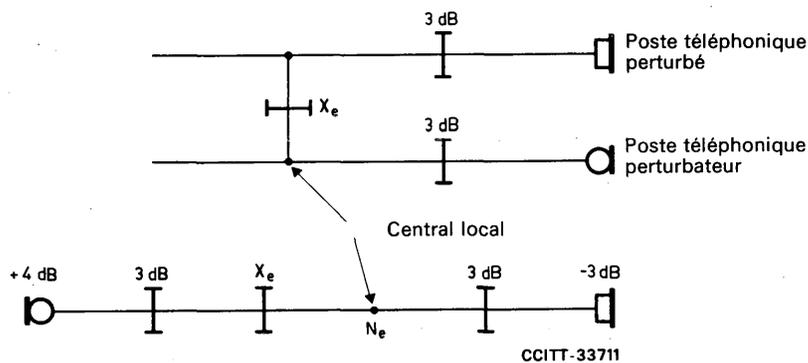


FIGURE A-7/P.16

Pour ce type de communication, on admet un équivalent de référence à l'émission du poste téléphonique de +4 dB et un équivalent de référence à la réception de -3 dB. L'écart type du poste téléphonique, à l'émission et à la réception, est de $\sigma_p = 2$ dB, au total (voir le tableau A-3/P.16).

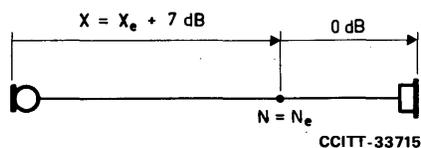


TABLEAU A-3/P.16

Probabilité d'audition de diaphonie intelligible (en % pour des valeurs spécifiques de X_e) entre une personne qui parle et une personne qui écoute en silence pour une communication locale

Bruit de salle		Négligeable					
Puissance de bruit	N_e pW0p N_e dBm0p	100 -70		1000 -60		10 000 -50	
		7	10	7	10	7	10
σ_z (total)		2	7,4	2	7,4	2	7,4
σ_z (diaphonie)							
X_e :	60	84	76	50	50	10	18
	62	71	69	39	42	5,8	14
	64	66	62	28	34	3,2	9,7
	66	56	54	20	27	1,6	6,7
	68	44	46	13	21	0,8	4,5
	70	34	38	7,6	16	0,34	2,9
	72	24	31	4,4	11	0,13	1,8
	74	16	24	2,2	7,9	0,06	1,1
	76	10	18	1,1	5,5	0,02	0,6
	78	6,2	13,6	0,5	3,6	0	0,35
	80	3,1	9,5	0,2	2,3	0	0,2
	82	1,6	6,7	0,1	1,4	0	0,1
	84	0,8	4,5	0,03	0,8	0	0,05
	86	0,3	2,8	0,01	0,5	0	0,02
	88	0,1	1,8	0	0,3	0	0,01
	90	0,05	1,1	0	0,1	0	0

Références

- [1] *Justification des valeurs d'équivalent de référence corrigé (ERC) qui figurent dans les Avis G.111 et G.121*, tome III, fascicule III.1, appendice I à la section 1, § I.7.
- [2] Avis du CCITT *Diaphonie linéaire*, tome III, fascicule III.1, Avis G.134.
- [3] LAPSA (P. M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *B.S.T.J.*, vol. 55, n° 7, septembre 1976.
- [4] Avis du CCITT *Communication fictive de référence pour les études relatives à la diaphonie*, tome III, fascicule III.1, Avis G.105.
- [5] *Ibid.*, figure 3/G.105.
- [6] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 2

LIGNES ET POSTES D'ABONNÉ

Avis P.33

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

(Mar del Plata, 1968; modifié à Genève, 1972 et 1980)

Le CCITT,

considérant

(a) qu'un nombre toujours plus grand de postes téléphoniques à haut-parleur est introduit dans le réseau téléphonique,

(b) que la complexité de l'influence des facteurs propres à ces équipements sur la qualité de la transmission téléphonique,

(c) que néanmoins, pour aider les Administrations à fixer les conditions dans lesquelles l'emploi de tels appareils peut être autorisé dans les réseaux téléphoniques,

émet l'avis provisoire

(1) Afin d'éviter la surcharge des systèmes à courants porteurs, la puissance moyenne à long terme des courants vocaux ne devrait pas dépasser la valeur admise pour les projets de construction des systèmes de transmission. La valeur adoptée dans l'Avis G.223 [1] pour le niveau absolu de puissance moyenne, rapporté au point de niveau relatif zéro, est de -15 dBm0 (puissance moyenne de 31,6 microwatts). Les postes téléphoniques à haut-parleur ayant une efficacité à l'émission conforme à l'Avis P.34 doivent normalement satisfaire au présent Avis. En outre, afin d'éviter une diaphonie excessive, provenant de courants vocaux à niveau élevé, et/ou un niveau de réception insuffisant dans le cas de courants vocaux de faible niveau, on devrait prendre soin de s'assurer que la variation de puissance des courants vocaux n'est pas sensiblement plus grande que dans le cas d'appareils téléphoniques modernes.

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

Référence

- [1] Avis du CCITT *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.2, Avis G.223.

EFFICACITÉ DES POSTES TÉLÉPHONIQUES À HAUT-PARLEUR

(Genève, 1980)

1 Introduction

L'efficacité à l'émission et à la réception des combinés téléphoniques, qui est normalement exprimée sous la forme de valeurs d'équivalent de référence ou d'indices de force des sons est prise en considération dans la plupart des pays pour établir le plan de transmission destiné au réseau téléphonique national.

Cependant, étant donné qu'il est possible de satisfaire aux spécifications de divers Avis, notamment de l'Avis G.121 [1], en répartissant de différentes manières les valeurs d'équivalent de référence entre les appareils téléphoniques et le réseau, il est impossible de publier un Avis international qui spécifie uniquement des valeurs d'équivalent de référence et d'indices de force des sons, sans tenir compte du fait qu'il peut s'agir de combinés téléphoniques ou de postes téléphoniques à haut-parleur.

Par ailleurs, on peut spécifier des valeurs d'efficacité pour les postes téléphoniques à haut-parleur *par rapport* à celles du combiné normalisé à l'échelon national. Le présent Avis a pour objet d'assurer une qualité de fonctionnement équivalent pour les deux types d'appareils téléphoniques, au moins en ce qui concerne le volume sonore à l'émission et à la réception. Il convient donc de tenir compte du comportement et des préférences de l'utilisateur moyen lorsqu'il parle ou lorsqu'il écoute. Les efficacités relatives définies aux § 2 et 3 résultent des essais de qualité visant à satisfaire à cette condition.

Il est actuellement impossible de traiter dans des Avis d'autres caractéristiques importantes qui contribuent à la qualité des communications téléphoniques établies à partir d'appareils à haut-parleur; ces caractéristiques sont à l'étude au titre de la Question 17/XII [2].

2 Efficacité à l'émission

L'équivalent de référence à l'émission (ERE) d'un poste téléphonique à haut-parleur doit être plus mauvais de 9 dB que l'ERE du combiné téléphonique correspondant (la valeur exacte dépend du type de combiné utilisé). L'indice de force des sons du poste téléphonique à haut-parleur doit être plus mauvais d'environ 5 dB que celui du combiné.

Remarque — Les essais de conversation ont montré, dans plusieurs pays, que des tensions vocales comparables sont obtenues sur la ligne quand l'équivalent de référence à l'émission du poste téléphonique à haut-parleur est supérieur de 8 à 11 dB à celui du combiné utilisé.

La différence de 8 à 11 dB a plusieurs composantes:

- a) le niveau moyen d'émission de la parole pour les postes téléphoniques à haut-parleur est supérieur d'environ 3 dB à celui des combinés;
- b) le niveau de sortie d'un combiné téléphonique est inférieur d'environ 3 à 7 dB, lorsqu'il est utilisé pour la conversation, à celui qui est obtenu dans la position d'émission de la parole spécifiée pour les mesures d'équivalent de référence. Cette différence est réduite de 1 à 2 dB quand la position de l'anneau de garde spécial est utilisée;
- c) d'autres différences mineures devront être étudiées, par exemple en ce qui concerne les courbes de réponse en fréquence.

Les distances de mesure de la figure 1/P.34 doivent servir aux essais subjectifs aussi bien qu'aux mesures objectives.

Il n'est pas nécessaire, au cours de l'essai, que le sujet qui parle se déplace entre le microphone de référence et le poste téléphonique à haut-parleur, si l'effet de masque du microphone de référence peut être considéré comme négligeable.

Il faut s'assurer qu'un poste téléphonique à haut-parleur actionné par la voix est en position d'émission au cours de la détermination des indices de force des sons (ERE ou indice de force des sons à l'émission), au besoin au moyen d'une phase de la porteuse ou d'une autre méthode.

Si l'efficacité à l'émission dépend du niveau du bruit de salle, les mesures doivent être faites dans une salle anéchoïde, afin de compenser l'augmentation prévisible du niveau vocal dans un environnement bruyant.

Pour mesurer les équivalents de référence des postes téléphoniques à haut-parleur, le niveau de conversation doit être celui qui est spécifié pour les mesures des combinés téléphoniques.

L'utilisateur ne doit pas avoir la possibilité de régler l'efficacité à l'émission.

3 Efficacité à la réception

L'efficacité à la réception d'un poste téléphonique à haut-parleur sans régulation automatique du gain doit pouvoir être réglée dans une gamme de 15 à 30 dB. Cette gamme doit s'étendre de la valeur de l'équivalent de référence à la réception (ERR) qui est égale à celle du combiné téléphonique correspondant à une valeur d'ERR meilleure d'environ 10 dB. Ces valeurs s'appliquent aux indices de force des sons.

Remarque 1 – En principe, l'ERR du poste téléphonique à haut-parleur doit être égal à l'ERR du combiné téléphonique correspondant dans une salle silencieuse. La gamme des niveaux de bruit de salle que l'on rencontre d'ordinaire dans les bureaux nécessite cependant un gain supplémentaire d'au moins 10 dB.

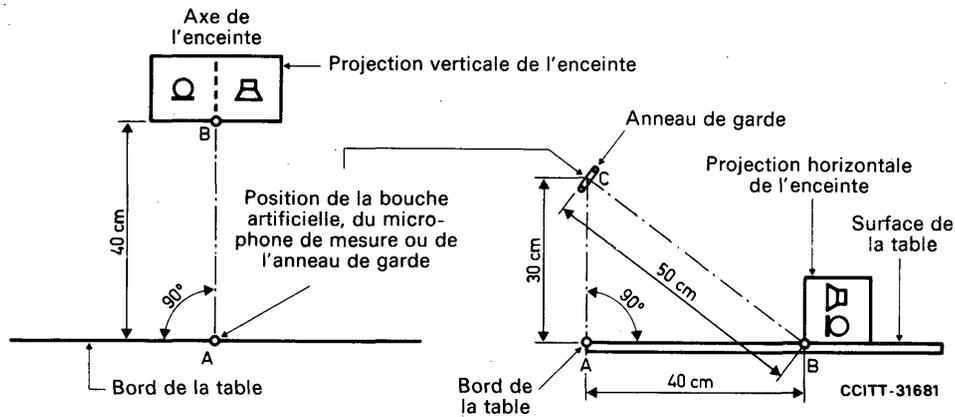
Les distances de mesure doivent être celles qu'indique la figure 1/P.34.

Lors d'essais subjectifs visant à déterminer l'ERR ou l'indice de force des sons à la réception, le niveau d'audition doit correspondre à la condition R25, mais un niveau supérieur de 10 dB peut être utilisé si l'équilibrage de la force des sons présente des difficultés au faible niveau d'audition spécifié.

Remarque 2 – L'équilibrage de la force des sons à la réception peut être facilité par l'emploi d'un système de référence intermédiaire pour le haut-parleur. La spécification d'un tel système n'entre pas dans le cadre du présent Avis.

S'agissant de postes téléphoniques à haut-parleur bénéficiant d'une régulation automatique de gain pour le niveau de réception (gain commandé par la tension des sons vocaux entrants), les équivalents de référence ou les indices de force des sons ne sont pas toujours applicables. En pareil cas, le poste téléphonique à haut-parleur doit être conçu de telle sorte que le niveau d'audition correspondant à la ligne de longueur maximale prévue pour le poste téléphonique à haut-parleur puisse être réglé à un niveau de pression sonore de 65 dB environ pour un bruit de salle de 45 dB (A), ou à un niveau de 70 dB pour un bruit de salle de 55 dB (A).

Il convient de s'assurer que le poste téléphonique à haut-parleur est en position de réception pendant les mesures.



Remarque 1 - La table doit avoir un revêtement dur (par exemple de bois poli) et une surface au moins égale à 1 m².

Remarque 2 - Si les projections de l'enceinte ne sont pas rectangulaires, le point B est placé à l'intersection de la ligne médiane passant par l'enceinte et du contour de la projection verticale de l'enceinte.

Remarque 3 - En principe, l'efficacité à la réception peut être évaluée au moyen de mesures objectives, bien qu'il soit difficile de simuler ou de calculer les effets de diffraction autour de la tête de la personne qui écoute. Aucune méthode objective particulière ne peut donc être recommandée. Le problème de la mesure est à l'étude au titre de la Question 17/XII [2].

Remarque 4 - Le bord de la face antérieure de l'enceinte doit être perpendiculaire à la ligne A-B.

Remarque 5 - L'écran acoustique du microphone de mesure, la position équivalente des lèvres de la bouche artificielle et l'anneau de garde (c'est-à-dire les lèvres) doivent être placés au point C, perpendiculairement à la ligne C-B, pour les évaluations subjectives (indices à l'émission, à la réception ou autres essais subjectifs).

Remarque 6 - Au cours des essais, l'acoustique de la salle ne doit pas avoir une influence prépondérante.

Remarque 7 - Si ce montage est utilisé pour enregistrer les réponses en fréquence, les effets de diffraction due à la table sont susceptibles de provoquer de fortes fluctuations de l'onde.

Remarque 8 - Dans certains cas, par exemple quand le haut-parleur se compose de deux enceintes, il pourrait être préférable d'utiliser pour le poste téléphonique à haut-parleur une position autre que celle qu'indique la figure. Néanmoins, le bord antérieur du poste téléphonique à haut-parleur (ou de ses deux parties, le cas échéant) doit être tangent à un cercle de 40 cm de rayon.

FIGURE 1/P.34

Montage pour les mesures objectives et les essais subjectifs

Références

- [1] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.
- [2] CCITT - Question 17/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

SECTION 3

ÉTALONS DE TRANSMISSION

Avis P.41

DESCRIPTION DE L'ARAEN

(modifié à Genève, 1980)

Un ensemble d'équipements qui est conservé au laboratoire du CCITT est connu, pour des raisons historiques, sous la désignation d'ARAEN (appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté). En fait, l'ARAEN est utilisé dans la constitution:

- soit du NOSFER pour la détermination d'équivalents de référence (voir l'Avis P.42),
- soit du SRAEN pour la détermination d'AEN (voir l'Avis P.44).

L'ARAEN comprend trois parties principales:

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

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

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

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

- a) avec une oreille artificielle pour observer le fonctionnement des récepteurs à bobine mobile, et
- b) avec un coupleur clos pour observer le fonctionnement des microphones.

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

Le document cité en [1] décrit la méthode d'étalonnage absolu de l'ARAEN au laboratoire du CCITT. Les étalonnages effectués au laboratoire sont destinés essentiellement à vérifier la stabilité des microphones à bobine mobile, ainsi que celle des récepteurs, dans des conditions particulières de mesure.

Ce système est défini d'une façon rigoureuse dans les documents conservés au secrétariat du CCITT et au laboratoire du CCITT.

1 Le système de transmission

Ce système de transmission se compose essentiellement des organes dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau 1/P.41 et dont l'interconnexion est réalisée, conformément au schéma de la figure 1/P.41, au moyen d'un panneau de commutation de ligne.

2 Equipement destiné à fournir le bruit de salle et divers circuits d'intercommunication

Cet équipement, dont le schéma des connexions est donné par la figure 2/P.41, comprend:

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

3 Equipement d'étalonnage

La figure 3/P.41 représente la disposition générale de l'équipement électroacoustique d'étalonnage. La méthode d'emploi de cet équipement au laboratoire du CCITT est décrite en [1].

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

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

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

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

oreille artificielle — C'est un dispositif présentant à un récepteur téléphonique une impédance acoustique de charge équivalant à celle d'une oreille humaine, et permettant de mesurer la pression acoustique en un point spécifié, à l'intérieur de cette oreille artificielle, au moyen d'un microphone à sonde.

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

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

TABLEAU 1/P.41

Organe	Caractéristiques du fonctionnement
Microphone Standard Telephone and Cables type 4021 E	Distorsion d'affaiblissement ± 2.5 dB dans la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz (ramenée entre des limites encore plus rapprochées par un correcteur de distorsion d'affaiblissement séparé)
Amplificateur microphonique	Impédance d'entrée: grande par rapport à l'impédance de 20 ohms du microphone Impédance de sortie: 600 ± 50 ohms dans toute la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz Le gain a une valeur fixe Gain sans contre-réaction: 68 dB Gain avec contre-réaction: $47 \pm 0,2$ dB dans toute la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz Niveau maximal du bruit à la sortie (l'entrée étant bouclée sur une résistance de 20 ohms): -82 dB par rapport à 1 volt aux bornes d'une résistance de 600 ohms
Amplificateur d'émission (ou de réception)	Impédances d'entrée et de sortie: 600 ± 50 ohms Gain sans contre-réaction: 100 dB Gain maximal avec contre-réaction: 64 dB Distorsion d'affaiblissement: $\pm 0,3$ dB dans toute la bande des fréquences de 50 à 6000 Hz Intervalle de réglage du gain: 48 dB (par échelons de 0,2 dB)
Récepteur téléphonique Standard Telephone and Cables type 4026 A	Distorsion d'affaiblissement (quand le récepteur est appliqué sur une oreille humaine): ± 5 dB dans la bande des fréquences de 80 à 6000 Hz (avant correction de la distorsion d'affaiblissement)

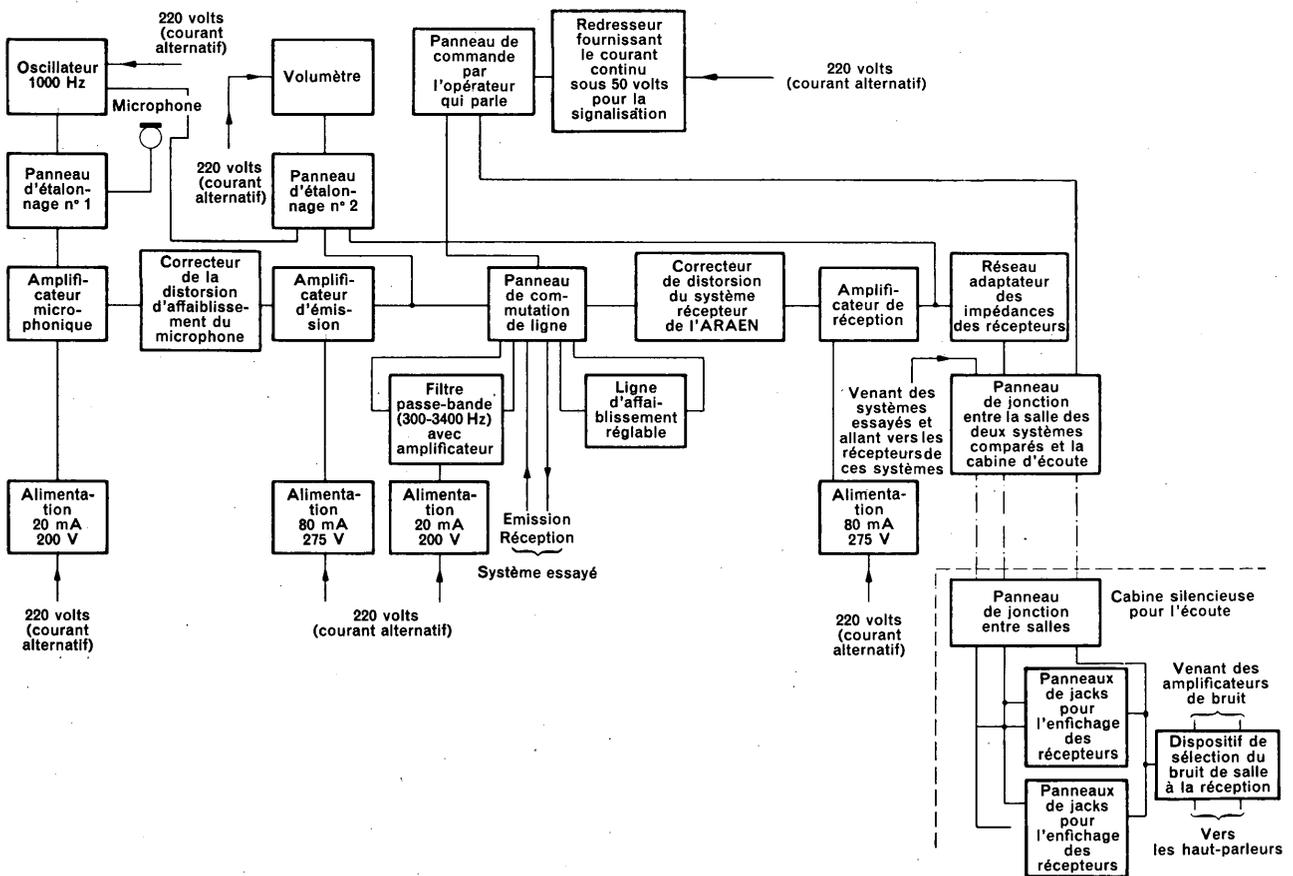
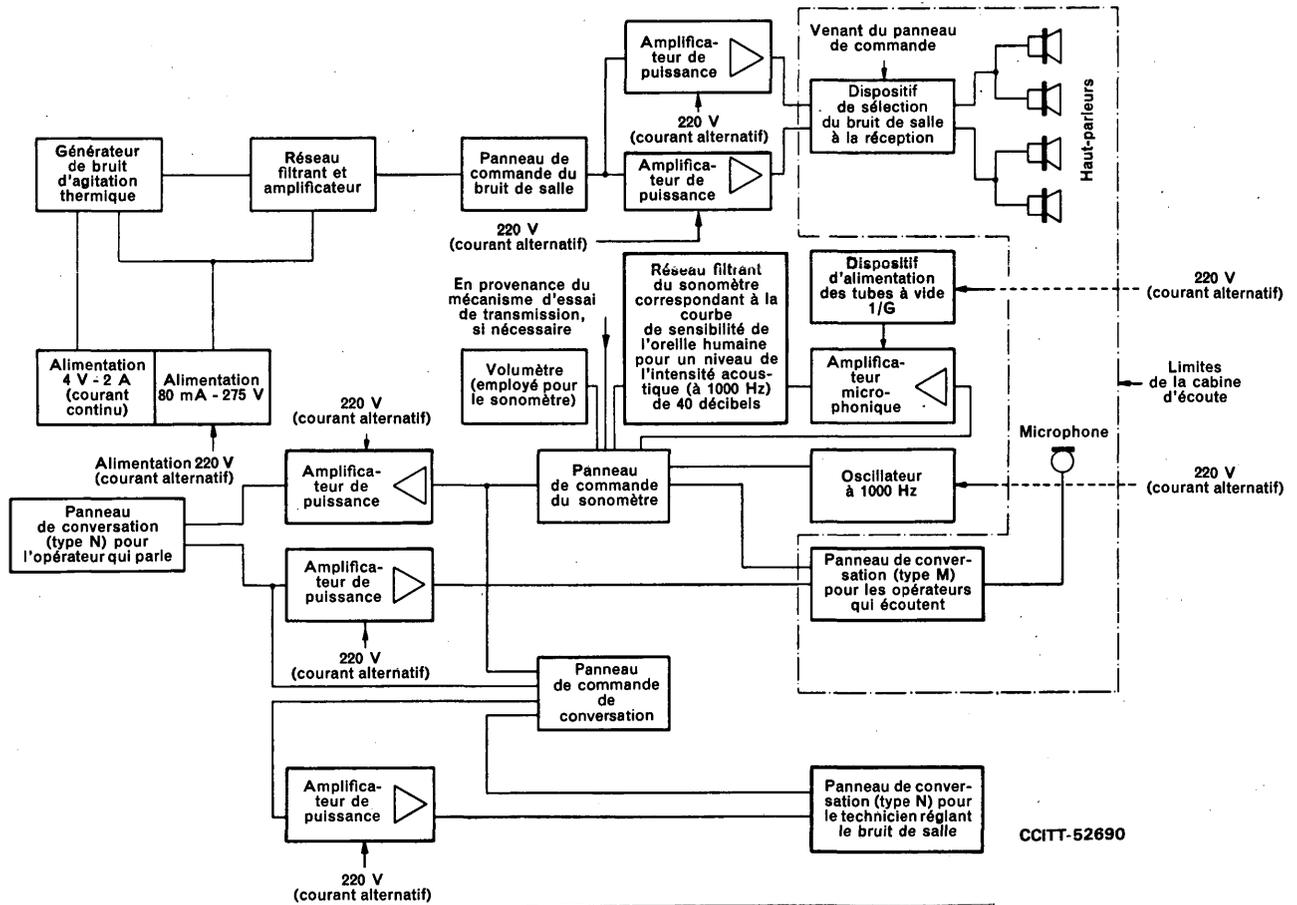


FIGURE 1/P.41

Schéma de l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (ARAEN)

CCITT-52680



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

FIGURE 2/P.41
 Equipement pour la production et la mesure du bruit de salle, et pour les conversations de service entre opérateurs

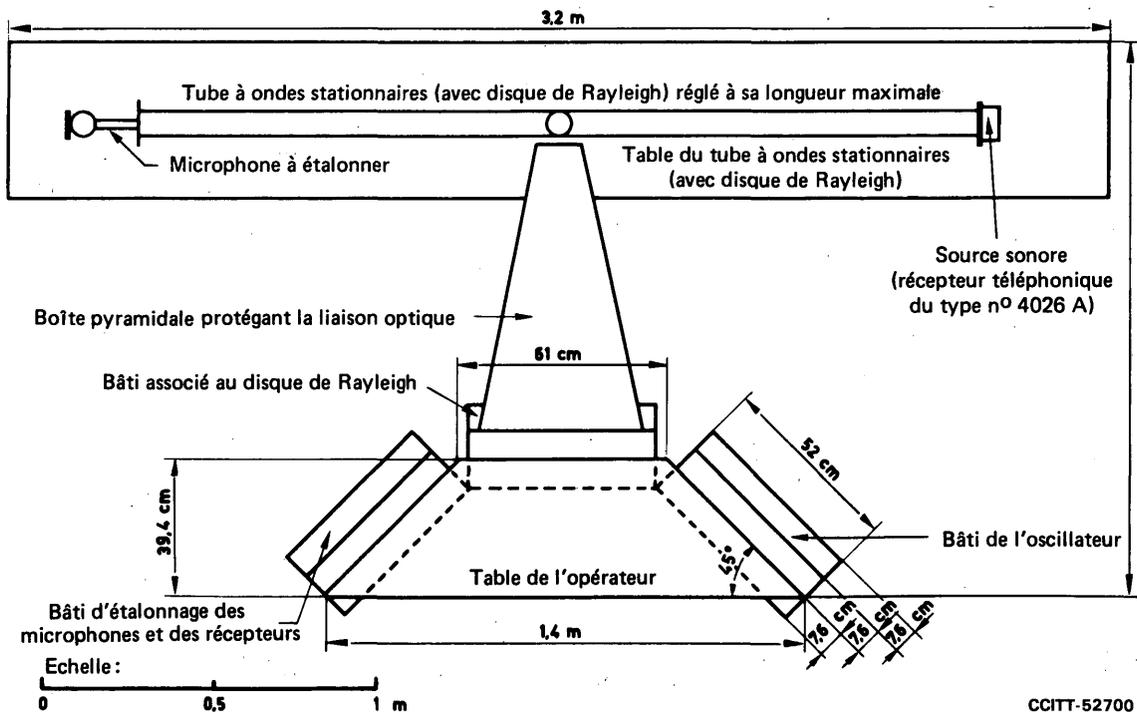


FIGURE 3/P.41
 Plan de l'équipement pour l'étalonnage des microphones et des récepteurs de l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (ARAEN)

Remarque – Il est quelquefois commode, quand on emploie un système téléphonique de référence pour des essais de netteté, d'enregistrer les paroles prononcées par l'opérateur pour l'aider dans son entraînement à prononcer correctement. Un appareil d'enregistrement convenant pour être employé en conjugaison avec le microphone et les récepteurs téléphoniques de l'ARAEN existe et a été envoyé au laboratoire du CCITT. On ne devrait pas considérer cet appareil comme faisant partie spécifiquement de l'ARAEN.

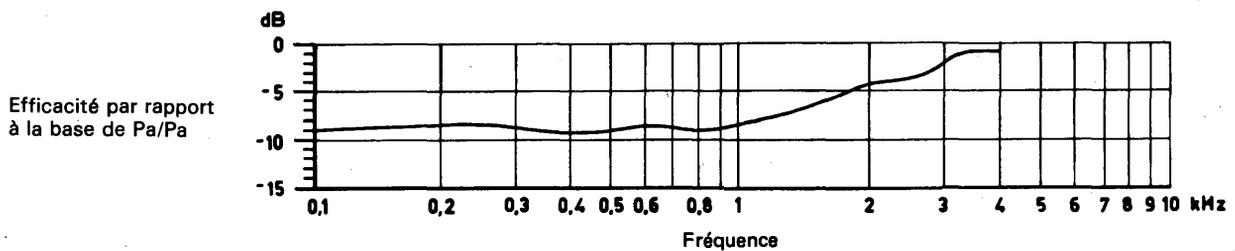
4 Efficacité théorique de l'ARAEN complet

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

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

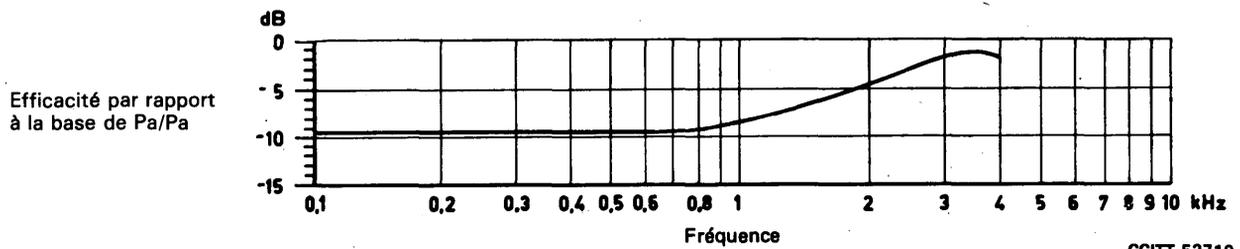
$$20 \log_{10} \frac{100}{33,5} = 9,5 \text{ dB}$$

Si l'on tient compte de l'effet produit par la tête de l'opérateur qui écoute d'après la courbe *b* de la figure 4/P.41, on a les valeurs du tableau 2/P.41.



a) Courbe caractéristique de fonctionnement de l'ensemble de l'ARAEN, avec le microphone n° 1284 (modèle 4021 E) et un récepteur téléphonique typique (du modèle 4026 A), le filtre passe-bande n'étant pas inséré^{a)}.

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



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

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

FIGURE 4/P.41

Appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (ARAEN)

1) Le bord de la grille de protection du microphone se trouve à environ 30,5 cm des lèvres de l'opérateur qui parle.

TABLEAU 2/P.41

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

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

La tension vocale appliquée à l'entrée de la ligne et lue sur ce volumètre est de 1 volt lorsque l'opérateur parle avec la «puissance vocale de référence pour l'ARAEN» (voir l'Avis P.45). Dans ces conditions, la pression acoustique appliquée au diaphragme du microphone est égale à 0,1 pascal (0,1 Pa).

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

Le tableau 3/P.41 donne les valeurs de la pression acoustique (en dB par rapport à 1 Pa/volt) produite par un récepteur quand on applique à l'entrée de la partie électrique du système récepteur une tension de –30 dB par rapport à un volt, c'est-à-dire quand une pression de 0,1 Pa est appliquée au microphone.

TABLEAU 3/P.41

Fréquence	Tension à l'entrée du système récepteur (sortie de la ligne)	Affaiblissement total de la partie électrique du système récepteur	Tension appliquée à un récepteur	Efficacité moyenne du récepteur	Pression acoustique produite par un récepteur
Hz	dB par rapport à 1 volt	dB	dB par rapport à 1 volt	dB par rapport à 1 Pa/volt	dB par rapport à 1 Pa/volt
100	–30	25,8	–55,8	26,0	–29,8
300	–30	25,2	–55,2	26,1	–29,1
1000	–30	19,5	–49,5	21,2	–28,3
2000	–30	15,4	–45,4	21,4	–24,0

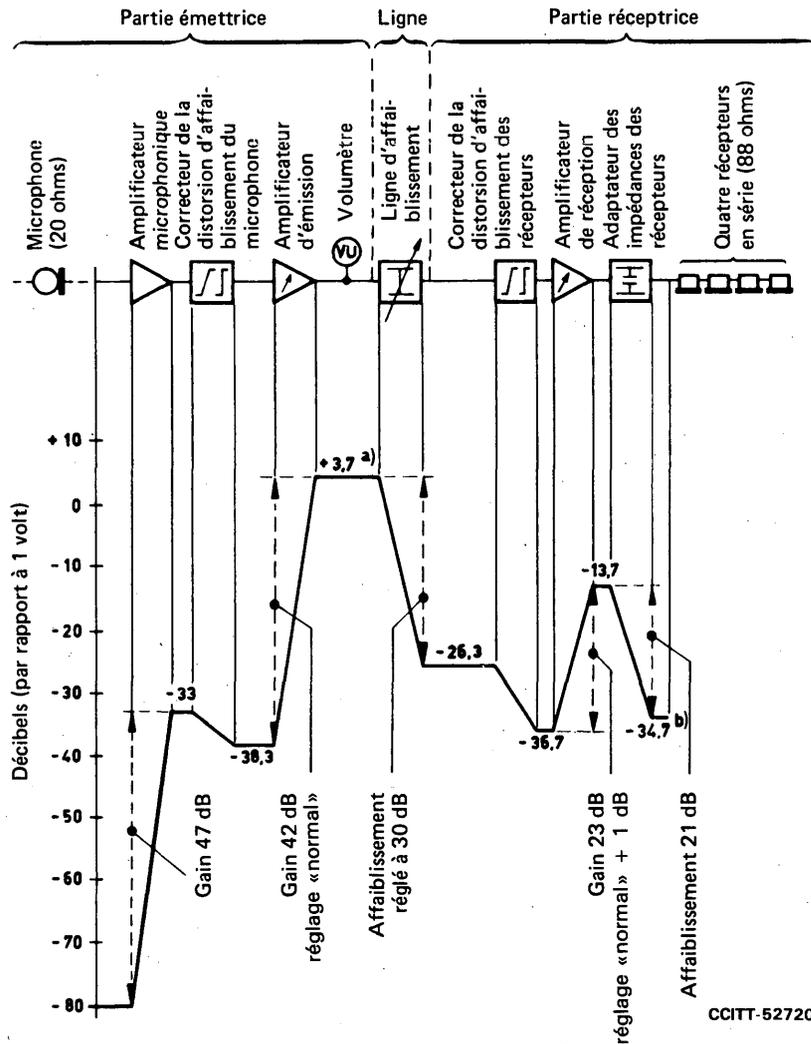
Le tableau 4/P.41 permet de comparer les valeurs théoriques indiquées ci-dessus pour l'affaiblissement de l'ensemble de l'ARAEN et les valeurs réelles de cet affaiblissement.

TABLEAU 4/P.41

Fréquence	Affaiblissement de l'ensemble de l'ARAEN		
	Valeur théorique	Valeur réelle	Valeur réelle corrigée pour tenir compte de la position de la sonde dans l'oreille artificielle ^{a)}
Hz	dB	dB	dB
100	9,5	9,8	9,8
300	9,5	9,1	9,1
1000	8,5	8,3	8,3
2000	4,9	4,0	4,3

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

En pratique, il est nécessaire de tenir compte, pour les réglages des gains des amplificateurs des systèmes émetteurs et récepteurs, des différences entre les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence individuelles des microphones et des récepteurs. Le laboratoire du CCITT dispose de la documentation nécessaire pour déterminer ces corrections d'après les petites variations d'efficacité des microphones et des récepteurs qui sont constatées lors des mesures d'étalonnage. La figure 5/P.41 donne l'hypsogramme de l'ARAEN dans sa position de réglage normal.



- a) Le volume mesuré en ce point est de 0 dB (par rapport à 1 volt) quand le microphone est branché et que l'opérateur parle avec la puissance vocale de référence pour l'ARAEN.
- b) Avec une tolérance de $\pm 1,0$ dB (le filtre passe-bande n'étant pas inséré).

Remarque - Les conditions de réglage utilisées sont les suivantes: amplificateur d'émission «normal», amplificateur de réception «normal» + 1 dB, affaiblisseur de ligne 30 dB.

FIGURE 5/P.41

Hypsogramme de l'ARAEN quand on applique au jack du microphone un signal de mesure sinusoïdal à 1000 Hz au niveau -80 dB par rapport à 1 volt

Référence

- [1] *Etalonnage absolu de l'ARAEN au laboratoire du CCITT*, Livre blanc, tome V, supplément n° 9, UIT, Genève, 1969.

SYSTÈMES POUR LA DÉTERMINATION DES ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE

(modifié à Mar del Plata, 1968 et Genève, 1980)

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

- 1) nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (en abrégé, NOSFER);
- 2) systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence;
- 3) systèmes-étalons de travail.

Le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (NOSFER) est le système utilisé au laboratoire du CCITT. Autrefois, les équivalents de référence étaient déterminés par rapport au système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique (SFERT), défini en [1].

Les valeurs d'équivalents de référence déterminées par comparaison, directe ou indirecte, avec le SFERT restent valables.

On utilisait aussi autrefois des systèmes de référence pour la transmission téléphonique qui sont décrits en [1].

1 Nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (NOSFER)

Ce système est constitué par l'ARAEN décrit dans l'Avis P.41 avec les modifications suivantes:

1.1 Système émetteur

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

Un réseau correcteur défini par les figures 1/P.42 et 2/P.42 et les tableaux 1/P.42 et 2/P.42 est inséré à la sortie de l'amplificateur d'émission.

Le volumètre de l'ARAEN, dont les caractéristiques sont indiquées en [2], est placé en dérivation aux bornes de sortie du système émetteur du NOSFER.

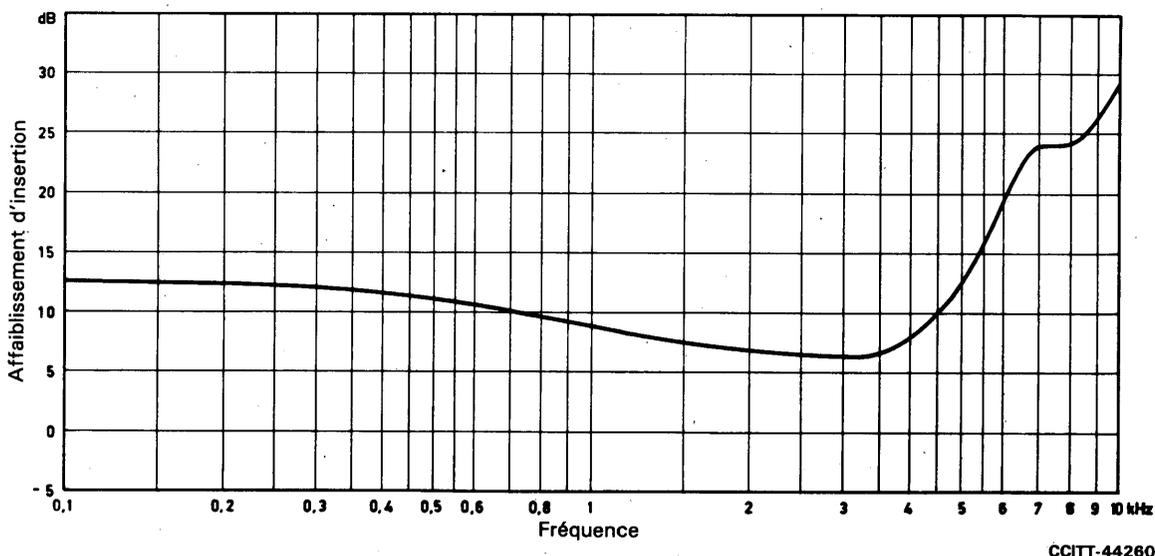


FIGURE 1/P.42

Courbe caractéristique de l'affaiblissement d'insertion (mesuré entre deux résistances pures de 600 ohms) du réseau correcteur du système émetteur du NOSFER

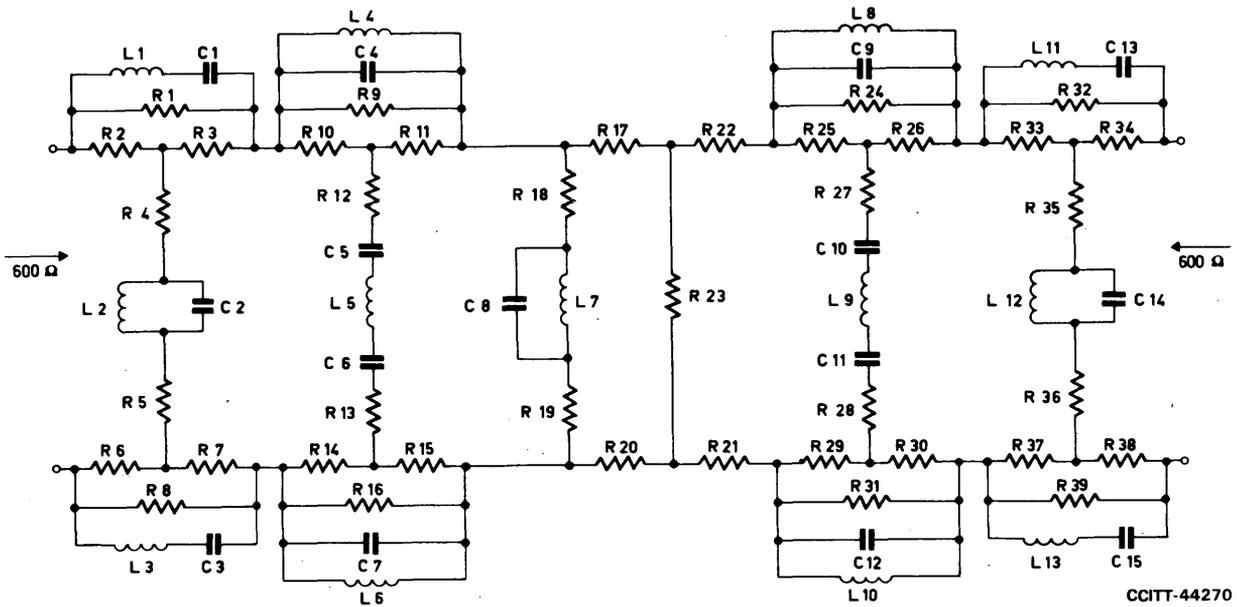


FIGURE 2/P.42

Schéma de principe du réseau correcteur du système émetteur du NOSFER

TABLEAU 1/P.42

Affaiblissement d'insertion du réseau correcteur du système émetteur du NOSFER
(mesuré au laboratoire du CCITT, entre deux résistances pures de 600 ohms)

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

TABLEAU 2/P.42

Valeurs des éléments constituant le réseau correcteur du système émetteur du NOSFER
(figure 2/P.42)

R			L					C			
(Non inductive)					Résistance en courant continu ohm	Facteur de qualité à la fréquence de résonance (f_r)	(f_r) Hz			μ F	
		ohm		mH							
R ₁	R ₈	372	L ₁	L ₃	2,265	0,61	106	3 900	C ₁	C ₃	0,736
R ₂	R ₃	300		L ₂	132,7	32,81	94,5	3 900		C ₂	0,0126
R ₄	R ₅	241,5	L ₄	L ₆	9,09	2,37	209	10 000	C ₄	C ₇	0,0217
R ₆	R ₇	300		L ₅	5,01	1,31	205	10 000	C ₅	C ₆	0,101
R ₉	R ₁₆	3477		L ₇	4,04	1,02	203	10 000		C ₈	0,1475
R ₁₀	R ₁₁	300	L ₈	L ₁₀	4,33	1,10	157	6 700	C ₉	C ₁₂	0,1298
R ₁₂	R ₁₃	25,88		L ₉	23,4	5,54	159	6 700	C ₁₀	C ₁₁	0,0483
R ₁₄	R ₁₅	300	L ₁₁	L ₁₃	5,25	1,34	92,5	3 850	C ₁₃	C ₁₅	0,318
R ₁₇	R ₂₀	13,81		L ₁₂	55,8	13,94	88,5	3 850		C ₁₄	0,029
R ₁₈	R ₁₉	579									
R ₂₁	R ₂₂	13,81									
	R ₂₃	6505									
R ₂₄	R ₃₁	765									
R ₂₅	R ₂₆	300									
R ₂₇	R ₂₈	113									
R ₂₉	R ₃₀	300									
R ₃₂	R ₃₉	125									
R ₃₃	R ₃₄	300									
R ₃₅	R ₃₆	722									
R ₃₇	R ₃₈	300									
Tolérances		± 0,5 %			± 0,5 %						± 0,5 %

1.2 Système récepteur

Un réseau correcteur défini par les figures 3/P.42 et 4/P.42 et les tableaux 3/P.42 et 4/P.42 est inséré à l'entrée de l'amplificateur de réception à la place du réseau correcteur de distorsion du système récepteur de l'ARAEN¹⁾ (voir la figure 1/P.41). Contrairement au système ARAEN, un seul récepteur est utilisé dans le NOSFER; les trois autres récepteurs tels qu'utilisés dans le système ARAEN sont remplacés, dans ce cas, par une résistance de 66 ohms.

¹⁾ Dans la constitution actuelle de l'ARAEN, ce réseau remplit deux fonctions:

- il corrige la distorsion des récepteurs de l'ARAEN et,
- il tient compte, pour une transmission dans l'air libre sur une distance égale à un mètre d'air, de la déformation du champ acoustique due à la présence de la tête de l'opérateur qui écoute.

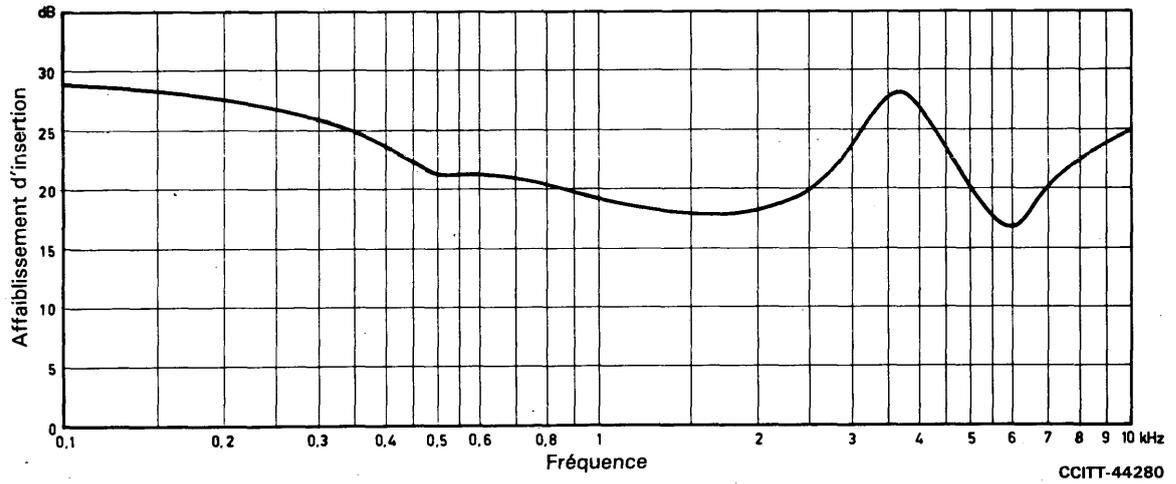


FIGURE 3/P.42

Courbe caractéristique de l'affaiblissement d'insertion (entre deux résistances de 600 ohms) du réseau correcteur du système récepteur du NOSFER

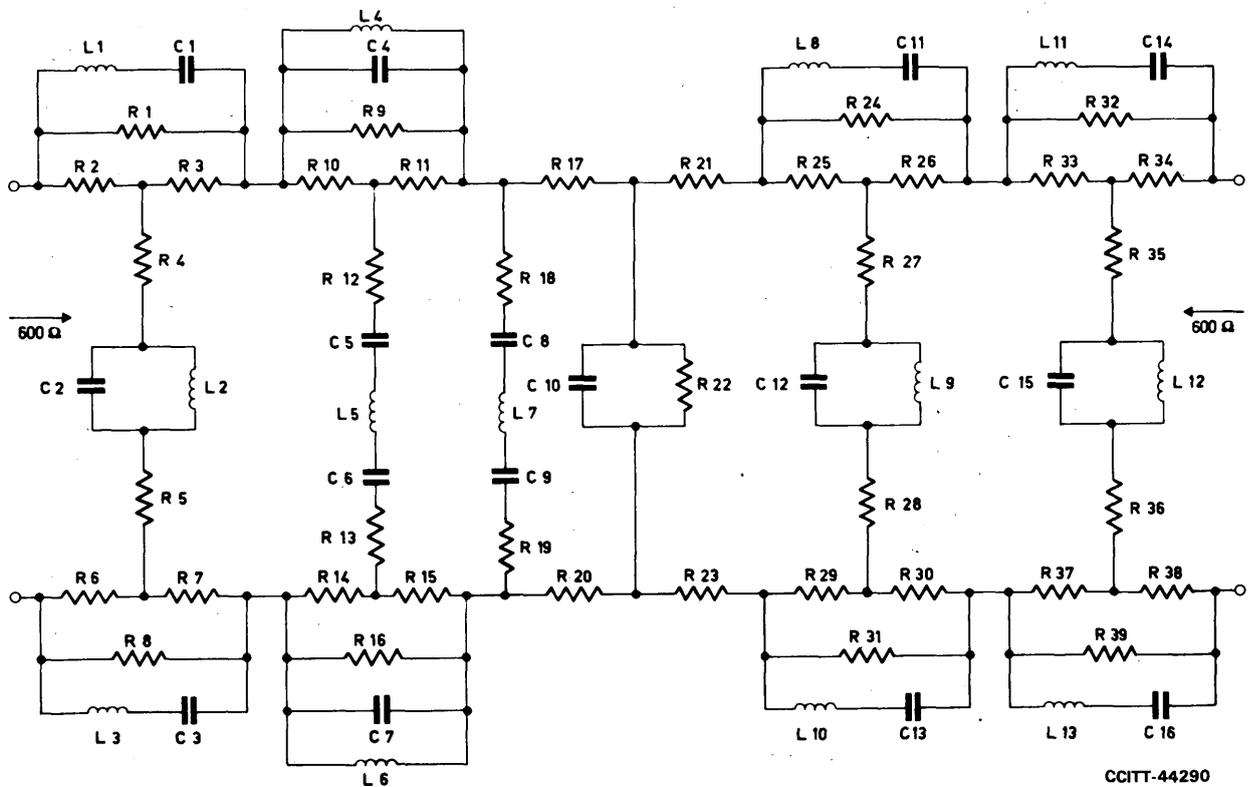


FIGURE 4/P.42

Schéma de principe du réseau correcteur du système récepteur du NOSFER

TABLEAU 3/P.42

Affaiblissement d'insertion du réseau correcteur du système récepteur du NOSFER
(mesuré au laboratoire du CCITT, entre deux résistances de 600 ohms)

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

TABLEAU 4/P.42

Valeurs des éléments constituant le réseau correcteur du système récepteur du NOSFER
(figure 4/P.42)

R		L					C				
(Non inductive)				Résistance en courant continu ohm	Facteur de qualité à la fréquence de résonance (f_r)	(f_r)					
	ohm		mH			Hz			μF		
R ₁	R ₈	1071	L ₁	L ₃	10,64	2,63	50,5	2000	C ₁	C ₃	0,5956
R ₂	R ₃	300	L ₂		107,2	29,61	43,6	2000	C ₂		0,05906
R ₄	R ₅	84	L ₄	L ₆	7,975	1,90	90	3700	C ₄	C ₇	0,2318
R ₆	R ₇	300	L ₅		41,74	11,42	81,6	3700	C ₅	C ₆	0,08862
R ₉	R ₁₆	764,5	L ₇		658	167,2	71	3300	C ₈	C ₉	0,00709
R ₁₀	R ₁₁	300	L ₈	L ₁₀	18,27	5,16	122	5900	C ₈	C ₁₀	0,022
R ₁₂	R ₁₃	117,8	L ₉		7,171	1,78	136	5900	C ₁₁	C ₁₃	0,03984
R ₁₄	R ₁₅	300	L ₁₁	L ₁₃	91,2	23,6	12,1	500	C ₁₁	C ₁₂	0,1015
R ₁₇	R ₂₀	108,8	L ₁₂		200	54,34	11,4	500	C ₁₄	C ₁₆	1,111
R ₁₈	R ₁₉	1650							C ₁₄	C ₁₅	0,5068
R ₂₁	R ₂₃	108,8									
R ₂₂		718,4									
R ₂₄	R ₃₁	411,4									
R ₂₅	R ₂₆	300									
R ₂₇	R ₂₈	218,8									
R ₂₉	R ₃₀	300									
R ₃₂	R ₃₉	100,2									
R ₃₃	R ₃₄	300									
R ₃₅	R ₃₆	898									
R ₃₇	R ₃₈	300									
Tolérances	± 0,5 %			± 0,5 %							± 0,5 %

2 Réglage normal du NOSFER

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

2.1 Efficacité du système émetteur du NOSFER

Comme il est indiqué ci-dessus, le réglage du gain de l'amplificateur d'émission n'est pas modifié lorsqu'on passe de la constitution du système émetteur de l'ARAEN à la constitution du système émetteur du NOSFER.

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

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

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

- Prendre la moyenne arithmétique des trois valeurs de l'efficacité du microphone (exprimée en dB par rapport à 1 volt/Pa) mesurées dans le champ acoustique libre aux fréquences 100, 300 et 900 Hz; en soustraire 6,1 dB représentant l'affaiblissement d'insertion moyen pour ces trois fréquences du réseau correcteur de distorsion du microphone.
- Changer de signe le résultat obtenu sous a) [pour obtenir la valeur à laquelle doit être réglé le gain de l'amplificateur d'émission] et en retrancher 89 dB (réglage normal); on détermine ainsi la correction qui doit être apportée au réglage de l'amplificateur d'émission.

TABLEAU 5/P.42

Hz	Gain nominal de l'ensemble (préamplificateur du microphone-amplificateur d'émission) (dB)	Efficacité du microphone (n° 1292) en champ libre (dB par rapport à 1 volt/Pa)	Affaiblissement du réseau correcteur du microphone (dB)	(2) - 20 - (3)	Correction à apporter au réglage de l'amplificateur d'émission (avec le microphone n° 1292)
	1	2	3	4	5
100	89,0	-65,2	4,5	-89,7	-(-89,2) - 89
300	89,0	-61,1	8,0	-89,1	
900	89,0	-63,0	5,8	-88,8	
Moyennes	89,0	^{a)} S _M = -63,1	6,1	-89,2	x = +0,2

a) $dBV = S_M - 20$
 $dBV + 47 - 6,1 + 42 + x = 0$

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

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

Le tableau 6/P.42 donne les valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du NOSFER, calculées à chaque fréquence à partir de la valeur moyenne (pour un certain nombre de microphones) de l'efficacité en champ acoustique libre.

TABLEAU 6/P.42

Valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du NOSFER, calculées à partir des valeurs d'efficacité moyenne d'un certain nombre de microphones, mesurée en champ libre à 140 mm de l'anneau de garde

Hz	Gain de la partie électrique du système émetteur (l'amplificateur d'émission est réglé sur normal + 0,4)	Efficacité moyenne d'un certain nombre de microphones mesurée en champ acoustique libre ^{a)} (dB par rapport à 1 volt/Pa)	Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/Pa) (1 + 2)
	1	2	3
80	+73,2	-66,8	6,4
100	+72,9	-65,6	7,3
120	+72,4	-64,6	7,8
200	+70,8	-62,4	8,4
300	+69,5	-61,6	7,9
400	+69,6	-61,7	7,9
500	+70,4	-61,7	8,7
600	+71,5	-61,5	10,0
700	+72,6	-62,0	10,6
800	+73,7	-62,3	11,4
900	+74,5	-62,7	11,8
1000	+75,4	-63,4	12,0
1500	+77,9	-65,8	12,1
2000	+79,2	-66,6	12,6
2500	+79,9	-67,4	12,5
3000	+80,2	-66,5	13,7
3500	+80,2	-66,0	14,2
4000	+79,1	-65,9	13,2
4500	+77,2	-65,6	11,6
5000	+74,5	-65,4	9,1
5500	+71,4	-65,9	5,5
6000	+67,5	-65,6	1,0
6500	+65,0	-64,3	0,7
7000	+62,9	-64,7	-1,8

a) Valeurs extraites de la publication citée en [4].

Le tableau 7/P.42 donne les valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du NOSFER, déterminées à partir de l'efficacité du microphone n° 1292, mesurée, d'une part, en champ libre (valeurs fournies par le Post Office du Royaume-Uni) et, d'autre part, sur le coupleur clos. Le gain de l'amplificateur d'émission est réglé à la valeur correspondant à ce microphone («normal» +0,2).

TABLEAU 7/P.42

Valeurs caractéristiques définissant la variation, en fonction de la fréquence, de l'efficacité du système émetteur du NOSFER, calculées à partir des valeurs d'efficacité du microphone particulier (n° 1292) situé à 140 mm de l'anneau de garde

Hz	Gain de la partie électrique du système émetteur (l'amplificateur d'émission est réglé sur normal +0,2)	Efficacité du microphone n° 1292 mesurée en champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/Pa)	Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre pour le microphone associé n° 1292 (1+2)	Efficacité du microphone n° 1292 mesurée sur le coupleur clos (dB par rapport à 1 volt/Pa)	Efficacité du système émetteur avec le microphone associé n° 1292 mesurée sur le coupleur clos (1+4)
	1	2	3	4	5
80	+73,0	-66,8	6,2	-69,9	3,1
100	+72,7	-65,2	7,5	-67,7	5,0
120	+72,2	-63,9	8,3	-66,2	6,0
200	+70,6	-61,6	9,0	-63,3	7,3
300	+69,3	-61,1	8,2	-62,6	6,7
400	+69,4	-61,5	7,9	-62,6	6,8
500	+70,2	-61,1	9,1	-62,6	7,6
600	+71,3	-61,0	10,3	-62,6	8,7
700	+72,4	-61,7	10,7	-62,7	9,7
800	+73,5	-62,6	10,9	-62,8	10,7
900	+74,3	-63,0	11,3	-63,0	11,3
1000	+75,2	-63,2	12,0	-63,2	12,0
1500	+77,7	-65,6	12,1	-64,6	13,1
2000	+79,0	-66,7	12,3	-65,8	13,2
2500	+79,7	-67,8	11,9	-66,2	13,5
3000	+80,0	-66,6	13,4	-65,9	14,1
3500	+80,0	-65,3	14,7	-65,3	14,7
4000	+78,9	-65,0	13,9	-65,0	13,9
4500	+77,0	-64,9	12,1	-64,6	12,4
5000	+74,3	-64,7	9,6	-64,1	10,2
5500	+71,2	-66,0	5,2	-63,0	8,2
6000	+67,3	-64,8	2,5	-59,2	8,1
6500	+64,8	-63,2	1,6	-56,6	8,2
7000	+62,7	-64,7	-2,0		

Le tableau 8/P.42 donne à titre d'information l'efficacité du système émetteur déterminée à partir des mesures effectuées dans la chambre à parois absorbantes et avec la bouche artificielle utilisée par l'Administration suisse, le microphone étant placé à 14 cm de cette bouche avec sa grille horizontale. La pression acoustique était mesurée avant que le microphone soit mis en place.

La bouche artificielle est décrite en [3].

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

TABLEAU 8/P.42

Hz	Gain de la partie électrique du système émetteur (dB)	Efficacité du microphone n° 1292 mesurée en champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/Pa)	Efficacité du système émetteur dans le champ acoustique libre (dB par rapport à 1 volt/Pa) (1 + 2)
	1	2	3
100	+72,7	-65,6	7,1
200	+70,6	-62,9	7,7
300	+69,3	-62,4	6,9
400	+69,4	-62,9	6,5
500	+70,2	-63,6	6,6
600	+71,3	-63,7	7,6
700	+72,4	-63,6	8,8
800	+73,5	-63,6	9,9
900	+74,3	-64,4	9,9
1000	+75,2	-64,8	10,4
1100	+75,9	-65,2	10,7
1200	+76,5	-65,7	10,8
1300	+77,0	-65,7	11,3
1400	+77,3	-66,2	11,1
1500	+77,7	-66,3	11,4
1800	+78,7	-67,3	11,4
2000	+79,0	-67,3	11,7
2200	+79,2	-67,6	11,6
2500	+79,7	-67,0	12,7
2700	+79,8	-67,4	12,4
3000	+80,0	-66,4	13,6
3300	+80,0	-66,6	13,4
3500	+80,0	-69,6	10,4
4000	+78,9	-64,9	14,0
4500	+77,0	-64,8	12,2
5000	+74,3	-67,1	7,2
5500	+71,2	-67,2	4,0
6000	+67,3	-64,0	3,3
6500	+64,8	-	-
7000	+62,7	-62,7	0,0
8000	+62,4	-67,0	-4,6
10000	+56,9	-72,6	-15,7

La figure 5/P.42 donne les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence du système émetteur du NOSFER, calculées à partir des valeurs d'efficacité du microphone mesurées dans diverses conditions d'étalonnage.

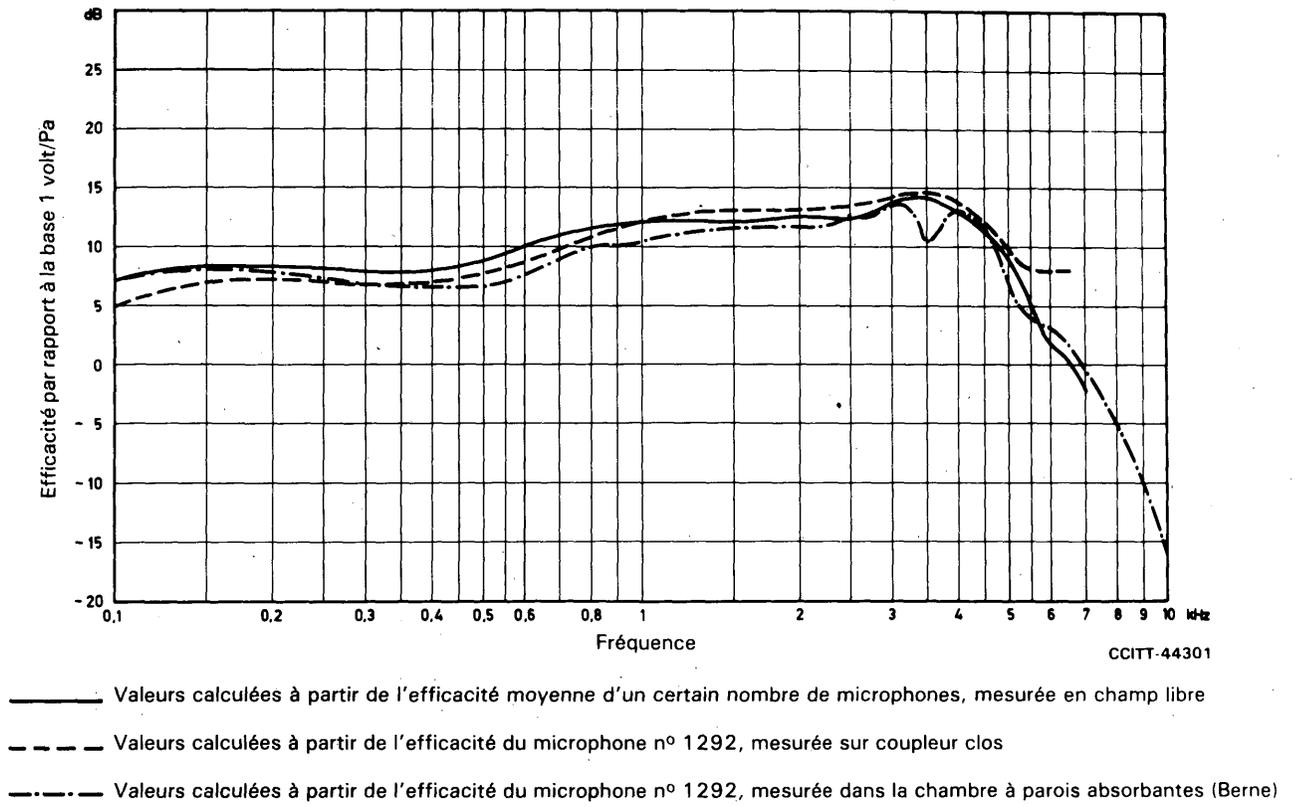


FIGURE 5/P.42

Courbe caractéristique de fonctionnement du système émetteur du NOSFER

2.2 Efficacité du système récepteur du NOSFER

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

Le tableau 9/P.42 (colonne 5) donne les valeurs caractéristiques définissant l'efficacité du système récepteur du NOSFER. Les valeurs d'efficacité du récepteur dont il est tenu compte dans le calcul sont extraites de [4].

TABLEAU 9/P.42

Hz	Gain de la partie électrique du système récepteur (terminal sur 88 ohms)	Correction de 12 dB à la sortie de l'adaptateur des impédances des récepteurs (quatre récepteurs en série)	Efficacité moyenne, -1 dB, d'un récepteur (dB par rapport à 1 Pa/volt)	Efficacité nominale du système récepteur (dB par rapport à 1 Pa/volt) (1) + (2) + (3)
	1	2	3	4
80	-12,5	-12,0	25,4	0,9
100	-12,2		26,0	1,8
120	-12,0		26,3	2,3
200	-10,8		26,6	3,8
300	-8,8		26,1	5,3
400	-6,9		25,3	6,4
700	-4,0		23,1	7,1
1000	-2,8		21,2	6,4
1500	-1,2		20,0	6,8
2000	-1,1		21,4	8,3
2500	-3,0		23,3	8,3
3000	-6,7		25,9	7,2
3500	-11,2		27,8	4,6
4000	-10,7		27,9	5,2
4500	-7,0		27,0	8,0
5000	-3,7		25,5	9,8
5500	-2,0		26,3	12,3
6000	-0,3		28,2	15,9
6500	-1,9		32,0	18,1
7000	-3,8	-12,0	35,2	19,4
Moyenne des efficacités aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz			23,7	5,4

Ces valeurs correspondent à l'efficacité moyenne, diminuée de 1 dB, d'un certain nombre de récepteurs. L'efficacité nominale moyenne d'un récepteur, aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz, est fixée à 23,7 dB par rapport à 1 Pa/V.

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

Lorsque la caractéristique d'un récepteur se trouve dans les limites fixées, on adapte au récepteur une ligne d'affaiblissement spéciale variable par échelons de 0,25 dB, de façon que la valeur moyenne de son efficacité aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz soit égale à +23,7 dB \pm 0,4 dB par rapport à 1 Pa/V.

Le tableau 10/P.42 donne les valeurs caractéristiques définissant l'efficacité du système récepteur du NOSFER, avec le jeu des quatre récepteurs différents que possède le laboratoire du CCITT.

La figure 6/P.42 donne les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence du système récepteur du NOSFER.

2.3 Hypsogramme du NOSFER

La figure 7/P.42 donne l'hypsogramme théorique du NOSFER.

TABLEAU 10/P.42

Hz	Gain de la partie électrique du système récepteur (terminée sur les 4 récepteurs en série)	Gain de la partie électrique du système récepteur relatif à chaque voie d'écoute (quatre récepteurs en série)				Efficacité des récepteurs (dB par rapport à 1 Pa/volt)				Efficacité du système récepteur avec chacun des quatre récepteurs (dB par rapport à 1 Pa/volt)				Moyennes des efficacités du système récepteur avec les 4 récepteurs (dB par rapport à 1 Pa/volt)
		Récepteurs n°s				Récepteurs n°s				Récepteurs n°s				
		936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	936	946	1039	1140	
100	-12,3	-24,3	-24,4	-25,0	-24,8	25,0	25,5	25,5	27,5	0,7	1,1	0,5	2,7	1,2
200	-11,0	-22,7	-22,8	-23,2	-23,1	26,1	26,9	26,6	26,4	3,4	4,1	3,4	3,0	3,5
300	-9,3	-20,9	-21,0	-21,7	-21,6	25,5	26,0	25,1	25,6	4,6	5,0	3,4	4,0	4,2
400	-7,3	-18,9	-19,0	-19,8	-19,7	25,2	25,4	26,2	25,1	6,3	6,4	5,4	5,4	5,9
500	-5,0	-16,6	-16,7	-17,3	-17,2	24,5	24,5	24,5	23,5	7,9	7,0	7,2	6,3	7,3
600	-4,8	-16,4	-16,6	-17,1	-17,0	23,9	24,0	23,8	23,5	7,5	7,4	6,7	6,5	7,0
700	-4,4	-16,0	-16,2	-16,8	-16,7	23,5	23,5	23,0	23,0	7,5	7,3	6,2	6,0	6,8
800	-3,8	-15,4	-15,6	-16,2	-16,1	22,7	22,7	22,4	22,0	7,3	7,1	6,2	5,9	6,6
900	-3,2	-14,8	-15,0	-15,7	-15,5	22,4	22,2	22,0	21,5	7,6	7,2	6,3	6,0	6,8
1000	-2,7	-14,3	-14,4	-15,0	-14,9	22,0	21,8	21,5	21,0	7,7	7,4	6,5	6,1	6,9
1100	-2,3	-13,9	-14,0	-14,7	-14,6	21,5	21,5	21,0	20,7	7,6	7,5	6,3	6,1	6,9
1200	-1,8	-13,5	-13,6	-14,3	-14,2	21,0	21,0	20,7	20,5	7,5	7,4	6,4	6,3	6,9
1300	-1,6	-13,2	-13,3	-14,0	-13,9	21,0	21,0	20,6	20,1	7,8	7,7	6,6	6,2	7,1
1500	-1,1	-12,8	-12,9	-13,6	-13,4	20,7	20,8	20,5	19,4	7,9	7,9	6,9	6,0	7,2
1800	-1,0	-12,7	-12,8	-13,4	-13,3	20,7	20,5	19,7	19,0	8,0	7,7	6,3	5,7	6,9
2000	-1,2	-12,7	-12,9	-13,6	-13,5	21,4	21,2	20,5	19,9	8,7	8,3	6,9	6,4	7,6
2100														
2400														
2500	-2,8	-14,8	-14,5	-15,1	-15,0	22,9	23,1	22,2	21,8	8,1	8,6	7,1	6,8	7,6
2700	-4,0	-15,6	-15,8	-16,4	-16,3	24,0	24,5	23,5	23,0	8,4	8,7	7,1	6,7	7,7
3000	-6,5	-18,0	-18,2	-18,9	-18,9	25,8	26,2	25,2	24,5	7,8	8,0	6,3	5,6	6,9
3300	-9,2	-20,7	-20,9	-21,6	-21,6	27,5	28,0	27,0	26,5	6,8	7,1	5,4	4,9	6,0
3600	-11,0	-22,6	-22,8	-23,5	-23,4	28,5	29,0	28,0	28,0	5,9	6,2	4,5	4,6	5,3
4000	-10,0	-21,7	-21,9	-22,6	-22,3	28,8	28,7	28,2	28,7	7,1	6,8	5,6	6,4	6,5
4500	-6,8	-18,4	-18,6	-19,2	-18,9	28,0	28,1	27,5	28,7	9,6	9,5	8,3	9,8	9,3
5000	-3,8	-15,4	-15,6	-16,2	-16,0	26,2	26,3	25,8	27,8	10,8	10,7	9,6	11,8	10,7
6000	-0,2	-11,8	-12,0	-12,6	-12,4	29,9	29,9	28,8	32,4	18,1	17,9	16,2	20,0	18,0
7000	-3,4	-15,0	-15,1	-15,8	-15,7									
	Moyennes des efficacités aux fréquences 100, 300, 1000 et 2000 Hz					23,5	23,6	23,2	23,5	5,4	5,4	4,3	4,8	5,0
	Ligne d'affaiblissement supplémentaire					b = 1,5 dB	b = 1,5 dB	b = 2,0 dB	b = 2,0 dB					

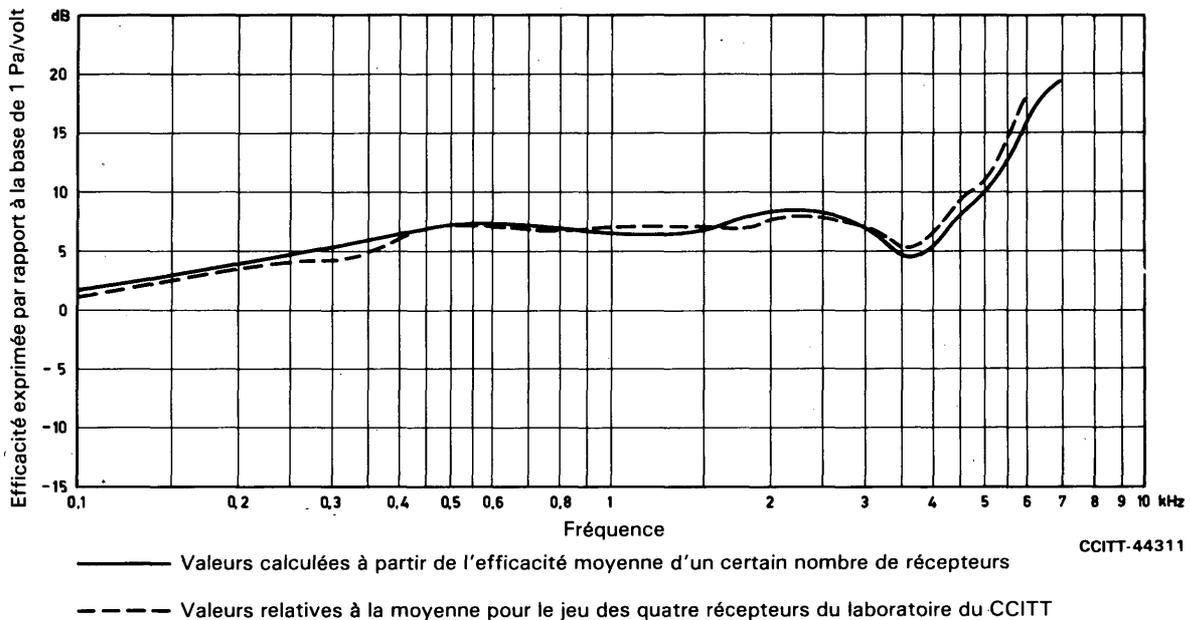
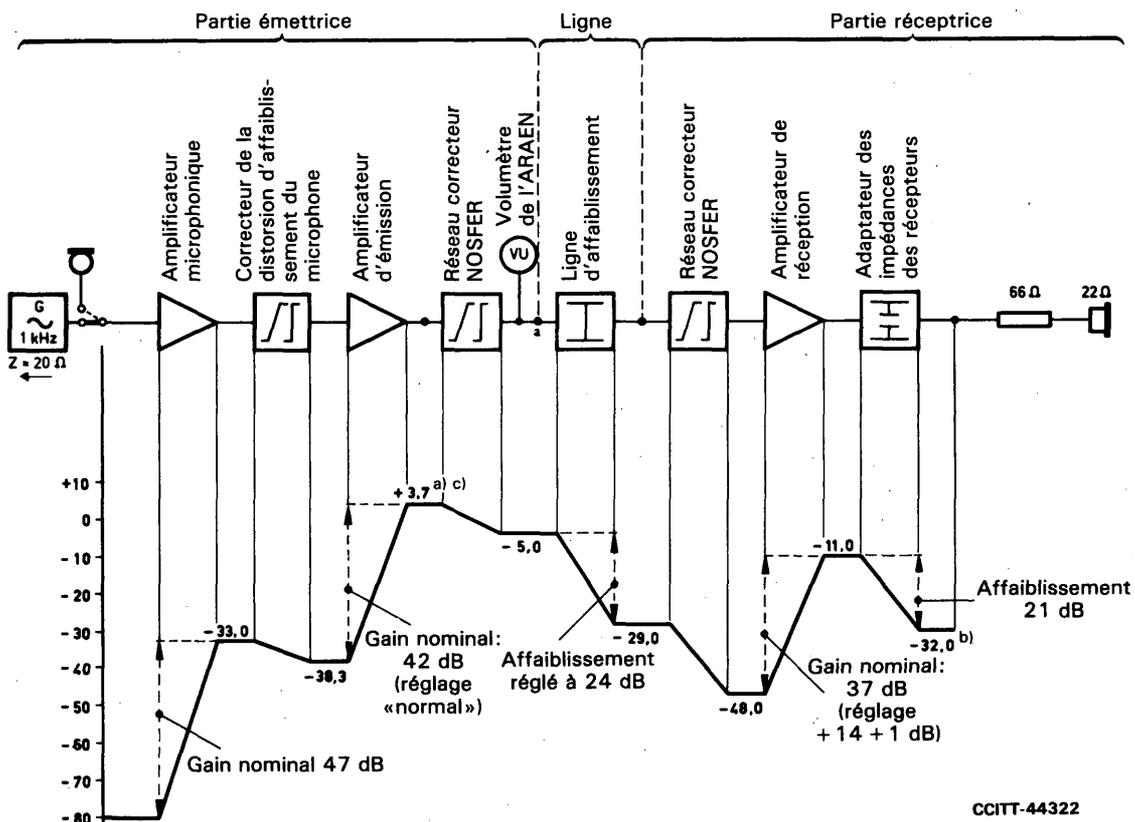


FIGURE 6/P.42

Caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence du système récepteur du NOSFER (valeurs calculées à partir de l'étalonnage des récepteurs sur l'oreille artificielle de l'ARAEN)



- a) Le volume mesuré en ce point avec le volumètre de l'ARAEN est de -10 dB (par rapport à 1 volt) quand l'opérateur parle avec la puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques.
 b) Avec une tolérance de $\pm 0,3$ dB (valeur déterminée à partir de mesures de maintenance échelonnées sur une période de temps de six mois).
 c) Cette valeur ainsi que les valeurs des niveaux mesurés aux différents points suivants de la chaîne de transmission dépendent du microphone utilisé. (Voir le § 2.1 et le document cité en [5]), réglage du gain de l'amplificateur d'émission.

Remarque - Les conditions de réglage utilisées sont les suivantes: amplificateur d'émission «normal», amplificateur de réception «14 dB + 1 dB», ligne d'affaiblissement 24 dB.

FIGURE 7/P.42

Hypogramme du NOSFER quand on applique au jack du microphone un générateur d'impédance interne de 20 ohms donnant un signal de mesure sinusoïdal à 1000 Hz au niveau -80 dB par rapport à 1 volt

3 Puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques

Le volumètre utilisé dans l'ARAEN est relié à la sortie du système émetteur du NOSFER. Les commandes de sensibilité du volumètre doivent être réglées à -10 dB et l'opérateur parle devant le microphone du système émetteur du NOSFER en utilisant une puissance vocale telle que l'aiguille de l'instrument indicateur atteigne le repère. Cette puissance vocale est la «puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques». Le «volume (des sons vocaux)» correspondant à cette «puissance vocale normale» est le «volume normal pour les mesures téléphonométriques».

4 Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence

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

- a) un système constitué par une réplique du NOSFER;
- b) un système conforme à la description donnée en [6].

On suppose:

- 1) qu'un tel système est défini par une description détaillée comportant la méthode propre d'étalonnage objectif des paramètres physiques du système;
- 2) que ce système a été comparé directement ou indirectement avec le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence.

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

5 Systèmes-étalons de travail

Il est admis pour l'application des Avis que l'on peut déterminer l'équivalent de référence d'un système commercial en prenant la somme de l'équivalent relatif de ce système commercial par rapport à un système-étalon de travail et de l'équivalent de référence de ce système-étalon de travail (voir l'Avis P.72).

A titre d'information, des systèmes-étalons de travail sont décrits dans les annexes A et B.

Avant d'être mis officiellement en service, tout système-étalon de travail qui n'avait pas été déjà comparé au SFERT doit être comparé au NOSFER ou à un système primaire pour la détermination des équivalents de référence.

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

La méthode de mesure utilisée au laboratoire du CCITT est la méthode dite «à deux opérateurs avec affaiblissement secret». (Voir l'Avis P.72.)

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

Les schémas généraux de principe correspondant à l'étalonnage du système émetteur ou du système récepteur du système-étalon de travail sont représentés sur les figures 8/P.42 et 9/P.42 respectivement.

La méthode de comparaison utilisée par le laboratoire du CCITT repose sur l'exécution des essais (équilibres élémentaires, voir ci-après) par deux opérateurs seulement (un opérateur qui parle et un opérateur qui écoute) et sur l'emploi de trois lignes d'affaiblissement sans distorsion dont l'impédance caractéristique a un module de 600 ohms et un argument égal à zéro.

L'affaiblissement de la première de ces lignes varie de 0 à 34 dB par échelons de 1 dB. La deuxième ligne *S* introduit un affaiblissement secret qui peut également varier de 0 à 34 dB par échelons de 1 dB; cet affaiblissement et la valeur fixée pour la ligne d'affaiblissement *A* sont inconnus de l'opérateur qui écoute, et l'affaiblissement total des lignes *A* + *S* peut varier entre 24 dB et 34 dB. La troisième ligne *E* dite «ligne d'équilibre» est à la disposition de l'opérateur qui écoute et sert à réaliser l'équilibre sonore.

Un ensemble de commutateurs (voir les figures 8/P.42 et 9/P.42) commandés simultanément permet de réaliser la commutation nécessaire à la comparaison téléphonométrique.

Un volumètre (celui utilisé dans l'ARAEN) permet à l'opérateur qui parle de réaliser et de conserver le volume normal pour les mesures téléphonométriques défini au § 3. Les équivalents de référence du système émetteur et du système récepteur du système-étalon de travail considéré résultent de la moyenne d'un certain nombre de mesures téléphonométriques appelées «équilibres élémentaires».

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

5.1 Mesure d'un système émetteur (figure 8/P.42)

Chaque équilibre élémentaire est exécuté par deux opérateurs. L'opérateur qui parle prononce alternativement, devant chaque microphone, une phrase conventionnelle²⁾; l'affaiblissement secret est réglé à une valeur déterminée.

La valeur totale de l'affaiblissement, inséré entre le système émetteur à mesurer et le système récepteur du NOSFER, varie entre 24 dB et 34 dB (selon la valeur de l'affaiblissement secret de la ligne). Cette méthode est maintenant utilisée au laboratoire du CCITT afin de laisser une plus grande marge de variation pour l'affaiblissement de la ligne d'équilibre, ce qui est apparu nécessaire avec des appareils dont l'équivalent de référence est voisin de celui du système-étalon: la somme $S + A$ des affaiblissements des lignes S et A varie entre 24 dB et 34 dB, ainsi l'affaiblissement secret S de la ligne peut varier de 0 à 34 dB.

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

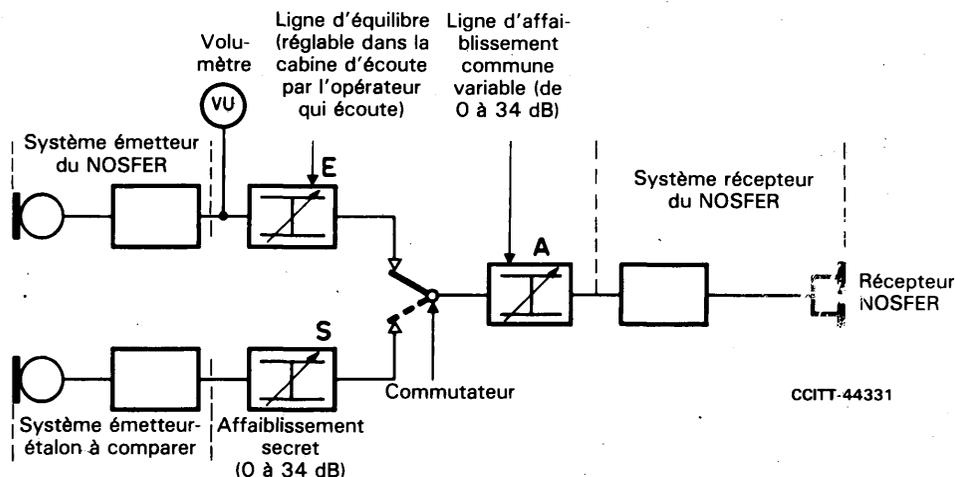


FIGURE 8/P.42

Comparaison de la partie émission d'un système étalon au système émetteur du NOSFER (méthode dite «à deux opérateurs avec affaiblissement secret»)

5.2 Mesure d'un système récepteur (figure 9/P.42)

Chaque équilibre élémentaire est exécuté par deux opérateurs. L'opérateur qui parle répète sur un ton normal, avec la vitesse normale de conversation et en conservant le volume normal pour les mesures téléphonométriques (voir le § 3), les phrases conventionnelles devant le microphone du système émetteur du NOSFER. Il agit sur les commutateurs de manière à mettre successivement en relation avec le système émetteur du NOSFER, soit le système récepteur du NOSFER, soit le système récepteur du système-étalon de travail. L'opérateur écoute successivement avec les deux récepteurs (récepteur du NOSFER et récepteur du système-étalon de travail en essai). Il règle, en outre, la ligne d'équilibre dont il dispose de manière à obtenir l'égalité des impressions sonores avec chacun des deux récepteurs. Le laboratoire utilise dans cet essai la même technique qu'au § 5.1 pour le réglage des lignes d'affaiblissement S et A .

²⁾ Au laboratoire du CCITT la phrase conventionnelle est la suivante: Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun.

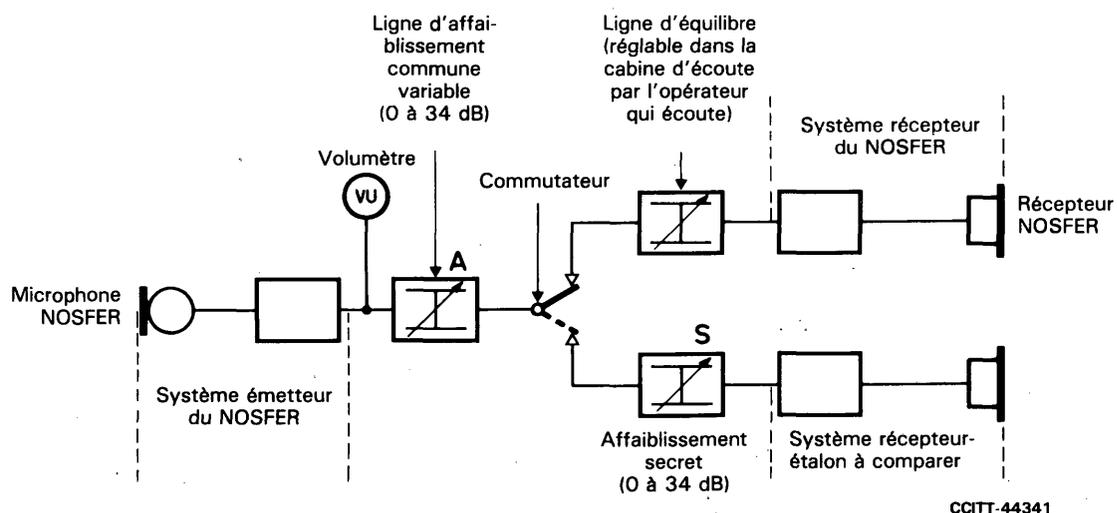


FIGURE 9/P.42

Comparaison de la partie réception d'un système étalon au système récepteur du NOSFER (méthode dite «à deux opérateurs avec affaiblissement secret»)

5.3 Inscription des résultats et analyse statistique des essais

Chaque séquence de mesures téléphonométriques comprend un certain nombre d'équilibres élémentaires. Le nombre des équilibres élémentaires dont l'ensemble constitue une séquence d'essais est au minimum de six; il est normalement de 12 au laboratoire du CCITT avec une équipe normale de six opérateurs (dont trois participent simultanément aux essais) et peut être augmenté toutes les fois que cela est reconnu nécessaire.

Dans chaque séquence d'essais, les résultats des mesures sont enregistrés sur des formules appropriées, sur lesquelles sont inscrites les valeurs des affaiblissements secrets et des affaiblissements d'équilibre respectivement pour chaque équilibre élémentaire. La valeur de l'équivalent de référence pour une séquence d'essais est la valeur moyenne arithmétique des valeurs trouvées pour l'ensemble des équilibres élémentaires de cette séquence. Lorsqu'une séquence d'essais est insuffisante pour déterminer une valeur d'équivalent de référence, deux séquences d'essais sont effectuées à des périodes espacées d'une semaine environ. Les résultats des essais sont ensuite soumis à une analyse statistique. Les résultats des essais ainsi que ceux de l'analyse statistique sont remis aux Administrations sous la forme d'un rapport technique du laboratoire du CCITT, qui indique en particulier des limites de confiance, telles qu'elles sont définies dans l'annexe C ci-après.

Remarque — A titre d'information, le document cité en [7] décrit une autre méthode pour l'analyse de mesures d'efficacité de l'intensité sonore.

5.4 Mesure de la résistance du microphone

Lorsque le système émetteur à mesurer comporte un microphone à charbon (système SETAB ou système SETAC), la mesure de la résistance du microphone se fait pendant l'essai à la voix par la méthode du voltmètre-ampèremètre. Le voltmètre et l'ampèremètre utilisés sont d'un modèle présentant un grand amortissement.

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

5.5 Etalonnage périodique des systèmes-étalons de travail

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

ANNEXE A

(à l'Avis P.42)

Directives concernant la constitution des systèmes-étalons de travail avec appareils d'abonné (SETAB)

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

La ligne d'affaiblissement insérée entre le système émetteur et le système récepteur doit avoir un affaiblissement minimal de 15 décibels et une impédance de 600 ohms.

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

Il est naturellement indispensable que les microphones et les récepteurs satisfassent à certaines conditions afin de pouvoir être considérés comme étalons. A cet effet, les Administrations, qui ne l'ont pas déjà fait, pourront envoyer au laboratoire du CCITT six appareils à combiné qui se seront révélés stables au cours d'essais préalables s'étendant sur une période de six mois.

Le laboratoire du CCITT procédera d'abord à des mesures des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence pour apprécier la qualité de ces appareils; puis il effectuera, à des intervalles de deux semaines, cinq mesures d'équivalent de référence à l'émission et à la réception afin de vérifier la stabilité de ces appareils.

Après ces mesures préliminaires, le laboratoire du CCITT choisira, dans les six appareils du même type qui lui auront été envoyés, trois appareils destinés à servir d'étalons à l'émission et trois appareils destinés à servir d'étalons à la réception. Il procédera à l'étalonnage des appareils-étalons ainsi sélectionnés dans les conditions suivantes:

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

ANNEXE B

(à l'Avis P.42)

Description d'un système-étalon de travail avec microphone et récepteur électrodynamique (SETED)

Le système-étalon de travail SETED a été conçu à l'origine pour être utilisé comme système de référence pour le calcul d'indices basés sur la force des sons et pour des essais de la netteté (AEN). On en trouve la description détaillée en [8]. Pour l'essentiel, il se compose d'un trajet vocal étalonné présentant une caractéristique en fréquence semblable à celle d'un trajet d'un mètre d'air, y compris l'effet d'obstacle de la tête humaine, mais limitée à la bande de 300 à 3400 Hz. Il utilise un microphone à bobine mobile spécialement conçu pour que l'on parle près de ce microphone. Il est bien protégé contre les effets de l'humidité de la respiration. Pour normaliser la position des lèvres, un anneau de garde est adapté au microphone dont il est éloigné de 25 mm.

Le SETED est pourvu des moyens nécessaires pour effectuer l'étalonnage absolu de ses microphones et de ses récepteurs téléphoniques. A cette fin, il utilise un microphone à quartz étalonné. Ces dernières années, des microphones à condensateur modernes ont permis de confirmer l'étalonnage.

Grâce aux systèmes d'entrée et de sortie prévus, il est possible de constituer des circuits permettant de déterminer l'équivalent relatif ou l'AEN de systèmes téléphoniques commerciaux à l'émission, à la réception ou pour l'effet local, ou encore ceux d'une communication complète. Des dispositifs sont prévus pour permettre d'injecter un bruit ou pour produire un effet local à l'entrée de l'amplificateur de réception.

Un vu-mètre connecté à la sortie de la partie émettrice du SETED permet la surveillance et le réglage du niveau de la puissance vocale.

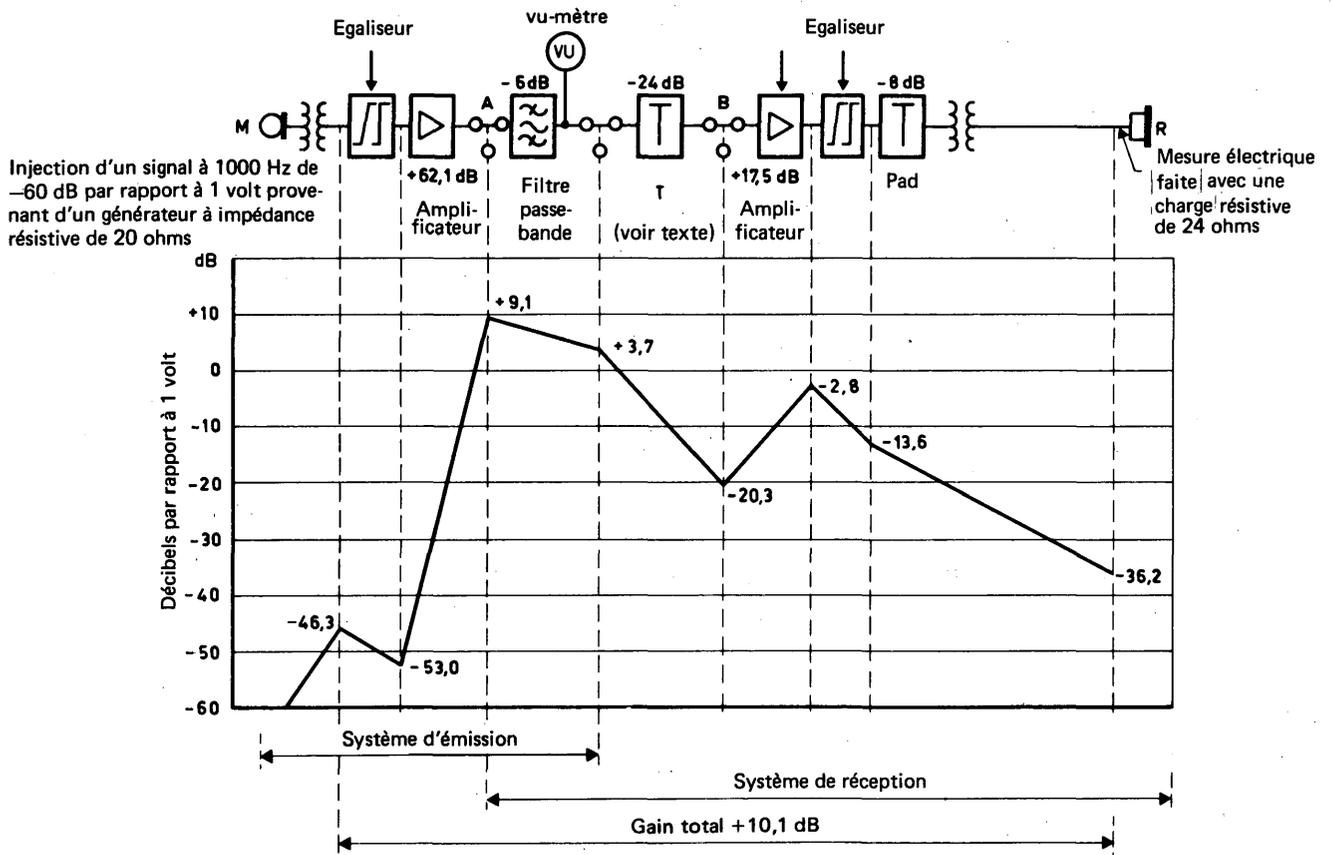
La répartition des gains et des affaiblissements dans le SETED est indiquée sur la figure B-1/P.42; les valeurs observées sur le modèle installé au laboratoire du CCITT se situent à $\pm 0,1$ dB de celles qu'indique cette figure. Les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence ont été déterminées pour les systèmes d'émission et de réception et pour l'ensemble de la communication du SETED (voir respectivement les figures B-2/P.42, B-3/P.42 et B-4/P.42). Pour ces mesures, les efficacités indiquées sous chaque courbe se rapportent à la condition avec filtre passe-bande (affaiblissement de 6 dB dans la bande), la ligne d'affaiblissement (T) étant réglée sur zéro.

En se rapportant à la figure B-1/P.42, les équivalents de référence suivants ont été déterminés pour le SETED par comparaison directe avec le NOSFER (en 1973 au laboratoire du CCITT):

Equivalent de référence à l'émission: M à B = +7,8 dB, pire que le NOSFER.
 Equivalent de référence à la réception: A à R = +4,5 dB, pire que le NOSFER.
 Equivalent de référence du SETED complet: M à R = +0,8 dB, pire que le NOSFER.

Ces valeurs ont été déterminées avec équilibrage de la force des sons à niveau d'écoute constant au moyen d'une ligne d'affaiblissement (T) de 24 dB dans le SETED et en modifiant l'affaiblissement sur le trajet NOSFER approprié pour obtenir l'équilibrage de la force des sons.

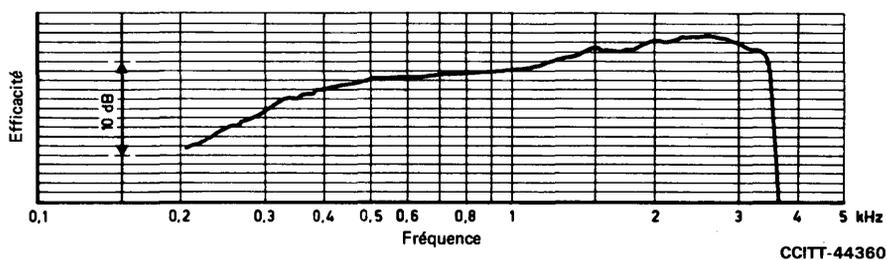
Les valeurs d'équivalents de référence ci-dessus se rapportent à des conditions dans lesquelles la ligne d'affaiblissement T de 24 dB est exclue du circuit, mais dans lesquelles par contre un filtre passe-bande de 6 dB d'affaiblissement est en circuit. Les valeurs indiquées dans des éditions précédentes du tome V ne tenaient pas compte de cet affaiblissement de 6 dB lié à l'emploi du filtre passe-bande. Mais, le SETED étant toujours utilisé avec son filtre passe-bande complet, il semble justifié d'en tenir compte. Il convient également de tenir dûment compte des variations probables dues aux changements intervenus dans les équipes de mesure lorsqu'on procède à des comparaisons avec les résultats recueillis par le passé.



CCITT-44350

FIGURE B-1/P.42

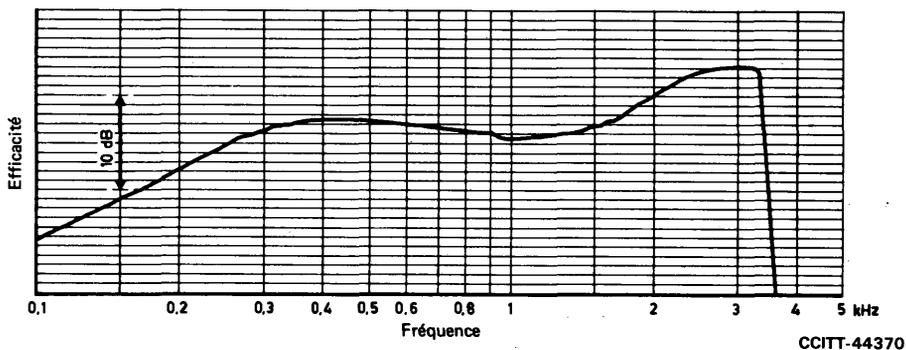
SETED. Répartition des gains et des niveaux



Efficacité à 1000 Hz = $-6,0$ dB par rapport à 1 volt/Pa rapporté à une pression sonore de 1 Pa en espace libre à une distance de 25 mm dans l'axe de la bouche artificielle (Bruel & Kjaer 4219). Le niveau de référence de la pression sonore à 1000 Hz a donné une indication de $-2,8$ dB sur le vu-mètre du SETED.

FIGURE B-2/P.42

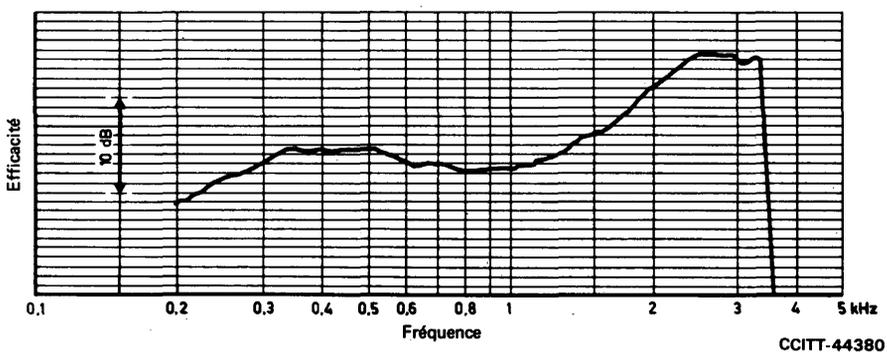
Caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence de l'extrémité d'émission (M → B) du SETED (T = 0 dB)



Efficacité à 1000 Hz = $+7,7$ dB par rapport à 1 Pa/volt, le récepteur aboutissant sans fuite à l'oreille artificielle de la CEI. A 1000 Hz, une entrée d'un volt en A a provoqué une indication de $-3,6$ dB sur le vu-mètre du SETED.

FIGURE B-3/P.42

Caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence de l'extrémité de réception (A → R) du SETED (T = 0 dB)



Gain bouche à l'oreille à 1000 Hz = $8,5$ dB par rapport à la pression sonore en champ libre à 25 mm en avant et dans l'axe de la bouche artificielle, le récepteur aboutissant sans fuite à l'oreille artificielle de la CEI.

FIGURE B-4/P.42

Caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence de la connexion totale (M → R) du SETED (T = 0 dB)

Limites de confiance

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

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

Si les limites de confiance ne font intervenir que l'erreur, on parle alors de limites internes qui s'appliquent au cas de déterminations répétées, *dans les mêmes conditions d'essai*, avec la même équipe au laboratoire du CCITT. (Dans ce cas, on ne tient compte que d'une seule variance estimée et les erreurs dues aux approximations sont négligeables.)

Si les limites sont fondées sur la variance de l'opérateur qui écoute (ou qui parle), ainsi que sur la variance de l'erreur, elles s'appliquent à des déterminations répétées, *dans les mêmes conditions d'essai*, au laboratoire du CCITT mais avec une variété d'équipes indéfinie, chaque équipe étant formée de n opérateurs pris dans la même population que l'échantillon d'opérateurs utilisés dans l'essai analysé.

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

Remarque. — La méthode à utiliser pour l'analyse d'essais de volume sonore organisés selon la méthode normale est donnée en [9].

Références

- [1] CCIF — *Méthodes et appareils de mesure*, Livre vert, tome IV, 3^e partie, pp. 27 à 43, UIT, Genève, 1956.
- [2] *Volumètre de l'ARAEN ou voltmètre vocal (speech voltmeter)*, Livre blanc, tome V, supplément n° 10, UIT, Genève, 1969.
- [3] *Bouche artificielle utilisée par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne*, Livre rouge, tome V, annexe 10, 2^e partie, UIT, Genève, 1962.
- [4] *Rapport de recherches n° 13200*, Post Office du Royaume-Uni, avril 1950.
- [5] *Etalonnage absolu de l'ARAEN au laboratoire du CCITT*, Livre blanc, tome V, supplément n° 9, UIT, Genève, 1969.
- [6] CCIF — *Méthodes et appareils de mesure*, Livre vert, tome IV, 3^e partie, § 3.1.1.II, pp. 27 à 34, UIT, Genève, 1956.
- [7] *Plan et analyse de mesures d'efficacité pour la force des sons par la méthode de la réponse quantifiée*, Livre rouge, tome V, annexe 7, 2^e partie, UIT, Genève, 1962.
- [8] Avis du CCITT *Systèmes pour la détermination des équivalents de référence*, Livre blanc, tome V, Avis P.42, annexe 2, UIT, Genève, 1969.
- [9] *Extrait d'une étude des différences constatées entre les résultats obtenus par les divers membres d'une équipe d'opérateurs dans les comparaisons de la force des sons*, Livre blanc, tome V, supplément n° 15, UIT, Genève, 1969.

**RECOMMANDATIONS POUR L'ENVOI DE SYSTÈMES-ÉTALONS
ET DE SYSTÈMES COMMERCIAUX AU LABORATOIRE DU CCITT
EN VUE DE MESURES D'ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE**

Il est demandé aux Administrations de suivre les directives ci-après lors de l'envoi au laboratoire du CCITT de systèmes pour la détermination des équivalents de référence ou de systèmes téléphoniques commerciaux en vue de procéder à des mesures d'équivalents de référence.

1 Systèmes primaires pour la détermination des équivalents de référence

Si une Administration désire faire mesurer l'équivalent de référence de son système primaire, en supposant qu'un tel système soit transportable sans risque de détérioration, elle doit fournir au laboratoire du CCITT la documentation nécessaire, ainsi que, le cas échéant, les indications nécessaires pour le contrôle du bon fonctionnement des différentes parties constituant ce système (amplificateur, ligne d'affaiblissement, etc.).

Si le volumètre associé à ce système ne possède pas les caractéristiques fondamentales du volumètre de l'ARAEN [1], il est essentiel que ce volumètre soit expédié au laboratoire du CCITT en même temps que le système proprement dit. La méthode de lecture du volumètre doit être indiquée au laboratoire du CCITT.

2 Systèmes-étalons de travail

2.1 Systèmes-étalons de travail comportant des microphones autres que des microphones à charbon

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

L'Administration désirant faire étalonner (ou réétalonner) son système par le laboratoire du CCITT doit suivre les directives indiquées au § 1.

2.2 Systèmes-étalons de travail comprenant des microphones à charbon

2.2.1 Systèmes-étalons de travail avec appareils d'abonné (SETAB)

Lors de la constitution du système SETAB, l'Administration doit au préalable faire des essais préliminaires pour vérifier si les microphones et les récepteurs sont stables, si ces microphones ne sont pas sujets au brûlage, et en outre si la qualité de transmission est acceptable. Ces mesures doivent être échelonnées sur un intervalle de temps assez long (six mois).

Après ces essais préliminaires, l'Administration doit adresser au laboratoire du CCITT six systèmes (une référence appropriée doit être indiquée sur chaque appareil) constitués par des appareils de même type:

- six appareils d'abonné à combiné équipés d'une capsule microphonique et d'une capsule réceptrice (portant chacune un numéro particulier);
- six maquettes d'alimentation (avec indication des caractéristiques de ces maquettes);
- le cas échéant, six lignes artificielles d'abonné si ces systèmes comprennent de telles lignes;
- un anneau de garde pour les équivalents de référence;
- un anneau de garde pour les AEN, si éventuellement l'Administration désire que le laboratoire du CCITT procède à une mesure de netteté en utilisant la méthode spécifiée pour les AEN;
- le volumètre associé.

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

L'Administration disposera ainsi de six systèmes qui pourront être utilisés selon ses besoins, par exemple:

- trois systèmes servant d'étalon à l'émission,
- trois systèmes servant d'étalon à la réception, dans le cas de mesures d'équivalents de référence ou bien,

- un système servant d'étalon à l'émission,
- quatre systèmes servant d'étalons à la réception dans le cas de mesures d'AEN.

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

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

2.2.2 *Systèmes-étalons de travail à microphone à charbon Solid Back et récepteur Bell (SETAC)*

Le CCITT ne recommande plus l'emploi de tels systèmes comme systèmes-étalons de travail; cependant, l'Administration qui utilise encore de tels systèmes et qui désire faire étalonner à nouveau les microphones et les récepteurs doit adresser au laboratoire du CCITT exclusivement les microphones et les récepteurs, le laboratoire dispose des maquettes SETAC [2].

Remarque générale relative aux § 1 et 2

L'objet des recommandations générales mentionnées ci-dessus est de servir de guide aux Administrations. Lorsqu'une Administration désire faire étalonner (ou étalonner à nouveau) un système pour la détermination des équivalents de référence, il est nécessaire qu'elle se mette en rapport avec le laboratoire du CCITT avant l'expédition des appareils, afin de fixer par avance les conditions techniques et expérimentales des essais.

3 **Systèmes téléphoniques commerciaux**

Les mesures d'équivalents de référence ne sont pas à proprement parler des mesures d'étalonnage; elles ont pour objet de déterminer directement, par comparaison avec le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (NOSFER), des valeurs d'équivalents de référence. Dans ce cas, il est désirable que les conditions techniques soient définies après accord entre l'Administration et le laboratoire du CCITT.

Les frais relatifs à la détermination des valeurs d'équivalents de référence (au laboratoire du CCITT) font généralement l'objet d'une évaluation basée sur le nombre d'heures de travail de l'équipe du laboratoire du CCITT. Les renseignements y relatifs font l'objet de l'Avis P.47.

Références

- [1] *Volumètre de l'ARAEN ou voltmètre vocal (speech voltmeter)*, Livre blanc, tome V, supplément n° 10, UIT, Genève, 1969.
- [2] CCIF, *Livre jaune*, tome IV, UIT, Genève, 1949.

Avis P.44

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

1 Le système de référence pour la détermination des AEN (SRAEN) est un système composé des éléments suivants:

- l'appareil de référence pour la détermination des affaiblissements équivalents pour la netteté (ARAEN),
- un filtre passe-bande ayant des fréquences de coupure de 300 et 3400 Hz,
- un dispositif permettant d'injecter à l'entrée du système récepteur de l'ARAEN un «bruit de fond électrique» (spectre de Hoth) ayant en ce point (point M de la figure 1/P.44) une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts.

Le schéma de principe du SRAEN est donné par la figure 1/P.44.

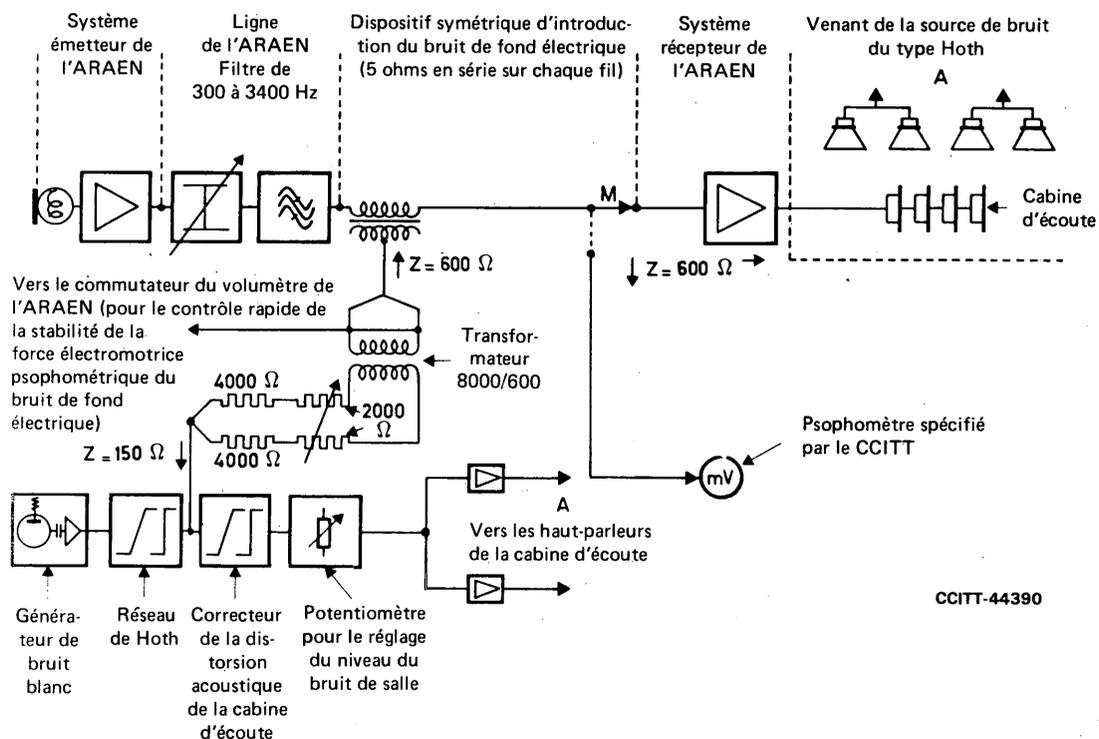


FIGURE 1/P.44

Schéma de principe du SRAEN ainsi que du dispositif d'introduction du bruit de fond électrique dans l'ARAEN et la mesure de la tension psophométrique relative à ce bruit

1.1 ARAEN

L'ARAEN est décrit en détail dans l'Avis P.41, qui définit également son réglage normal.

1.2 Filtre passe-bande de 300 à 3400 Hz

Le filtre passe-bande a des fréquences de coupure de 300 et 3400 Hz; il imite les caractéristiques de transmission de l'ensemble d'une voie téléphonique à courant porteur typique. Son affaiblissement d'insertion ne varie pas de plus de $\pm 0,5$ dB dans la bande des fréquences allant de 300 à 3400 Hz (voir la figure 2/P.44). Pour les fréquences supérieures à 3400 Hz, son affaiblissement d'insertion augmente pour atteindre une valeur d'au moins 30 dB à 4000 Hz et conserve cette valeur pour toutes les fréquences supérieures à 4000 Hz.

1.3 Bruit de fond électrique

A l'entrée du système récepteur de l'ARAEN, on injecte un bruit de fond électrique ayant le spectre de Hoth et une force psophométrique de 2 millivolts mesurée, en ce point, avec le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux spécifié par le CCITT (voir l'Avis P.53). La figure 3/P.44 donne la courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent ces postes téléphoniques (spectre de Hoth) [courbe a] ainsi que des graphiques typiques b et c relevés au laboratoire du CCITT avec deux jeux de filtres à demi-octaves.

Remarque — Les Administrations peuvent envisager l'emploi d'autres systèmes-étalons de travail pour la détermination des AEN, ces systèmes étant étalonnables par comparaison avec le SRAEN.

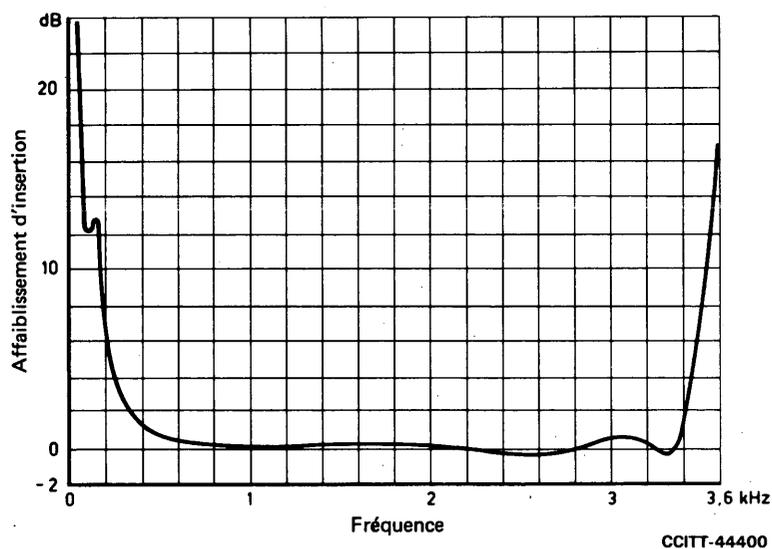
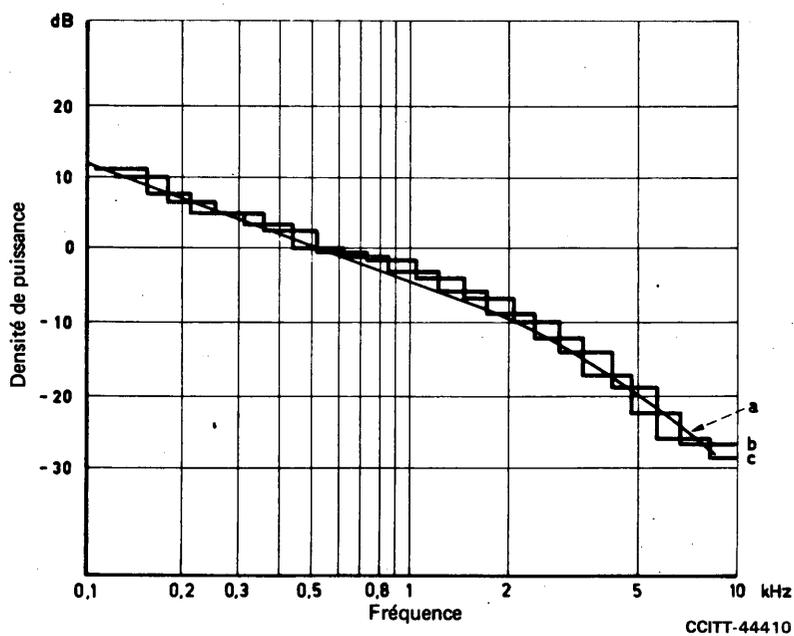


FIGURE 2/P.44

Affaiblissement d'insertion (mesuré entre des impédances de 600 ohms)
du filtre passe-bande de 300 à 3400 Hz



- a ——— Courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques (publiée par Hoth)
- b ——— } Graphique spectral énergétique du bruit de fond électrique injecté à l'entrée du système récepteur de l'ARAEN (relevé au laboratoire du CCITT avec deux jeux de filtres à demi-octaves)
- c ——— }

FIGURE 3/P.44

Courbe spectrale du bruit de fond électrique injecté à l'entrée du système récepteur de l'ARAEN

**MESURE DE L'AEN D'UN SYSTÈME TÉLÉPHONIQUE COMMERCIAL
(À L'ÉMISSION ET À LA RÉCEPTION) PAR COMPARAISON AVEC LE SRAEN**

(modifié à Mar del Plata, 1968)

Cette méthode de mesure est décrite, à titre d'information, dans l'ancien texte de l'Avis cité en [1]. Elle comporte, entre autres, les conditions de mesure suivantes, qui diffèrent des conditions de détermination des équivalents de référence. [Les § e) et f) de l'ancien Avis [1] n'ont pas été reproduits.]

1 Distance de conversation

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

$$\alpha = 22^\circ \quad \beta = 12^\circ 54' \quad \delta = 13,6 \text{ cm}$$

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

$$\alpha = 15^\circ 30' \quad \beta = 18^\circ \quad \delta = 14 \text{ cm}$$

2 Puissance vocale utilisée au cours des essais

La puissance vocale utilisée est la puissance vocale de référence pour l'ARAEN — La puissance vocale de référence pour l'ARAEN est la puissance vocale qui, en un point situé à une distance de 33,5 cm des lèvres de l'opérateur qui parle et directement en face, produit une pression acoustique vocale donnant, pour chacune des trois syllabes: KAN, KON, BAJ, de la phrase de liaison (employée dans les essais de netteté), une déviation de l'aiguille de l'instrument indicateur d'un volumètre spécifié [2], relié à un système microphone-amplificateur spécifié, égale à celle qui serait obtenue par l'application en ce même point en régime permanent d'une pression acoustique de 0,1 Pa à 1000 Hz.

3 Fixation des combinés

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

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

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

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

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

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

L'Administration intéressée est priée de fournir, pour chaque type de combiné, une jauge telle que, quand on la fixe sur le pavillon du récepteur, le plan de symétrie de la jauge coïncidant avec celui du combiné, des repères tracés sur cette jauge déterminent la position convenable de l'anneau de garde par rapport au combiné, telle qu'elle a été définie ci-dessus. D'autre part, cette jauge doit être munie d'un niveau à bulle d'air placé de telle sorte que le plan de l'anneau de garde soit vertical lorsque la bulle d'air occupe la position centrale marquée par un repère. A titre d'exemple, la figure 1/P.45 représente une jauge utilisée au laboratoire du CCITT avec un type particulier de combiné.

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

- 1) le plan de l'anneau de garde est vertical;
- 2) la position, par rapport à la verticale, du plan du diaphragme de la capsule microphonique est aussi voisine que possible de la position qu'a ce plan dans une conversation normale.

4 Traitement préalable du microphone avant chaque essai élémentaire

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

5 Bruits introduits à la réception

Dans les mesures pour la détermination de l'AEN à l'émission d'un système téléphonique commercial, on injecte à l'entrée du système récepteur de l'ARAEN un bruit de fond électrique ayant une force électromotrice psophométrique de 2 millivolts mesurée avec le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux spécifiés par le CCITT (voir l'Avis P.53). La figure 1/P.44 donne le schéma de principe du montage pour l'introduction du bruit de fond électrique à l'entrée du système récepteur de l'ARAEN et la figure 3/P.44 donne la courbe spectrale énergétique de ce circuit.

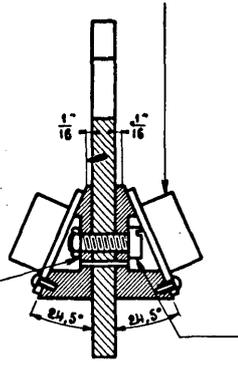
Dans les mesures où l'on utilise un *système récepteur commercial*, on utilise un bruit de salle à la réception seulement. Ce bruit de salle doit avoir une courbe spectrale énergétique conforme à celle publiée par Hoth et reproduite dans la courbe *a* de la figure 2/P.45; on a aussi indiqué sur cette figure la composition spectrale d'un bruit de salle typique mesuré dans la cabine d'écoute du laboratoire du CCITT; les graphiques *b* et *c* représentent respectivement les résultats des mesures de ce bruit, effectuées avec deux jeux de filtres à demi-octaves.

L'intensité acoustique est de 60 dB au-dessus d'un point de référence défini par 2×10^{-5} Pa à 1000 Hz dans une onde progressive libre; cette intensité acoustique est mesurée avec le sonomètre américain muni de son réseau filtrant A (norme Z.24.3.1944 de l'American Standards Association, traduite en [3]).

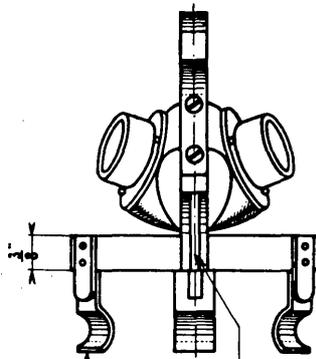
Remarque — Avant la XVII^e Assemblée plénière du CCIF (Genève, octobre 1954), le laboratoire du CCIF déterminait les AEN avec dans tous les cas (émission et réception) un bruit de salle à la réception; la méthode actuelle introduit, par rapport aux valeurs mesurées antérieurement, une différence de -2 dB sur l'indice de qualité de transmission d'un système téléphonique commercial à la réception.

Niveaux à bulle d'air.
 Marque W.F.
 Stanley and Co. Ltd.,
 type P 1024, modèle B,
 fixés par 3 vis 10 B.A.
 4,75 mm de long, en
 laiton, têtes rondes

Section A-A

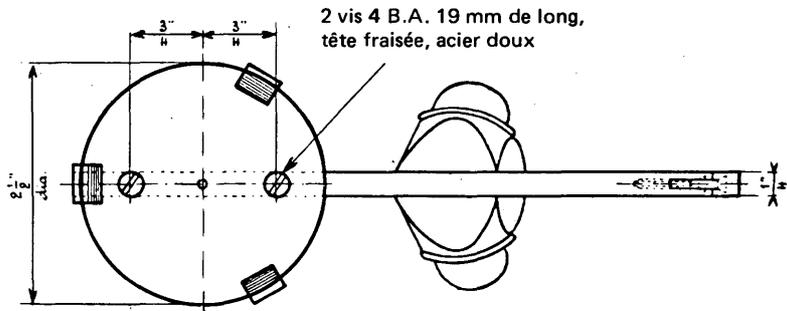


Montage des niveaux à bulle d'air en duralumin, fixés à l'aide de goujons à vis 2 B.A. 11 mm de long, tête ronde en laiton et avec contre-écrou hexagonal



Rainure (trait de scie)

3 ressorts (acier de ressort, 0,61 mm d'épaisseur × 9,5 mm de largeur), également espacés, fixés par 2 rivets en acier doux (ou 2 vis 10 B.A. à têtes rondes)



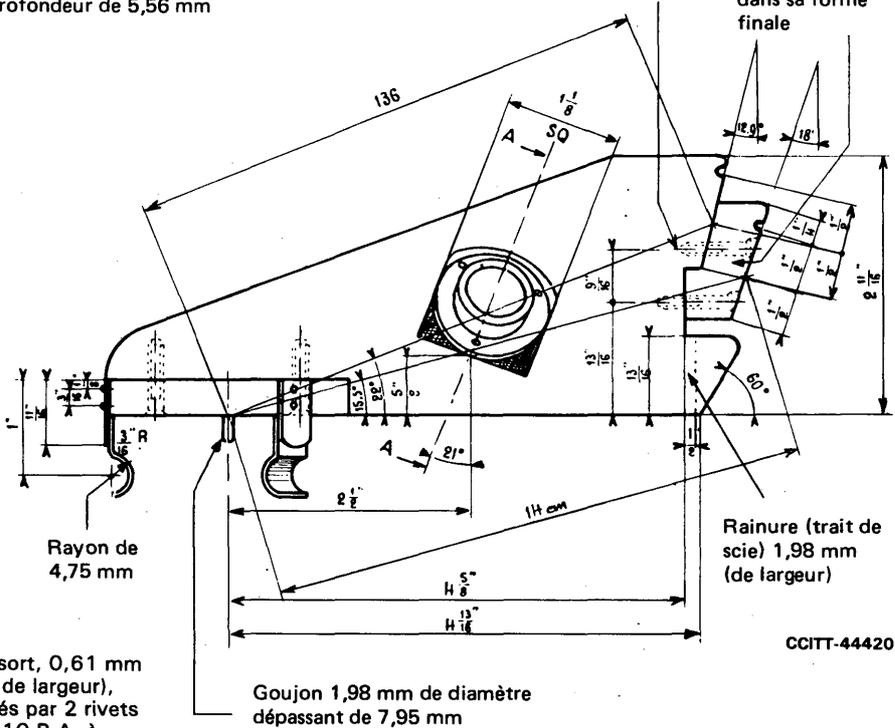
2 vis 4 B.A. 19 mm de long, tête fraisée, acier doux

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

Vis noyée sur diamètre de 14,3 mm et une profondeur de 5,56 mm

2 vis 6 B.A. 17 mm de long, tête fraisée, acier doux. — Les têtes de ces vis sont noyées

A marquer et à tailler assemblé dans sa forme finale



Rayon de 4,75 mm

Rainure (trait de scie) 1,98 mm (de largeur)

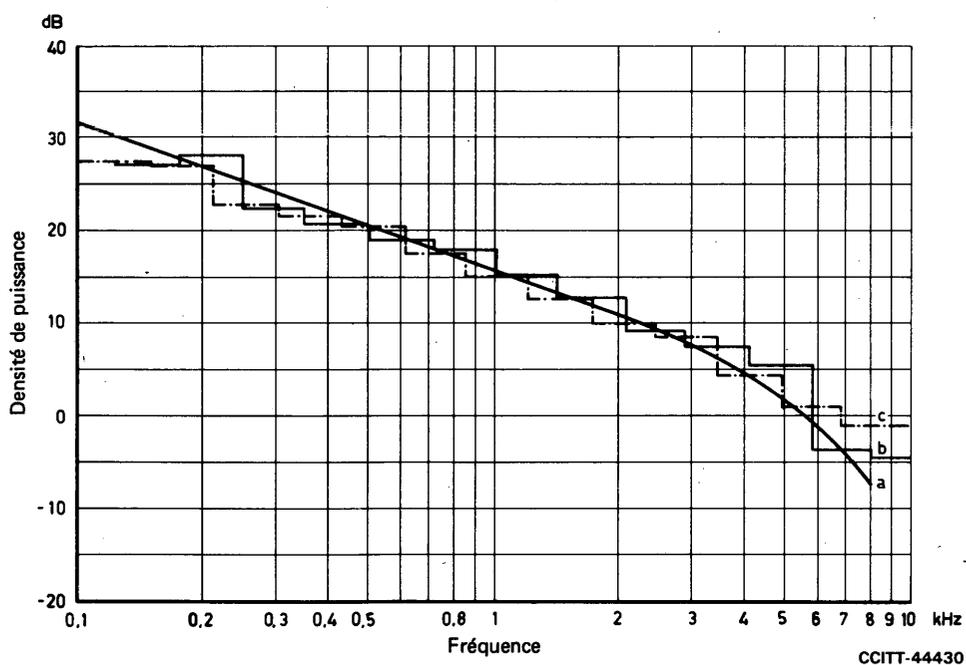
Goujon 1,98 mm de diamètre dépassant de 7,95 mm

CCITT-44420

Remarque — Etant donné qu'il s'agit de spécification d'un appareil, le secrétariat a cru bon de maintenir les anciennes unités.

FIGURE 1/P.45

Type de jauge utilisée pour le réglage des combinés dans les essais de netteté au laboratoire du CCITT



- a ——— Courbe spectrale énergétique moyenne des bruits observés dans les locaux où se trouvent des postes téléphoniques (publiée par Hoth)
- b ——— } Graphiques typiques relevés au laboratoire du CCITT avec deux jeux de
 c - - - - } filtres à demi-octaves

FIGURE 2/P.45

Courbe spectrale énergétique du bruit de salle produit dans la cabine d'écoute du laboratoire du CCITT

6 Ligne

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

Références

- [1] Avis du CCITT *Mesure de l'AEN d'un système téléphonique commercial (à l'émission et à la réception) par comparaison avec le SRAEN*, Livre rouge, tome V, Avis P.45, UIT, Genève, 1962.
- [2] *Volumètre de l'ARAEN ou voltmètre vocal (speech voltmeter)*, Livre blanc, tome V, supplément n° 10, UIT, Genève, 1969.
- [3] *Appareil normalisé aux Etats-Unis d'Amérique pour la mesure objective des bruits de salle*, Livre rouge, tome V, annexe 24, 2^e partie, UIT, Genève, 1962.

**FRAIS RELATIFS À LA DÉTERMINATION (AU LABORATOIRE DU CCITT) DES VALEURS
D'ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE ET DES VALEURS D'AEN
(À L'ÉMISSION ET À LA RÉCEPTION) DE SYSTÈMES-ÉTALONS DE TRAVAIL
ET DE SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES COMMERCIAUX**

Ces frais sont déterminés sur la base du nombre d'heures de travail du laboratoire du CCITT; l'heure de travail de l'équipe (de cinq opérateurs ou opératrices techniques) du laboratoire du CCITT est évaluée périodiquement en francs suisses (en ne comptant pas les frais généraux du laboratoire du CCITT, autres que l'éclairage et le chauffage).

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

1.1 *Étalonnage de systèmes comprenant des microphones à charbon (SETAB ou SETAC)*

- mesure d'étalonnage à l'émission: 5 heures;
- mesure d'étalonnage à la réception: 5 heures.

1.2 *Réétalonnage de systèmes comprenant des microphones à charbon (SETAB ou SETAC)*

- mesure de réétalonnage à l'émission: 3 heures;
- mesure de réétalonnage à la réception: 3 heures.

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

2 Les nombres d'heures de travail correspondant aux mesures d'AEN d'un système téléphonique commercial sont les suivants:

- a) mesure de l'AEN à l'émission: 28 heures;
- b) mesure de l'AEN à la réception: 28 heures;
- c) mesure de l'AEN pour un système téléphonique complet: 35 heures.

Avis P.48

SPÉCIFICATION D'UN SYSTÈME DE RÉFÉRENCE INTERMÉDIAIRE

(Genève, 1976; modifié à Genève, 1980)

Résumé

Cet Avis a pour objet la spécification d'un système de référence intermédiaire (SRI) à utiliser pour définir les indices de force des sons. La description du dispositif doit être suffisamment explicite pour permettre à des laboratoires différents de reproduire un équipement ayant les caractéristiques requises et d'en assurer la maintenance en vue d'une qualité de fonctionnement normalisée. Les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence des systèmes émetteur et récepteur sont conformes à celles adoptées, à titre provisoire, par la Commission d'études XII.

1 Objectifs recherchés dans la conception

Les principales conditions à satisfaire pour utiliser un système de référence intermédiaire aux fins d'essais de combinés téléphoniques ¹⁾ sont énumérées ci-après:

- a) le circuit doit être stable, et ses performances électriques et électro-acoustiques doivent pouvoir être spécifiées. L'étalonnage de l'équipement devrait être fondé sur des normes nationales;
- b) les éléments de circuits visibles aux sujets doivent être analogues, pour ce qui est de l'apparence et du toucher, aux appareils d'abonnés de types normaux;
- c) les systèmes émetteur et récepteur devraient avoir des largeurs de bandes de fréquences et des courbes de réponse normalisées pour représenter des circuits téléphoniques commerciaux;
- d) le système devrait comprendre une jonction offrant des possibilités d'insertion d'affaiblissement, et d'autres éléments de circuits tels que filtres ou correcteurs;
- e) on devrait pouvoir monter le système et en assurer la maintenance avec un équipement d'essai relativement simple.

Etant donné que la conception détaillée d'un SRI peut varier entre diverses Administrations, les spécifications ci-après ne définissent que les caractéristiques essentielles requises pour assurer la normalisation du fonctionnement du SRI.

On trouvera exposés les principes du SRI et ses valeurs nominales d'efficacité aux § 2, 3, 4 et 5. Les § 6 à 9 traitent des conditions applicables en ce qui concerne la stabilité, les tolérances, les limites de bruit, la diaphonie et la distorsion. Le § 10 fournit des renseignements sur des caractéristiques secondaires.

On trouvera en [1] des renseignements concernant l'installation et la maintenance du SRI.

2 Utilisation du SRI

Les éléments fondamentaux du SRI sont constitués par:

- a) le système émetteur;
- b) le système récepteur;
- c) la jonction.

Lorsqu'on a assemblé, étalonné et interconnecté un modèle de chacun des éléments cités aux points a), b) et c), il en résulte un trajet de conversation (unidirectionnel) de référence, comme le montre la figure 1/P.48. Pour la détermination des indices de force des sons, il faut aussi disposer de moyens de commutation appropriés pour permettre l'échange mutuel des systèmes émetteur et récepteur avec leurs homologues commerciaux.

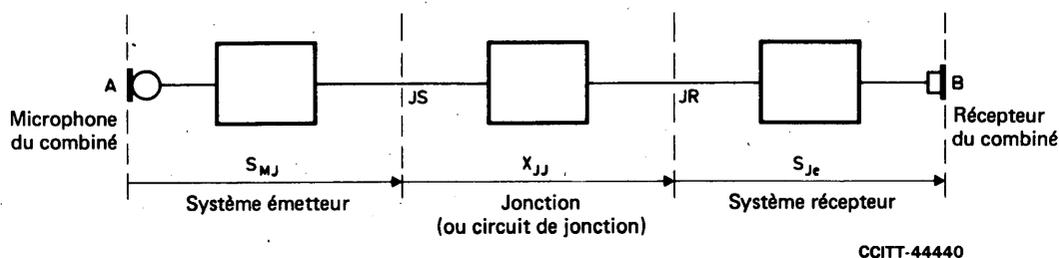


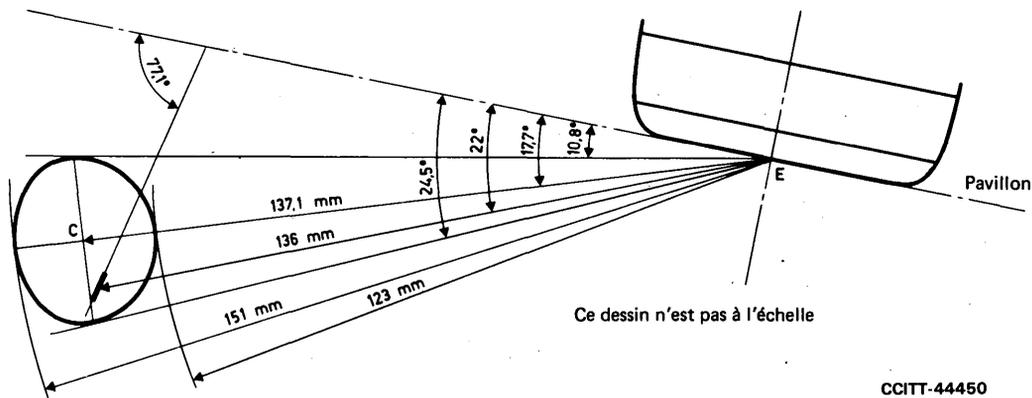
FIGURE 1/P.48

Composition du système de référence intermédiaire complet

¹⁾ Pour d'autres types d'appareils téléphoniques, par exemple à casque ou haut-parleur, un SRI différent sera nécessaire.

3 Caractéristiques physiques des combinés

Les systèmes émetteur et récepteur d'un SRI comprennent chacun un combiné, dont la forme doit être symétrique par rapport à son plan longitudinal médian et dont la section dans ce plan doit, aux fins de normalisation, être conforme aux cotes indiquées à la figure 2/P.48. En pratique, on peut donner au combiné toute forme appropriée, par exemple en adoptant les modèles utilisés par une Administration sur son propre réseau. La forme générale du combiné complet devra être telle que, en utilisation normale, la position du pavillon du récepteur sur l'oreille soit déterminée aussi exactement que possible et non sujette à une variation excessive.



Remarques

- 1 - L'anneau de garde est montré dans la position de l'anneau de garde spécial.
- 2 - La zone elliptique correspond à 80% des observations faites sur un échantillon de têtes.
- 3 - Le centre C de l'ellipse est situé comme indiqué ci-dessus.
- 4 - Le petit axe de l'ellipse, d'une longueur de 28 mm, se confond avec la ligne joignant le centre C de l'ellipse au point de référence-oreille E.
- 5 - La longueur du grand axe de l'ellipse est de 33 mm.
- 6 - De préférence, la périphérie de l'embouchure sera tangente à l'ellipse. En aucun cas elle ne devra couper l'ellipse ou en être distante de plus de 5 mm.

FIGURE 2/P.48

Position de l'ellipse définissant certaines cotes préférées pour le combiné du SRI

La capsule du microphone, une fois insérée dans le combiné, devra pouvoir être étalonnée conformément à la méthode décrite dans l'Avis P.64. Le pavillon du récepteur sera conçu de manière à pouvoir être adapté hermétiquement sur l'arête vive circulaire de l'oreille artificielle CEI/CCITT aux fins d'étalonnage conformément à l'Avis P.64, et le contour du pavillon sera approprié à la définition du point de référence oreille selon la description donnée à l'annexe A de l'Avis P.64.

Les transducteurs seront stables et linéaires, et leur mode de réalisation sera tel qu'on pourra les placer dans le combiné choisi. Un combiné contiendra toujours à la fois les capsules du microphone et du récepteur, même si l'un ou l'autre demeure inactif au cours des essais. Le poids d'un combiné, équipé de cette manière, ne devra pas dépasser 350 g.

4 Composition du SRI complet et impédance aux interfaces

La figure 1/P.48 montre la composition du trajet de conversation du SRI, subdivisé conformément aux spécifications du § 2. Les principales caractéristiques des diverses parties sont examinées ci-après.

4.1 Système émetteur

Le système émetteur du SRI est défini comme la portion A-JS qui s'étend du microphone du combiné A à l'interface avec la jonction en JS. Le système émetteur comprendra tous dispositifs d'amplification et de correction nécessaires pour que les conditions énoncées aux § 5.1 et 7 soient remplies.

L'affaiblissement d'adaptation de l'impédance au point JS, vue de A, par rapport à $600/0^\circ$ ohms, sera d'au moins 20 dB dans la gamme de fréquences de 200 à 4000 Hz et d'au moins 15 dB dans la gamme de fréquences de 125 à 6300 Hz, le système émetteur étant correctement réglé et étalonné.

4.2 *Système récepteur*

Le système récepteur du SRI est défini comme la portion JR-B qui s'étend de l'interface avec la jonction en JR au récepteur du combiné en B. Le système récepteur comprendra tous dispositifs d'amplification et de correction nécessaires pour que les conditions énoncées aux § 5.2 et 7 soient satisfaites.

L'affaiblissement d'adaptation de l'impédance au point JR, vue de B, par rapport à $600/0^\circ$ ohms, sera d'au moins 20 dB dans la gamme de fréquences de 200 à 4000 Hz, et d'au moins 15 dB dans la gamme de fréquences de 125 à 6300 Hz, le système récepteur étant correctement réglé et étalonné.

4.3 *Jonction*

Pour les essais d'équilibrage de la force des sons et les essais d'effet local, la jonction du SRI comprendra des dispositifs permettant d'insérer des valeurs connues d'affaiblissement entre les systèmes émetteur et récepteur. Elle consistera en une ligne d'affaiblissement étalonnée d'impédance caractéristique de 600 ohms et ayant une valeur maximale d'au moins 100 dB

(par exemple, $10 \times 10 \text{ dB} + 10 \times 1 \text{ dB} + 10 \times 0,1 \text{ dB}$)

avec une tolérance (une fois la ligne fixée et câblée en permanence dans l'équipement) de $\pm 1\%$ de la valeur lue sur les cadrans ou une précision de lecture de $\pm 0,1 \text{ dB}$. On aura prévu la possibilité d'inclure des éléments de circuit additionnels (par exemple, pour la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence) dans la jonction. La composition des circuits de ces éléments additionnels devra être compatible à la fois avec celle de la ligne d'affaiblissement et les interfaces avec la jonction. L'affaiblissement d'adaptation de la jonction par rapport à $600/0^\circ$ ohms sera d'au moins 20 dB sur la gamme de fréquences de 200 à 4000 Hz et d'au moins 15 dB sur la gamme de fréquences de 125 à 6300 Hz, aussi bien en présence qu'en l'absence d'éléments additionnels de circuits. Pour ces essais, les bornes autres que celles sur lesquelles portent les mesures seront fermées sur $600/0^\circ$ ohms.

5 **Valeurs nominales de l'efficacité des systèmes émetteur et récepteur**

Les valeurs absolues indiquées ci-dessous sont provisoires; elles pourraient devoir être modifiées quelque peu à la suite de l'étude de la nouvelle Question 19/XII [2].

5.1 *Système émetteur*

Les valeurs de l'efficacité à l'émission, S_{MJ} , figurent au tableau 1/P.48 colonne (2) [3].

5.2 *Système récepteur*

Les valeurs de l'efficacité à la réception, S_{Jr} , telles que mesurées sur une oreille artificielle CCITT/CEI (voir l'Avis P.64), figurent à la colonne (3) du tableau 1/P.48 [3].

6 **Stabilité**

Cette stabilité doit être maintenue, dans des limites raisonnables de température et d'humidité ambiantes, tout au moins entre les étalonnages périodiques. (Voir aussi [1].)

7 **Tolérances sur les valeurs de l'efficacité des systèmes émetteur et récepteur**

Ce paragraphe spécifie les tolérances:

- a) pour la forme des courbes caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence des systèmes émetteur et récepteur du SRI, et
- b) pour la moyenne des valeurs d'efficacité, pondérée en fonction de la force des sons.

7.1 *Forme des courbes caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence*

La forme des courbes caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence des systèmes émetteur et récepteur du SRI devra respecter les limites spécifiées dans le tableau 2/P.48. Lors de la vérification de la forme, les moyennes d'efficacité peuvent être ajustées de façon optimale.

TABLEAU 1/P.48

Valeurs nominales de l'efficacité à l'émission et à la réception du SRI
(Ces valeurs ont été adoptées à titre provisoire)

Fréquence (Hz)	SMJ	S _{Je}
	dB V/Pa	dB Pa/V
(1)	(2)	(3)
100	-45,8	-27,5
125	-36,1	-18,8
160	-25,6	-10,8
200	-19,2	-2,7
250	-14,3	2,7
300	-11,3	6,4
315	-10,8	7,2
400	-8,4	9,9
500	-6,9	11,3
600	-6,3	11,8
630	-6,1	11,9
800	-4,9	12,3
1000	-3,7	12,6
1250	-2,3	12,5
1600	-0,6	13,0
2000	0,3	13,1
2500	1,8	13,1
3000	1,5	12,5
3150	1,8	12,6
3500	-7,3	3,9
4000	-37,2	-31,6
5000	-52,2	-54,9
6300	-73,6	-67,5
8000	-90,0	-90,0

TABLEAU 2/P.48

Tolérances sur la forme des courbes caractéristiques d'efficacité
en fonction de la fréquence (à l'émission et à la réception)

Fréquence (Hz)	Efficacité relative (dB)	
	Système émetteur	Système récepteur
de 180 à 225	±2,0	-13,0, +2,0
de 225 à 280	±2,0	-7,5, +2,0
de 280 à 2800	±2,0	±2,0
de 2800 à 3550	±2,5	±3,0
de 3550 à 4500	±6,7	±8,2

7.2 Tolérances sur les valeurs moyennes de l'efficacité

Le réglage du gain dans les systèmes émetteur et récepteur du SRI doit être fait de telle sorte que les valeurs moyennes de l'efficacité, pondérées en fonction de la force des sons, ne s'écartent pas de plus de $\pm 0,2$ dB de la moyenne pondérée en fonction de la force des sons des efficacités indiquées dans le tableau 1/P.48. La détermination de ces moyennes doit se faire conformément aux principes exposés dans l'Avis P.79.

8 Limites de bruit

Il importe de régler strictement le niveau du bruit régnant dans le système [4].

9 Distorsion de non-linéarité

Si l'on veut que la distorsion de non-linéarité soit négligeable pour les niveaux vocaux normalement adoptés dans la détermination de la force des sons, il convient de maintenir cette distorsion entre certaines limites.

10 Spécifications complètes

Les Administrations peuvent faire figurer certaines caractéristiques secondaires dans leurs spécifications d'un SRI. En particulier doivent être soigneusement spécifiées les pièces réglables, la stabilité et les tolérances, la diaphonie et les opérations de montage et de maintenance, etc. Le supplément cité en [1] fournit des directives à cet égard.

Références

- [1] *Précautions à prendre pour installer et maintenir correctement un système de référence intermédiaire*, Livre orange, tome V, supplément n° 1, UIT, Genève, 1977.
- [2] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, UIT, Genève, 1981.
- [3] *Précautions à prendre pour installer et maintenir correctement un système de référence intermédiaire*, Livre orange, tome V, supplément n° 1, § 9.2, UIT, Genève, 1977.
- [4] *Ibid.*, § 5.

SECTION 4

APPAREILS DE MESURES OBJECTIVES

Avis P.51

VOIX ARTIFICIELLES, BOUCHES ARTIFICIELLES, OREILLES ARTIFICIELLES

(modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Le CCITT

considérant

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

(b) que la normalisation des voix, bouches et oreilles artificielles qui entreront dans la construction d'un tel appareil représente un sujet d'étude général pour le CCITT;

(c) que la normalisation d'une bouche artificielle précise ne pourra être obtenue qu'après la fin des études entreprises par diverses Administrations, la comparaison de leurs résultats et l'étude de modèles pour vérification de leurs caractéristiques;

(d) qu'en attendant il semble utile d'émettre un Avis provisoire concernant une source sonore destinée au tracé des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence,

recommande

l'emploi de l'oreille artificielle décrite au § 1 du présent Avis, et

recommande provisoirement

l'emploi de la source sonore décrite au § 2.

Remarque 1 – Il est toujours entendu que l'on considère comme essentiel que toutes les mesures d'équivalent de référence auxquelles il est procédé au laboratoire du CCITT continuent à être effectuées avec la bouche et l'oreille humaines.

Remarque 2 – Les Administrations pourront éventuellement utiliser, si elles le désirent, les dispositifs qu'elles auraient pu réaliser pour procéder aux essais en grande série des appareils téléphoniques livrés par les constructeurs, à condition que les résultats obtenus avec ces dispositifs concordent d'une manière satisfaisante avec les résultats obtenus en appliquant la méthode de mesure avec la bouche et l'oreille humaines.

Remarque 3 – L'Assemblée plénière de Copenhague (1936) a estimé qu'il y a intérêt à avoir des expressions distinctes pour désigner une source artificielle de sons vocaux, d'une part, et un appareil destiné à produire un champ acoustique déterminé remplissant certaines conditions spécifiées et reproduisant artificiellement une bouche humaine, d'autre part. Il convient d'utiliser le terme «voix artificielle» dans le premier cas et le terme «bouche artificielle» dans le second cas.

1 L'oreille artificielle recommandée par le CCITT

1.1 Introduction

Le CCIF a étudié depuis longtemps la possibilité de normaliser sur le plan international une oreille artificielle permettant d'effectuer des mesures téléphonométriques sans recourir à l'oreille humaine. En attendant une telle normalisation, l'Assemblée plénière de 1954 a recommandé aux Administrations et au laboratoire du CCIF d'utiliser, pour permettre une comparaison entre les résultats de mesures objectives faites sur des récepteurs téléphoniques dans divers laboratoires, une oreille artificielle de référence provisoire constituée par un simple coupleur; par la suite, ce dispositif a été plus justement appelé «coupleur de référence du CCITT»¹⁾.

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

Au cours de sa réunion à Liège en 1960, ce groupe de travail a proposé de définir cinq types d'oreille artificielle:

- 1 – type simple conventionnel
- 2 – type simple utilisé pour des mesures d'équivalent de référence
- 3 – type à large bande pour des mesures audiométriques
- 4 – type spécial pour étalonnage des écouteurs internes
- 5 – type reproduisant fidèlement les caractéristiques de l'oreille humaine moyenne pour des usages en laboratoire.

L'oreille artificielle du type 1 (ou coupleur de référence) fait l'objet de la publication citée en [3]; ce coupleur est différent du «coupleur de référence du CCITT».

Le groupe de travail de la CEI s'est ensuite consacré à l'étude des spécifications relatives à l'oreille du type 3. Un accord a été obtenu sur la valeur de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne, ce qui a conduit le groupe de travail à définir un réseau électrique équivalent à l'oreille humaine moyenne, puis à établir une spécification pour la réalisation de l'oreille artificielle du type 3. La IV^e Assemblée plénière du CCITT (Mar del Plata, 1968) a décidé de recommander provisoirement l'emploi de cette oreille pour les mesures d'équivalent de référence, dans le cas où il n'y a pas lieu d'introduire de fuites acoustiques; on trouvera ci-après les passages de la publication citée en [4], qui s'appliquent à cet usage, avec quelques modifications de détail. La VII^e Assemblée plénière a décidé que cette recommandation sera définitive.

L'étude de l'oreille artificielle du type 2 ainsi que l'étude des fuites acoustiques ont donc été supprimées du programme de travail de la CEI et sont poursuivies par le CCITT.

1.2 Domaine d'application, but et définition

1.2.1 Domaine d'application et but

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

1.2.2 Définition de l'oreille artificielle

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

¹⁾ La description la plus récente de ce coupleur figure dans l'Avis cité en [1] auquel était associé le document cité en [2].

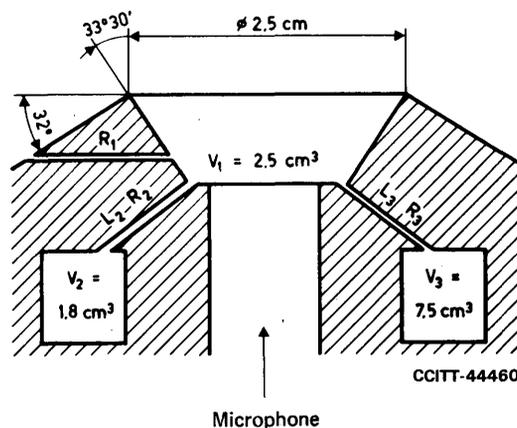
1.3 Description de l'oreille artificielle pour mesures audiométriques

1.3.1 Données de base

L'oreille artificielle est constituée par trois cavités couplées acoustiquement. Les dimensions du premier volume conique et les grandeurs des volumes des cavités couplées sont définies à la figure 1/P.51. Les éléments de couplage seront ajustés aux valeurs suivantes, définies en constantes localisées:

$$\begin{aligned}L_2 &= 5 \times 10^2 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-5} \\L_3 &= 1 \times 10^4 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-5} \\R_2 &= 6,5 \times 10^6 \text{ N s m}^{-5} \\R_3 &= 2 \times 10^7 \text{ N s m}^{-5}\end{aligned}$$

Ces valeurs sont définies dans les conditions atmosphériques normales.



Remarque 1 – Pour les tolérances, voir le § 1.3.2.

Remarque 2 – Le volume V1 inclut le volume équivalent de la capsule microphonique; la présence d'une grille de protection entraîne une correction correspondante.

FIGURE 1/P.51

1.3.2 Tolérances

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

Remarque – Aucune tolérance sur l'angle de 32° n'a été spécifiée par le CCITT parce qu'il a été reconnu que, lorsqu'on mesure des récepteurs téléphoniques, il peut être nécessaire de s'écarter notablement de cette valeur pour assurer une bonne application de l'écouteur sur l'oreille artificielle. A cet égard, les Administrations peuvent s'inspirer de [5].

1.3.3 Fuite d'égalisation de pression

Une fuite d'égalisation de pression est prévue qui devra avoir une résistance acoustique R1 supérieure à $5 \times 10^8 \text{ N s m}^{-5}$ et inférieure à 10^9 N s m^{-5} . Cette fuite peut prendre naissance dans l'un quelconque des trois volumes.

1.3.4 Microphone

Un microphone constitue le fond de la cavité V1. Le microphone utilisé doit avoir une grande impédance mécanique, le volume équivalent étant inférieur à 0,02 cm³ dans toute la bande de fréquences spécifiée. L'efficacité en pression du microphone et de l'équipement de mesure associé dans toute la bande de fréquences spécifiée doit être connue avec une précision de $\pm 0,2$ dB. Le couplage entre le microphone et le fond de la cavité V1 doit être rigoureusement étanche.

1.3.5 Matériaux

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

1.4 Mode d'utilisation

Voir aussi [5].

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

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

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

1.5 Etalonnage

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

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

1.6 Emploi des écouteurs de l'ARAEN sur l'oreille artificielle modèle CEI-318

Les résultats de mesures contenus dans la contribution citée en [6], qui sont d'ailleurs en accord avec ceux indiqués en [7], montrent qu'on peut obtenir pratiquement le même résultat pour la mesure de l'efficacité de l'écouteur n° 4026A de l'ARAEN avec pavillon à garniture en caoutchouc, qu'on utilise l'oreille artificielle modèle CEI-318 ou celle qui fait partie de l'ARAEN, pourvu que dans les deux cas l'écouteur soit appliqué sur une plate-forme montée à ras du bord de l'oreille artificielle (voir la figure 2/P.51).

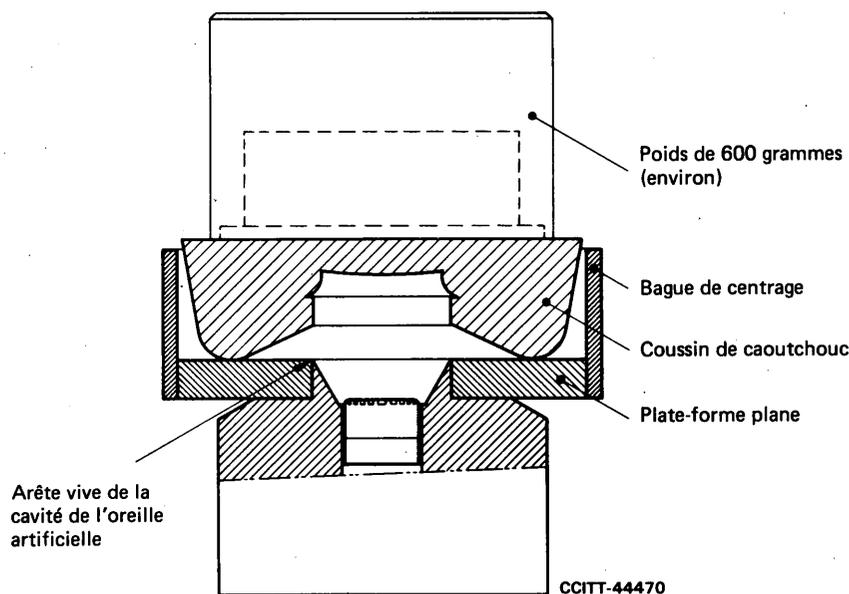


FIGURE 2/P.51

Application du récepteur de l'ARAEN sur une plate-forme montée au ras de la surface supérieure de la cavité d'entrée de l'oreille artificielle modèle CEI-318.

On sait en outre que, pour régler le système récepteur de l'ARAEN, on s'est fondé initialement sur la concordance entre l'étalonnage de l'écouteur n° 4026A, avec pavillon à garniture en caoutchouc, sur des oreilles humaines et l'étalonnage effectué comme il est indiqué ci-dessus avec l'oreille artificielle de l'ARAEN.

Le CCITT recommande donc l'emploi de l'oreille artificielle modèle CEI-318 sur une plate-forme, selon la description donnée ci-dessus, pour les futures mesures objectives du *système récepteur de l'ARAEN*, du type utilisé pour l'étude de la corrélation entre les évaluations subjectives d'indices basés sur la force des sons et les indices calculés à partir de mesures objectives. On doit utiliser une masse de 600 grammes (non comprise la masse de l'écouteur) pour appliquer cet écouteur sur l'oreille artificielle.

Remarque 1 – Cette recommandation porte exclusivement sur l'étalonnage de l'écouteur n° 4026A avec pavillon à garniture en caoutchouc. Il est entendu que les écouteurs de combinés téléphoniques ayant une forme classique doivent être appliqués directement sur l'oreille artificielle selon les indications figurant en [8] et dans le présent Avis.

Remarque 2 – Cette recommandation concerne non seulement le système récepteur de l'ARAEN, mais aussi celui du NOSFER, pour les essais du type décrit ci-dessus. Elle ne change en rien l'étalonnage absolu de l'ARAEN décrit dans l'Avis P.41 et en [9].

2 La source sonore recommandée provisoirement par le CCITT

2.1 Introduction

Avant de pouvoir recommander un type particulier de bouche artificielle appropriée pour les mesures téléphonométriques objectives, il est proposé d'acquérir, dans un premier temps, une certaine expérience dans l'emploi d'une source sonore permettant de déterminer le tracé des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence d'un système émetteur commercial, quel que soit le type de capsule microphonique; cette source sonore ne peut être utilisée que pour des combinés téléphoniques.

Une telle source sonore doit permettre d'effectuer des comparaisons utiles entre les résultats obtenus dans divers laboratoires. Cet avantage existe déjà pour les comparaisons des courbes d'efficacité en fonction de la fréquence des écouteurs, depuis l'adoption à Mar del Plata par le CCITT de l'oreille artificielle modèle CEI-318.

Il serait souhaitable de compléter la documentation dont on dispose actuellement sur la bouche humaine.

Remarque – Cette proposition relative au choix d'une source sonore ne tend pas à gêner la définition ultérieure d'une bouche artificielle plus précise universellement utilisable pour les mesures d'indices objectifs.

2.2 Caractéristiques acoustiques de la source sonore

2.2.1 La source sonore doit permettre l'étalonnage des microphones à faible distance.

2.2.2 Aux distances de mesure habituellement utilisées, les propriétés acoustiques doivent être voisines de celles de la bouche humaine moyenne: en particulier, la loi de décroissance de la pression acoustique dans l'axe doit être voisine de celle de la bouche humaine moyenne, à partir d'une distance de l'ordre de 10 mm en avant d'un plan appelé «plan des lèvres» de cette source.

Le tableau 1/P.51 indique pour la bouche humaine, d'après diverses sources, les pressions acoustiques mesurées en des points situés sur l'axe et exprimées en valeur relative par rapport à la pression acoustique à une distance de 25 mm à partir du plan des lèvres. Les pressions acoustiques doivent être mesurées au moyen d'un très petit microphone (6 mm de diamètre environ) ou un microphone à sonde.

TABLEAU 1/P.51

Distance à partir du plan des lèvres (mm)	Niveau de pression acoustique (dB, rapporté à la pression à 25 mm du plan lèvres)		
	Post Office du Royaume-Uni	Chile Telephone Co.	L M Ericsson
10	+4,8	+5,5	+4,6
20	+1,5	+1,5	+1,3
25	0	0	0
40	-3,3	-3,3	-3,4
60	-6,5		

(Voir la remarque)

Remarque – Au-delà de 40 mm, on peut admettre que la pression acoustique est inversement proportionnelle à la distance, cette distance étant rapportée à une source ponctuelle équivalente qui serait située à 6 mm derrière le plan des lèvres.

2.2.3 La directivité, dans une région de l'espace située autour de l'axe, devrait être voisine de celle de la bouche humaine moyenne.

2.2.4 Pour pouvoir comparer les résultats obtenus avec divers exemplaires de la source, il est nécessaire de définir un point de référence sur l'axe principal où seront vérifiées les caractéristiques de la source, et qui servira de référence dans des expériences interlaboratoires. On peut penser qu'un point situé sur l'axe à 25 mm du plan des lèvres remplit les conditions requises.

2.2.5 La source sonore doit pouvoir délivrer, au point de référence ci-dessus, des niveaux de pression acoustique d'au moins 90 dB [par rapport à $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (pascal)] dans une gamme de fréquences comprenant au moins la bande de 200 à 4000 Hz. (Il serait souhaitable de pouvoir disposer de niveaux de pression acoustique pouvant atteindre 100 dB dans la bande des fréquences comprises entre 100 et 8000 Hz.)

2.2.6 Cette source doit être stable et reproductible.

2.3 Choix d'un modèle

Les résultats des mesures effectuées sur la source B & K 4216 modifiée et sur la bouche artificielle utilisée par le Post Office du Royaume-Uni ont montré que l'accord semble bon entre ces deux modèles. En ce qui concerne la répartition de la pression acoustique en champ libre le long de l'axe, ces résultats sont assez proches des valeurs mesurées pour la bouche humaine. Ces deux modèles répondent aussi aux autres spécifications du § 2.2.

Remarque 1 – Il est rappelé que la modification de la source sonore B & K 4216 consiste essentiellement en un rapprochement de l'anneau lèvres vers le microphone de régulation. La distance entre l'anneau et le plan de l'orifice du microphone sur la source modifiée est de 9,7 mm [10].

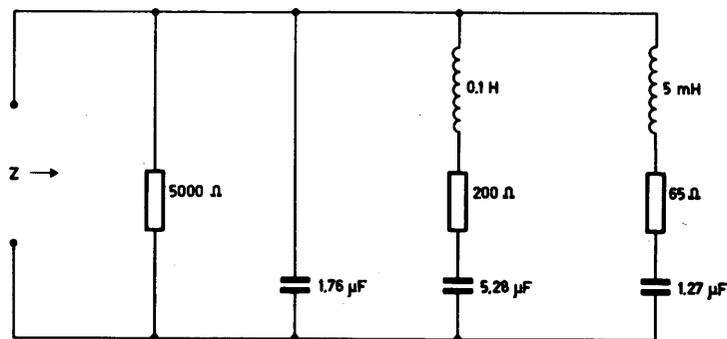
Remarque 2 – Le modèle B & K 4219 en cours de fabrication répond aux spécifications du présent Avis dans la gamme de fréquences comprise entre 200 Hz et 4000 Hz.

ANNEXE A

(à l'Avis P.51)

Réseau électrique à constantes localisées équivalent d'une oreille humaine moyenne

On a disposé (voir la bibliographie) de trois déterminations indépendantes de l'impédance acoustique de l'oreille humaine moyenne, en l'absence de fuites; ces déterminations s'appliquaient à des pavillons de différentes formes, utilisés sur des écouteurs audiométriques. Dans chaque cas, on a déterminé un réseau équivalent du type représenté sur la figure A-1/P.51 en fixant les valeurs des éléments de façon à obtenir la meilleure adaptation possible aux valeurs d'impédances mesurées. Les valeurs des éléments à constantes localisées qui sont indiquées sur la figure A-1/P.51 sont des valeurs moyennes correspondant à un pavillon plan.



Remarque – Un ohm électrique correspond à 10^5 Ns m^{-5} .

FIGURE A-1/P.51

Réseau électrique à constantes localisées équivalent de l'oreille humaine moyenne. Les parties réelle et imaginaire de l'impédance Z sont représentées, en fonction de la fréquence, sur les figures A-2/P.51 et A-3/P.51

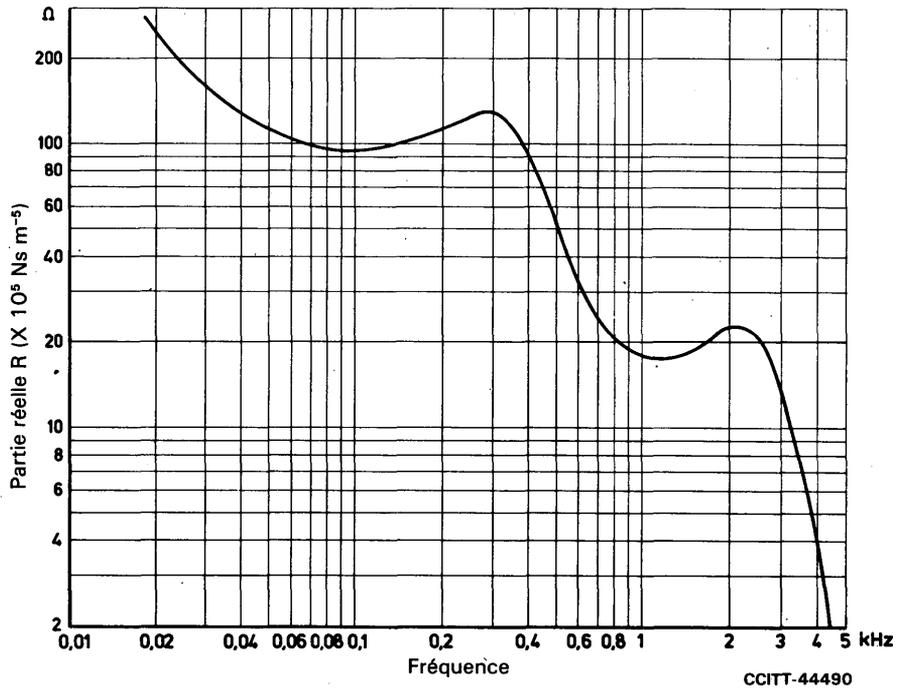


FIGURE A-2/P.51

Partie réelle de l'impédance du réseau électrique équivalent

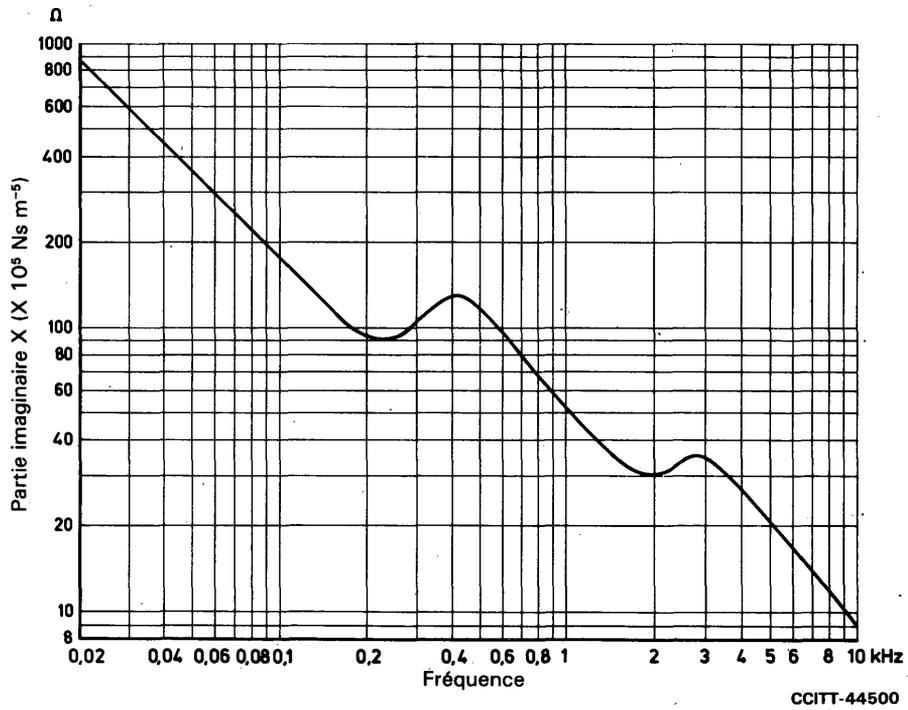


FIGURE A-3/P.51

Partie imaginaire de l'impédance du réseau électrique équivalent

Références

- [1] Avis du CCITT *Voix artificielles, bouches artificielles, oreilles artificielles*, Livre rouge, tome V bis, Avis P.51, UIT, Genève, 1965.
- [2] *Méthode normalisée aux Etats-Unis d'Amérique pour l'étalonnage des récepteurs téléphoniques sur un coupleur*, Livre rouge, tome V, annexe 17, UIT, Genève, 1962.
- [3] Rapport de la Commission Electrotechnique Internationale *Coupleur de référence provisoire de la CEI pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie*, publication CEI-303, Genève, 1970.
- [4] Recommandation de la Commission Electrotechnique Internationale *Une oreille artificielle de la CEI à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie*, publication CEI-318, Genève, 1970.
- [5] CCITT – Question 12/XII, annexe 1, Livre vert, tome V, UIT, Genève, 1973.
- [6] CCITT – Contribution COM XII-N° 125 de la période d'études 1968-1972, Genève, 1971.
- [7] CCITT – Contribution COM XII-N° 12, Rapport technique n° 355 du laboratoire du CCITT, période d'études 1964-1968, Genève, 1967.
- [8] Recommandation de la Commission Electrotechnique Internationale *Une oreille artificielle de la CEI à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie*, publication CEI-318, section 4, Genève, 1970.
- [9] *Etalonnage absolu de l'ARAEN au laboratoire du CCITT*, Livre blanc, tome V, supplément n° 9, UIT, Genève, 1969.
- [10] CCITT – Contribution COM XII-N° 52, Rapport technique n° 397 du laboratoire du CCITT, période d'études 1968-1972, Genève, 1970.

Bibliographie

- BRÜEL (P. V.), FREDERIKSEN (E.) et RASMUSSEN (G.): «Artificial Ears for the Calibration of Earphones of the External Type», *B & K. Tech. Rev.*, n° 4 (1961) et n° 1 (1962).
- DELANY (M. E.): «The Acoustical Impedance of Human Ears», *J. Sound Vib.* 1 (1964), 455.
- DELANY (M. E.), WHITTLE (L. S.), COOK (J. P.) et SCOTT (V.): «Performance Studies on a New Artificial Ear», *Acustica* 18 (1967), 231.
- ITHELL (A. H.): «A Determination of the Acoustical Input Impedance Characteristics of Human Ears», *Acustica* 13 (1963), 311.
- ITHELL (A. H.), JOHNSON (E. G. T.) et YATES (R. F.): «The Acoustical Impedance of Human Ears and a New Artificial Ear», *Acustica* 15 (1965), 109.

Avis P.52

VOLUMÈTRES

Le CCITT estime qu'afin d'assurer la continuité avec la pratique antérieure il n'est pas désirable de modifier la spécification du volumètre de l'ARAEN employé au laboratoire du CCITT.

Le tableau 1/P.52 donne les caractéristiques principales de divers appareils de mesure utilisés pour la surveillance du volume ou des crêtes au cours de conversations téléphoniques ou de transmissions radiophoniques.

Remarque – On trouvera dans des suppléments au tome V du *Livre blanc* les descriptions des appareils suivants:

- volumètre de l'ARAEN ou «voltmètre vocal» (*speech voltmeter*) [1];
- volumètre normalisé aux Etats-Unis d'Amérique, appelé «vu-mètre» [2];
- indicateur de crête utilisé par la British Broadcasting Corporation [3];
- indicateurs d'amplitude maximale des types U 21 et U 71 utilisés dans la République fédérale d'Allemagne [4].

L'indicateur de volume du SFERT (*volume indicator*), qui était autrefois utilisé au laboratoire du CCITT, est décrit en [5].

Essais comparatifs de divers types de volumètres

Une note qui figure en [6] donne quelques indications sur les résultats d'essais préliminaires effectués au laboratoire du SFERT pour comparer le *volume indicator* à différents indicateurs d'impulsions.

Les résultats d'essais comparatifs effectués en 1952 par le Post Office du Royaume-Uni figurent en [7].

Références

- [1] *Volumètre de l'ARAEN ou voltmètre vocal (speech voltmeter)*, Livre blanc, tome V, supplément n° 10, UIT, Genève, 1969.
- [2] *Volumètre normalisé aux Etats-Unis d'Amérique, appelé vu-mètre*, Livre blanc, tome V, supplément n° 11, UIT, Genève, 1969.
- [3] *Indicateur de crête utilisé par la British Broadcasting Corporation*, Livre blanc, tome V, supplément n° 12, UIT, Genève, 1969.
- [4] *Indicateurs d'amplitude maximum des types U 21 et U 71 utilisés dans la République fédérale d'Allemagne*, Livre blanc, supplément n° 13, UIT, Genève, 1969.
- [5] *Indicateur de volume du SFERT*, Livre rouge, tome V, annexe 18, 2^e partie, UIT, Genève, 1962.
- [6] CCIF – *Livre blanc*, tome IV, pp. 270 à 293, UIT, Berne, 1934.
- [7] *Comparaison des lectures faites avec des volumètres de types différents, au cours de conversations*, Livre blanc, tome V, supplément n° 14, UIT, Genève, 1969.

Avis P.53

PSOPHOMÈTRES (APPAREILS POUR LA MESURE OBJECTIVE DES BRUITS DE CIRCUITS)

(modifié à Genève, 1976)

Le CCITT,

considérant

(a) que, depuis que le psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux a été spécifié en [1], des progrès considérables ont été faits dans la construction des appareils téléphoniques d'abonné, notamment en ce qui concerne l'uniformité de l'efficacité en fonction de la fréquence;

(b) que le «Joint Subcommittee on Development and Research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System» [2] a procédé à de nombreux essais pour tracer la courbe à prescrire pour le réseau filtrant du psophomètre afin de tenir compte des qualités améliorées des appareils téléphoniques d'abonné;

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

émet, à l'unanimité, l'avis

que les poids attribués aux diverses fréquences dans le réseau filtrant du psophomètre utilisé pour les mesures faites aux bornes d'un circuit interurbain du service téléphonique commercial doivent être ceux du tableau 1/P.53 (voir également la courbe de la figure 1/P.53); seules, les valeurs en chiffres gras dans ce tableau doivent être considérées comme spécifiant le réseau filtrant du psophomètre et peuvent être prises en considération pour les essais de vérification de l'appareil; les autres valeurs, obtenues par interpolation, sont données pour faciliter les calculs éventuels.

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

1 Tolérances admissibles

Les tolérances admissibles sont:

50 à 300 Hz	± 2 dB
300 à 800 Hz	± 1 dB
à 800 Hz	0 dB
800 à 3000 Hz	± 1 dB
3000 à 3500 Hz	± 2 dB
3500 à 5000 Hz	± 3 dB

Remarque – Au cours de sa XVI^e Assemblée plénière (Florence, 1951), le CCIF a estimé qu'il était extrêmement désirable de ne plus apporter de modifications au tableau des poids et à la spécification du psophomètre pendant une période aussi longue que possible, par exemple de dix ans.

TABLEAU 1/P.53

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Fréquences Hz	Poids		
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en décibels
16,66	0,056	0,003136	-85,0
50	0,71	0,5041	-63,0
100	8,91	79,3881	-41,0
150	35,5	1 260,25	-29,0
200	89,1	7 938,81	-21,0
250	178	31 684	-15,0
300	295	87 025	-10,6
350	376	141 376	-8,5
400	484	234 256	-6,3
450	582	338 724	-4,7
500	661	436 921	-3,6
550	733	537 289	-2,7
600	794	630 436	-2,0
650	851	724 201	-1,4
700	902	813 604	-0,9
750	955	912 025	-0,4
800	1000	1 000 000	0,0
850	1035	1 071 225	+0,3
900	1072	1 149 184	+0,6
950	1109	1 229 881	+0,9
1000	1122	1 258 884	+1,0
1050	1109	1 229 881	+0,9
1100	1072	1 149 184	+0,6
1150	1035	1 071 225	+0,3
1200	1000	1 000 000	0,0
1250	977	954 529	-0,20
1300	955	912 025	-0,40
1350	928	861 184	-0,65
1400	905	819 025	-0,87
1450	881	776 161	-1,10
1500	861	741 321	-1,30
1550	842	708 964	-1,49
1600	824	678 976	-1,68
1650	807	651 249	-1,86
1700	791	625 681	-2,04
1750	775	600 625	-2,22
1800	760	577 600	-2,39
1850	745	555 025	-2,56
1900	732	535 824	-2,71
1950	720	518 400	-2,86
2000	708	501 264	-3,00
2050	698	487 204	-3,12
2100	689	474 721	-3,24
2150	679	461 041	-3,36
2200	670	448 900	-3,48
2250	661	436 921	-3,60
2300	652	425 104	-3,72
2350	643	413 449	-3,84
2400	634	401 956	-3,96
2450	626	390 625	-4,08
2500	617	380 689	-4,20
2550	607	368 449	-4,33
2600	598	357 604	-4,46
2650	590	348 100	-4,59
2700	580	336 400	-4,73
2750	571	326 041	-4,87
2800	562	315 844	-5,01

TABLEAU 1/P.53 (fin)

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Fréquences Hz	Poids		
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en décibels
2 850	553	305 809	-5,15
2 900	543	294 849	-5,30
2 950	534	285 156	-5,45
3 000	525	275 625	-5,60
3 100	501	251 001	-6,00
3 200	473	223 729	-6,50
3 300	444	197 136	-7,05
3 400	412	169 744	-7,70
3 500	376	141 376	-8,5
3 600	335	112 225	-9,5
3 700	292	85 264	-10,7
3 800	251	63 001	-12,0
3 900	214	45 796	-13,4
4 000	178	31 684	-15,0
4 100	144,5	20 880,25	-16,8
4 200	116,0	13 456	-18,7
4 300	92,3	8 519,29	-20,7
4 400	72,4	5 241,76	-22,8
4 500	56,2	3 158,44	-25,0
4 600	43,7	1 909,69	-27,2
4 700	33,9	1 149,21	-29,4
4 800	26,3	691,69	-31,6
4 900	20,4	416,16	-33,8
5 000	15,9	252,81	-36,0
> 5 000	< 15,9	< 252,81	< -36,0
5000 à 6000	< 15,9	< 252,81	< -36,0
> 6000	< 7,1	< 50,41	< -43,0

Remarque — Si pour l'établissement de certains systèmes de transmission téléphonique on doit faire des calculs à partir des valeurs des poids psophométriques et qu'il paraisse alors utile d'adopter pour les fréquences supérieures à 5000 Hz des valeurs plus précises que celles du tableau précédent, on pourra adopter les valeurs suivantes :

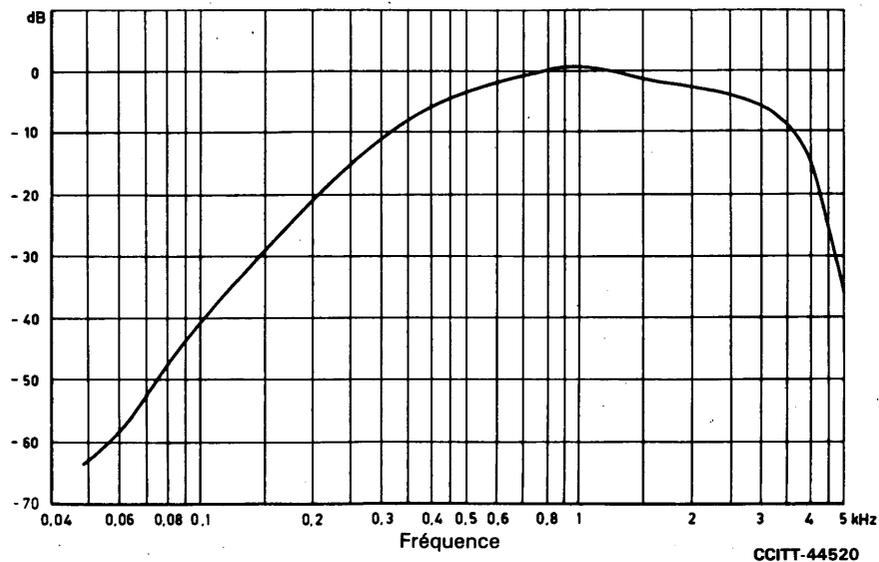


FIGURE 1/P.53

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

2 Mesures aux bornes du récepteur téléphonique d'abonné

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

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

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

3 Correspondance avec les indications des psophomètres américains

Les bases actuellement utilisées par l'American Telephone and Telegraph Company pour évaluer la réduction de qualité de transmission due au bruit sont indiquées en [3], où le bruit est exprimé sous la forme des indications données par l'appareil 3A actuellement utilisé aux Etats-Unis, avec pondération C pour la téléphonie. Cette pondération n'étant pas la même que celle qui est liée à l'emploi de l'appareil 2B plus ancien ou à celui du psophomètre de 1951 du CCITT, la relation entre les mesures faites avec ces appareils est influencée par le spectre du bruit mesuré. Si l'on applique à chaque appareil un bruit blanc ayant une puissance de 1 mW dans la bande comprise entre 300 Hz et 3400 Hz, on obtient à la lecture les indications suivantes:

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

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

Pondération 1951 du CCITT		Appareil 3A Pondération C pour la téléphonie		Appareil 2B Pondération F1A
0 dBm	=	90 dBrn	=	84 dBa
-90 dBm	=	0 dBrn	=	-6 dBa
-84 dBm	=	6 dBrn	=	0 dBa

Ces facteurs de conversion tiennent compte de l'effet de la différence entre les fréquences de référence utilisées (800 Hz pour le psophomètre du CCITT et 1000 Hz pour les appareils américains).

Des renseignements détaillés sur les psophomètres actuellement utilisés aux Etats-Unis sont indiqués en [4] et [5].

4 Mesure de bruits impulsifs

(Voir l'Avis P.55.)

Références

- [1] *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques industrielles*, édition de Rome, 1937, révisée à Oslo, 1938.
- [2] *Engineering Report n° 45*, Joint Subcommittee on Development and Research of the Edison Electric Institute and the Bell Telephone System. (Traduction française CCIF - 1947-1948 - 1^{re} C.R. - document n° 2.)
- [3] LEWINSKI (D. A.): A New Objective for Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, n° 43, pp. 719, mars 1964.
- [4] COCHRAN (W. T.) et LEWINSKI (D. A.): A New Measuring Set for Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, n° 39, pp. 911, juillet 1960.
- [5] AIKENS (A. J.) et LEWINSKI (D. A.): Evaluation of Message Circuit Noise, *Bell System Technical Journal*, n° 39, pp. 879, juillet 1960.

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

(modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

Le CCITT recommande d'adopter le sonomètre spécifié en [1]; cet appareil est à utiliser, dans la plupart des cas, avec les filtres d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave spécifiés en [2].

Références

- [1] Norme de la Commission Electrotechnique Internationale *Sonomètres*, publication de la CEI 651(179), Genève, 1979.
- [2] Recommandation de la Commission Electrotechnique Internationale *Filtres de bandes d'octave, de demi-octave et de tiers d'octave destinés à l'analyse des bruits et des vibrations*, publication de la CEI 225, Genève, 1966.

APPAREILS POUR LA MESURE DES BRUITS IMPULSIFS ¹⁾

(Mar del Plata, 1968)

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

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

Compte tenu de ces considérations, le CCITT recommande aux Administrations d'utiliser, pour mesurer le nombre de fois où apparaissent des séries d'impulsions, sur les circuits téléphoniques aussi bien que sur les circuits pour transmissions de données, le compteur d'impulsions qui est défini dans l'Avis O.71 [1].

Remarque – Les Administrations pourront continuer à étudier sur le plan national si l'emploi de ces compteurs d'impulsions suffit à assurer que les conditions nécessaires pour obtenir une bonne qualité dans les communications téléphoniques sont satisfaites. Pour de telles études, les Administrations peuvent utiliser les appareils de mesure qu'elles jugent les plus appropriés, par exemple un psophomètre dont le facteur de surcharge a été augmenté, mais le CCITT n'envisage pas de recommander l'emploi d'un tel appareil.

Référence

- [1] Avis du CCITT *Spécification pour un appareil de mesure du bruit impulsif sur les circuits de type téléphonique*, tome IV, fascicule IV.4, Avis O.71.

¹⁾ L'ancien Avis P.55 (*Livre rouge*, tome V, p. 134) a été supprimé.

SECTION 5

MESURES ÉLECTROACOUSTIQUES OBJECTIVES

Avis P.61

MÉTHODE POUR L'ÉTALONNAGE ABSOLU DES MICROPHONES DE MESURE

(modifié à Genève, 1976)

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

a) *Méthode du disque de Rayleigh*

L'application de cette méthode au laboratoire du CCITT, pour l'étalonnage absolu de l'ARAEN, est décrite en [1].

b) *La méthode de réciprocité pour l'étalonnage de microphones à condensateurs*

Le principe et la description de cette méthode apparaissent dans les publications citées en [2], [3] et [4].

Références

- [1] *Etalonnage absolu de l'ARAEN au laboratoire du CCITT*, Livre blanc, tome V, supplément n° 9, UIT, Genève, 1969.
- [2] Commission Electrotechnique Internationale *Méthode de précision pour l'étalonnage en pression des microphones étalons à condensateur d'un pouce par la technique de la réciprocité*, publication CEI-327, Genève, 1971.
- [3] Commission Electrotechnique Internationale *Méthode simplifiée pour l'étalonnage en pression des microphones à condensateur d'un pouce par la technique de la réciprocité*, publication CEI-402, Genève, 1972.
- [4] Commission Electrotechnique Internationale *Méthode de précision pour l'étalonnage en champ libre des microphones étalons à condensateur d'un pouce par la technique de la réciprocité*, publication CEI-486, Genève, 1974.

Avis P.62

MESURES EFFECTUÉES SUR LES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES D'ABONNÉ

1 Mesure de la distorsion d'affaiblissement d'un appareil téléphonique

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

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

Pour tracer les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence, on peut suivre les méthodes décrites dans l'Avis P.64 et l'annexe B qui lui est associée.

2 Mesures de la distorsion de non-linéarité d'un appareil téléphonique et du bruit des microphones

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

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

Les renseignements disponibles au sujet de l'influence générale de la distorsion harmonique sur la qualité des sons vocaux en matière de téléphonie indiquent que l'effet de la distorsion du deuxième ordre est considérablement plus faible que celui de la distorsion du troisième ordre. Il est néanmoins difficile de comparer les seuils de détection absolus obtenus au cours des différents essais, compte tenu des définitions et des mesures différentes de la distorsion.

Remarque 1 — Les renseignements dont on dispose actuellement à ce sujet sont résumés en [1] et [2]. Les mesures faites avec des signaux sinusoïdaux ne peuvent évidemment prédire la qualité de transmission téléphonique des systèmes non linéaires que jusqu'à un certain point, notamment lorsque la valeur de crête du signal de mesure est très inférieure au signal téléphonique transmis. Un signal complexe ayant la même densité spectrale et la même fonction de densité d'amplitude que les sons vocaux réels serait certainement un signal d'essai plus utile.

Remarque 2 — L'application de signaux d'essai complexes ou de signaux vocaux réels pour mesurer la non-linéarité dans les circuits téléphoniques est à l'étude au titre de la Question 13/XII [3].

Certains types de microphones à charbon peuvent donner lieu à un bruit stationnaire audible qui dépend souvent du courant d'alimentation. La mesure de ce type de bruit et de ses effets sur la qualité de transmission s'effectue de la même façon que dans le cas d'autres types de bruits de circuits additifs.

Par ailleurs, un bruit multiplicatif (corrélation avec les sons vocaux) peut aussi être présent. Ce type de bruit peut généralement être inclus dans la distorsion de non-linéarité mesurée comme harmonique ou distorsion d'intermodulation par un signal de mesure approprié.

3 Mesure objective de l'équivalent de référence, de l'équivalent de référence corrigé (ERC) ou des indices de force des sons

Il n'existe actuellement pas de méthode agréée pour mesurer l'équivalent de référence, l'équivalent de référence corrigé et les indices de force des sons d'un appareil téléphonique d'abonné. On peut toutefois signaler l'équipement décrit en [4], [5], [6] et [7] qu'utilisent les Administrations de la France, de la République fédérale d'Allemagne, de la Suisse et de la Suède. Il convient également d'attirer l'attention sur les conclusions relatives à l'équipement existant, données en [8].

En ce qui concerne la mesure objective des indices de force des sons, le sujet est étudié au titre de la Question 15/XII [9] et un projet d'Avis P.XXF (Appareils pour la mesure objective des indices de force des sons) est annexé à la Question.

Références

- [1] CCITT — Question 13/XII, annexe 1, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] CCITT — Question 13/XII, annexe, Livre vert, tome V, UIT, Genève, 1973.
- [3] CCITT — Question 13/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [4] *Appareils pour la mesure objective des équivalents de référence utilisés par l'Administration française*, Livre rouge, tome V, annexe 27, UIT, Genève, 1962.
- [5] *Appareil pour la mesure objective des équivalents de référence utilisé par l'Administration de la République fédérale d'Allemagne*, Livre rouge, tome V, annexe 28, Genève, 1962.

- [6] *Méthode et appareil pour la mesure objective des équivalents de référence utilisés par l'Administration suisse*, Livre rouge, tome V, annexe 29, UIT, Genève, 1962.
- [7] *Bouche artificielle utilisée par l'Administration suédoise*, Livre rouge, tome V bis, 2^e partie, annexe G, UIT, Genève, 1965.
- [8] CCITT – Question 15/XII, appendice 5.2, Livre vert, tome V, UIT, Genève, 1973.
- [9] CCITT – Question 15/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis P.63

**MÉTHODES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION
FONDÉES SUR DES MESURES OBJECTIVES**

Les méthodes de mesure sont étudiées par le CCITT au titre de la Question 7/XII [1]. Les annexes A et B à l'Avis P.11 et les suppléments n^{os} 2 et 3 publiés à la fin du présent fascicule décrivent des méthodes respectivement utilisées par l'AT&T et le British Telecom. Il faut en outre signaler les méthodes de calcul des indices de force des sons exposées dans l'Avis P.79.

Référence

- [1] CCITT – Question 7/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis P.64

**DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES D'EFFICACITÉ EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE
DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES LOCAUX POUR PERMETTRE LE CALCUL
DE LEURS INDICES DE FORCE DES SONS**

(Genève, 1976)

En ce qui concerne les principes généraux à appliquer pour déterminer les indices de force des sons, voir l'Avis P.76.

1 Introduction

La caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence, à l'émission ou à la réception d'un système téléphonique local complet, peut s'obtenir par mesure directe; on peut aussi arriver au résultat voulu grâce à la mesure séparée de trois parties, à savoir: a) les transducteurs; b) la partie électrique du poste téléphonique; c) la ligne d'abonné et le pont d'alimentation. A condition que chaque mesure soit faite de la manière voulue et que l'on tienne dûment compte des défauts d'adaptation des impédances aux interfaces, on peut combiner les quantités partielles pour obtenir les efficacités requises correspondant au système téléphonique local. La présente contribution traite de la mesure de systèmes téléphoniques locaux complets, mais les mêmes principes s'appliquent à la mesure des microphones ou des récepteurs pris séparément.

Les mesures électroacoustiques du type considéré ici peuvent être nécessaires pour divers besoins, parmi lesquels il importe de distinguer les suivants:

- a) fournir à celui qui a conçu un transducteur les renseignements sur le résultat qu'il a atteint en cherchant à obtenir une réponse donnée d'efficacité en fonction de la fréquence;
- b) vérifier que le produit fabriqué satisfait aux conditions spécifiées;
- c) fournir des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence appropriées, destinées à être utilisées dans l'évaluation des indices de force des sons, des équivalents de référence et autres grandeurs déterminées de manière subjective.

Comme le présent Avis ne porte que sur le point c), il doit être fondé sur des mesures effectuées dans des conditions réelles. Il faut utiliser des bouches artificielles et des oreilles artificielles en tenant compte de la nécessité d'obtenir une bonne concordance entre les résultats de mesure obtenus avec une bouche et une oreille artificielles et les résultats pour lesquels on a eu recours à une bouche et à une oreille humaines. Les mesures faites dans les conditions réelles sont compliquées, exigent beaucoup de temps et ne sont pas reproductibles avec une grande précision, en particulier quand on a affaire à des microphones à charbon.

Le présent Avis décrit des méthodes de mesure fondées sur l'utilisation des types recommandés de bouches et d'oreilles artificielles (voir l'Avis P.51).

2 Efficacité à l'émission et étalonnage des microphones

Pour les objectifs envisagés ici, l'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local et l'efficacité d'un microphone sont définies en fonction de la pression acoustique en champ libre en un point de référence en face de la bouche¹⁾, et de la puissance électrique émise, selon le cas, par le système téléphonique local ou par le microphone. La pression acoustique à l'entrée ne peut, par conséquent, être mesurée en même temps que la puissance électrique émise, de sorte que la mesure doit s'effectuer d'une manière indirecte. La pression acoustique au point de référence est mesurée en l'absence du combiné, puis, la source bouche artificielle restant inchangée, le combiné est placé dans la position définie, en face de la bouche, et on mesure la puissance de sortie. Quand on utilise une bouche et une voix humaines, on ne peut pas compter que la source conservera à l'émission une puissance constante entre la mesure de la pression acoustique en champ libre et la mesure de la puissance électrique émise par le microphone. Les bouches artificielles ont l'inconvénient de représenter imparfaitement l'impédance de la source et la distribution du champ propres aux bouches humaines.

Outre la réalisation des conditions requises pour la source, il est nécessaire de faire en sorte que, pour chaque modèle de combiné, l'embouchure occupe la position qui serait utilisée dans la situation réelle. On y parvient en plaçant l'embouchure convenablement par rapport à un point de référence-oreille; de cette façon, les combinés longs sont mesurés avec une distance bouche-microphone plus grande que dans le cas de combinés courts. La qualité des résultats obtenus, dans la détermination des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence, avec une position de mesure donnée pour le combiné, ne peut s'apprécier, pour des combinés de différentes longueurs, que par des comparaisons entre les résultats de différentes sortes d'essais: essais en conversation réelle, essais avec bouche artificielle et essais avec bouche humaine dans des conditions de mesure convenablement déterminées. Aux fins du présent Avis, le combiné téléphonique sera placé selon les indications données dans l'annexe A à l'Avis P.76.

Des problèmes spéciaux apparaissent quand on fait des mesures avec des bouches humaines et des voix humaines, même dans le cas où les conditions d'émission vocale sont bien déterminées. Dans de telles circonstances, la pression acoustique ne peut pas être mesurée directement au point de référence-bouche requis; il faut donc la mesurer en quelque autre point et la rapporter indirectement au point de référence-bouche. Dans des déterminations antérieures, on a eu recours à un microphone de mesure placé à 1 mètre de la bouche, mais cela exige un milieu anéchoïde et il se manifeste un effet d'obstruction dû au combiné soumis à l'essai.

Quand la pression acoustique appliquée à un microphone à charbon augmente, l'accroissement de tension qui lui correspond, à la sortie, ne présente pas une relation linéaire avec l'accroissement de pression acoustique. Cette non-linéarité est une fonction très compliquée de la pression acoustique appliquée, de la fréquence, du courant d'alimentation, du conditionnement et de l'orientation de la cavité contenant des granules. Avec une bouche artificielle, on n'obtient de résultats reproductibles que si l'on accorde à tous ces facteurs l'attention voulue. On trouvera au § 6 la description d'une méthode de mesure employée dans l'étude des indices de force des sons; il s'agit de la méthode fondée sur l'«enveloppe supérieure», dans laquelle on mesure l'efficacité pour trois pressions acoustiques différentes et on prend la valeur maximale pour chaque fréquence comme efficacité équivalente pour la parole dans les conditions réelles d'émission vocale.

3 Efficacités à la réception et étalonnage des récepteurs

L'oreille artificielle modèle CEI-318 (voir l'Avis P.51) permet des mesures précises portant sur l'efficacité des récepteurs, mais les pressions acoustiques mesurées de cette manière ne sont pas toujours conformes à celles qui existent au point de référence-oreille dans une oreille humaine, dans les conditions présidant aux déterminations subjectives de l'indice de force des sons. Cela peut s'expliquer en partie par l'existence d'une fuite acoustique considérable entre le récepteur et l'oreille (ces fuites ne sont pas prises en considération dans les formes actuellement recommandées d'oreille artificielle) et en partie par une certaine augmentation du volume compris entre le récepteur et l'oreille humaine. En conséquence, pour utiliser les résultats des mesures effectuées conformément au présent Avis, il est nécessaire de faire une correction (voir le § 7).

¹⁾ Le point de référence-bouche utilisé dans le présent Avis est défini dans l'annexe A.

Il serait évidemment très souhaitable que l'oreille artificielle puisse être modifiée de façon à éviter l'obligation de la correction. On a fait, sur ce point, quelques études supplémentaires, mais on ne voit pas encore clairement si une seule modification apportée à l'oreille artificielle suffirait pour tous les types de récepteurs téléphoniques. Il faudra encore recueillir des données, de préférence auprès de plusieurs laboratoires, pour pouvoir examiner une gamme beaucoup plus étendue de types de récepteurs.

4 Bouche artificielle

Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) la pression acoustique doit être répartie autour de l'orifice, avec une bonne approximation, comme s'il s'agissait d'une bouche humaine;
- b) l'impédance acoustique vue dans la direction de la bouche doit simuler celle d'une bouche humaine, de telle sorte que l'élévation de pression due à l'obstacle constitué par un microphone téléphonique ait une valeur typique;
- c) au point de référence-bouche, on doit pouvoir obtenir des valeurs parfaitement définies de la pression acoustique en fonction de la fréquence. Pratiquement, il est avantageux que la pression acoustique en ce point, dans un intervalle de variation approprié, soit proportionnelle à la tension à l'entrée de la bouche artificielle, et qu'elle soit indépendante de la fréquence dans une bande s'étendant au moins de 200 à 4000 Hz, mais de préférence de 100 à 8000 Hz.

Pour les applications considérées ici, le point de référence-bouche se trouve, par définition, sur l'axe de la bouche artificielle, à 25 mm devant la position équivalente des lèvres (voir l'annexe A).

L'Avis P.51 définit les caractéristiques des bouches artificielles qui conviennent aux applications considérées ici.

5 Oreille artificielle

Elle doit satisfaire aux conditions suivantes:

- a) l'impédance acoustique présentée à l'écouteur téléphonique doit simuler celle d'une oreille humaine dans les conditions pratiques d'utilisation d'un combiné téléphonique;
- b) l'efficacité de l'oreille artificielle, c'est-à-dire le rapport de la tension de sortie à la pression acoustique régnant dans le coupleur de l'oreille artificielle, doit être indépendante de la fréquence dans une bande s'étendant au moins de 200 à 4000 Hz.

Dans le cas d'une oreille humaine, le point de référence-oreille est, par définition, le centre O du cercle obtenu par la tangence d'un plan au pavillon circulaire concave d'un écouteur téléphonique (voir la figure A-1/P.76), ce dernier étant appliqué confortablement contre l'oreille. Dans le cas d'une oreille artificielle, le point correspondant est généralement différent de celui où la pression acoustique est mesurée; c'est une des raisons pour lesquelles on doit alors apporter certaines corrections lorsque les résultats servent à calculer les indices de force des sons (voir le § 3).

6 Définition de l'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local (STL)

L'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local dépend de la position du combiné par rapport à la position équivalente des lèvres pour la bouche artificielle. On considérera ici la position de conversation, telle qu'elle est définie dans l'annexe A à l'Avis P.76.

L'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local a pour expression (en dB par rapport à 1 V par Pa):

$$S_{MJ} = 20 \log_{10} \frac{V_J}{P_M}$$

où V_J est la tension aux bornes d'une impédance terminale de 600 ohms, et p_M la pression acoustique au point de référence-bouche, qui doit être mesurée en l'absence du microphone étudié du système local soumis aux essais. L'unité de mesure de S_{MJ} est le dB par rapport à 1 V/Pa.

6.1 Mesure des microphones téléphoniques à charbon (méthode de l'«enveloppe supérieure»)

L'intention est que le présent Avis s'applique aux systèmes de mesure avec microphones à charbon comme aux systèmes sans microphones à charbon. Lorsque le système téléphonique local (STL) étudié ne comprend pas d'élément à caractéristique non linéaire (notamment pas de microphone à charbon), la pression acoustique à laquelle on exécute la mesure n'a pas d'importance, à condition qu'on la connaisse. En revanche, lorsque le circuit

comprend un microphone à charbon, l'efficacité mesurée dépend de cette pression acoustique. Dans ce dernier cas, pour calculer l'indice de force des sons à l'émission, on doit réduire les valeurs d'efficacité à une seule valeur pour chaque fréquence, en tenant compte des caractéristiques de la voix humaine. A l'heure actuelle, aucune méthode ne peut être recommandée pour application universelle. Le problème est étudié au titre de la Question 8/XII [1] jusqu'au moment où l'on pourra définir une méthode appropriée, les Administrations peuvent prendre note des diverses méthodes qui ont été suggérées et qui sont actuellement en cours d'évaluation; elles sont indiquées dans l'annexe B.

7 Définition de l'efficacité à la réception d'un système téléphonique local (STL)

L'efficacité à la réception d'un système téléphonique local, mesurée directement à l'aide d'une oreille artificielle conforme aux dispositions de l'Avis P.51, a pour expression:

$$S_{Je} = 20 \log_{10} \frac{p_E}{\frac{1}{2} E_J}$$

où p_E est la pression acoustique dans l'oreille artificielle et $\frac{1}{2} E_J$ la moitié de la f.é.m. du générateur (impédance 600 ohms). S_{Je} s'exprime en dB par rapport à 1 Pa/V.

Remarque — L'expression de l'efficacité à la réception à utiliser pour le calcul de l'indice de force des sons est: $S_{JE} = S_{Je} - L_E$, où L_E est une correction dont on a expliqué la nécessité au § 3 du présent Avis. On trouvera d'autres précisions sur cette question dans l'Avis P.79.

8 Méthodes pour déterminer S_{MJ} et S_{Je}

Quand on a besoin de connaître les efficacités à l'émission et à la réception d'un système téléphonique local réel, on peut les mesurer compte tenu des définitions des § 6 et 7, qui sont illustrées par les figures 1/P.64, 2/P.64 et 3/P.64. Ce sont ces méthodes que le laboratoire du CCITT a appliquées.

La figure 1/P.64 représente la façon de monter la bouche artificielle de façon que la pression acoustique p_M au point de référence-bouche soit connue pour chaque fréquence de mesure.

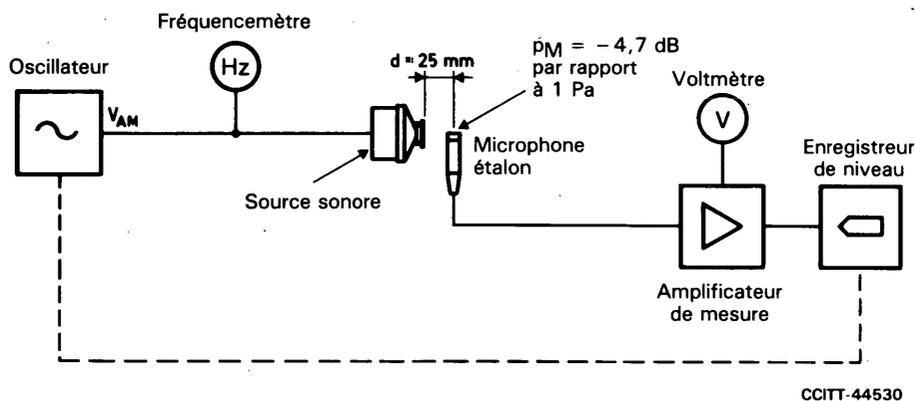


FIGURE 1/P.64

Mesure de la pression acoustique p_M au point de référence-bouche situé à 25 mm du plan virtuel des lèvres artificielles de la source sonore

La figure 2/P.64 représente la disposition à employer pour mesurer la tension V_J à la sortie du système téléphonique local quand le microphone est monté dans sa position appropriée devant la bouche artificielle et que cette dernière est placée dans les mêmes conditions de fonctionnement que lorsqu'on a appliqué la pression acoustique p_M en l'absence du microphone de mesure (voir la figure 1/P.64).

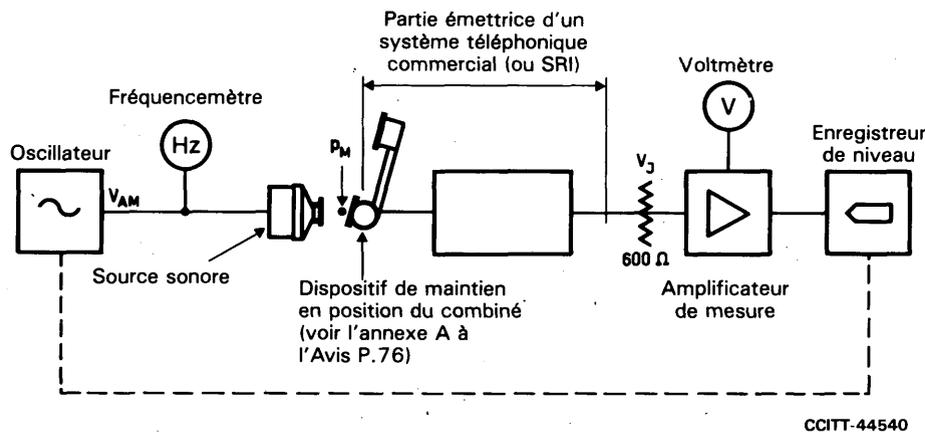


FIGURE 2/P.64

Mesure de la tension V_J aux bornes d'une résistance pure de 600 ohms branchée à la sortie de la partie émettrice d'un système téléphonique commercial ou du système de référence intermédiaire

La figure 3/P.64 représente la disposition à employer pour mesurer la pression acoustique p_E régnant dans l'oreille artificielle quand le système téléphonique local est relié à un générateur ayant une impédance interne de 600 ohms et une f.é.m. E_J . Il convient de souligner que l'efficacité à l'émission, S_{J_e} , est définie en fonction de $\frac{1}{2} E_J$ et non pas de la différence de potentiel entre les bornes d'entrée du système téléphonique local; ces deux dernières grandeurs ne sont égales que si l'impédance d'entrée de ce système est de 600 ohms.

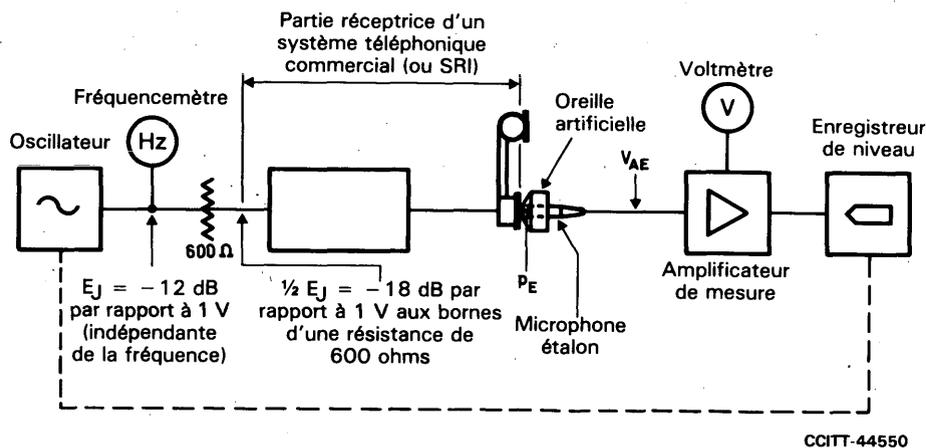


FIGURE 3/P.64

Etalonnage de la partie réceptrice d'un système téléphonique commercial ou du système de référence intermédiaire

Quand on ne dispose pas effectivement du système téléphonique local complet, il est nécessaire, pour en déterminer l'efficacité à l'émission et à la réception, de combiner les valeurs mesurées de l'efficacité et de l'affaiblissement de ses parties composantes. Par exemple, l'efficacité à l'émission S_{MJ} peut se composer des éléments suivants:

- S_M = efficacité d'un microphone téléphonique, rapportée à un point de référence-bouche;
- L_S = affaiblissement électrique de transmission, des bornes d'un microphone aux bornes de ligne d'un appareil téléphonique;
- $L_{INS} (SL + FB)$ = affaiblissement de transmission de l'ensemble constitué par la ligne d'abonné et son pont d'alimentation.

De même, l'efficacité à la réception, S_{Je} , se compose des éléments suivants:

- S_E = efficacité d'un récepteur téléphonique, rapportée à un point de référence-oreille;
- L_R = affaiblissement électrique de transmission des bornes de ligne d'un appareil téléphonique aux bornes d'un récepteur;
- $L_{INS} (SL + FB)$ = comme ci-dessus.

Si l'on a défini convenablement l'efficacité ou l'affaiblissement des divers éléments du système, on peut en combiner algébriquement les valeurs pour obtenir l'efficacité à l'émission, S_{MJ} , et à la réception, S_{Je} , qui ont été définies aux § 6 et 7; à cet égard, des corrections appropriées doivent être introduites pour tenir compte d'éventuels défauts d'adaptation d'impédance.

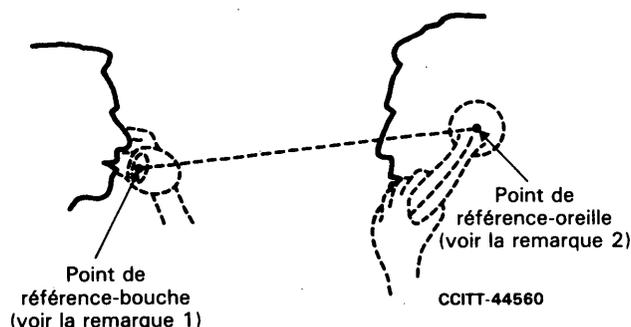
La décomposition du système en éléments, telle qu'elle est donnée ci-dessus, est commode quand il s'agit d'appareils téléphoniques des modèles les plus courants; dans ceux-ci, la bobine d'induction du transformateur et les transducteurs ont des impédances électriques relativement faibles et approximativement adaptées au circuit et il ne s'y produit aucune amplification (sauf celle qui est due au fonctionnement du microphone à charbon).

Au contraire, les nouveaux modèles d'appareils téléphoniques, qui introduisent une amplification, par exemple dans les trajets électriques, doivent être traités chacun selon leurs caractéristiques propres, de façon que les valeurs totales de l'efficacité à l'émission, S_{MJ} , et à la réception, S_{Je} , des systèmes téléphoniques locaux répondent bien aux définitions formulées dans les § 6 et 7.

ANNEXE A

(à l'Avis P.64)

Définitions du point de référence-bouche et du point de référence-oreille



Remarque 1 – Le point de référence-bouche se trouve à une distance de 25 mm devant les lèvres, sur l'axe horizontal passant par le centre de l'ouverture de la bouche. Par définition, il est exempt de tout obstacle.

Remarque 2 – Le point de référence-oreille se trouve à l'entrée du conduit auditif de l'oreille de la personne qui écoute. Par définition, il coïncide avec le centre du cercle de contact du plan tangent au pavillon, supposé concave et circulaire, d'un écouteur.

FIGURE A-1/P.64

Définition des points de référence-bouche et oreille

ANNEXE B
(à l'Avis P.64)

Mesure des microphones téléphoniques à charbon

Pour les mesures des microphones à charbon, plusieurs méthodes ont été proposées et essayées. La présente annexe donne ces méthodes comme exemple.

B.1 *La méthode de l'enveloppe supérieure* que le laboratoire du CCITT a appliquée avec succès pour certains types de microphones à charbon, mais avec moins de succès pour d'autres types. La méthode de l'enveloppe supérieure consiste à:

- a) déterminer la variation de l'efficacité en fonction de la fréquence au niveau de pression acoustique $-4,7$ dB par rapport à 1 Pa, qui est légèrement supérieure à la puissance moyenne émise par un opérateur pendant qu'il prononce effectivement des paroles au niveau vocal spécifié dans l'Avis P.72 pour déterminer des équivalents de référence et pour déterminer les indices de force des sons, conformément à la méthode de mesure subjective décrite dans le projet d'Avis P.78;
- b) répéter l'opération a), mais en élevant de 10 dB le niveau de la pression acoustique;
- c) répéter l'opération a), mais en abaissant de 10 dB le niveau de la pression acoustique;
- d) choisir parmi les valeurs mesurées dans les opérations a), b) et c) l'efficacité maximale correspondant à chaque fréquence.

Pendant les mesures, le microphone à charbon doit subir un traitement préalable à des intervalles de temps appropriés (voir l'Avis P.75).

B.2 *Méthode à balayage périodique*

Des types courants d'appareils de mesure objective des indices de force des sons balayent la plage $200, 4000, 200$ Hz avec une périodicité d'une exploration par seconde; dans une bande de fréquences étroite, le niveau instantané varie en fonction de la fréquence, en suivant à peu près le spectre des fréquences vocales émises par la bouche humaine.

B.3 *Méthode du bruit impulsif*

Elle est similaire à la méthode de l'enveloppe supérieure, en ce sens que la vitesse de balayage est faible, mais on n'emploie qu'un seul niveau de pression acoustique et le balayage est interrompu de temps à autre pour permettre l'application d'une brève rafale de bruit à un niveau assez élevé, pendant laquelle on peut débrancher l'enregistreur de niveau. Cette méthode est exposée en [2].

B.4 *Méthode du bruit rose*

Le microphone à charbon est placé en face d'une bouche artificielle produisant un bruit rose (densité du spectre de puissance diminuant de 3 dB/octave) dans la gamme de fréquences allant de 80 Hz à 10 kHz. On obtient la caractéristique efficacité en fonction de la fréquence en calculant le rapport de la densité spectrale de puissance du signal émis par le microphone à charbon à celle du signal obtenu en champ libre (après avoir enlevé le microphone à charbon) par un petit microphone linéaire placé à 25 mm de l'anneau de garde de la bouche artificielle.

B.5 *Méthode de l'étalonnage à la voix humaine*

On peut appliquer cette méthode en mesurant les spectres des courants vocaux émis alternativement ou simultanément par le microphone à charbon soumis aux essais et par un microphone linéaire étalonné. Un microphone linéaire de très petites dimensions peut être monté sur l'appareil téléphonique soumis aux essais. Bien entendu, les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les deux interlocuteurs sont en conversation. Toutefois, il est alors difficile d'avoir une connaissance précise de la caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence du microphone linéaire. Il est parfois nécessaire d'avoir recours à une bouche artificielle appropriée pour parvenir à étalonner le microphone linéaire.

B.6 *Méthode du signal à large spectre*

Le signal à large bande est produit par une séquence binaire pseudo-aléatoire. Les signaux à la sortie du microphone à charbon sont alors traités par un ordinateur numérique qui applique la transformation de Fourier. Pour appliquer cette méthode, il faut, comme pour la précédente, procéder à l'étalonnage au moyen d'un microphone linéaire dont la caractéristique d'efficacité en fonction de la fréquence est connue. L'avantage de cette méthode tient au fait que cette caractéristique peut être obtenue au moyen d'un échantillon de très courte durée (par exemple, 50 ms) du signal d'essai.

B.7 *Méthode du signal artificiel simulant la voix*

La méthode utilise un signal acoustique artificiel dont les caractéristiques de spectre et de temps sont semblables à celle de la parole.

La caractéristique efficacité en fonction de la fréquence s'obtient comme au § B.4, mais la bouche artificielle émet un signal dont la densité spectrale de puissance continue à long terme, la densité de probabilité d'amplitude et le caractère périodique ou aléatoire doivent être similaires aux caractéristiques correspondantes du signal vocal [3].

Remarque à l'annexe B – L'efficacité de la bouche artificielle utilisée n'est en général pas constante avec la fréquence. Pour la plupart des méthodes décrites ci-dessus, il faut donc insérer des réseaux de contre-distorsion appropriés entre le générateur du signal électrique et le haut-parleur de la bouche artificielle. C'est le signal acoustique en champ libre qui devra être conforme au signal complexe ou au signal artificiel spécifié qui simule la parole.

Références

- [1] CCITT – Question 8/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] Avis du CCITT *Mesure de l'AEN d'un système téléphonique commercial (à l'émission et à la réception) par comparaison avec le SRAEN*, Livre rouge, tome V, Avis P.45, § g, UIT, Genève, 1962.
- [3] CCITT – Question 8/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

SECTION 6

MESURES SUBJECTIVES À LA VOIX ET À L'OREILLE

Avis P.71

MESURE DU VOLUME DES SONS VOCAUX

(modifié à Mar del Plata, 1968)

Chaque volumètre devrait être utilisé suivant les indications figurant dans sa spécification (voir l'Avis P.52). Pour utiliser la puissance vocale normale pour les mesures téléphonométriques, on devrait tenir compte des indications fournies dans le § 3 de l'Avis P.42.

Avis P.72

MESURE DES ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE ET DES ÉQUIVALENTS RELATIFS

1 Mesure des équivalents de référence proprement dits

Cette mesure consiste dans une comparaison à la voix et à l'oreille avec le nouveau système fondamental pour la détermination des équivalents de référence (en abrégé NOSFER); c'est ce qu'on appelle une mesure téléphonométrique.

Cette comparaison peut être directe et donne alors directement l'équivalent de référence du système complet, ou du système émetteur, ou du système récepteur considéré. Mais, en général, on ne compare ainsi directement au NOSFER que les systèmes-étalons de travail, avant de les mettre en service, puis périodiquement dans un but de vérification (voir le § 5 de l'Avis P.42). Par conséquent, l'équivalent de référence d'un système ou partie de système est, en général, déterminé indirectement, c'est-à-dire qu'on mesure l'équivalent relatif de ce système (ou de cette partie de système) par rapport à un système auxiliaire (système-étalon de travail) dont l'équivalent de référence a été préalablement déterminé par comparaison directe avec le système fondamental de référence.

2 Mesure des équivalents relatifs ¹⁾

Les systèmes-étalons de travail utilisés actuellement étant soit du type à microphone à charbon (SETAB), soit du type à microphone et récepteur électrodynamiques (SETED), on indique ci-après les précautions spéciales à prendre lorsqu'on effectue une mesure téléphonométrique et notamment la mesure d'un équivalent relatif d'un appareil à combiné. Deux méthodes de mesure sont indiquées à titre d'exemples:

¹⁾ Cet Avis contient des conseils aux Administrations pour l'exécution d'essais subjectifs dans leurs propres laboratoires. Les essais effectués au laboratoire du CCITT, au moyen de systèmes-étalons, sont décrits dans la section 3 du présent tome.

2.1 Utilisation d'un système-étalon de travail du type SETAB

La mesure téléphonométrique à effectuer pour déterminer l'équivalent relatif d'un système ou d'une partie de système par rapport à un système-étalon de travail avec microphone à charbon (SETAB) peut être effectuée à volonté par l'une des deux méthodes suivantes:

2.1.1 Méthode dite «à deux opérateurs avec affaiblissement secret»

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

Le résultat doit être exprimé ainsi: x décibels «meilleur» (M) ou «pire» (P) que le NOSFER, compte tenu de l'équivalent de référence du SETAB.

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

2.1.1.1 Comparaison, à un système émetteur-étalon, d'un autre système émetteur

Le schéma de principe ainsi que les commutations nécessitées pour cette comparaison sont représentés sur la figure 1/P.72.

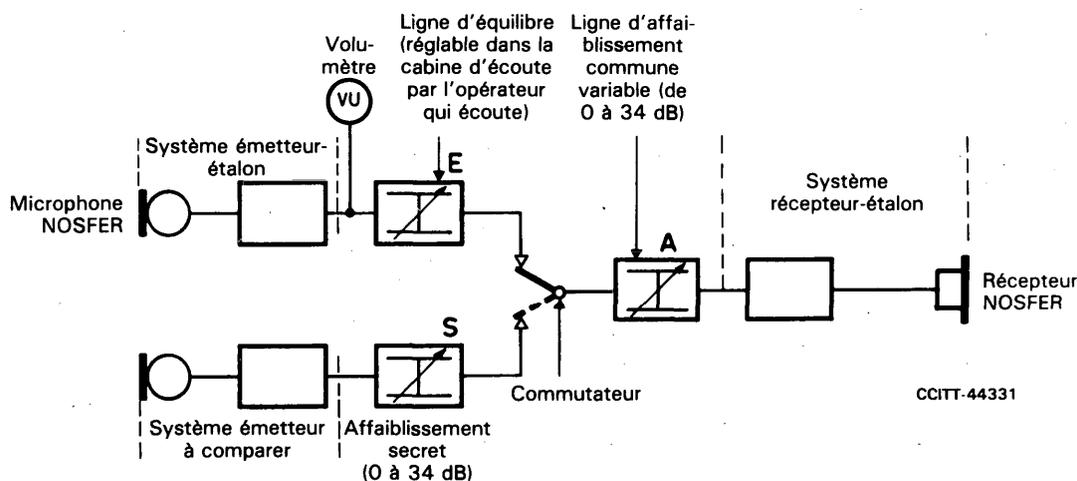


FIGURE 1/P.72

Comparaison, à un système émetteur NOSFER, d'un autre système émetteur
(méthode à deux opérateurs avec affaiblissement secret)

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

Berlin, Hamburg, München, Koblenz, Leipzig, Dortmund (utilisée en République fédérale d'Allemagne).

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

Paris, Bordeaux, Le Mans, Saint-Leu, Léon, Loudun (utilisée en France et au laboratoire du CCITT).

Il conserve, en parlant, le volume normal pour les mesures téléphonométriques défini au § 3 de l'Avis P.42 et place ses lèvres de manière qu'elles soient sensiblement tangentes au plan du cercle limitant l'anneau de garde²⁾. Simultanément, il agit sur le commutateur, pour aiguiller de façon convenable le système de commutation.

²⁾ La position de l'anneau de garde est définie au § 3.

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

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

2.1.1.2 Comparaison, à un système récepteur-étalon, d'un autre système récepteur

Le schéma de principe, ainsi que les commutations nécessitées pour cette comparaison sont représentés sur la figure 2/P.72.

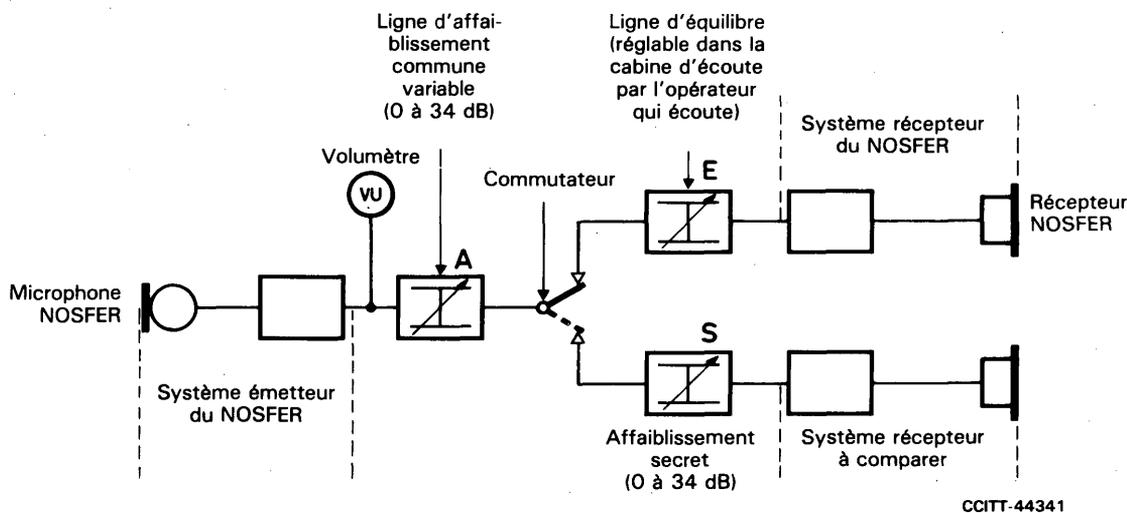


FIGURE 2/P.72

Comparaison, à un système récepteur NOSFER, d'un autre système récepteur (méthode à deux opérateurs avec affaiblissement secret)

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

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

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

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

Il est recommandé d'enregistrer le résultat des essais sur des fiches spéciales, sur lesquelles sont inscrites les valeurs des affaiblissements secrets et des affaiblissements d'équilibre respectivement utilisés au cours des équilibres élémentaires, ainsi que les valeurs résultantes qui caractérisent les résultats définitifs de la mesure téléphonométrique. Le tableau 1/P.72 donne un exemple de l'enregistrement d'une mesure téléphonométrique effectuée par une équipe de cinq opérateurs au laboratoire.

TABLEAU 1/P.72

Exemple d'enregistrement d'une mesure téléphonométrique

Système (désignation du type de système téléphonique essayé)

Date

Opérateurs			
1		4	
2		5	
3			

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

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

Essai n°

Opérateurs qui écoutent

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

Equivalent de référence +2,45 dB (ou 2,45 dB pire)

Ecart quadratique moyen de la moyenne arithmétique:

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

Lorsqu'on veut déterminer l'équivalent de référence d'un système émetteur (ou récepteur) à partir d'une mesure de comparaison avec un système émetteur (ou récepteur)-étalon de travail (dont l'équivalent de référence a été déterminé au laboratoire du CCITT), il y a lieu de tenir compte de la valeur de l'équivalent de référence de ce système émetteur (ou récepteur)-étalon. L'équivalent de référence d'un système émetteur (ou récepteur) est alors déduit des résultats d'essais de la façon suivante, par exemple:

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

2.1.2 *Méthode dite «à trois opérateurs sans affaiblissement secret»*

Cette méthode comporte trois positions d'opérateurs:

- a) une position d'émission;
- b) une position de réception (où se font les comparaisons téléphonométriques);
- c) une position de réglage.

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

Le mode opératoire est alors le suivant:

2.1.2.1 *Comparaison, à un système émetteur-étalon, d'un autre système émetteur (figure 3/P.72)*

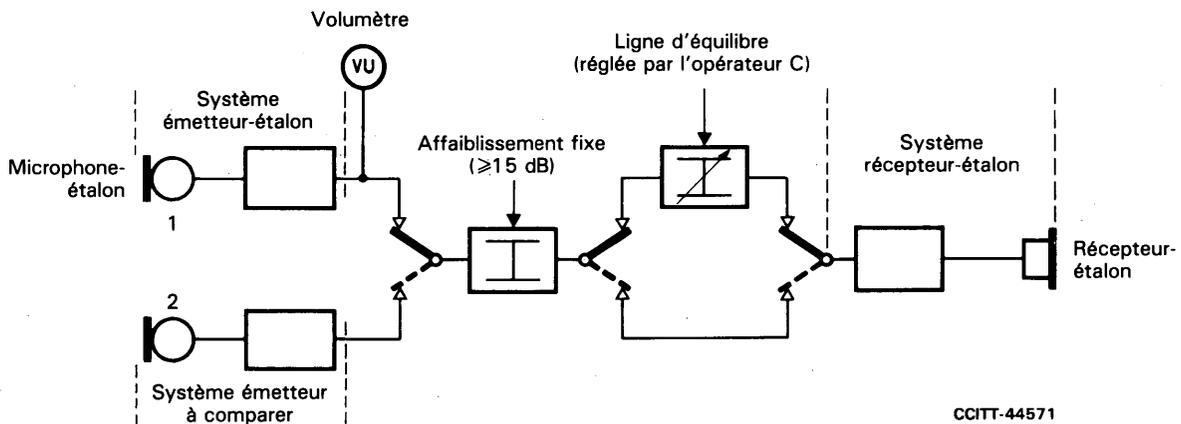


FIGURE 3/P.72

Comparaison, à un système émetteur-étalon, d'un autre système émetteur (méthode à trois opérateurs, sans affaiblissement secret)

L'opérateur C donne à la ligne artificielle réglable une première valeur a_1 , puis il signale par lampe, par vibreur ou directement à la voix, à l'opérateur A qu'il peut commencer à parler. Celui-ci prononce alors alternativement devant chacun des deux microphones la phrase conventionnelle adoptée une fois pour toutes, en conservant le volume normal pour les mesures téléphonométriques défini ci-dessus (§ 3 de l'Avis P.42). L'opérateur B reçoit dans un récepteur-étalon les courants provenant successivement des deux microphones. Une signalisation lumineuse commandée par le système général de commutation lui indique à tout moment le numéro (1 ou 2) du microphone devant lequel on parle. Si l'intensité sonore correspondant au microphone 2 est moins grande que l'intensité sonore correspondant au microphone 1 (étalon), B appuie sur le bouton de signalisation marqué P (pire). Un signal lumineux (l'allumage d'une lampe sur le capuchon de laquelle est inscrite la lettre P), accompagné au besoin d'un bruit de vibreur, indique à l'opérateur C le résultat de la première appréciation. Une signalisation du même genre est également utilisée pour indiquer à l'opérateur A qu'il peut cesser de parler. L'opérateur C consigne immédiatement ce résultat sur un registre sous la forme a_1 P.

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

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

L'opérateur C qui règle donne alors à l'affaiblissement réglable une deuxième valeur a_2 . Puis il signale à l'opérateur A qu'il peut recommencer à parler. Le résultat de la mesure sera une deuxième constatation, par exemple M, ce qui signifie que le microphone comparé apparaît comme meilleur que l'étalon, lorsque celui-ci est en série avec un affaiblissement de a_2 dB; l'opérateur C enregistre le renseignement correspondant sous la forme a_2 M.

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

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

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

Le tableau 2/P.72 est un exemple d'une telle disposition. Le résultat brut de l'équilibre est soit le nombre correspondant à l'équivalence exacte des appréciations téléphonométriques (quand cette équivalence exacte aura pu être obtenue et confirmée par encadrement), soit la moyenne entre les deux nombres les plus voisins et affectés l'un du symbole d'appréciation M (meilleur) et l'autre du symbole P (pire). On écrit la moyenne en la faisant suivre de la lettre P ou de la lettre M, selon que le plus grand des deux nombres voisins qui l'encadrent est placé dans la colonne «côté étalon» ou dans la colonne «côté appareil».

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

2.1.2.2 Comparaison, à un système récepteur-étalon, d'un autre système récepteur

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

2.2 Utilisation d'un système-étalon de travail du type SETED

Le SETED peut être utilisé pour mesurer l'équivalent de référence de tout système émetteur (ou récepteur), en particulier des systèmes normalement en service dans les relations téléphoniques.

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

Remarque — Dans le passé, le CCITT recommandait d'utiliser des systèmes-étalons de travail, soit avec microphone à charbon du type SETAC, soit avec microphone électromagnétique du type SETEM. Les Administrations qui utilisent encore ces systèmes-étalons de travail trouveront des renseignements y relatifs en [1].

3 Précautions à prendre lors des mesures téléphonométriques

3.1 Volume à conserver

Le volume produit au cours des mesures téléphonométriques a une très grande importance dans l'exécution de ces mesures, car il influe sur les efficacités absolues et relatives des appareils mesurés (spécialement dans le cas des microphones à charbon). Ce volume doit correspondre à la puissance normale pour les mesures téléphonométriques utilisée au laboratoire du CCITT et déterminée comme il est indiqué ci-dessus (voir le § 3 de l'Avis P.42).

TABLEAU 2/P.72

**Exemple d'enregistrement d'une mesure
(méthode à trois opérateurs, sans affaiblissement secret)**

Essai du système émetteur

Système émetteur-étalon de comparaison n°

A-B (parle)			B-C			C-A		
Affaiblissement			Affaiblissement			Affaiblissement		
Côté étalon	Côté appareil		Côté étalon	Côté appareil		Côté étalon	Côté appareil	
6		M	1		P	1		M
0		P	5		M		3	P
3		M	3		M		1	P
1		P	1		P	1		M
2		M	2		M		0	P
	Moyenne 1,5 P			Moyenne 1,5 P			Moyenne 0,5 P	
B-A			C-B			A-C		
Affaiblissement			Affaiblissement			Affaiblissement		
Côté étalon	Côté appareil		Côté étalon	Côté appareil		Côté étalon	Côté appareil	
0		P		2	P	4		M
2		M	3		M		2	P
1		P	0		M	2		M
2		M		1	P	0		M
	Moyenne 1,5 P			0	M		1	P
				Moyenne 0,5 M			Moyenne 0,5 M	

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

Il y a lieu de contrôler ce volume au moyen d'un indicateur de volume, dont l'aiguille est placée sous les yeux de l'opérateur qui parle, et qui est inséré à l'entrée de la ligne d'affaiblissement fixe (et ayant une impédance d'entrée de 600 ohms). Il est nécessaire que cet indicateur de volume ait été comparé au «volume indicator» du SFERT, en même temps que le système-étalon de travail auquel il est associé (ou à un autre indicateur de volume du même type ayant déjà été comparé lui-même au «volume indicator» du SFERT).

3.2 *Effet de tassement*

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

3.3 *Résistances parasites des contacts*

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

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

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

3.4 Position des lèvres par rapport au microphone

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

Dans le cas d'un appareil à combiné, on doit toujours utiliser un anneau de garde conformément aux indications ci-après. On a tout d'abord précisé, par des mesures effectuées sur un grand nombre d'individus, les dimensions caractéristiques de la tête d'un abonné moyen et la manière dont cet abonné applique le combiné contre son oreille au cours d'une conversation téléphonique. De telles mesures ont été effectuées dans divers pays au moyen de l'appareil intitulé: «Dispositif de mesure des dimensions de la tête».

Ce dispositif est représenté sur la figure 4/P.72, il comporte un récepteur téléphonique dans lequel on fait passer un courant à fréquence vocale complexe, et auquel est fixé un système de tiges graduées. Ce système est placé dans le plan passant par les centres des oreilles et le centre de la bouche, la personne appliquant le récepteur téléphonique contre son oreille comme elle a l'habitude de le faire. On lit sur les tiges graduées la distance d_1 entre le centre de l'oreille et la ligne des lèvres, et la distance d_2 d'écartement du centre de la bouche. Au moyen de l'abaque de la figure 5/P.72, on en déduit:

- 1) la distance δ entre le centre de l'oreille et le centre de la bouche;
- 2) l'angle α entre le plan du pavillon du récepteur téléphonique et la droite joignant le centre de ce pavillon au centre de la bouche.

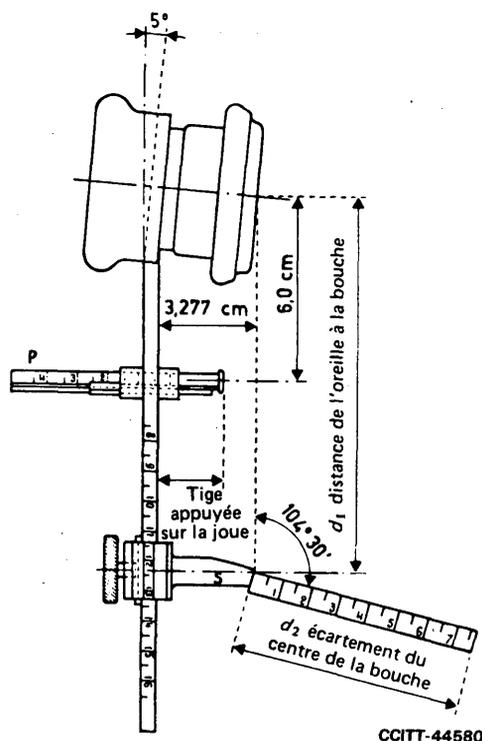
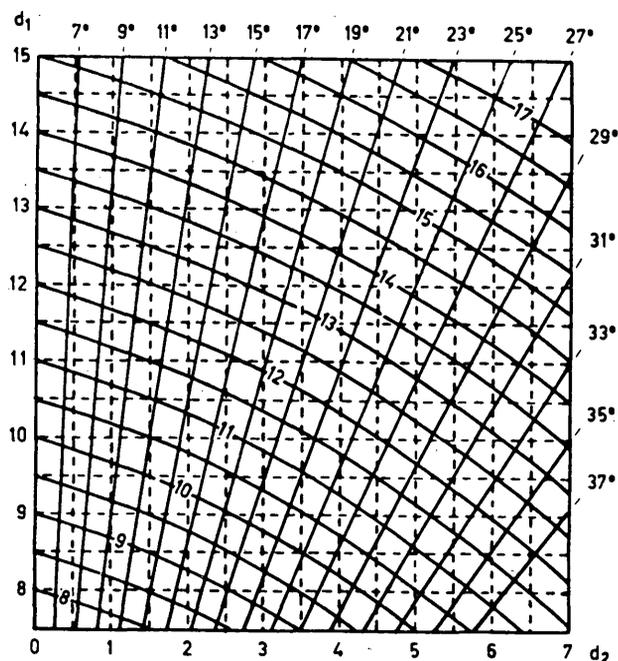


FIGURE 4/P.72

Dispositif de mesure des dimensions de la tête



CCITT-44590

d_1 = distance entre le centre de l'oreille et la ligne des lèvres (cm)
 d_2 = écartement du centre de la bouche (cm)
 15-15, 14-14, etc. = distance δ en cm
 7°, 9°, etc. = angle α en degrés

FIGURE 5/P.72

Abaque utilisé avec le dispositif de mesure des dimensions de la tête

D'autre part, on mesure la distance l entre les points milieux des pavillons de récepteurs téléphoniques qui seraient appliqués contre les deux oreilles respectivement (distance entre les centres des deux oreilles). On calcule l'angle β que fait l'intersection du plan du pavillon du récepteur téléphonique appliqué contre l'oreille et du plan passant par les centres des oreilles et le centre de la bouche, d'une part, et la direction de conversation, d'autre part. On appelle «direction de conversation» la droite intersection du plan de symétrie de la tête et du plan passant par les centres des oreilles et le centre de la bouche.

Ce calcul s'effectue au moyen de la formule:

$$\beta = \arcsin \frac{l}{2\delta} - \alpha$$

Le CCITT recommande de conserver les valeurs suivantes α , β et δ , dans le cas des mesures d'équivalents de référence:

$$\begin{aligned} \alpha &= 15^\circ 30' \\ \beta &= 18^\circ \\ \delta &= 14 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

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

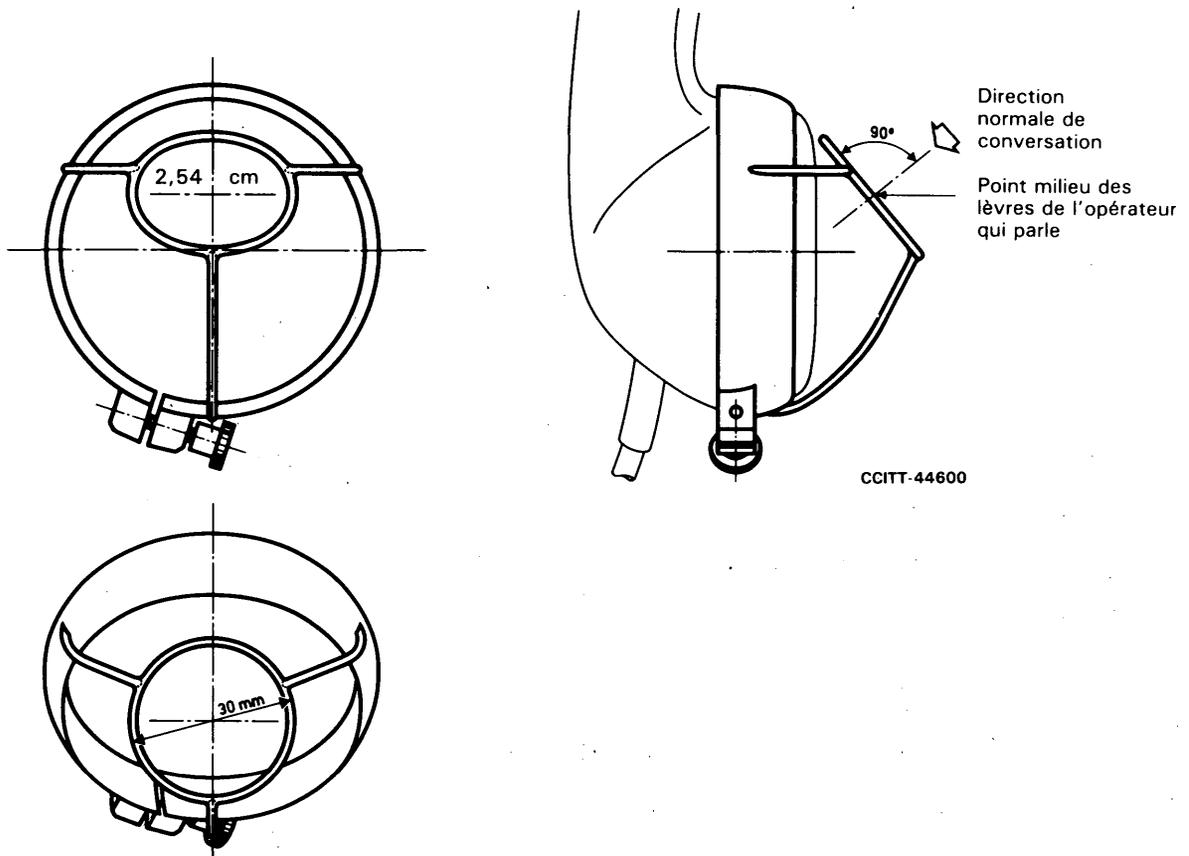
Il faut remarquer que la position ainsi définie pour l'anneau de garde a été déterminée sans prendre en considération l'inclinaison du diaphragme du microphone et ne correspond pas forcément aux conditions optimales de fonctionnement de ce dernier.

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

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

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

Une disposition analogue à celle des figures 6/P.72 et 7/P.72 est recommandable.



a) Exemple d'anneau de garde pour les essais combinés

b) Fixation de l'anneau de garde sur un combiné

FIGURE 6/P.72

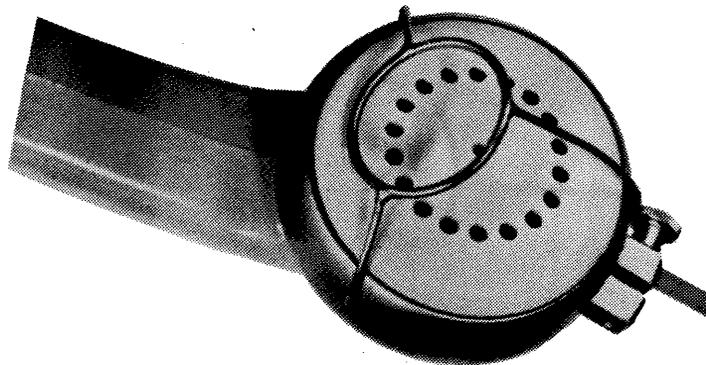


FIGURE 7/P.72

Anneau de garde utilisé par l'American Telephone and Telegraph Company pour les essais de combinés

Remarque concernant les mesures d'équivalents de référence

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

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

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

Le CCITT ne considère que ce second cas, et c'est pourquoi il n'est pas absolument essentiel que la position conventionnelle de la bouche adoptée corresponde exactement à la position moyenne de la bouche des abonnés, ni que le volume normal pour les essais téléphonométriques coïncide exactement avec la valeur moyenne des volumes constatés en service.

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

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

D'après ces considérations, on peut admettre les conventions ci-dessus, en ce qui concerne la position de la bouche et le volume normal pour les essais téléphonométriques, bien que les résultats de mesure des dimensions de têtes en Europe aient donné, surtout pour les angles α et β , des valeurs moyennes sensiblement différentes de celles qui figurent ci-dessus, tout en restant cependant dans l'intervalle de variation en service des valeurs mesurées. (En effet, les valeurs moyennes statistiques trouvées en Europe à la suite de nombreuses mesures effectuées dans divers pays et qui ont été adoptées pour les déterminations d'AEN au laboratoire du CCITT sont:

$$\alpha = 22^\circ \quad \beta = 12^\circ 54' \quad \delta = 13,6 \text{ cm}$$

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

$$\alpha = 15^\circ 30' \quad \beta = 18^\circ \quad \delta = 14 \text{ cm.})$$

Référence

- [1] CCIF — *Livre jaune*, tome IV, pp. 254 à 266, UIT, Genève, 1949.

Avis P.73**MESURE DE L'ÉQUIVALENT DE RÉFÉRENCE
DE L'EFFET LOCAL**

En ce qui concerne l'effet local pour la personne qui parle, on effectue une mesure à la voix et à l'oreille de l'équivalent de référence de l'effet local en parlant, dans un local silencieux, dans le microphone du poste considéré, la bouche se trouvant à la distance normale de conversation du diaphragme du microphone (voir l'annexe A à l'Avis P.72), tandis que le récepteur de ce poste est placé à distance dans la cabine silencieuse où l'on compare l'audition dans ce récepteur à l'audition dans le récepteur du NOSFER (ou dans le récepteur d'un système-étalon de travail d'équivalent de référence connu). Voir la figure 1/P.73.

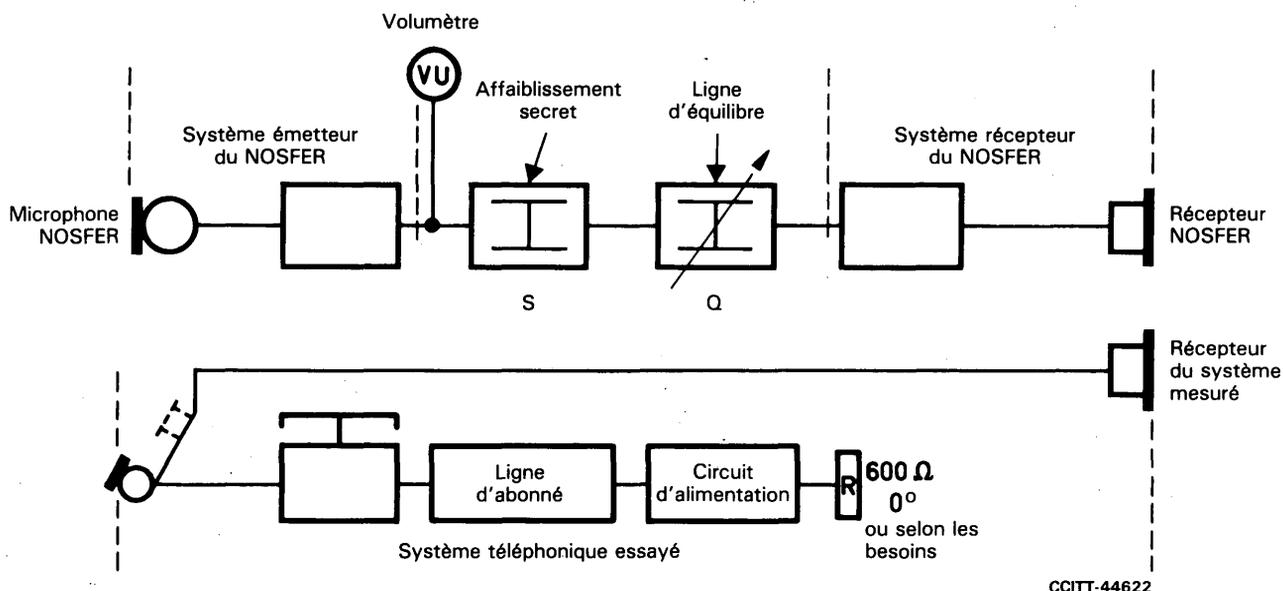


FIGURE 1/P.73

Mesure de l'équivalent de référence de l'effet local d'un système téléphonique commercial

La puissance vocale à utiliser pour cette mesure est la puissance employée pour déterminer les équivalents de référence à l'émission et à la réception.

L'égalité des impressions sonores est obtenue en agissant sur la ligne d'affaiblissement d'équilibre, Q . Une ligne d'affaiblissement secrète S placée à proximité de la position d'émission permet de modifier à volonté, avant la mesure et à l'insu de l'opérateur qui écoute, la valeur apparente de l'efficacité du système NOSFER complet. La valeur de l'équivalent de référence téléphonique de l'effet local est égale à la somme $S + Q$ des valeurs de l'affaiblissement des lignes «secret» et «équilibre».

Chaque fois que l'on donne, pour un appareil téléphonique, le résultat d'une mesure de l'équivalent de référence de l'effet local, il faut aussi indiquer la longueur et les caractéristiques de la ligne d'abonné, ainsi que la valeur de l'impédance terminale dans le central auquel l'appareil téléphonique était raccordé pendant la mesure. Le courant d'alimentation et les équivalents de référence de l'appareil téléphonique, à l'émission et à la réception, peuvent être indiqués à titre de renseignements supplémentaires.

Le CCITT a mesuré l'effet local du bruit de salle par comparaison auditive entre le NOSFER (ou un système-étalon de travail calibré) et le trajet d'effet local allant du microphone au récepteur de l'appareil téléphonique considéré.

A cette fin, des haut-parleurs situés à des distances spécifiées des microphones produisaient, dans la salle où se trouvaient les personnes qui parlaient, un bruit de salle de niveau et de spectre appropriés. La technique de mesure utilisée au laboratoire du CCITT est indiquée par la figure 1/P.73, où la voix réelle est remplacée par la source du bruit de salle.

La valeur de l'équivalent de référence du trajet d'effet local pour le bruit de salle est égale à $S + Q - 17$ dB. La correction de 17 dB tient compte du fait que le microphone NOSFER est, dans ces conditions, plus efficace que quand il est utilisé dans des conditions normales, par exemple, pour déterminer, comme décrit ci-dessus, l'effet local pour la personne qui parle.

Remarque – La Commission d'études XII étudie actuellement l'effet local au titre de la Question 9/XII [1]. Le § 4 de l'Avis P.11 décrit certains des effets de l'effet local dans une communication téléphonique.

Référence

- [1] CCITT – Question 9/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

MÉTHODES D'ÉVALUATION SUBJECTIVE DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION

1 Introduction

Le présent Avis est destiné aux Administrations qui procèdent à des mesures subjectives dans leurs propres laboratoires. Les mesures effectuées au laboratoire du CCITT en utilisant des systèmes de référence sont décrites dans la section 3 du présent volume.

Quand on met au point les composants d'un équipement téléphonique, il faut procéder à divers types de mesures spéciales pour en déceler les défauts et les imperfections; les mesures de ce genre, intéressant l'étude d'aspects spécifiques de la qualité de transmission, ne sont pas traitées dans le présent Avis; celui-ci a pour objet de signaler des méthodes jugées satisfaisantes pour savoir dans quelle mesure des communications téléphoniques déterminées donneront satisfaction au public.

Les méthodes en question sont d'une application générale, quels que soient les facteurs de dégradation entrant en jeu. A titre d'exemples de ces facteurs, citons l'affaiblissement de transmission (souvent lié à la fréquence), le bruit de circuit et le bruit de salle, l'effet local, l'écho pour la personne qui parle, les distorsions de non-linéarité d'origine diverse, la distorsion de temps de propagation, les effets intempestifs des dispositifs actionnés par la voix et le changement des caractéristiques des postes téléphoniques (y compris les postes téléphoniques à haut-parleur). Il conviendra de tenir compte de la combinaison possible de plusieurs de ces facteurs.

2 Méthodes recommandées

Pour être applicables malgré un tel nombre de facteurs de dégradation, les méthodes d'évaluation doivent reproduire aussi fidèlement que possible les caractéristiques d'une communication réelle entre deux abonnés qui conversent par téléphone. Ces méthodes sont appelées «Mesures de conversation»; on trouvera dans le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule la description détaillée des dispositions que prend le British Telecom pour procéder à ces mesures.

Si l'on estime importants les résultats des mesures et si l'on peut consacrer à celles-ci les efforts nécessaires, la qualité de transmission peut être évaluée au moyen d'observations de service; la façon de procéder — y compris les questions à poser aux usagers interrogés — est indiquée dans l'Avis P.77.

Sous plusieurs aspects, la méthode des observations de service présente un inconvénient: la commande des caractéristiques particulières des communications téléphoniques à mesurer ne peut s'exercer qu'à un degré très limité. Une méthode élimine en grande partie la difficulté, tout en retenant nombre des avantages de la méthode des observations de service: c'est la méthode SIBYL appliquée par l'AT&T (voir le supplément n° 5 à la fin du présent fascicule). Conformément à cette méthode, des membres du personnel des Bell Laboratories proposent de plein gré qu'une faible proportion de leurs communications internes passent par des arrangements spéciaux qui modifient, conformément à un programme de mesure, la qualité de transmission normale. Quand une communication a ainsi été établie, l'interlocuteur volontaire fait connaître son opinion en composant un chiffre d'une série de chiffres. Toutes les opinions formulées sont enregistrées par l'ordinateur de commande, en sauvegardant le caractère privé des opinions émises.

3 Méthodes supplémentaires

Dans certaines conditions, on peut ne pas appliquer intégralement la méthode de la conversation et ne procéder qu'à des mesures d'écoute dans un sens. Ces conditions se présentent quand le(s) facteur(s) de dégradation à l'étude n'affectent que l'écoute de l'interlocuteur. La méthode de l'écoute a permis de déterminer la distorsion affaiblissement en fonction de la fréquence et la distorsion de non-linéarité due à la quantification; cette méthode se prêterait cependant mal à l'étude des conséquences de l'effet local. Les mesures d'écoute peuvent en outre conduire à des résultats trompeurs quand elles sont utilisées pour évaluer les effets d'un facteur de dégradation (tel que le bruit de circuit) alors que la dégradation est très prononcée. En pareil cas, il convient de procéder à une comparaison assez poussée avec les résultats des mesures de conversation avant de considérer comme fiables les résultats des mesures d'écoute.

MÉTHODE NORMALISÉE DE TRAITEMENT PRÉALABLE DES MICROPHONES À CHARBON

(Genève, 1972)

1 Les caractéristiques des microphones à charbon étant étroitement liées aux techniques de traitement préalable appliquées, on doit employer une méthode uniforme de traitement avant de mesurer les caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence, afin d'obtenir des résultats reproductibles. La *méthode normalisée de traitement préalable* ainsi définie comprend les étapes suivantes:

- a) Placer le combiné dans un dispositif de fixation en le verrouillant dans une position correspondant à celle dans laquelle le microphone doit être mesuré.
- b) Relier les bornes du microphone ou du poste téléphonique au circuit d'alimentation en courant continu et à l'impédance de charge terminale appropriée.
- c) Brancher l'alimentation en courant continu. Après un délai de 5 secondes, appliquer au microphone un traitement préalable en le faisant pivoter lentement et régulièrement suivant un arc de cercle. Pendant la partie initiale de la rotation, la partie avant du microphone doit parvenir dans un plan vertical. Il importe de se représenter dans ce plan vertical avec un vecteur de référence vertical passant par le centre du microphone et dirigé vers le haut. La rotation doit alors se poursuivre jusqu'au moment où ce vecteur de référence est orienté vers le bas (rotation de 180°). Le sens de rotation doit alors être inversé, le microphone revenant à sa position initiale.

On répète ce processus à deux reprises sans couper l'alimentation en courant continu ou heurter le microphone. La vitesse de rotation n'est pas très importante, mais doit être suffisamment lente pour que l'effet de la force centrifuge sur les granules de charbon soit négligeable. Pour terminer, on replace le combiné dans sa position de mesure.

Remarque – Selon l'axe de rotation en c), qui peut être, par exemple, un diamètre ou l'axe du microphone, le charbon peut glisser doucement dans la chambre à grenaille de façons diverses. Tous ces modes de glissement sont admissibles.

2 Pour tous les types de microphones avec lesquels la méthode normalisée ne donne pas de résultats reproductibles, on peut appliquer la méthode de remplacement suivante. Dans ce cas, la bouche artificielle est alimentée alternativement par des sources d'onde sinusoïdale de mesure ou de bruit (spectre de Hoth) [1].

Après application de la méthode normalisée de traitement préalable et au cours de la mesure de la caractéristique de fréquence, l'onde sinusoïdale d'excitation est interrompue à intervalles d'environ 1,5 seconde par un bref paquet de bruit à un niveau de pression acoustique de l'ordre de 98 dB (pondération linéaire du sonomètre) rapporté au même point que l'onde sinusoïdale utilisée pour les mesures.

Remarque – La cadence des paquets de bruit ci-dessus mentionnée est basée sur l'hypothèse selon laquelle le temps total de mesure est de 60 secondes environ. On ne pense pas que la cadence précise de succession des deux signaux présente un caractère essentiel.

3 Pour des mesures autres que celles des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence, par exemple pour la détermination objective ou subjective des indices basés sur la force des sons, il peut ne pas être possible d'appliquer les méthodes ci-dessus. Toutefois, il est souhaitable de simuler autant que possible les mouvements de la méthode normalisée, même dans les cas où le combiné est tenu à la main lors des mesures qui suivent.

Référence

- [1] Avis du CCITT *Mesure de l'AEN d'un système téléphonique commercial (à l'émission et à la réception) par comparaison avec le SRAEN*, Livre rouge, tome V, Avis P.45, figure 24, UIT, Genève, 1962.

DÉTERMINATION DES INDICES DE FORCE DES SONS; PRINCIPES FONDAMENTAUX

(Genève, 1976; modifié à Genève, 1980)

Avant-propos

Cet Avis fait partie d'un ensemble d'Avis étroitement apparentés, qui traitent de la détermination des indices de force des sons. Il a pour sujet les principes fondamentaux de cette détermination; les autres Avis, qui sont énumérés ci-dessous, concernent certains moyens d'application ¹⁾:

Avis P.48	Spécification d'un système de référence intermédiaire
Avis P.78	Méthode subjective de détermination des indices de force des sons, conforme à l'Avis P.76
Avis P.64	Détermination des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence des systèmes téléphoniques locaux pour permettre le calcul de leurs indices de force des sons
Avis P.79	Calcul des indices de force des sons
Avis P.XXF (projet) ²⁾	Appareils pour la mesure objective des indices de force des sons

1 Introduction

Un trajet de conversation est, pour l'essentiel, le trajet qui va de la bouche de la personne qui parle à l'oreille de la personne qui écoute ou, pour l'effet local, de la bouche de la personne qui parle à l'oreille de cette même personne. Dans le cas typique d'une conversation entre deux personnes se faisant face, les sons vocaux sont transmis sur le trajet d'air qui relie la bouche de l'une à l'oreille de l'autre. Suivant les conditions ambiantes, cette transmission peut être:

- a) plus ou moins directe, quand la conversation a lieu en plein air, dans un endroit sans obstacles, par exemple un terrain de golf;
- b) principalement indirecte, quand la conversation a lieu dans une petite pièce, dont les surfaces sont à revêtement dur, puisqu'une grande proportion de l'énergie atteint l'oreille de la personne qui écoute après réflexion sur les murs, le plafond et le plancher de la pièce; ou
- c) d'un mode intermédiaire entre ces deux extrêmes.

S'il s'agit d'une transmission téléphonique, le trajet des signaux vocaux est composite; il comprend:

- a) un trajet d'air, de la bouche de la personne qui parle à son microphone;
- b) un trajet d'air, de l'écouteur de la personne qui écoute à son oreille;
- c) une communication téléphonique se composant du microphone, de l'écouteur et des circuits qui les relient. Dans les deux sens de transmission, les trajets sont de composition similaire. Quant aux deux façons de converser — les deux interlocuteurs étant en présence l'un de l'autre ou communiquant par l'intermédiaire du téléphone — si elles diffèrent sensiblement par les moyens particuliers qu'elles mettent en œuvre, elles se ressemblent par leur objet commun: la communication réciproque entre deux personnes par la parole.

La téléphonie a pour but d'assurer des communications qui, sans être identiques à celles que peuvent avoir deux personnes en présence l'une de l'autre, constituent un moyen d'efficacité comparable pour l'échange d'informations par la parole; les communications téléphoniques utilisées à cette fin doivent satisfaire les usagers aussi complètement que le permettent les possibilités techniques et économiques.

¹⁾ Le présent Avis ainsi que les Avis P.48, P.78 et P.79 donnent la définition complète de l'indice global de force des sons, des indices de force des sons à l'émission et à la réception, ainsi que de l'indice de force des sons du circuit de jonction. Les Administrations sont invitées à les utiliser pour poursuivre l'étude de la Question 19/XII [1].

²⁾ Cet Avis n'est pas encore complet. On trouvera un texte partiel en [2]. Pour pouvoir compléter l'Avis, l'étude de la mesure de l'efficacité des microphones à charbon devra se poursuivre.

Pour établir les plans d'un réseau téléphonique, le réaliser et évaluer la qualité de son fonctionnement, l'ingénieur de transmission recourt à divers outils. Le plus important d'entre eux a été l'équivalent de référence déduit de la force des sons vocaux émis par la personne qui parle et perçus par la personne qui écoute; cet indice constitue une mesure de l'affaiblissement de la parole sur un trajet de conversation, entre la bouche d'un interlocuteur et l'oreille de l'autre.

La méthode appliquée pour déterminer un *équivalent de référence* est définie dans les Avis P.42 et P.72 et les principes sur lesquels elle est fondée sont brièvement exposés en [3]. C'est sur des principes similaires que repose la méthode permettant de déterminer l'*indice de force des sons* pour les systèmes téléphoniques locaux (STL); toutefois, cette dernière comporte des modifications qui en rendent l'application bien plus souple et devraient grandement simplifier la planification de la transmission.

Le désir de délaisser l'emploi des équivalents de référence, tels qu'ils sont définis dans l'Avis P.72, découle des raisons suivantes:

- 1) les équivalents de référence ne peuvent être additionnés algébriquement; on trouve des écarts d'au moins ± 3 dB;
- 2) on n'obtient pas, par répétition, une bonne précision dans les équivalents de référence; des changements d'équipe peuvent entraîner des modifications atteignant 5 dB;
- 3) des accroissements (sans distorsion) de l'affaiblissement réel ne se traduisent pas par des accroissements égaux de l'équivalent de référence; un accroissement de 10 dB de l'affaiblissement entraîne, pour l'équivalent de référence, un accroissement qui est seulement d'environ 8 dB.

L'emploi des indices de force des sons définis conformément aux principes exposés ci-dessous permettrait de surmonter ces difficultés dans une large mesure.

Outre les avantages indiqués plus haut, la méthode devrait fournir les mêmes valeurs pour les indices que la force des sons soit déterminée par des mesures subjectives, des calculs effectués à partir des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence ou des mesures objectives faites au moyen d'appareils appropriés. Les principes de la méthode, exposés ci-dessous, ne diffèrent de ceux qui sont appliqués pour déterminer les équivalents de référence qu'autant qu'il était nécessaire pour obtenir la souplesse d'utilisation souhaitable.

Selon sa définition théorique, l'indice de force des sons (LR) (qui a la dimension et le signe d'un affaiblissement) est, en principe, comme l'équivalent de référence, la valeur de l'affaiblissement qu'il faut introduire dans un système de référence pour que les sons vocaux que l'on perçoit par son intermédiaire aient la même force que ceux qui sont reçus à l'extrémité du trajet mesuré. Dans la pratique, une communication téléphonique se compose de plusieurs parties interconnectées. Pour que l'ingénieur de transmission puisse considérer diverses combinaisons de ces parties, les indices de force des sons doivent pouvoir être déterminés en vue de l'utilisation d'indices globaux, à l'émission, à la réception et du circuit de jonction.

D'une manière analogue, on peut aussi déterminer des indices de force des sons pour l'«effet local». L'équivalent de référence pour l'effet local est défini dans l'Avis P.73; les indices de force des sons pour l'effet local sont définis dans le § 3.

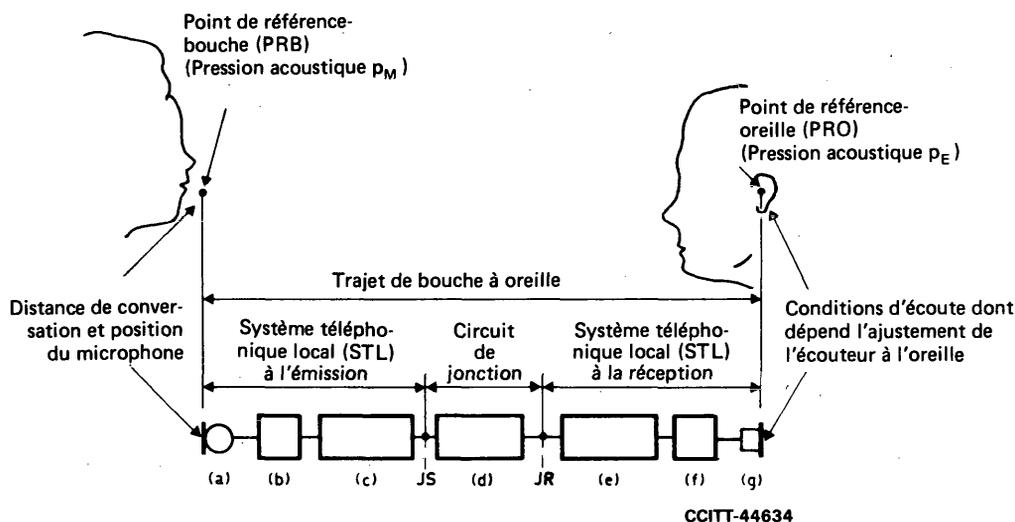
2 Définition des indices de force des sons pour les principaux trajets de conversation

2.1 Considérations générales

Dans le présent § 2, on examine les principaux trajets de conversation, entre une personne qui parle, à l'une des extrémités d'une communication, et une personne qui écoute, à l'autre extrémité. Les trajets d'effet local sont considérés dans le § 3.

En général, au lieu d'utiliser directement la force effectivement perçue, pour exprimer les indices de force des sons, on définit ceux-ci comme étant la valeur de l'affaiblissement, indépendant de la fréquence, que l'on doit introduire dans un trajet de conversation de référence *intermédiaire* et dans le trajet de conversation à l'étude pour que la force des sons vocaux reçus soit égale à celle qui est déterminée par un réglage fixe du NOSFER. L'insertion de cet affaiblissement implique qu'il existe sur le trajet à l'étude, ou qu'on peut réaliser par un moyen quelconque, une jonction apte à recevoir l'affaiblissement considéré. En pratique, ce trajet se compose d'un système téléphonique local (STL) à l'émission et d'un système téléphonique local à la réception, qui est relié au précédent par l'intermédiaire d'une chaîne de circuits³⁾. La figure 1/P.76 représente cette subdivision du trajet de conversation principal d'une communication téléphonique. Les interfaces JS et JR séparent les trois parties de la communication auxquelles sont assignés des indices de force des sons, à savoir: *indice de force des sons à l'émission*, depuis le point de référence-bouche jusqu'à JS; *indice de force des sons à la réception*, depuis JR jusqu'au point de référence-oreille; et *indice de force des sons du circuit de jonction* depuis JS jusqu'à JR. L'*indice global de force des sons* est assigné à l'ensemble du trajet de conversation, depuis le point de référence-bouche jusqu'au point de référence-oreille.

³⁾ L'explication de certains termes est donnée dans l'annexe B.



- Remarque – (a) représente le microphone du système téléphonique local (STL) à l'émission;
 (b) représente le circuit électrique du poste téléphonique du système téléphonique local à l'émission;
 (c) représente la ligne d'abonné et le pont d'alimentation-transmission du système téléphonique local à l'émission;
 (d) représente la chaîne de circuits reliant les deux systèmes téléphoniques locaux;
 (e) représente la ligne d'abonné et le pont d'alimentation-transmission du système téléphonique local à la réception;
 (f) représente le circuit électrique du poste téléphonique du système téléphonique local à la réception;
 (g) représente le récepteur du système téléphonique local à la réception.

FIGURE 1/P.76
 Constitution d'une communication téléphonique

Il faut remarquer que, dans les communications téléphoniques réelles:

- l'affaiblissement du circuit de jonction peut dépendre de la fréquence;
- les impédances images du circuit de jonction peuvent varier avec la fréquence et peuvent ne pas être résistives;
- les impédances des systèmes téléphoniques locaux présentées au circuit de jonction en JS et JR peuvent varier avec la fréquence et peuvent ne pas être résistives;
- des défauts d'adaptation d'impédance peuvent exister en JS ou JR, ou en ces deux points.

Les indices de force des sons globaux (OLR), indice de force des sons à l'émission (SLR), indice de force des sons à la réception (RLR) et indice de force des sons du circuit de jonction (JLR) sont définis de façon que l'égalité suivante soit vérifiée avec une précision suffisante pour les communications téléphoniques pratiques:

$$OLR = SLR + RLR + JLR$$

2.2 Définition des indices de force des sons globaux, à l'émission, à la réception et du circuit de jonction

La figure 2/P.76 indique les principes utilisés pour définir les indices de force des sons globaux, à l'émission, à la réception et du circuit de jonction.

2.2.1 Indice global de force des sons

Le trajet 1 de la figure 2/P.76 représente le trajet de conversation étudié complet, subdivisé en systèmes téléphoniques locaux (STL) et circuit de jonction. Dans cet exemple, le circuit de jonction comprend une chaîne de circuits représentée par des jonctions interurbaines (JS-NS et NR-JR) et des circuits interurbains (NS-IS, IS-IR et IR-NR). Une disposition permettant d'introduire un affaiblissement indépendant de la fréquence doit être réalisée en un certain point, par exemple sur IS-IR.

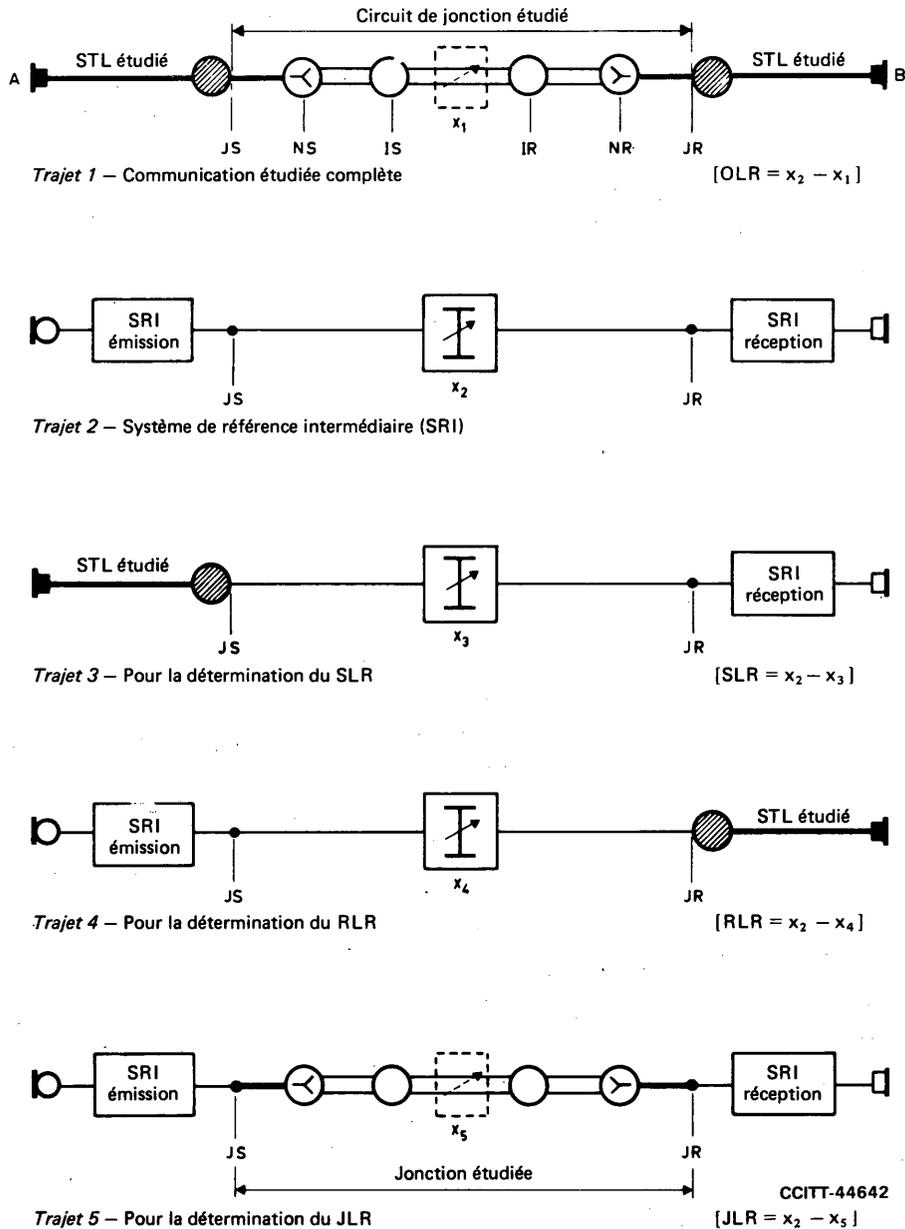


FIGURE 2/P.76

Principes appliqués pour la définition des indices de force des sons OLR, SLR, RLR et JLR

Le trajet 2 représente le système de référence intermédiaire (SRI) complet, avec son circuit de liaison réglable de 600 ohms à résistance pure, entre JS et JR.

Le niveau des sons vocaux reçus, niveau pour lequel on règle l'affaiblissement complémentaire x_1 du trajet 1 et la valeur x_2 de la ligne d'affaiblissement du circuit de jonction du trajet 2, se définit à l'aide du système de référence fondamental NOSFER, dont la ligne d'affaiblissement est réglée à 25 dB. Une fois ces réglages effectués, l'indice global de force des sons (OLR) de la communication étudiée complète est donné par $(x_2 - x_1)$ dB.

2.2.2 Indice de force des sons à l'émission

Le trajet 3 de la figure 2/P.76 montre le système de référence intermédiaire (SRI) dont la partie émission est remplacée par le système téléphonique local à l'étude. On règle le circuit de jonction de façon à obtenir, pour les sons vocaux reçus, après parcours du trajet 3, la même force que lorsque la ligne d'affaiblissement du NOSFER est réglée à 25 dB. Si x_3 est le réglage qu'il faut réaliser sur le trajet 3, l'indice de force des sons à l'émission est donné par $(x_2 - x_3)$ dB.

2.2.3 Indice de force des sons à la réception

Le trajet 4 de la figure 2/P.76 montre le système de référence intermédiaire (SRI) dont la partie réception est remplacée par le système téléphonique local (STL) étudié.

On effectue le réglage du circuit de jonction de façon à obtenir, pour les sons vocaux reçus, la même force que lorsque la ligne d'affaiblissement du NOSFER est réglée à 25 dB. Soit x_4 le réglage qui a été nécessaire sur le trajet 4; l'indice de force des sons à la réception (RLR) a pour expression ($x_2 - x_4$) dB.

2.2.4 Indice de force des sons du circuit de jonction

Le trajet 5 de la figure 2/P.76 montre le système de référence intermédiaire (SRI) dont le circuit de jonction est remplacé par la chaîne étudiée des circuits situés sur le trajet 1 de la figure 2/P.76, entre JS et JR. La disposition permettant d'introduire un affaiblissement indépendant de la fréquence doit être réalisée comme on l'a déjà indiqué pour le trajet 1. On règle cet affaiblissement complémentaire de façon que les sons vocaux reçus par l'intermédiaire du trajet 5 aient le même niveau de puissance que celui qui a été défini par la ligne d'affaiblissement NOSFER réglée à 25 dB: soit x_5 le réglage qui a été nécessaire; l'indice de force des sons du circuit de jonction a pour expression ($x_2 - x_5$) dB.

2.3 Conditions dans lesquelles les indices de force des sons sont déterminés

2.3.1 Considérations générales

La force des sons vocaux reçus dépend de certains facteurs qui ne sont pas bien définis dans les conditions pratiques d'utilisation, mais que l'on doit définir de façon aussi précise que possible pour obtenir des indices exactement reproductibles. Il est clair, comme le montre la figure 1/P.76, que l'indice de force des sons dépend beaucoup du trajet bouche-oreille. On peut rendre ce trajet précis en définissant un *point de référence-bouche*, pris comme point de mesure ou point de référence pour la pression acoustique p_M des paroles émises par la personne qui parle, et un point de référence-oreille, pris comme point de mesure ou point de référence pour la pression acoustique p_E des paroles reproduites par l'écouteur. On peut choisir ces points de façon assez arbitraire, ce qui peut avoir des conséquences importantes quand il s'agit de déterminer des indices de force des sons par des procédés objectifs; des définitions adaptées à ce genre de déterminations sont données dans l'Avis P.64, qui traite de la détermination des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence à l'émission et à la réception.

Il importe, cependant, de définir le niveau de puissance vocale, la distance de conversation, la position du microphone et les conditions d'écoute, qui déterminent la façon dont l'écouteur s'adapte à l'oreille. Ces points sont indiqués dans la figure 1/P.76. Le tableau 1/P.76 signale les caractéristiques essentielles qui définissent les conditions dans lesquelles sont déterminés les indices de force des sons.

A la suite du tableau 1/P.76, on trouvera quelques remarques sur les caractéristiques en question.

TABLEAU 1/P.76
Conditions dans lesquelles on détermine les indices de force des sons

N°	Caractéristique spécifiée	Spécification
1	Système de référence intermédiaire (SRI)	Avis P. 48
2	Niveau de puissance vocale de la personne qui parle	Selon l'Avis P.72
3	Niveau des sons vocaux reçus pour lequel la force de ces sons est jugée constante	NOSFER réglé à 25 dB
4	Position du combiné par rapport à la bouche de la personne qui parle	Voir l'annexe A
5	Direction de conversation	Tête droite
6	Position du combiné pour l'écoute	Voir le § 2.3.7
7	Traitement préalable des microphones à charbon	Selon l'Avis P.75

2.3.2 *Système de référence intermédiaire*

Le système de référence intermédiaire (SRI) est défini dans l'Avis P.48. Il a été choisi compte tenu des considérations suivantes:

- a) L'allure des caractéristiques d'efficacité en fonction de la fréquence de ce système, à l'émission et à la réception, doit correspondre approximativement à celle des caractéristiques des systèmes émetteurs et récepteurs nationaux qui sont actuellement utilisés et le seront vraisemblablement encore dans le proche avenir. Pour cette raison, la largeur de la bande de fréquences des parties émettrice et réceptrice est limitée à la gamme nominale de 300 à 3400 Hz ⁴⁾.
- b) On a choisi l'efficacité absolue de façon à réduire autant que possible les changements de valeurs lorsqu'on passe des équivalents de référence aux indices de force des sons.
- c) Quant aux combinés du système de référence intermédiaire, ils ont une forme extérieure semblable à celle des combinés ordinaires utilisés dans les communications téléphoniques réelles.

2.3.3 *Niveau de puissance vocale de la personne qui parle*

Le niveau de puissance vocale, auquel les paroles sont émises de la bouche de la personne qui parle, est celui qu'on utilise pour déterminer les équivalents de référence; il est défini dans l'Avis P.72. Il se rapproche du niveau effectivement utilisé par les usagers quand les conditions de transmission sont satisfaisantes. On le définit en fonction du niveau de puissance vocale à la sortie du système émetteur du NOSFER.

2.3.4 *Niveau à l'écoute*

Le niveau des sons vocaux reçus pour lequel la force est jugée constante est défini par le niveau de puissance vocale (voir le § 2.3.3) et le réglage (25 dB) du NOSFER par rapport auquel tous les trajets de conversation représentés dans la figure 2/P.76 ont été étalonnés. Cette situation correspond à un niveau d'écoute assez agréable, comparable à celui dont les usagers du téléphone disposent habituellement.

2.3.5 *Position du combiné*

La position du combiné téléphonique par rapport à la bouche de la personne qui parle est définie dans l'annexe A au présent Avis. Elle est conçue de façon à reproduire assez exactement celle qui est adoptée par les usagers au cours des communications téléphoniques réelles. Cette définition englobe non seulement la distance entre les lèvres et l'embouchure mais aussi l'orientation du microphone par rapport à l'axe horizontal passant par le centre de l'ouverture de la bouche. Elle est telle que la distance entre les lèvres et l'embouchure augmente à mesure que la longueur du combiné croît.

2.3.6 *Direction de conversation*

La personne qui parle doit tenir la tête droite et l'on supposera que le flux de sa voix sort horizontalement de sa bouche.

2.3.7 *Position du combiné pour l'écoute*

La personne qui écoute doit tenir le combiné dans la main de façon que le récepteur soit placé commodément contre l'oreille.

2.3.8 *Traitement préalable des microphones à charbon*

Il est, en général, nécessaire de soumettre à un traitement préalable les combinés téléphoniques munis d'un microphone à charbon. Cette opération doit s'effectuer conformément à l'Avis P.75.

⁴⁾ Le SRI est spécifié pour la gamme de 100 à 5000 Hz (voir l'Avis P.48). Si l'on a spécifié ici une gamme nominale de 300 à 3400 Hz, c'est pour qu'elle soit compatible avec l'espacement nominal 4 kHz des systèmes MRF; il ne faut pas en déduire qu'on restreint ainsi les améliorations pouvant être apportées à la qualité de transmission par un élargissement de la bande des fréquences transmises.

3 Indice de force des sons pour l'effet local

Les études jusqu'à présent effectuées indiquent que, tout au moins en ce qui concerne l'effet local pour la personne qui parle, la méthode de mesure qui donne la meilleure corrélation avec les conséquences subjectives de l'effet local est une méthode qui considère l'effet local exercé par le signal sur la personne comme un seuil de l'effet de masque, c'est-à-dire une valeur mesurée d'effet local (VMEL). Une méthode de détermination subjective de la VMEL n'est pas applicable en pratique et une méthode de calcul est actuellement à l'étude ⁵⁾.

ANNEXE A

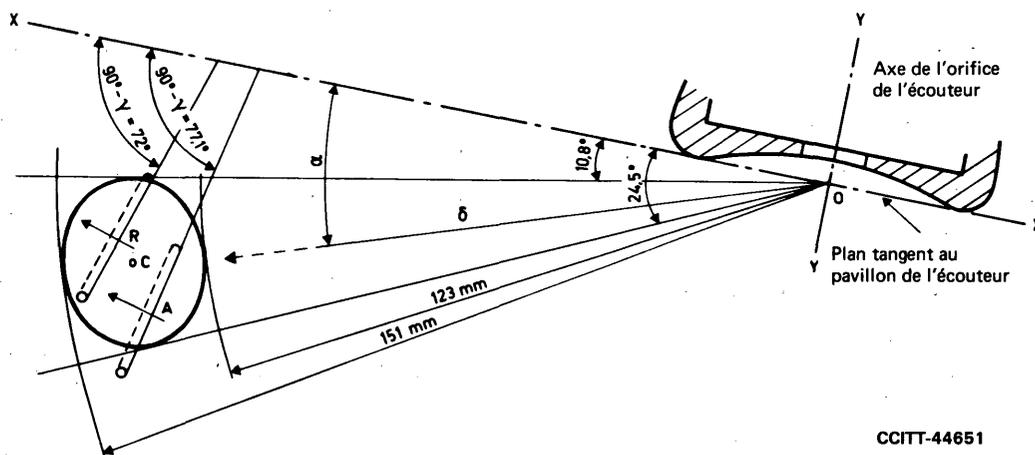
(à l'Avis P.76)

Définition de la position de conversation pour la mesure d'indices de force des sons de postes téléphoniques à combiné

La présente annexe décrit la position de conversation à utiliser pour mesurer l'efficacité des postes téléphoniques commerciaux (en appliquant la méthode décrite dans l'Avis P.64) en vue de déterminer les indices de force des sons.

A.1 Pour définir une position de conversation, on décrit, d'une part, les positions relatives de l'ouverture de la bouche et de l'orifice du conduit auditif sur une tête humaine *moyenne* et, d'autre part, les angles qui définissent la position tridimensionnelle d'un combiné téléphonique appliqué à cette même tête. Pour un combiné donné, ces deux descriptions associées définissent la position relative particulière de l'embouchure du microphone et des lèvres de la personne qui parle, donc aussi la direction dans laquelle les ondes sonores de la parole arrivent à l'embouchure et la distance qu'elles ont parcourue à partir d'une *source ponctuelle virtuelle*.

Les positions relatives des centres de l'orifice buccal et de l'orifice du conduit auditif peuvent s'exprimer au moyen d'une distance δ et d'un angle α , comme l'indique la figure A-1/P.76. Le point R représente le centre d'un anneau de garde placé dans la position de conversation correspondant à la détermination de l'équivalent de référence effectuée selon les dispositions de l'Avis P.72. Le point A représente ce centre dans la détermination des AEN selon la méthode définie dans l'Avis P.45. Ces deux points se trouvent à l'intérieur d'une zone quasi elliptique, qui contient environ 80% des lèvres déterminées avant 1930 dans un échantillon de 3889 têtes, aux États-Unis d'Amérique; des études plus récentes, entre autres, portant sur 4012 têtes en République Populaire de Chine, ont donné des positions moyennes groupées autour du point A.



CCITT-44651

Remarque 1 - Les points R et A sont définis par les cotes suivantes: A) $\delta = 136 \text{ mm}$ $\alpha = 22^\circ$ $\gamma = 12,9^\circ$
R) $\delta = 140 \text{ mm}$ $\alpha = 15,5^\circ$ $\gamma = 18^\circ$

Remarque 2 - La zone elliptique contient environ 80% d'un échantillon de 3889 positions des lèvres.

Remarque 3 - Extérieurement à toute tangente à l'ellipse se trouvent environ 5% des positions de cet échantillon.

Remarque 4 - Les droites en trait continu passant par A et R représentent chacune le plan tangent aux lèvres; avec les droites tiretées elles représentent l'anneau de garde, d'épaisseur 1,6 mm.

FIGURE A-1/P.76

Définition géométrique de la position des lèvres par rapport à l'orifice du conduit auditif

⁵⁾ Pour la détermination de la VMEL, on trouvera des définitions complètes en [4].

Un deuxième angle est nécessaire pour définir la direction du flux vocal de la bouche vers l'embouchure du microphone. Les Avis P.45 et P.72 font mention d'un angle β , mais comme celui-ci n'est pas situé dans le plan de symétrie du combiné, il est plus commode d'utiliser un angle γ qui fixe la position de la projection orthogonale sur ce plan de l'axe du flux vocal.

A.2 La position du centre des lèvres, définie par le point A sur la figure A-1/P.76, sert aussi à définir la nouvelle position de conversation, mais il faut alors définir deux autres angles; l'angle d'orientation Φ du combiné autour de l'axe du pavillon de son écouteur (axe YY dans la figure A-1/P.76) et l'angle d'inclinaison latérale du combiné Θ , c'est-à-dire l'angle par rapport à son axe longitudinal (axe XX de la figure A-1/P.76). Ces angles sont nuls quand le plan de symétrie du combiné est horizontal. Les sens positifs dont on convient sont, naturellement: pour l'angle d'orientation autour de l'axe du pavillon, celui qui correspond à l'abaissement du combiné et, pour l'angle d'inclinaison latérale, celui qui correspond à l'écartement de la partie supérieure de l'écouteur par rapport au plan de symétrie de la tête.

La nouvelle position de conversation est spécifiée par les valeurs suivantes de la distance et des angles définis plus haut:

$$\alpha = 22^\circ, \gamma = 12,9^\circ, \delta = 136 \text{ mm}, \Phi = 39^\circ \text{ et } \Theta = 13^\circ.$$

L'angle γ ne peut pas être déterminé avec précision et il n'est pas commode à utiliser quand on monte un combiné devant une bouche artificielle; on peut donc le remplacer par la distance semi-interaurale ϵ . Pour la nouvelle position de conversation, on a $\epsilon = 77,8 \text{ mm}$.

A.3 La définition ci-dessus de la position de conversation a fait apparaître les problèmes complexes que pose le réglage de la position relative du point de référence-oreille et du centre de l'anneau de garde, ainsi que l'orientation relative de l'axe du pavillon et de l'axe de l'anneau de garde. On a le plus souvent avantage, en particulier pour la construction et l'installation des supports de combinés, à exprimer la position du point de référence-oreille⁶⁾ et l'orientation de l'axe du pavillon par rapport à l'anneau de garde, d'autant plus que l'axe de l'anneau de garde est horizontal, comme le serait l'axe d'une bouche artificielle qu'on utiliserait.

A.4 La méthode de l'analyse vectorielle a été appliquée pour déterminer les coordonnées orthogonales de l'écouteur téléphonique par rapport à la position des lèvres lorsque le combiné est installé dans la position de l'anneau de garde pour l'indice de force des sons. Il faut à cet effet définir un système d'axes cartésiens ayant son origine au centre des lèvres (ou au centre des lèvres virtuelles pour une voix artificielle):

axe des x: axe central de la bouche, sens positif vers l'intérieur de la bouche;

axe des y: axe normal à l'axe des x dans le plan horizontal, sens positif vers le côté de la bouche où le combiné est tenu;

axe des z: axe vertical, sens positif vers le haut.

Le point de référence-oreille est défini par le vecteur:

$$(86,5, 77,8, 70,5) \text{ mm.}$$

On monte le combiné de façon que le point référence-oreille soit à l'intersection de l'axe du pavillon de l'écouteur avec un plan de l'espace sur lequel on peut admettre que l'écouteur repose. Pour certaines formes de combiné, cette définition n'est pas adéquate, auquel cas il convient de bien préciser la position du point de référence-oreille par rapport au combiné.

L'orientation du combiné est définie par un vecteur normal au plan tangent au pavillon de l'écouteur et un vecteur normal au plan de symétrie du combiné.

Vecteurs unitaires normaux au plan de l'écouteur:

$$\pm (0,1441, -0,974, 0,1748)$$

Vecteurs unitaires normaux au plan de symétrie du combiné:

$$\pm (0,6519, -0,0394, -0,7572)$$

Si l'on utilise une voix artificielle, il faut prendre comme origine du système d'axes de référence le centre des lèvres virtuelles; en général, le plan des lèvres virtuelles n'est pas confondu avec le plan tangent à l'orifice de la bouche artificielle.

⁶⁾ On trouvera la définition du point de référence-oreille dans l'Avis P.64.

Une autre solution qui peut être commode consiste à définir la position de conversation dans un système d'axes ayant pour origine le point de référence-oreille. Ces axes se définissent comme suit:

axe des x: axe du pavillon de l'écouteur, sens positif vers l'intérieur de l'oreille;

axe des y: droite d'intersection du plan de symétrie du combiné avec le plan tangent au pavillon de l'écouteur, sens positif vers le microphone;

axe des z: normale au plan de symétrie du combiné, sens positif en oblique vers le haut.

Le centre de l'anneau de garde est défini par le vecteur:

$$(50,95, 126,10, 0) \text{ mm}$$

L'orientation de l'anneau de garde est définie par un vecteur unitaire de l'axe de l'anneau:

$$\pm (0,2223, -0,9748, 0)$$

et l'orientation du combiné est définie en spécifiant la normale au moyen du vecteur unitaire:

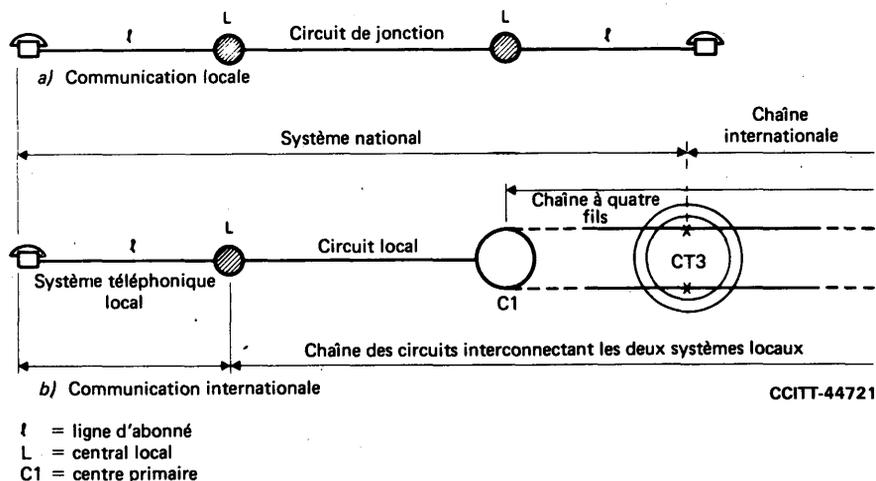
$$\pm (0,1748, -0,6293, 0,7572).$$

Remarque — La position de conversation définie ci-dessus, diffère de la position de l'anneau de garde spécial par les valeurs de Φ (37°) et Θ (19°). On a constaté que lorsqu'on utilise la nouvelle position, au lieu de celle de l'anneau de garde spécial, pour déterminer les indices de force des sons, les mesures d'efficacité ne sont pratiquement pas modifiées.

ANNEXE B

(à l'Avis P.76)

Explications relatives à certains termes



Terminologie applicable aux parties d'une communication téléphonique d'après les Avis G.101 [5], G.111 [6], G.121 [7] et les manuels du CCITT.

Remarque — Dans le présent Avis, l'expression «circuit de jonction» est utilisée dans une acception particulière pour désigner la «chaîne de circuits reliant les deux systèmes téléphoniques locaux». L'«affaiblissement de jonction» est utilisé dans les essais en laboratoire pour la détermination des indices de force des sons.

Références

- [1] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] CCITT – Question 15/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [3] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, chapitre I, annexe 1, UIT, Genève, 1976.
- [4] CCITT – Question 9/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [5] Avis du CCITT *Le plan de transmission*, tome III, fascicule III.1, Avis G.101.
- [6] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.
- [7] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.

Avis P.77

MÉTHODE D'ÉVALUATION DU SERVICE DU POINT DE VUE DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION DE LA PAROLE

(Genève, 1976)

1 Considérations générales

Le CCITT recommande aux Administrations d'avoir recours aux enquêtes auprès des usagers du téléphone, selon l'Avis E.125 [1], comme un des moyens à utiliser pour mesurer la qualité de transmission de la parole sur des communications internationales.

De telles enquêtes étant conçues sur la base des communications (en l'occurrence, la dernière communication internationale établie), on peut les effectuer soit en utilisant complètement les questionnaires de l'Avis E.125 [1] (et l'on obtient alors d'autres renseignements précieux sur les difficultés éprouvées par les usagers, par exemple: connaissance du mode opératoire pour obtenir la communication, difficultés dans la composition du numéro ou dans l'interprétation des tonalités, etc.), soit en utilisant les questions concernant uniquement la qualité de transmission qui figurent dans l'annexe A au présent Avis.

2 Exécution des enquêtes

Pour faire des comparaisons valables entre les résultats recueillis dans différents pays, il faut respecter rigoureusement l'Avis E.125 [1]. En particulier, le préambule de l'Avis, les remarques sur l'utilisation projetée des questionnaires ainsi que l'ordre et le libellé exacts des questions doivent être strictement observés.

3 Traitement des résultats

Pour avoir une information quantitative permettant des comparaisons, il faut attribuer aux évaluations subjectives (par exemple, celles qui résultent de la question 9.0 de l'annexe A): excellent, bon, assez bon ou médiocre, une note 4, 3, 2 et 1 et une note moyenne d'opinion calculée pour toutes les réponses correspondantes. De même, pour toutes les communications donnant lieu à difficulté (question 10 de l'annexe A), il faut calculer un pourcentage du nombre total des réponses. Ces deux critères, note moyenne d'opinion et pourcentage de difficultés, sont maintenant admis à l'échelle internationale; ils ont été mesurés dans différentes communications et situations réelles simulées en laboratoire.

Les résultats peuvent se classer de plusieurs manières, par exemple en fonction des pays d'origine et de destination ou suivant la nature et la constitution de la communication, à savoir: circuits en câble et par satellite, présence ou absence de supprimeurs d'écho, etc. Le document cité en [2] indique des types de présentation des résultats, dans le cas de plusieurs pays. Il convient d'observer que, dans toute présentation, il est essentiel de faire apparaître le nombre de réponses.

Remarque – Limiter à quatre le nombre de catégories dans lesquelles sont rangées les opinions des usagers sur la qualité de transmission (excellente, bonne, assez bonne, médiocre) est une règle qui a été strictement appliquée pour la raison suivante. L'expérience acquise dans les enquêtes portant sur les facteurs humains a montré que, quand on pose sous forme orale – par exemple dans une conversation directe ou par téléphone, telle que la prévoit l'Avis E.125 [1] – une question nécessitant un choix parmi plusieurs classifications différentes, la personne interrogée est fréquemment incapable d'établir une distribution mentale claire entre des catégories dont le nombre dépasse quatre. En conséquence, elle est incapable de faire appel à sa mémoire récente et à sa capacité de jugement d'une manière assez précise pour éviter toute confusion et, par conséquent, toute réponse qui ne serait pas digne de foi. Cette restriction ne s'applique pas à d'autres situations dans lesquelles le choix est présenté sous forme écrite; il se peut alors qu'un nombre de catégories égal ou supérieur à cinq convienne et soit de nature à fournir des réponses fiables.

ANNEXE A

(à l'Avis P.77)

Extrait du questionnaire annexé à l'Avis E.125 [1]

On trouvera ci-après les questions relatives à la qualité de transmission, telles qu'elles figurent dans le questionnaire annexé à l'Avis E.125 [1].

9.0
 Lequel de ces quatre termes décrit-il le mieux la qualité de la connexion au cours de votre conversation?

- | | | | | |
|-----|--------------|---|--------------------------|------|
| 9.1 | - excellente | 1 | <input type="checkbox"/> | } 48 |
| 9.2 | - bonne | 2 | <input type="checkbox"/> | |
| 9.3 | - passable | 3 | <input type="checkbox"/> | |
| 9.4 | - médiocre | 4 | <input type="checkbox"/> | |

10.0 Vous-même ou votre interlocuteur avez-vous eu des difficultés à parler ou à entendre sur cette liaison?

OUI NON
 1 2 49

(Si oui), chercher à connaître la nature de ces difficultés, mais sans suggérer un type de difficulté possible, en demandant par exemple: «Pourriez-vous décrire vos difficultés avec un peu plus de précision?», et reproduire ci-après la réponse exacte:

.....

A la fin de l'entretien, classer les réponses selon les catégories ci-dessous:

- | | | | | |
|------|---------------------------------------|---|--------------------------|----|
| 10.1 | - faible volume | 1 | <input type="checkbox"/> | 50 |
| 10.2 | - bruit ou bourdonnement | 1 | <input type="checkbox"/> | 51 |
| 10.3 | - distorsion | 1 | <input type="checkbox"/> | 52 |
| 10.4 | - variations de niveau, interruptions | 1 | <input type="checkbox"/> | 53 |
| 10.5 | - diaphonie | 1 | <input type="checkbox"/> | 54 |
| 10.6 | - écho | 1 | <input type="checkbox"/> | 55 |
| 10.7 | - coupure complète | 1 | <input type="checkbox"/> | 56 |
| 10.8 | - autres (préciser)..... ← | 1 | <input type="checkbox"/> | 57 |

Références

[1] Avis du CCITT *Enquêtes auprès des usagers du service téléphonique international*, tome II, fascicule II.2, Avis E.125.
 [2] CCITT – Question 2/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1977.

**MÉTHODE SUBJECTIVE DE DÉTERMINATION DES INDICES
DE FORCE DES SONS, CONFORME À L'AVIS P.76**

Avant-propos

Le présent Avis décrit une méthode subjective d'évaluation que le laboratoire du CCITT a considéré répondre à ses besoins. Elle peut être utilisée dans d'autres laboratoires. A condition que le système de référence intermédiaire (SRI) satisfasse aux clauses de l'Avis P.48 et à d'autres clauses spécifiées dans l'Avis P.76, les indices de force des sons obtenus avec cette méthode peuvent être utilisés pour faire avancer l'étude de la Question 19/XII [1] (Valeurs recommandées pour les indices de force des sons). Quand cette étude sera terminée, le présent Avis servira, conjointement aux Avis P.76 et P.48, à définir les indices de force des sons utilisables dans les travaux de planification.

Résumé

On trouvera dans le présent Avis les données essentielles pour définir la méthode de détermination des indices de force des sons conformément à l'Avis P.76, lorsqu'on a recours à des sujets qui font les mêmes équilibrages de la force des sons. Ce texte contient des renseignements sur la méthode d'équilibrage, le choix des sujets, le contenu des paroles prononcées, la conception de l'expérience, la méthode d'analyse et la présentation des résultats.

1 Introduction

Pour comparer les résultats du calcul des indices de force des sons (Avis P.79), on a besoin d'une méthode bien définie pour déterminer subjectivement ces indices. On trouvera ci-après des indications sur tous les éléments d'un essai, depuis le choix des opérateurs jusqu'à la méthode d'analyse et enfin la présentation des résultats.

2 Considérations générales

Pour des essais subjectifs, on compare les trajets de conversation étudiés avec le système de référence fondamental (SRF) (avec toutefois la possibilité d'utiliser d'autres systèmes de référence), selon les dispositions suivantes:

- a) *Trajet 0* – Constitué par le système de référence fondamental; c'est toujours par rapport à lui que l'on équilibre les autres trajets. On emploie pour cela le NOSFER réglé à 25 dB.
- b) *Trajet 1* – Partie émettrice du système téléphonique local (STL) étudié, reliée par la «ligne» de jonction étudiée et par une ligne d'affaiblissement réglable à la partie réceptrice du même système étudié. La ligne d'affaiblissement réglable doit être insérée de telle sorte que les relations d'impédance entre les trois parties de la communication (partie émettrice, «ligne» de jonction et partie réceptrice) ne soient pas perturbées.
- c) *Trajet 2* – Partie émettrice du système de référence intermédiaire (SRI), reliée par une ligne d'affaiblissement réglable à la partie émettrice de ce même SRI.
- d) *Trajet 3* – Partie émettrice du système étudié (système téléphonique local), reliée par une ligne d'affaiblissement réglable à la partie réceptrice du SRI.
- e) *Trajet 4* – Partie émettrice du SRI reliée par une ligne d'affaiblissement réglable à la partie réceptrice du même système étudié (système téléphonique local).
- f) *Trajet 5* – Partie émettrice du SRI, reliée par la «ligne» de jonction étudiée et par une ligne d'affaiblissement réglable à la partie réceptrice du même SRI. La ligne d'affaiblissement réglable doit être insérée de telle sorte que les relations d'impédance entre les trois parties de la communication (partie émettrice, «ligne» de jonction et partie réceptrice) ne soient pas perturbées.

Pour ces comparaisons subjectives, on fixe à une certaine valeur l'affaiblissement de la «ligne» de jonction du système de référence fondamental, c'est-à-dire qu'on maintient constant le niveau de puissance des sons vocaux reçus à travers le système de référence fondamental; on équilibre les forces des sons entre les deux trajets à comparer en procédant par la méthode dite des marges, la ligne d'affaiblissement d'équilibrage étant insérée dans le trajet téléphonique soumis aux essais (ou dans le SRI).

Tant pour le SRI que pour les postes téléphoniques soumis aux essais, la position de conversation doit être celle qui a été définie à l'appendice A à l'Avis P.76.

La figure 1/P.78 représente la constitution des trajets téléphoniques à comparer. L'équilibrage doit se faire au niveau de puissance vocale défini dans l'Avis P.72.

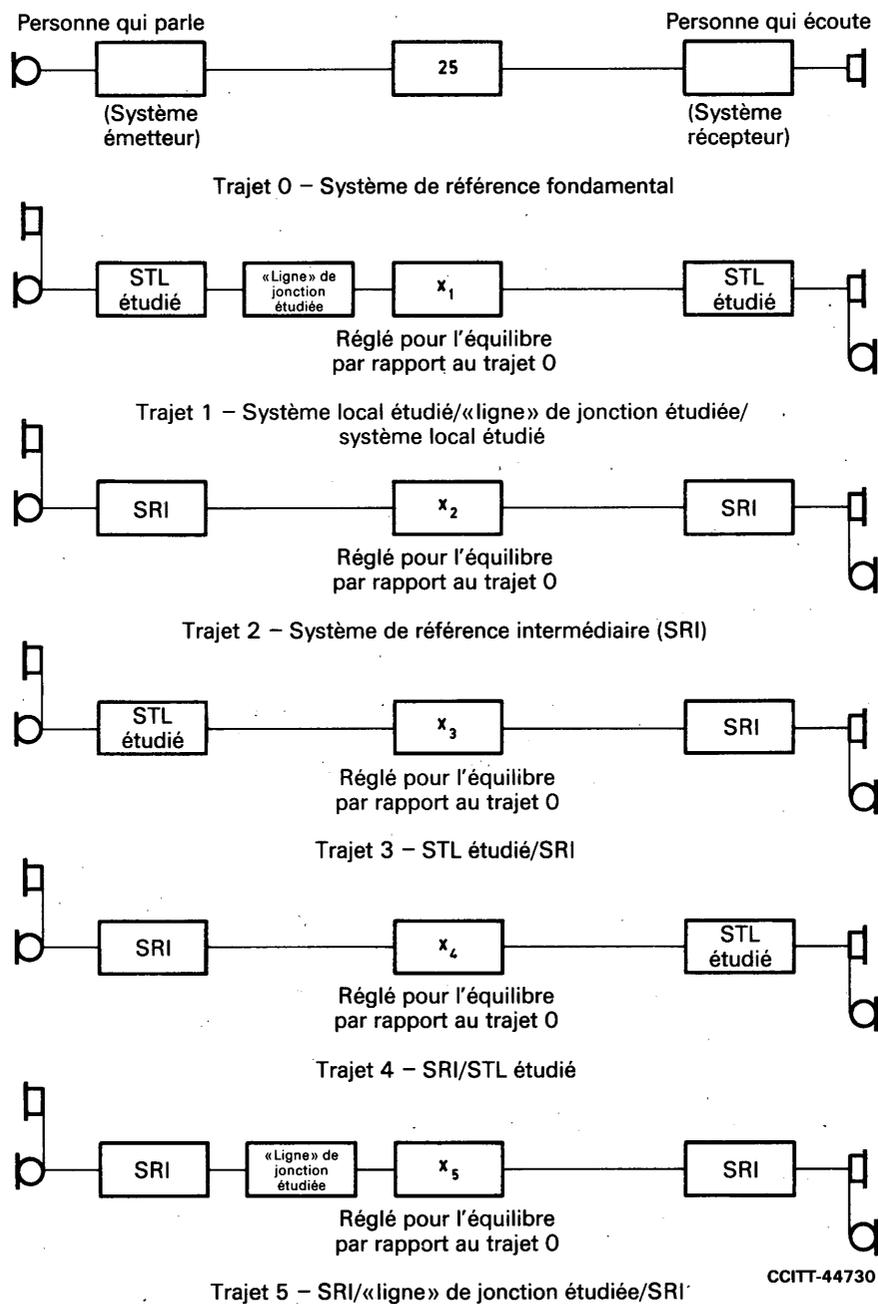


FIGURE 1/P.78
Constitution des systèmes pour méthode subjective de détermination des indices de force des sons

Les indices de force des sons, par rapport au système de référence intermédiaire, tel que défini dans l'Avis P.76, sont exprimés par les formules:

$$OLR = x_2 - x_1$$

$$SLR = x_2 - x_3$$

$$RLR = x_2 - x_4$$

$$JLR = x_2 - x_5$$

Une expérience ne doit pas nécessairement couvrir la totalité des trajets ci-dessus mentionnés. Les trajets 0 et 2 sont indispensables, mais il suffit de leur adjoindre les trajets 3 et 4 pour déterminer les indices de force des sons pour la partie émettrice et la partie réceptrice d'un système téléphonique local; les trajets à adjoindre pour déterminer l'indice de force des sons pour la «ligne» de jonction sont les trajets 0, 2 et 5. Le trajet 1 n'est généralement nécessaire que si l'on désire vérifier la loi d'addition des indices de force des sons, selon laquelle:

$$OLR = SLR + JLR + RLR$$

3 Conception de l'expérience

Pour pouvoir se fier aux résultats, il faut appliquer des méthodes d'essai adéquates et concevoir l'expérience de façon appropriée. La procédure doit être préparée de manière à exclure toute ambiguïté.

Il faut tenir compte des points suivants dans la conception de l'expérience:

- a) l'expérience doit être conçue de telle sorte que toutes les influences qui échappent à tout contrôle agissent de façon aléatoire; il s'agit par exemple des petites variations journalières de l'«équation personnelle» des sujets et/ou des appareils de mesure;
- b) si on est obligé de faire des équilibrages en trop grand nombre pour que ceux-ci puissent être effectués commodément dans le courant d'une journée, l'expérience doit être conçue de manière que l'on puisse faire chaque jour le même nombre d'équilibrages sur chaque type de circuit;
- c) les opérateurs qui commencent un essai doivent toujours être conservés pendant toute la durée de l'essai [2];
- d) il est bon d'avoir un minimum de 12 combinaisons de deux opérateurs et un maximum de 20. On peut obtenir 12 combinaisons à partir de 2 équipes de 3 (voir le tableau 1/P.78) ou d'une équipe de 4. Pour obtenir 18 combinaisons, on peut partir d'une équipe de 6 opérateurs (voir le tableau 2/P.78) et, pour 20 combinaisons, une équipe de 5.

Remarque – En règle générale, une équipe de 6 opérateurs, donnant 30 combinaisons de deux opérateurs, permet d'obtenir un essai plus complet, avec une précision très légèrement supérieure à celle qui est réalisable avec les effectifs d'équipe indiqués plus haut;

TABLEAU 1/P.78

Douze combinaisons de deux opérateurs, pris dans 2 équipes de trois

		Opérateur (personne qui écoute)					
		A	B	C	D	E	F
Opérateur (personne qui parle)	A		X	X			
	B	X		X			
	C	X	X				
	D					X	X
	E				X		X
	F				X	X	

TABLEAU 2/P.78

Dix-huit combinaisons de deux opérateurs, pris dans une équipe de six

		Opérateur (personne qui écoute)					
		A	B	C	D	E	F
Opérateur (personne qui parle)	A				X	X	X
	B				X	X	X
	C				X	X	X
	D	X	X	X			
	E	X	X	X			
	F	X	X	X			

- e) lorsqu'on a recours à 2 équipes de 3 opérateurs, on peut «entrelacer» ces équipes, mais il est généralement plus commode de séparer les équipes et de faire l'essai avec l'équipe n° 1 avant l'équipe n° 2. Il faut éviter d'avoir les mêmes sujets dans les deux équipes, car il en résulte une distorsion des résultats et une plus grande complication dans l'analyse;
- f) toutes les combinaisons de 2 opérateurs doivent être mises à l'essai par roulement, lorsque cela est commode; ainsi, chaque opérateur est utilisé comme personne qui parle, puis comme personne qui écoute, après quoi il a droit à une pause;
- g) la conception de l'expérience doit éliminer toute influence pouvant être attribuée à l'ordre de présentation, ce qui revient à dire que tous les circuits doivent être établis dans un ordre aléatoire. Les deux exemples ci-dessous serviront à illustrer ce point:

Exemple 1

Si on a besoin de connaître un seul type d'indice de force des sons, avec une combinaison donnée (appareil téléphonique et état du système), l'expérience doit être conçue de manière à pouvoir tenir compte de l'influence éventuelle de l'ordre de présentation pour chaque combinaison de 2 opérateurs. Le tableau 3/P.78 en donne un exemple.

TABLEAU 3/P.78
Exemple illustrant la façon d'éliminer l'influence de l'ordre de présentation pour un seul type d'indice de force des sons

Couples d'opérateurs	Personne qui parle Personne qui écoute	A	B	C
		B	C	A
Systèmes	α	3	1	2
	α'	2	3	4
	β	1	4	3
	β'	4	2	1

α = le trajet 0 est présenté avant le trajet 2

α' = le trajet 2 est présenté avant le trajet 0

β = le trajet 0 est présenté avant le trajet 3

β' = le trajet 3 est présenté avant le trajet 0

Remarque – Lorsqu'il est prouvé pour une équipe d'essai donnée et pour un ensemble de conditions d'essai donné, qu'il n'existe pas de différence de résultats, la distinction entre l'ordre de présentation des trajets doit être éliminée.

Exemple 2

Si on a besoin de connaître plusieurs indices de force des sons ou si on utilise plus d'un appareil téléphonique, il suffit de faire un seul équilibrage du trajet 2 par rapport au trajet 0, et vice versa, pour chaque combinaison de deux opérateurs et pour n'importe quelle expérience, mais il faut donner à ce processus un caractère aléatoire à l'intérieur de l'expérience. Voir l'exemple du tableau 4/P.78.

TABLEAU 4/P.78
Exemple illustrant la façon d'éliminer l'influence de l'ordre de présentation pour deux types d'indice de force des sons

Couples d'opérateurs	Personne qui parle Personne qui écoute	A	B	C
		B	C	A
Systèmes	α	3	1	2
	α'	5	4	6
	β_1	1	2	5
	β'_1	6	5	3
	β_2	2	6	4
	β'_2	4	3	1

β_1, β'_1 = 0 km de câble d'abonné, par exemple

β_2, β'_2 = 6 km de câble d'abonné, par exemple

L'annexe A donne des exemples de la manière dont on peut concevoir l'expérience.

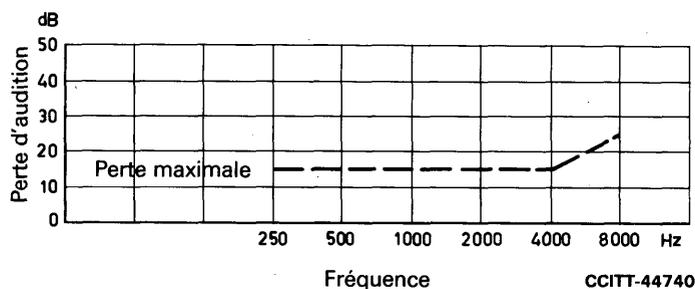
4 Choix des opérateurs des équipes et du contenu des paroles prononcées

4.1 Opérateurs

Dans toute la mesure possible, une équipe doit comprendre des opérateurs masculins et féminins.

On trouvera ci-après quelques indications sur la manière de choisir les opérateurs:

- a) bonne audition. Pour aucun opérateur, la perte d'audition ne doit dépasser 15 dB (sur toutes les fréquences allant jusqu'à 4 kHz, y compris 4 kHz) et elle ne doit pas dépasser 25 dB à 8 kHz; c'est ce que montre la figure 2/P.78. S'il apparaît que des équilibrages contra-latéraux sont nécessaires, et si ces équilibrages font intervenir les deux oreilles, la différence entre les oreilles ne doit pas dépasser ± 10 dB pour toutes les fréquences. L'annexe B explique la méthode d'essai audiométrique des sujets;
- b) clarté d'élocution. Les opérateurs ne doivent avoir aucun défaut d'élocution flagrant;
- c) l'opérateur doit être capable de travailler en bonne entente avec d'autres personnes;
- d) l'opérateur doit être capable de faire des calculs arithmétiques simples;
- e) l'opérateur doit être capable de parler à un niveau vocal constant, avec l'aide d'un appareil de mesure, après un entraînement suffisant;
- f) l'opérateur ne doit pas souffrir de claustrophobie; en effet, chaque opérateur doit, pendant l'essai, être enfermé pendant une courte période;
- g) des contrôles doivent être effectués à intervalles réguliers pour déterminer les qualités de chaque opérateur en tant que personne qui parle et personne qui écoute, afin de relever tous les changements insolites. A cet égard, on trouvera une description complète en [3].



Remarque - L'audition normale correspond à 0 dB.

FIGURE 2/P.78

Gabarit de la perte d'audition maximale des opérateurs

4.2 Contenu des paroles prononcées

La ou les phrases d'essai peuvent être des «non-sens» ou des phrases «significatives». Exemples:

- a) «Joe took father's shoe bench out.»
- b) Paris - Bordeaux - Le Mans - Saint-Leu - Léon - Loudun.

Les points suivants doivent être pris en considération:

- i) Aptitude de chaque opérateur à prononcer la ou les phrases d'essai choisies d'une façon courante et à un niveau vocal constant. En conséquence, la structure phonétique de la langue maternelle de l'opérateur a une influence sur le choix de la ou des phrases d'essai.
- ii) La ou les phrases d'essai doivent être choisies de telle manière que la méthode de mesure convenue pour contrôler le niveau vocal (déviation de l'aiguille d'un appareil de mesure) puisse donner une indication cohérente et facile à apprécier, du niveau vocal.

5 Etalonnage du SRI

Il est de la plus haute importance que le SRI soit étalonné avant chaque essai, ce qui permettra de compenser, dans les résultats, les petites modifications du SLR et du RLR, ou de modifier l'efficacité avant l'essai. Du point de vue expérimental, il est bon de vérifier l'efficacité du SRI avant chaque essai. L'Avis P.48 donne la spécification du SRI et l'Avis P.64 contient une description de la méthode d'étalonnage. Les résultats de l'étalonnage permettent de déterminer les corrections à apporter aux résultats des équilibrages subjectifs (voir le § 9).

6 Constitution des circuits

La partie a) de la figure 3/P.78 représente le schéma typique d'un circuit pour la mesure de SLR et RLR. Les parties b) et c) de la figure 3/P.78 représentent des schémas pour la mesure de JLR et OLR, respectivement. Si l'expérimentateur le désire, il peut fort bien procéder au cours de la même expérience aux essais sur les quatre types d'indice de force des sons, mais cela nécessite alors des systèmes de commutation extrêmement complexes.

Dans la figure 3/P.78, la résistance de 600 ohms, sur la deuxième position du commutateur S1, permet de régler le niveau vocal à la valeur voulue lorsque le trajet 0 est présenté après le trajet 1/2/3/4/5 (voir figure 1/P.78). Ce commutateur doit être du type sans verrouillage et revenir dans sa position normale dès que la personne qui parle a atteint le niveau vocal voulu.

En vue de diminuer l'influence de l'effet local sur le niveau de puissance vocale de la personne qui parle pendant la détermination de SLR et de la force des sons globale, il convient de neutraliser le trajet acoustique de l'effet local des combinés des appareils téléphoniques. Cette opération peut être effectuée en plaçant l'écouteur dans un autre combiné semblable et en établissant les connexions électriques nécessaires avec les terminaux appropriés du circuit de transmission téléphonique. On peut ensuite fixer cet écouteur de façon hermétique sur une oreille artificielle CCITT/CEI afin d'obtenir la charge acoustique adéquate. Le Post Office australien emploie une méthode plus simple qui consiste à boucher l'écouteur au moyen d'une grosse bande adhésive. Bien que la charge acoustique puisse dans ce cas ne pas être satisfaisante, la pratique a démontré que l'effet de ce système est négligeable.

Si le microphone est du type à grenaille de charbon, il faut alors utiliser avant chaque équilibrage la méthode de traitement préalable mentionnée dans l'Avis P.75.

Les figures 1/P.78 et 3/P.78 montrent le système de référence fondamental NOSFER, mais on pourrait employer d'autres types de systèmes, par exemple le SETED et le METRE-AIR-PATH.

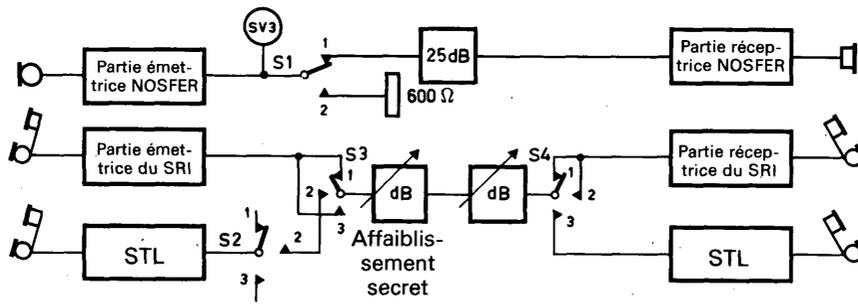
7 Enregistrement de l'information obtenue

Il est indispensable d'enregistrer le plus possible d'information pour chaque essai, sous une forme telle que cette information puisse être extraite ultérieurement à tout instant.

7.1 Renseignements détaillés sur l'essai

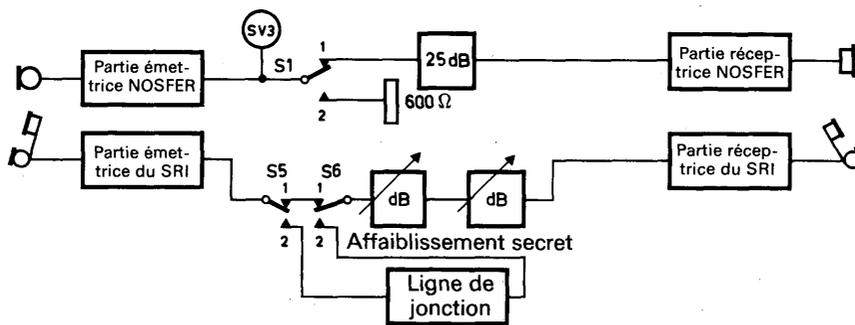
Pour chaque essai, il faut toujours fournir les renseignements suivants:

- a) numéro de l'essai — ce numéro doit être unique, afin d'éviter toute confusion entre les essais;
- b) date;
- c) titre — brève description de l'essai;
- d) état du système — description de chaque trajet;
- e) schéma du système de commutation;
- f) membres des équipes — donner le nom de chaque opérateur et attribuer un code, par exemple, comme dans le tableau 5/P.78. Cela étant, chaque combinaison de 2 opérateurs peut être désignée par un code, par exemple A-B.



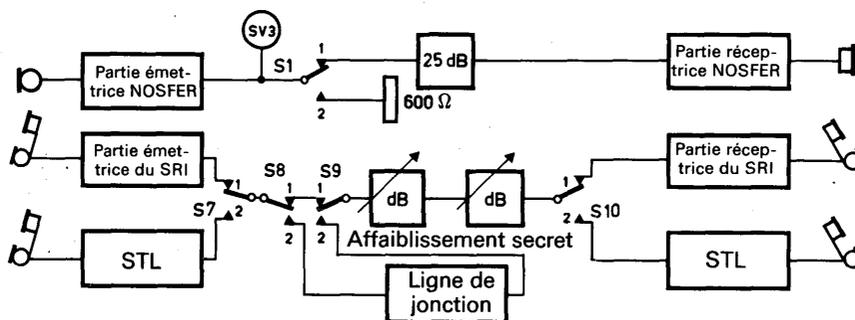
Remarque – S1 est un commutateur sans verrouillage, S2, S3 et S4 sont montés sur le même axe.

a) Schéma de commutation pour la mesure de SLR et RLR



Remarque – S1 est un commutateur sans verrouillage, S5 et S6 sont montés sur le même axe.

b) Schéma de commutation pour la mesure de JLR



Remarque – S1 est un commutateur sans verrouillage, S7, S8, S9 et S10 sont montés sur le même axe.

c) Schéma de commutation pour la mesure de OLR CCITT-44750

FIGURE 3/P.78

TABLEAU 5/P.78

Membres de l'équipe	
Code	Opérateur
A	
B	
C	
D	
E	
F	

7.2 *Équilibrages individuels*

Ces équilibrages doivent toujours comprendre l'affaiblissement par affaiblissement secret, l'affaiblissement d'«équilibrage» et enfin le résultat de la comparaison, par exemple:

$$R = H + B$$

où

R = résultat

H = affaiblissement secret

B = équilibrage.

8 *Analyse*

Pour toute expérience quelle qu'elle soit, la plus grande partie de l'information peut être obtenue sur la base d'une analyse de variance. Toutefois, on peut obtenir une quantité suffisante d'information utile en considérant la moyenne, l'écart type et les limites de confiance à 95%.

8.1 *Moyenne*

La moyenne s'obtient à l'aide de la formule suivante:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

8.2 *Ecart type*

On n'a pas le droit d'admettre que les opérateurs constituent un échantillon pris au hasard dans une population et que les combinaisons de deux opérateurs sont indépendantes les unes des autres. Dans ces conditions, l'écart type doit être l'écart type de l'échantillon et non une estimation de la population.

La formule de l'écart type est la suivante:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

8.3 Limites de confiance

Pour obtenir, avec un degré de confiance suffisant, les limites entre lesquelles se situe la valeur exacte de la moyenne, il faut calculer les limites de confiance à 95%, telles qu'on les détermine d'après l'échantillon.

Les limites de confiance (LC) sont données par la formule suivante:

$$LC = \pm \frac{t(\sigma)}{\sqrt{n}}$$

où

t = variable t de Student.

Pour 12 combinaisons de 2 opérateurs: $t = 2,20$ (11 degrés de liberté).

Pour 18 combinaisons de 2 opérateurs: $t = 2,11$ (17 degrés de liberté).

Pour 20 combinaisons de 2 opérateurs: $t = 2,09$ (19 degrés de liberté).

Ces limites de confiance sont appelées «limites de confiance internes».

Les limites de confiance internes se définissent comme les limites de confiance pour des répétitions, tous les facteurs étant identiques y compris les opérateurs. Il ne faut pas les confondre avec les «limites de confiance externes», qui se rapportent à la répétition des essais pour le même système, mais avec des opérateurs différents ou des méthodes différentes.

En général, les limites de confiance externes sont supérieures aux limites de confiance internes, mais il n'est pas possible de les estimer sans disposer de renseignements supplémentaires.

9 Présentation des résultats

Les résultats d'un essai doivent être présentés de telle manière que l'information importante puisse être reproduite sur un seul formulaire. Le tableau 6/P.78 donne un exemple d'un tel formulaire.

Remarque – Dans les tableaux 6/P.78 à 8/P.78, moyenne corrigée = moyenne + correction.

Les tableaux 7/P.78 et 8/P.78 montrent des exemples concrets de l'utilisation du formulaire reproduit dans le tableau 6/P.78. Ce formulaire a été modifié afin de permettre la détermination de SLR et RLR dans un système téléphonique local comprenant deux longueurs de lignes. Les tableaux 7/P.78 et 8/P.78 montrent respectivement les résultats relatifs à SLR et RLR.

TABLEAU 6/P.78
Présentation des résultats

Fréquence (Hz)	Efficacité du SRI à l'émission (dBV/Pa)	Efficacité du SRI à la réception ^{a)} (dBPa/V)	Couple d'opérateurs	x_0	x_2	x'_2	x_3	x'_3	x_2	x'_2	x_4	x'_4	SLR	SLR'	RLR	RLR'	$\frac{SLR + SLR'}{2}$	$\frac{RLR + RLR'}{2}$			
				(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
100																					
125																					
160																					
200																					
250																					
315																					
400																					
500																					
630																					
800																					
1000																					
1250																					
1600																					
2000																					
2500																					
3150																					
4000																					
5000																					
6300																					
8000																					
LR du SRI calculé			Moyenne: dB																		
			Ecart- type: dB																		
			Limites de confiance à 95%: dB																		
				Moyenne corrigée: dB																	

^{a)} Oreille artificielle conforme à l'Avis P.51.

TABLEAU 7/P.78

Exemple destiné à illustrer l'utilisation du formulaire reproduit dans le tableau 6/P.78 pour la détermination du SLR

Fréquence (Hz)	Efficacité du SRI à l'émission (dBV/Pa)	Efficacité du SRI à la réception ^{a)} (dBPa/V)	Couple d'opérateurs	x_0	x_2	x_2'	x_3	x_3'	x_2	x_2'	x_3	x_3'	SLR	SLR'	SLR	SLR'	SLR + SLR'	SLR + SLR'
				(dB)	(dB)	(dB)	(0) (dB)	(0) (dB)	(dB)	(dB)	(L) (dB)	(L) (dB)	(0) (dB)	(0) (dB)	(L) (dB)	(L) (dB)	2 (0) (dB)	2 (L) (dB)
100			A-C	25	14	15	13	14			12	10	1	1	2	5	1,0	3,5
125			D-A	25	13	13	8	10			10	11	5	3	3	2	4,0	2,5
160			C-D	25	10	11	7	11			10	11	3	0	0	0	1,5	0,0
200	-19,7		D-C	25	12	14	11	10			10	11	1	4	2	3	2,5	2,5
250	-15,3		C-A	25	17	17	17	13			12	14	0	4	5	3	2,0	4,0
315	-12,2		A-D	25	10	12	8	10			10	8	2	2	0	4	2,0	2,0
400	-9,6		F-E	25	11	11	7	7			5	4	4	4	6	7	4,0	6,5
500	-8,0		B-F	25	10	11	6	8			5	7	4	3	5	4	3,5	4,5
630	-6,7		E-B	25	13	12	8	13			8	9	5	-1	5	3	2,0	4,0
800	-5,9		E-F	25	13	13	12	11			12	8	1	2	1	5	1,5	3,0
1000	-5,6		F-B	25	12	13	9	5			5	6	3	8	7	7	5,5	7,0
1250	-4,2		B-E	25	12	13	9	9			9	10	3	4	3	3	3,5	3,0
1600	-1,2																	
2000	0																	
2500	+1,0																	
3150	+0,3																	
4000	-36,5																	
5000																		
6300																		
8000																		
LR du SRI calculé	1,09		Moyenne: dB	25	12,25	12,92	9,58	10,08			9,00	9,08	2,67	2,83	3,25	3,83	2,75	3,54
			Ecart- type: dB	0	1,92	1,71	3,01	2,50			2,58	2,56	1,60	2,23	2,24	1,91	1,28	1,82
			Limites de confiance à 95%: dB	0	1,22	1,08	1,91	1,59			1,64	1,63	1,02	1,42	1,42	1,21	0,81	1,16
			Moyenne corrigée: dB										3,76	3,92	4,34	4,92	3,84	4,63

a) Oreille artificielle conforme à l'Avis P.51.

TABLEAU 8/P.78

Exemple destiné à illustrer l'utilisation du formulaire reproduit dans le tableau 6/P.78 pour la détermination du RLR

Fréquence (Hz)	Efficacité du SRI à l'émission (dBV/Pa)	Efficacité du SRI à la réception ^{a)} (dBPa/V)	Couple d'opérateurs	x_0	x_2	x_2'	x_4	x_4'	x_2	x_2'	x_4	x_4'	RLR	RLR'	RLR	RLR'	$\frac{RLR + RLR'}{2}$	$\frac{RLR + RLR'}{2}$
				(dB)	(dB)	(dB)	(0) (dB)	(0) (dB)	(dB)	(dB)	(L) (dB)	(L) (dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
100			C-B	25	10	11	20	20			15	13	-10	-9	-5	-2	-9,5	-3,5
125			B-E	25	15	9	19	21			13	13	-4	-12	2	-4	-8,0	-1,0
160			B-C	25	14	17	23	23			17	14	-9	-6	-3	3	-7,5	0,0
200		- 3,8	E-B	25	11	10	19	19			13	15	-8	-9	-2	-5	-8,5	-3,5
250		2,0	C-E	25	8	11	16	18			14	15	-8	-7	-6	-4	-7,5	-5,0
315		6,6	E-C	25	13	13	18	18			13	16	-5	-5	0	-3	-5,0	-1,5
400		9,8	D-F	25	8	9	13	13			12	9	-5	-4	-4	0	-4,5	-2,0
500		11,2	F-A	25	14	14	22	21			17	16	-8	-7	-3	-2	-7,5	-2,5
630		12,1	D-A	25	12	10	18	18			13	13	-6	-8	-1	-3	-7,0	-2,0
800		12,8	A-D	25	12	8	21	19			12	11	-9	-11	0	-3	-10,0	-1,5
1000		13,4	A-F	25	10	9	15	18			9	9	-5	-9	1	0	-7,0	0,5
1250		13,8	F-D	25	11	9	19	16			10	10	-8	-7	1	-1	-7,5	0,0
1600		14,0																
2000		13,2																
2500		11,0																
3150		10,4																
4000		-15,8																
5000																		
6300																		
8000																		
LR du SRI calculé		- 0,16	Moyenne: dB	25	11,50	10,83	18,58	18,67			13,17	12,83	- 7,08	- 7,83	-1,67	-2,00	- 7,46	-1,83
			Ecart- type: dB	0	2,18	2,51	2,75	2,46			2,30	2,44	1,89	2,23	2,46	2,12	1,51	1,56
			Limites de confiance à 95%: dB	0	1,38	1,59	1,75	1,56			1,46	1,55	1,20	1,42	1,56	1,35	0,96	0,99
			Moyenne corrigée: dB										- 7,24	- 7,99	-1,83	-2,16	- 7,62	-1,99

a) Oreille artificielle conforme à l'Avis P.51.

ANNEXE A

(à l'Avis P.78)

Exemples de conception de l'expérience

Les tableaux A-2/P.78, A-3/P.78 et A-4/P.78 donnent les valeurs typiques de l'effectif des équipes des équilibrages:

Par exemple, si on applique le tableau A-2/P.78, on obtient la structure pour l'ordre des équilibrages indiqué dans le tableau A-1/P.78.

TABLEAU A-1/P.78

Equilibrages	Couple d'opérateurs	Système
1	BA	β_1
2	CB	α
3	DC	β_2
...		...
13	BA	β'_1
14	CB	β_1
15	DC	β'_2
...		...
25	BA	β_2
26	CB	β'_2
27	DC	α
...		...
71	AC	β_1
72	DA	α'

Les couples d'opérateurs effectuent tous les équilibrages par roulement, dans l'ordre numérique, en commençant par «1», jusqu'à «6».

On peut établir des tableaux analogues pour un essai portant sur un seul type d'indice de force des sons et dans lequel on a besoin seulement de 4 systèmes, par exemple α , α' , β et β' pour un essai SLR; les numéros 1, 2, 3 et 4 étant assignés respectivement à ces systèmes dans la conception de l'expérience.

Pour un essai portant sur un plus grand nombre de systèmes, on peut appliquer les mêmes principes, en assignant autant de numéros qu'il y a de systèmes.

Il peut être nécessaire d'améliorer la validité des résultats; à cet effet, on peut appliquer les mêmes principes d'expérimentation en utilisant les mêmes couples d'opérateurs.

TABLEAU A-2/P.78

Arrangement pour une équipe de 4 opérateurs ou 2 équipes de 3 opérateurs

1 équipe de 4 couples d'opérateurs	Personne qui parle	B	C	D	A	C	B	A	B	C	D	A	D
	Personne qui écoute	A	B	C	D	A	D	B	C	D	B	C	A
2 équipes de 3	Personne qui parle	B	C	A	C	B	A	E	F	D	F	E	D
	Personne qui écoute	A	B	C	A	C	B	D	E	F	D	F	E
Systèmes	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3

TABLEAU A-3/P.78
Arrangement pour une équipe de 6

Couples d'opérateurs	Personne qui parle Personne qui écoute	D	E	F	E	F	D	F	D	E	A	B	C	A	B	C	A	B	C
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	D	E	F	E	F	D	F	D	E
Systèmes	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2	1	2	6	3	5	4
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6	5	4	1	6	2	3
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4	4	6	2	1	3	5
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1	3	1	4	5	6	2
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5	6	5	3	2	4	1
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3	2	3	5	4	1	6

TABLEAU A-4/P.78
Arrangement pour une équipe de 5

Couples d'opérateurs	Personne qui parle Personne qui écoute	B	C	D	E	A	C	E	B	D	A	D	B	E	C	A	E	D	C	B	A
		A	B	C	D	E	A	C	E	B	D	A	D	B	E	C	A	E	D	C	B
Systèmes	α	4	1	3	2	6	5	3	6	1	5	4	2	1	2	6	3	5	4	1	6
	α'	6	5	4	3	2	1	2	4	5	3	1	6	5	4	1	6	2	3	2	5
	β_1	1	2	5	6	3	4	5	3	2	1	6	4	4	6	2	1	3	5	3	4
	β'_1	2	4	6	5	1	3	4	2	3	6	5	1	3	1	4	5	6	2	4	3
	β_2	3	6	1	4	5	2	6	1	4	2	3	5	6	5	3	2	4	1	5	2
	β'_2	5	3	2	1	4	6	1	5	6	4	2	3	2	3	5	4	1	6	6	1

ANNEXE B

(à l'Avis P.78)

Contrôle audiométrique des sujets – Premier tri

Procédure [4]

B.1 Examen visuel des oreilles pour rechercher le cérumen; demander au sujet s'il a un rhume, de la sinusite ou toute autre affection.

B.2 *Fréquence de l'essai*

250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hz.

B.3 *Présentation*

1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 250, 500, 1000 Hz.

Remarque – En général, la deuxième lecture sur 1000 Hz donne une valeur plus petite que la première lecture.

Suivre cette séquence pour l'oreille droite, et répéter pour l'oreille gauche.

B.4 Recherche du seuil

Commencer au-dessus du seuil estimé (par exemple, perte d'audition de 20 dB), procéder par échelons de 10 dB jusqu'à ce que le son devienne inaudible (pas de réponse). Revenir au dernier niveau audible et descendre par échelons de 5 dB. Se rapprocher ensuite de ce seuil par en dessous, avec des échelons de 5 dB. Durée du signal: 1 à 2 secondes.

Le seuil est la valeur pour laquelle on obtient deux réponses positives à partir de 4 excitations successives.

B.5 Bruit de salle [5]

Lorsqu'on utilise des casques du type supra-oral, les niveaux maximaux admissibles dans la salle d'essai sont donnés au tableau B-1/P.78.

Lorsqu'on utilise des casques du type circum-oral, on a généralement le droit de prévoir des niveaux de bruit plus élevés.

TABLEAU B-1/P.78

Bande d'octave	Niveau de pression acoustique (dB)
125	22,0
250	16,0
500	18,0
1000	26,0
2000	36,0
3000	39,5
4000	38,5
6000	40,0
8000	34,5

Références

- [1] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève 1981.
- [2] *Plan et analyse de mesures d'efficacité pour la force des sons par la méthode de la réponse quantifiée*, Livre rouge, tome V, annexe 7, UIT, Genève, 1962.
- [3] *Extrait d'une étude des différences constatées entre les résultats obtenus par les divers membres d'une équipe d'opérateurs dans les comparaisons de la force des sons*, Livre rouge, tome V, annexe 6, p. 214, UIT, Genève, 1962.
- [4] BURNS (W.): *Noise and man*, Murray, pp. 70-80, 1968.
- [5] *Ibid.*, pp. 298-300.

CALCUL DES INDICES DE FORCE DES SONS

(Genève, 1980)

Avant-propos

La méthode exposée dans le présent Avis est une méthode provisoire: il n'est en effet pas encore tout à fait prouvé qu'elle soit applicable aux systèmes téléphoniques locaux comportant des microphones à charbon (nous reviendrons plus loin sur cette question). Les Administrations qui étudient la Question 19/XII [1] (valeurs recommandées pour les indices de force des sons) peuvent toutefois l'utiliser dans les travaux qui portent sur de nouveaux types d'appareils téléphoniques sans microphone à charbon¹⁾. Certaines valeurs limites de l'indice de force des sons ont été suggérées pour étude et établissement éventuel de futurs Avis; les données pertinentes se trouvent dans le texte de la Question 19/XII.

Les Administrations sont en outre invitées à suivre la méthode décrite dans le présent Avis pour étudier la Question 7/XII [2] afin d'employer la même échelle pour exprimer l'affaiblissement de force des sons au cours des expériences portant sur l'évaluation de la qualité.

Le présent Avis décrit une méthode de calcul dont les résultats concordent avec ceux des mesures subjectives effectuées au laboratoire du CCITT²⁾ (voir l'Avis P.78) avec des systèmes téléphoniques locaux sans microphones à charbon. Dans le cas de ces systèmes, il convient d'utiliser les méthodes indiquées dans l'Avis P.64 pour déterminer les valeurs de l'efficacité à l'émission et à la réception.

Quand on considère les systèmes téléphoniques avec microphones à charbon, les résultats des mesures jusqu'ici effectuées au laboratoire du CCITT conduisent à penser que la méthode décrite dans le présent Avis demeurerait valide, à condition d'employer une méthode appropriée pour déterminer l'efficacité à l'émission; pour ce faire, on envisage actuellement différentes méthodes dont on trouvera la liste dans l'annexe B à l'Avis P.64. Les mesures effectuées au laboratoire du CCITT en suivant la méthode de l'«enveloppe supérieure» montrent que cette méthode donne de bons résultats pour certains types de microphones à charbon. Le sujet est à l'étude au titre de la Question 8/XII [4] (Mesure de l'efficacité d'un microphone ou d'un récepteur).

1 Introduction

D'après les principes énoncés dans l'Avis P.76, on peut déterminer les indices de force des sons sans recourir à des mesures subjectives, mais à condition que toutes les conditions suivantes soient satisfaites:

- a) disposer d'un modèle théorique ayant une structure appropriée;
- b) connaître les valeurs appropriées des principaux paramètres du modèle;
- c) connaître les efficacités respectives, à l'émission et à la réception, du système de référence intermédiaire;
- d) connaître les efficacités respectives, à l'émission et à la réception, des systèmes téléphoniques locaux étudiés, ainsi que l'affaiblissement d'insertion dû à la chaîne de circuits intermédiaire.

Les méthodes de calcul des efficacités à l'émission et à la réception, au moyen d'une bouche et d'une oreille artificielles, sont définies dans l'Avis P.64. Les caractéristiques du système de référence intermédiaire, déterminées conformément aux mêmes méthodes, sont indiquées dans l'Avis P.48. Les efficacités à la réception que l'on obtient avec l'oreille artificielle dont traite actuellement l'Avis P.64 ne peuvent pas servir directement au calcul des indices de force des sons: elles doivent être corrigées pour tenir compte de la différence entre la pression acoustique dans l'oreille humaine lors d'une conversation téléphonique et la pression acoustique mesurée dans l'oreille artificielle. On trouvera au § 6 des renseignements concernant cette correction (L_E).

1) La méthode est également utilisable pour déterminer les indices de force des sons à la réception, que l'appareil téléphonique comprenne ou non un microphone à charbon.

2) La méthode de calcul décrite dans l'Avis est fondée sur des coefficients de pondération déterminés pour les 20 fréquences préférées de l'ISO. La méthode serait d'une application plus générale, si l'on disposait de courbes analytiques adoucies couvrant d'autres séries de fréquences. Les travaux visant à établir de telles courbes se poursuivront au titre de la Question 15/XII [3] et les résultats de ces travaux pourront plus tard être incorporés dans le présent Avis.

2 Définitions et symboles relatifs aux pressions acoustiques, efficacités et affaiblissements de transmission

Les définitions et symboles figurant dans l'exposé des principes théoriques sont énumérés ci-dessous et illustrés par la figure 1/P.79.

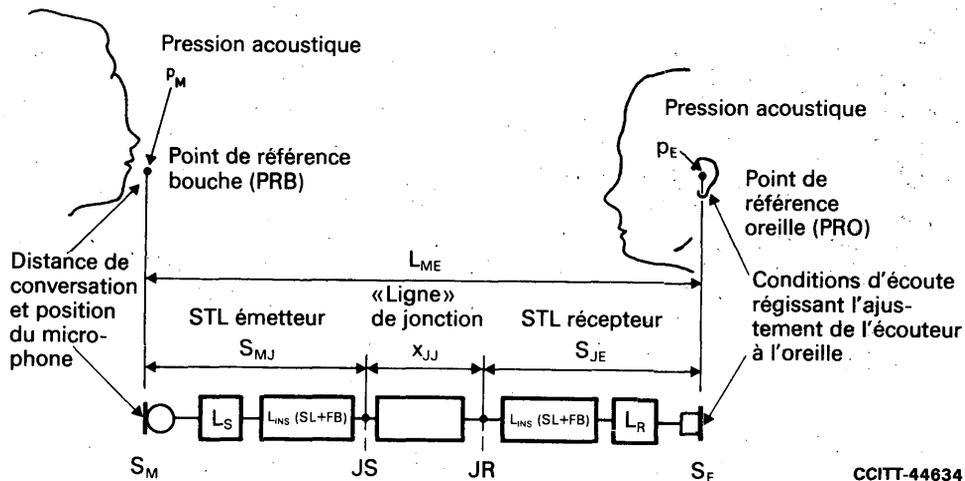


FIGURE 1/P.79

Facteurs influençant la force des sons vocaux reçus

2.1 Personne qui parle

Définitions et symboles indiquant les conditions dans lesquelles une personne parle, notamment ses relations physiques avec l'appareil téléphonique ou la communication de référence.

PRB	Point définissant le point de référence bouche; il occupe une position déterminée par rapport aux lèvres de la personne qui parle (voir l'Avis P.64).
P_M	Pression acoustique au point PRB ³⁾ , en l'absence de toute obstruction.
B'_S	Densité spectrale (pression moyenne à long terme) ⁴⁾ des signaux vocaux rapportée à un PRB par rapport à 20 μPa dans la largeur de bande de 1 Hz.
VL	Niveau des sons vocaux, c'est-à-dire niveau de la pression acoustique (moyenne quadratique à long terme pendant que la personne qui parle est active) de la parole émise par la personne qui parle, au PRB; d'ordinaire, il est rapporté à un niveau de référence vocal.
PC	Position de conversation, c'est-à-dire position des lèvres de la personne qui parle par rapport au microphone de l'appareil téléphonique ou du système de référence.

2.2 Personne qui écoute

Définitions et symboles indiquant les conditions dans lesquelles une personne écoute, notamment ses relations physiques avec l'appareil téléphonique ou la communication de référence:

PRO	Point définissant le point de référence oreille (voir l'Avis P.64).
P_E	Pression acoustique au PRO.
β_0	Seuil d'audibilité pour un son pur au PRO, en dB par rapport à 20 μPa .
K	Nombre, en relation avec les bandes de fréquences critiques de Fletcher, permettant de passer du seuil d'audibilité pour un son pur au seuil pour des sons à spectre continu tels que les sons vocaux.

³⁾ Il y a lieu de spécifier le niveau de référence, par exemple, 1 Pa, 20 μPa , etc.

⁴⁾ En pratique, c'est la pression acoustique que l'on mesure, mais on conserve l'emploi conventionnel de la densité spectrale pour faciliter l'exposé. Il est bon de remarquer que, dans une bande de largeur 1 Hz, le niveau de pression acoustique par rapport à 20 μPa est approximativement égal au niveau de puissance surfacique par rapport à 1 pW/m^2 par Hz.

$\beta_0 - K$	Seuil d'audibilité pour des sons à spectre continu au PRO, en dB par rapport à 20 μ Pa dans une bande de largeur 1 Hz.
HL	Perte d'acuité auditive, généralement rapportée au seuil d'audibilité «normal».
CE	Conditions d'écoute, c'est-à-dire relation de l'écouteur et de son mode de couplage à l'oreille avec le PRO.

2.3 Appareil téléphonique et communications de référence

Définitions et symboles indiquant les caractéristiques de l'appareil téléphonique ou les communications de référence:

L_{ME}	Affaiblissement d'air à air entre un PRB et un PRO, en dB.
JS, JR	Jonctions électriques respectivement à la sortie d'un système téléphonique local émetteur et à l'entrée d'un système téléphonique local récepteur.
STL	Système téléphonique local.
S_{MJ}	Efficacité à l'émission d'un système téléphonique local, du PRB à la jonction électrique de sortie (JS). <i>Remarque</i> — S_{MJ} se rapporte à une bouche réelle médiane; pour des raisons pratiques, les efficacités mesurées conformément à l'Avis P.64, au moyen de la bouche artificielle recommandée, peuvent être utilisées pour les combinés téléphoniques.
S_{JE}	Efficacité à la réception d'un système téléphonique local, de la jonction électrique d'entrée (JR) au PRO. <i>Remarque</i> — S_{JE} se rapporte à une oreille réelle médiane; les efficacités mesurées au moyen de l'oreille artificielle mentionnée dans l'Avis P.64 et conformément à la méthode décrite dans cet Avis sont indiquées par le symbole S_{J_e} . Les valeurs doivent, dans ce cas, être corrigées pour donner les valeurs appropriées de S_{J_e} , (voir le § 6).
x_{JJ}	Affaiblissement entre systèmes téléphoniques locaux, c'est-à-dire entre les jonctions JS et JR de la figure 1/P.79. Dans les communications téléphoniques réelles, les circuits intéressés se composent de lignes interurbaines, de circuits interurbains, de centres de commutation, etc. Aux fins d'évaluation, cette chaîne est remplacée par des lignes d'affaiblissement, des filtres, etc., sans réaction, collectivement désignés par l'expression «ligne de jonction».
$S_{RMJ}, S_{RJE}, L_{RME}$, etc.	Valeurs de S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME} , etc., applicables à un trajet de conversation de référence, par exemple le NOSFER ou SRI défini dans l'Avis P.48.
$S_{UMJ}, S_{UJE}, L_{UME}$, etc.	Valeurs de S_{MJ}, S_{JE}, L_{ME} , etc., applicables à un trajet de conversation à l'étude, par exemple, une communication téléphonique.
x_{UR}, x_{RU}	Valeurs de x applicables respectivement à la combinaison d'un trajet de conversation (émission) à l'étude avec un trajet (réception) de référence et à celle d'un trajet (émission) de référence avec un trajet (réception) à l'étude.
S_M	Efficacité d'un microphone téléphonique pour un PRB.
S_E	Efficacité d'un récepteur téléphonique pour un PRO.
L_S	Affaiblissement électrique, des bornes d'un microphone aux bornes de ligne d'un appareil téléphonique.
L_R	Affaiblissement électrique, des bornes de ligne d'un appareil téléphonique aux bornes d'un récepteur.
$L_{INS} (SL + FB)$	Affaiblissement combiné d'une ligne d'abonné et de son pont d'alimentation.

3 Structure du modèle théorique

3.1 Définitions relatives à la force des sons et à sa relation avec le niveau de sensation et les indices de force des sons

Grandeurs ou caractéristiques relatives à la force des sons et aux indices de force des sons des trajets de transmission téléphonique:

Z	Niveau de sensation, en dB, des sons vocaux reçus à une fréquence donnée; il caractérise la portion des sons vocaux reçus qui se trouve au-dessus du seuil d'audibilité, c'est-à-dire celle qui produit effectivement la sensation sonore.
Z_{RO}	Valeur de Z lorsque $L_{ME} = 0$ dB.

$Q(Z)$	Fonction de Z en relation avec la force des sons; elle sert à convertir en une expression numérique de la force des sons le niveau de sensation exprimé par Z .
m	Paramètre utilisable pour définir $Q(Z)$; c'est la pente de la courbe représentant l'expression $10 \log_{10} Q(Z)$.
S	Fonction monotone de la fréquence, telle que des accroissements égaux de S aient des effets égaux sur la force des sons, sous réserve que les valeurs correspondantes de Z soient les mêmes.
S'	Dérivée de S par rapport à la fréquence, soit $S' = dS/df$. On peut considérer S' comme une fonction de pondération en fréquence.
dS	De la définition précédente, on déduit $dS = S' df$.
$\overline{Q(Z)}$	Moyenne pondérée de $Q(Z)$ en relation avec la valeur totale de la force des sons dans un signal vocal reçu.
λ	Force des sons étudiés.
OLR, SLR, RLR, JLR	Indices de force des sons, respectivement total, à l'émission et à la réception, et à la ligne de jonction.

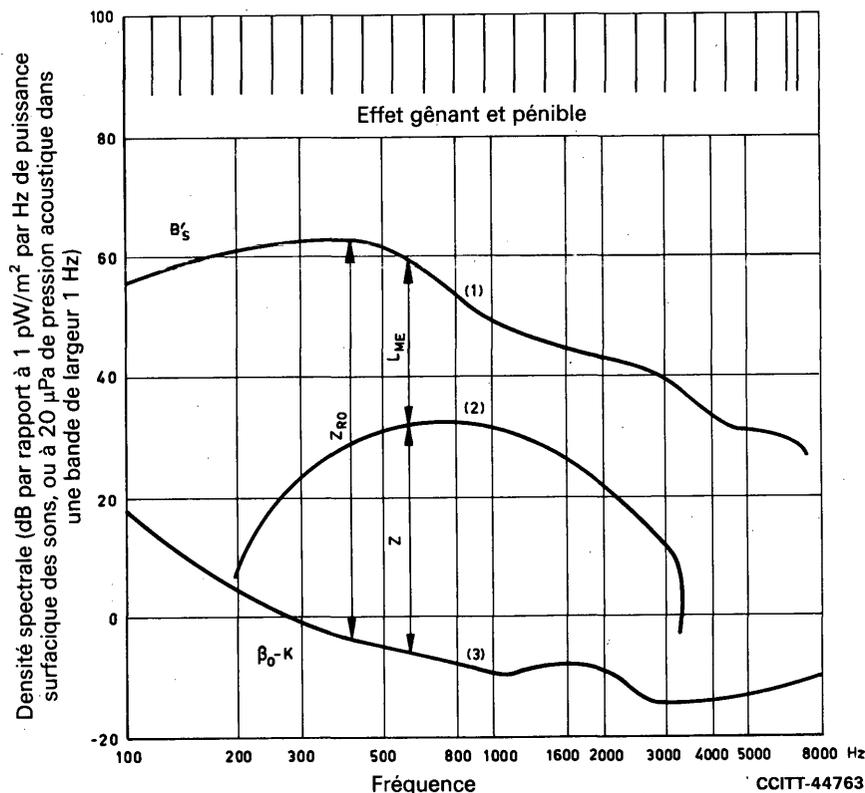
3.2 *Modèle pour la force des sons*

Quand on étudie un trajet de transmission de signaux vocaux, il faut en définir les parties terminales acoustiques, ce qu'on peut faire en se référant aux PRB et PRO. Plusieurs définitions ont été proposées pour ces points de référence; pour les besoins de la présente analyse on a choisi ceux qui sont définis dans l'Avis P.64.

Dans la figure 2/P.79, la courbe 1 représente la variation de la densité spectrale B'_S des sons vocaux émis à un certain niveau, que l'on mesure au PRB, en l'absence de tout obstacle devant la bouche⁵⁾, au moyen par exemple d'un très petit microphone de mesure. Dans une conversation téléphonique, quand les sons vocaux atteignent l'oreille de l'interlocuteur qui écoute, ils ont subi un affaiblissement et une distorsion pendant leur transmission sur le trajet téléphonique total, et la densité spectrale peut alors avoir une caractéristique telle que la courbe 2; le PRO, auquel se rapporte cette courbe peut être considéré, pour cet exposé, comme situé à l'orifice du conduit auditif, mais on pourrait tout aussi bien le placer au tympan de l'oreille du sujet. Les études en cours font appel à un point de référence oreille situé à l'orifice du conduit auditif (comme le mentionne l'annexe A de l'Avis P.64). La différence L_{ME} entre les ordonnées des courbes 1 et 2 représente l'affaiblissement «de bouche à oreille», il varie généralement avec la fréquence.

La densité spectrale des sons vocaux reçus, dont la caractéristique est la courbe 2, ne contribue pas uniformément à la force des sons: lorsqu'elle est inférieure au seuil d'audibilité du sujet, sa contribution est beaucoup plus petite que pour les valeurs nettement supérieures au niveau correspondant à ce seuil. Pour tenir compte de cette variation, on définit une grandeur appelée «niveau de sensation» (Z), qui est la différence entre la densité spectrale des sons vocaux reçus (courbe 2) et le seuil d'audibilité ($\beta_0 - K$) pour des sons à spectre continu (courbe 3). Ainsi la force des sons vocaux reçus est fonction de Z , qui dépend généralement de la fréquence.

⁵⁾ Pour la définition de PRB, voir l'annexe A à l'Avis P.64.



- Courbe (1) Variation de la densité spectrale des sons vocaux au point de référence bouche.
- Courbe (2) Variation de la densité spectrale des sons vocaux au point de référence oreille après transmission sur un trajet de conversation comportant un affaiblissement qui correspond approximativement à la limite.
- Courbe (3) Variation du seuil d'audibilité pour des sons à spectre continu.

FIGURE 2/P.79

Détermination du niveau de sensation Z caractérisant la portion du signal vocal reçu qui est au-dessus du seuil d'audibilité, c'est-à-dire celle qui produit effectivement la sensation sonore

Des études ont montré⁶⁾ qu'on peut exprimer approximativement la force des sons λ en fonction de Z par la formule suivante:

$$\lambda = C \int_{f_1}^{f_2} Q(Z) S' df \quad (3-1)$$

où C est une constante, $Q(Z)$ est une fonction d'«accroissement de la force des sons» telle qu'à des accroissements égaux de sa valeur correspondent des accroissements égaux de la force des sons, S' est une «fonction de pondération en fréquence» qui pondère les valeurs de $Q(Z)$ en relation avec la fréquence afférente à chacun des niveaux de sensation Z correspondants, f_1 et f_2 sont les limites respectivement inférieure et supérieure de la bande de fréquences utile.

⁶⁾ Ce modèle ne prétend pas représenter avec précision toutes les caractéristiques intéressant la perception de la force des sons vocaux; par exemple, il ne tient pas compte des effets de masque entre fréquences et ne prévoit pas l'importance croissante des fréquences inférieures à mesure que l'intensité du son s'élève au-dessus du seuil. On peut établir des modèles représentant de façon satisfaisante de plus nombreuses caractéristiques, mais on ne connaît aucun modèle complet. De tels modèles sont inutilement compliqués quand on calcule les indices de force des sons. Les restrictions les plus importantes concernant l'utilisation du modèle ici décrit sont les suivantes: a) il ne doit être utilisé que pour comparer des voies téléphoniques similaires dans la bande de fréquences attribuée au système de référence intermédiaire ou aux communications commerciales; b) il doit être utilisé pour établir des comparaisons au niveau d'écoute constant indiqué dans l'Avis P.76.

Le cas échéant, on peut transformer comme suit l'échelle des fréquences en une échelle de valeurs de S , dont des accroissements égaux ont des effets de même «importance» sur la force des sons.

Ecrivons à cet effet:

$$S' = \frac{dS}{df} \quad (3-2)$$

il vient:

$$\lambda = C \int_{S_1}^{S_2} Q(Z) dS \quad (3-3)$$

où S_1 et S_2 sont les valeurs de S qui correspondent respectivement à f_1 et f_2 .

Le processus élémentaire pour déterminer l'indice de force des sons est représenté sur le diagramme de la figure 3/P.79: un signal de «référence» ayant un certain spectre à l'émission subit un affaiblissement dans une communication téléphonique, le signal reçu a un spectre modifié et, du fait que le seuil d'audibilité varie avec la fréquence, il en résulte un niveau de sensation Z , qui est lui aussi fonction de la fréquence; ce sont les valeurs de ce niveau qui, ensemble, produisent en fait la sensation de force des sons. On a donc:

$$Z = B'_S - L_{ME} - (\beta_0 - K) \quad (3-4)$$

Une fois Z ainsi déterminé, on utilise les relations ci-dessus pour le convertir en valeurs numériques, pondérer celles-ci en fonction de la fréquence, ce qui donne $\overline{Q(Z)}$, moyenne pondérée, et multiplier cette dernière par la constante C pour obtenir finalement λ , force des sons vocaux reçus, exprimée dans une unité appropiée.

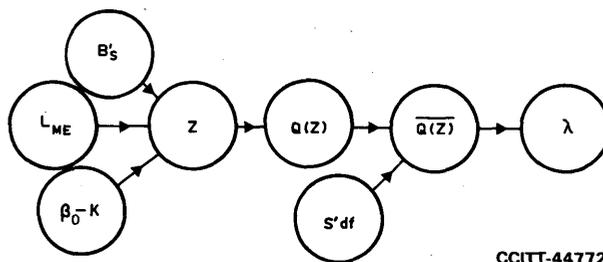


FIGURE 3/P.79

Schéma de principe du processus à suivre pour déterminer un indice de force des sons λ à partir du niveau de sensation Z

Comme il a été dit plus haut, le diagramme de la figure 3/P.79 ne représente que le processus élémentaire de la détermination de l'indice. Pour assurer son univocité, il convient cependant d'en spécifier plus précisément les éléments. Par exemple, la densité spectrale B'_S dépend de la personne qui parle et du niveau de sa puissance vocale. Elle varie aussi avec la phrase d'essai utilisée et avec la position des lèvres du sujet par rapport au microphone téléphonique; cette position dépend elle-même de la façon personnelle du sujet de se servir du téléphone et de la définition, quelque peu arbitraire, du point de référence bouche (PRB). De même, à la réception, la densité spectrale dépend de la personne qui écoute et de sa façon particulière d'appliquer les prescriptions (par exemple, touchant la tenue du combiné, il peut serrer plus ou moins l'écouteur contre son oreille), du degré de son acuité auditive et de la définition adoptée pour le point de référence oreille PRO.

L'affaiblissement de la communication L_{ME} , quand on étudie un plan de transmission, doit être décomposé en trois éléments: l'affaiblissement à l'émission, l'affaiblissement à la réception et l'affaiblissement de la «ligne» de jonction qui les relie.

La fonction $Q(Z)$ peut être spécifiée en partie par fixation d'un paramètre m , qui est la pente de la courbe représentant la variation du logarithme de $Q(Z)$ en fonction du niveau de sensation Z . Toutefois, dans le cas général, m dépend du niveau à la réception (ou de Z), mais on peut considérer que m est constant dans l'intervalle pratique de variation de Z , qui est étendu.

On a représenté sur le diagramme de la figure 4/P.79 qui est un développement du diagramme de la figure 3/P.79, d'autres facteurs qu'on estime maintenant avoir une influence importante, comme il ressort de l'analyse précédente et de l'examen des définitions données au § 3.1. Ces dernières sont complétées par la figure 3/P.79.

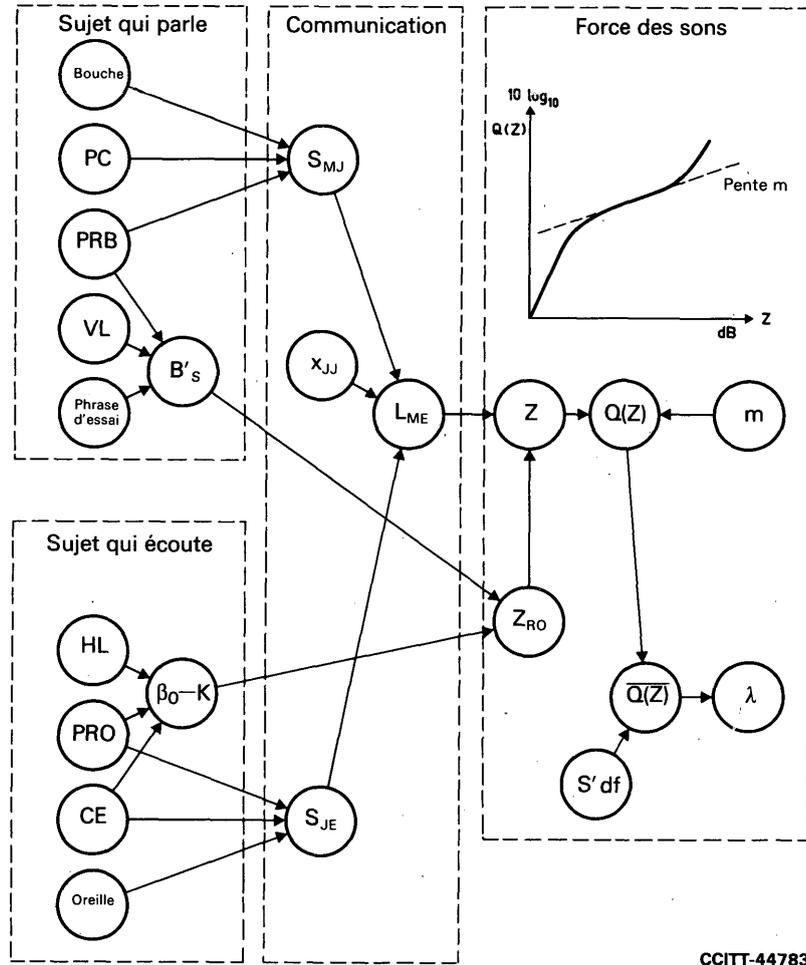


FIGURE 4/P.79
Organigramme

4 Valeurs des paramètres

4.1 Considérations générales

Pour utiliser le modèle décrit au § 3, il convient, en principe, d'attribuer des valeurs aux paramètres suivants:

B'_S en fonction de la fréquence

$10 \log_{10} S'$ en fonction de la fréquence

m qui définit (partiellement) la fonction d'accroissement de la force des sons $Q(Z)$

$\beta_0 - K$ en fonction de la fréquence.

En fait, dans le cas qui nous intéresse, il convient de réunir tous ces paramètres en un seul paramètre dépendant de la fréquence, que l'on pourra utiliser avec m pour calculer les indices de force des sons à l'émission, à la réception et pour la «ligne» de jonction, ainsi que l'affaiblissement de la force des sons dû à l'insertion de composants électriques, tels que filtres de voies, dans les communications commerciales.

Le calcul théorique de ce paramètre G , dépendant de la fréquence, est expliqué ci-dessous.

On peut directement évaluer G , ainsi que m , à partir des résultats des essais subjectifs d'équilibre de force des sons effectués à l'aide d'ensembles de filtres passe-bas et passe-haut dans un système de référence approprié.

4.2 Calcul théorique de G

La formule (3-1) peut s'écrire:

$$\lambda_U = C \int Q(Z_U) S' df \quad (4-1a)$$

et

$$\lambda_R = C \int Q(Z_R) S' df \quad (4-1b)$$

où λ_U et λ_R représentent les indices de force des sons vocaux reçus respectivement à travers le trajet vocal étudié et le trajet vocal de référence et Z_U et Z_R les valeurs correspondantes du niveau de sensation (qui sont fonction de la fréquence).

La méthode de calcul qui va être décrite repose sur l'hypothèse (largement vérifiée pour des intervalles restreints du niveau d'écoute) que la fonction $Q(Z)$ peut se mettre sous la forme:

$$Q(Z) = \text{constante} \cdot 10^{m(1/10)Z} \quad (4-2)$$

(La base 10 et le facteur de l'exposant, 10^{-1} , ne figurent dans la formule que pour conserver l'analogie avec le décibel, unité dans laquelle Z est exprimé.)

Posons:

$$Z_{RO} = B's - (\beta_0 - K) \quad (4-3)$$

et faisons la substitution correspondante dans la formule (3-4). Il vient:

$$Z_U = Z_{RO} - L_{UME} \quad (4-4a)$$

$$Z_R = Z_{RO} - L_{RME} \quad (4-4b)$$

Après substitution de ces expressions dans les formules (4-1a) et (4-1b) et simplification, on obtient:

$$\lambda_U = C \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (4-5a)$$

$$\lambda_R = C \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] df \quad (4-5b)$$

On peut assimiler l'indice de force des sons à l'affaiblissement Δx (indépendant de la fréquence) supprimé du trajet étudié pour faire en sorte que $\lambda_U = \lambda_R$.

Convenons que:

$$G = [10^{m(1/10)Z_{RO}} S'] \quad (4-6)$$

et substituons $L_{UME} - \Delta x$ à L_{UME} dans la formule (4-5a); on obtient l'égalité cherchée des fonctions λ .

On a donc:

$$\int 10^{-m(1/10)(L_{UME} - \Delta x)} G df = \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \quad (4-7)$$

$$10^{-m(1/10)\Delta x} = \frac{\int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df}{\int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df} \quad (4-8)$$

et

$$\Delta x = -m^{-1} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{UME}} G df - \left\{ -m^{-1} 10 \log_{10} \int 10^{-m(1/10)L_{RME}} G df \right\} \quad (4-9)$$

Sans affecter cette égalité, on peut multiplier G par une constante appropriée pour obtenir que $\int G df = 1$; on peut alors considérer G comme un coefficient de pondération ⁷⁾, ce qui permet d'écrire chacun des deux termes du membre de droite de la formule (4-9) sous la forme:

$$\Phi^{-1} \left[\int \Phi(L) G df \right] = \bar{L}$$

Ainsi pour l'indice de force des sons nous avons:

$$\text{Indice de force des sons} = \Delta x = \overline{L_{UME}} - \overline{L_{RME}} \quad (4-10)$$

Les termes $\overline{L_{UME}}$ et $\overline{L_{RME}}$ peuvent être respectivement considérés comme l'«affaiblissement pondéré moyen de bouche à oreille» du trajet de conversation étudié et du trajet de conversation de référence. Dans chacune des formules qui suivent, l'intégration (et, par conséquent, la moyenne) s'opère dans la gamme comprise entre les limites de fréquence inférieure et supérieure appropriées.

Pour le calcul, la bande des fréquences audibles est partagée en N bandes contiguës; on utilise les 20 bandes préférées par l'ISO centrées sur des fréquences espacées approximativement d'un tiers d'octave entre 100 et 8000 Hz. Pour trouver la moyenne des valeurs de $\overline{L_{UME}}$, on procède à des sommations de la forme:

$$\overline{L_{UME}} = -m^{-1} 10 \log_{10} \sum_i^N 10^{-m(1/10)L_{UME}} G \Delta f \quad (4-11)$$

L'affaiblissement acoustique d'un trajet de conversation est généralement fonction de la fréquence et peut se définir par la formule:

$$\overline{L_{UME}} = 20 \log_{10} \frac{p_M}{p_E} \quad (4-12)$$

où p_M et p_E conservent leurs définitions données aux § 2.1 et 2.2.

Il est nécessaire de connaître les valeurs de L_{UME} aux différentes fréquences et celles de $G \Delta f$; naturellement, L_{UME} dépend du trajet téléphonique considéré, mais $G \Delta f$ et les autres données communes à tous les trajets sont décrits ci-dessous.

4.3 Détermination des valeurs de G

On a attribué des valeurs à G en analysant les résultats des essais d'équilibre de force des sons effectués par le laboratoire du CCITT avec un trajet de conversation spécial composé d'un NOSFER, mais avec une réponse de fréquence à l'émission rendue plus uniforme par une égalisation. Chaque filtre d'un ensemble de filtres spéciaux passe-bas et passe-haut a été inséré tour à tour dans la «ligne» de jonction de ce trajet de conversation.

Des équilibres ont été réalisés avec chaque filtre et avec le trajet «direct»; chacun étant considéré comme le système étudié, l'équilibrage était le même pour déterminer les équivalents relatifs par rapport au NOSFER, avec la «ligne» de jonction réglée à 25 dB. L'équilibrage a été effectué à l'aide de la méthode dite des marges, c'est-à-dire en faisant varier l'affaiblissement de transmission du système étudié. Les valeurs de Δx ont été calculées pour chaque filtre et corrigées en fonction de l'affaiblissement de transmission dans la bande passante. On a pris comme fréquence de coupure les fréquences pour lesquelles la valeur de l'affaiblissement de transmission dépassait de 10 dB celle de l'affaiblissement de transmission dans la bande passante.

⁷⁾ D'après les formules (4-3) et (4-6), on peut constater que G , fonction de la fréquence, dépend de la valeur de m et des fonctions, liées à la fréquence, B'_S , β_0 , K et S' .

En lisant les résultats et en procédant par interpolation aux limites appropriées des 20 bandes de fréquences préférées par l'ISO, centrées sur les fréquences comprises entre 100 et 8000 Hz, on a d'abord pu évaluer m ; $m = 3/\Delta x$, si l'on prend la valeur Δx à la fréquence à laquelle Δx est le même pour les filtres passe-bas et les filtres passe-haut. Puis, à l'aide de la formule (4-8) et par itération, on a pu obtenir pour G un ensemble de valeurs qui concordent avec les données expérimentales. Il est à noter que dans les formules (4-7) à (4-10), L_{RME} représente l'affaiblissement de transmission de bouche à oreille du trajet «direct» et que L_{UME} représente celui du même trajet quand le filtre est inséré.

Les résultats sont donnés dans le tableau 1/P.79, la valeur déterminée pour m étant 0,175.

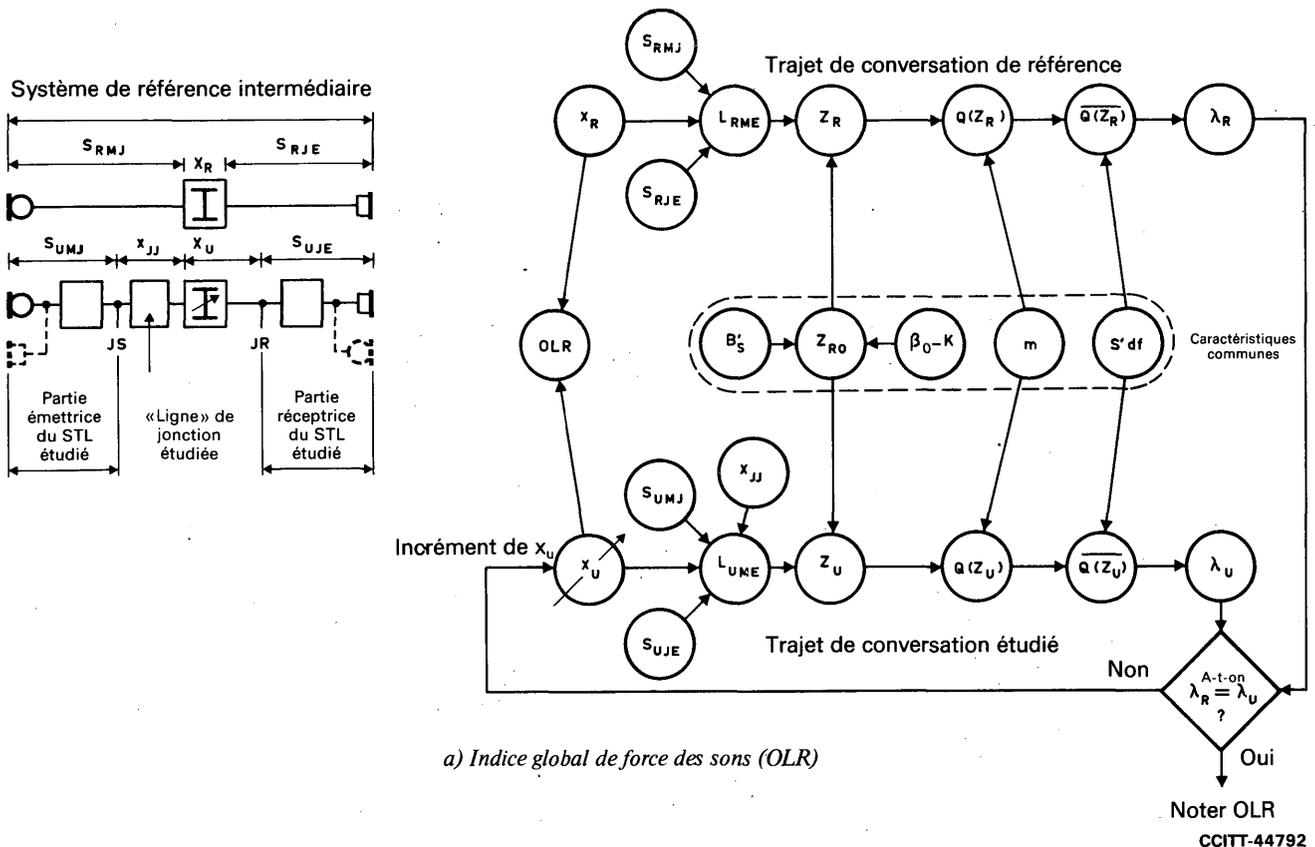
TABLEAU 1/P.79
Valeurs de $10 \log_{10} G$ et de $10 \log_{10} G \Delta f$ déterminées par le laboratoire du CCITT

Fréquence moyenne (Hz)	Δf (Hz)	$10 \log_{10} G$ (dB)	$10 \log_{10} G \Delta f$ (dB)
100	22,4	-32,63	-19,12
125	29,6	-29,12	-14,41
160	37,5	-27,64	-11,90
200	44,7	-28,46	-11,96
250	57,0	-28,58	-11,02
315	74,3	-31,10	-12,39
400	92,2	-29,78	-10,14
500	114,0	-32,68	-12,12
630	149,0	-33,21	-11,48
800	184,0	-34,14	-11,49
1000	224,0	-35,33	-11,83
1250	296,0	-37,90	-13,19
1600	375,0	-38,41	-12,67
2000	447,0	-41,25	-14,75
2500	570,0	-41,71	-14,15
3150	743,0	-45,80	-17,09
4000	922,0	-43,50	-13,86
5000	1140,0	-47,13	-16,56
6300	1490,0	-48,27	-16,54
8000	1840,0	-46,47	-13,82

5 Calcul des indices de force des sons

La méthode décrite dans l'Avis P.78 peut être représentée par les organigrammes de la figure 5/P.79, qui correspondent aussi à la structure du modèle ici utilisé (figure 4/P.79). Les diagrammes placés à gauche sur les parties *a*), *b*), *c*) et *d*) de la figure 5/P.79 représentent des versions modifiées des différents trajets de la figure 1/P.78.

La figure 5/P.79 illustre la procédure applicable lorsqu'on dispose des valeurs pour tous les paramètres mentionnés aux § 1, 2 et 3. Dans la partie *a*) de la figure 5/P.79, les paramètres regroupés sont les paramètres utilisés pour former le paramètre composite G décrit au § 4. Un nouveau regroupement est possible, comme l'indiquent les parties *b*), *c*) et *d*) de la figure 5/P.79. On constatera en outre que la totalité du trajet de x_R à λ_R est commune aux quatre organigrammes. On peut utiliser cette caractéristique pour ramener la procédure de calcul à une formule très facile à appliquer.



Remarque concernant la partie a) de la figure 5/P.79

Le trajet étudié se compose des quatre parties suivantes:

- système téléphonique local émetteur, comprenant l'appareil téléphonique, la ligne d'abonné et le pont d'alimentation, jusqu'à JS de la figure 1/P.79;
- système téléphonique local récepteur, comprenant le pont d'alimentation, la ligne d'abonné et l'appareil téléphonique à partir de JR de la figure 1/P.79;
- l'ensemble des lignes interurbaines et des circuits interurbains existants dans la communication réelle entre JS et JR;
- un affaiblissement de transmission supplémentaire, réglable, x_U , introduit de telle manière qu'il ne perturbe pas la réponse en fréquence globale de la communication complète, mais accroît l'affaiblissement de transmission de la même valeur sur toutes les fréquences.

Si la partie de la communication réelle entre JS et JR a des impédances image de 600 ohms $\angle 0^\circ$, il n'y a aucune difficulté à définir x_U ni à introduire l'affaiblissement supplémentaire x_U . Si tel n'est pas le cas, il faudra déterminer l'affaiblissement sur image d'un réseau virtuel ayant des impédances image de 600 ohms (résistance) (il faudra aussi construire un réseau si des déterminations subjectives doivent être faites). On rencontre des difficultés particulières si la communication réelle ne contient, entre JS et JR, aucune partie ayant des impédances image de 600 ohms (comme dans une communication locale); toutefois, ces difficultés peuvent être résolues par le calcul. A condition qu'il y ait une section présentant un affaiblissement d'au moins 7dB environ et des impédances image de 600 ohms, les difficultés peuvent être surmontées assez aisément.

FIGURE 5/P.79

Organigrammes illustrant les processus à suivre pour déterminer des indices de force des sons

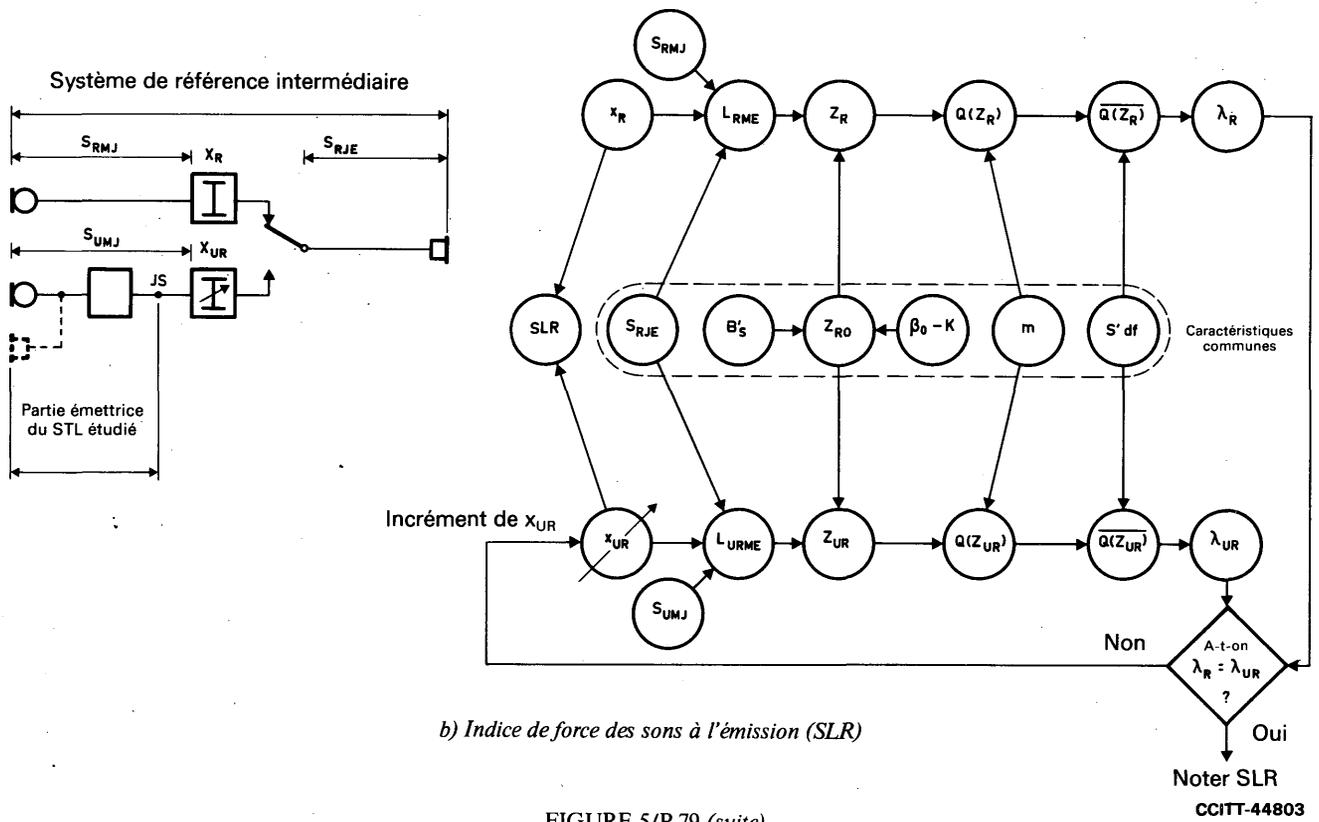


FIGURE 5/P.79 (suite)

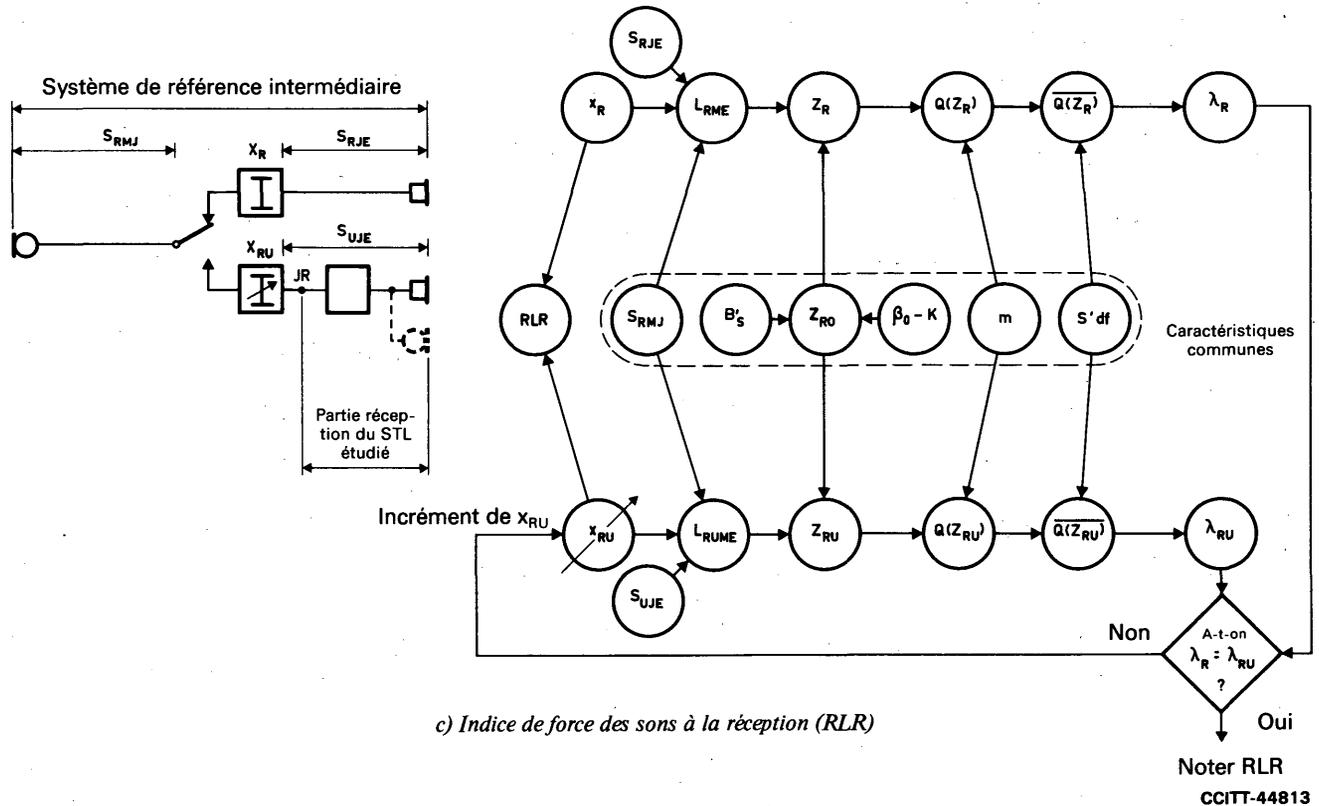


FIGURE 5/P.79 (suite)

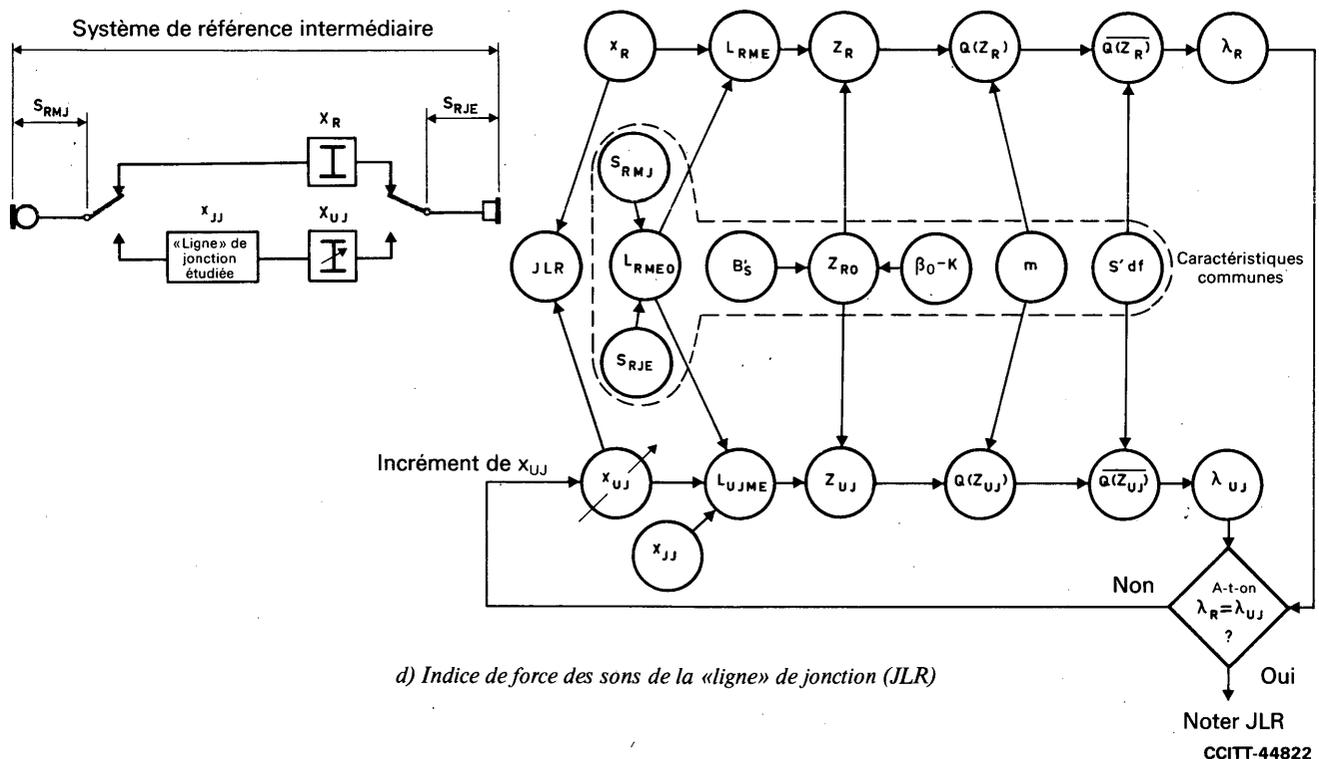


FIGURE 5/P.79 (fin)

En prenant m comme constante, avec la valeur 0,175, on peut opérer la substitution:

$$W_i = -57,1 \log_{10} G \Delta f \quad (4-13)$$

La formule (4-11) peut alors prendre la forme simplifiée:

$$\overline{L_{UME}} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} + W_i)} \quad (4-14)$$

Aux présentes fins, on prend pour trajet vocal de référence le système de référence intermédiaire (SRI) défini dans l'Avis P.48 et réglé avec sa ligne d'affaiblissement mis à 0 dB; le trajet vocal de référence étant déterminé, L_{RME} devient constant, c'est-à-dire indépendant de i . On peut donc combiner les formules (4-10) et (4-14) sous la forme:

$$\text{Indice de force des sons} = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{-(1/57,1)(L_{UME} - \overline{L_{RME}} + W_i)} \quad (4-15)$$

Quand on évalue la qualité de systèmes téléphoniques locaux commerciaux, on peut obtenir les valeurs de $\overline{L_{UME}}$ pour n'importe quel trajet vocal étudié en sommant algébriquement les efficacités pertinentes à l'émission, S_{MJ} , et à la réception, S_{JE} , suivant les combinaisons appropriées.

Pour déterminer l'indice global de force des sons (OLR),

$$L_{UME} = -(S_{UMJ} + S_{UJE}) \quad (4-16a)$$

Pour déterminer l'indice de force des sons à l'émission, SLR, d'un système téléphonique local, on fait la somme:

$$L_{URME} = -(S_{UMJ} + S_{RJE}) \quad (4-16b)$$

Pour déterminer l'indice de force des sons à la réception, RLR, d'un système téléphonique local:

$$L_{RUME} = -(S_{RMJ} + S_{UJE}) \quad (4-16c)$$

Pour déterminer l'indice de force des sons d'une «ligne» de jonction (JLR):

$$\begin{aligned} L_{UJME} &= -(S_{RMJ} + S_{RJE}) + x_{JJ} \\ \text{et} \\ L_{RMEO} &= -(S_{RMJ} + S_{RJE}) \end{aligned} \quad (4-16d)$$

En faisant les substitutions correspondantes dans la formule (4-15), on obtient:

$$OLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{UJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17a)$$

$$SLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} + S_{RJE} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17b)$$

$$RLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} + S_{RMJ} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-17c)$$

$$JLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(-x_{JJ} - L_{RMEO} + \overline{L_{RME}} - W_i)} \quad (4-18)$$

Comme les termes $\overline{L_{RME}}$ et W_i sont communs aux trois expressions (4-17) on peut encore simplifier le calcul en opérant les substitutions suivantes:

$$W_O = W_i - \overline{L_{RME}} \quad (4-18a)$$

$$W_S = W_i - S_{RJE} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18b)$$

$$W_R = W_i - S_{RMJ} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18c)$$

$$W_J = W_i + L_{RMEO} - \overline{L_{RME}} \quad (4-18d)$$

Lorsque les substitutions sont effectuées, les équations deviennent:

$$OLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} - S_{UJE} - W_O)} \quad (4-19a)$$

$$SLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UMJ} - W_S)} \quad (4-19b)$$

$$RLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(S_{UJE} - W_R)} \quad (4-19c)$$

$$JLR = -57,1 \log_{10} \sum_i^N 10^{(1/57,1)(x_{JJ} - W_J)} \quad (4-19d)$$

Le tableau 2/P.79 donne les valeurs de ces coefficients de «pondération», dérivées des données du tableau 1/P.79, avec $m = 0,175$.

TABLEAU 2/P.79
Coefficients de pondération pour calculer les indices de force des sons

Fréquence centrale (Hz)	Emission W_S	Réception W_R	«Ligne» de jonction W_J	Global W_O
100	154,5	152,8	200,3	107,0
125	115,4	116,2	151,5	80,1
160	89,0	91,3	114,6	65,7
200	77,2	85,3	96,4	66,1
250	62,9	75,0	77,2	60,7
315	62,3	79,3	73,1	68,5
400	45,0	64,0	53,4	55,6
500	53,4	73,8	60,3	66,9
630	48,8	69,4	54,9	63,3
800	47,9	68,3	52,8	63,4
1000	50,4	69,0	54,1	65,3
1250	59,4	75,4	61,7	73,1
1600	57,0	70,7	57,6	70,1
2000	72,5	81,7	72,2	82,0
2500	72,9	76,8	71,1	78,6
3150	89,5	93,6	87,7	95,4
4000	117,3	114,1	154,5	76,9
5000	157,3	144,6	209,5	92,4
6300	188,2	165,8	261,8	92,2
8000	181,7	166,7	271,7	76,7

6 Données à fournir sur l'efficacité et l'affaiblissement de transmission

L'efficacité à l'émission d'un système téléphonique local, S_{MJ} , devrait être déterminée, en principe, par des mesures effectuées sur des bouches réelles et pour une conversation réelle; mais il suffit généralement d'effectuer ces mesures sur une bouche artificielle au moyen d'un signal d'essai approprié. Pour les détails, voir l'Avis P.64.

L'efficacité à la réception d'un système téléphonique local, S_{JE} , devrait être déterminée, en principe, par des mesures effectuées sur des oreilles réelles. L'Avis P.64 décrit une méthode de mesure de l'efficacité désignée par S_{Je} utilisant une oreille artificielle, mais cette valeur diffère de la valeur voulue et cette différence est désignée par L_E qui correspond à la correction oreille artificielle/oreille réelle, ce qui permet d'écrire:

$$S_{JE} = S_{Je} - L_E$$

La valeur de L_E dépend généralement de la fréquence et de la manière dont l'écouteur est appliqué à l'oreille.

Le tableau 3/P.79 donne les valeurs obtenues pour un type de poste téléphonique tenu assez près de l'oreille. Les résultats des calculs effectués avec ces valeurs correspondent assez bien avec les indices de force des sons pour la réception et pour la «ligne» de jonction déterminés par le laboratoire du CCITT. Pour ces calculs, on a utilisé les valeurs de L_E pour le SRI et pour l'élément étudié.

Les valeurs de S_{RJE} utilisées pour déterminer les valeurs de W_s du tableau 2/P.79 comprennent une correction pour L_E qui correspond aux valeurs du tableau 3/P.79. Les valeurs de S_{UJE} utilisées pour le calcul défini par les formules (4-19a) et (4-19c) doivent aussi comporter une correction pour L_E en utilisant soit les valeurs du tableau 3/P.79 ou d'autres valeurs qui seraient mieux appropriées aux conditions d'utilisation.

On notera que les valeurs de L_E utilisées pour le SRI ont une influence sur les valeurs calculées de l'indice de force des sons de la «ligne» de jonction. Ce problème fait l'objet d'un complément d'étude au titre des Questions 8/XII [4] et 12/XII [5].

L'affaiblissement de transmission x_{JJ} correspond à l'affaiblissement d'insertion entre terminaisons de 600 ohms de la chaîne d'éléments de transmission située entre JS et JR (voir la figure 1/P.79). La somme directe, (en tenant dûment compte du signe) de cette quantité avec S_{UMJ} et S_{UJE} ne donne généralement pas une valeur exacte de L_{UME} puisqu'il existe souvent des défauts d'adaptation d'impédance. Il faut donc prendre soin de déterminer correctement la valeur de L_{UME} en calculant l'indice global de force des sons. L'inexactitude sera importante si l'affaiblissement de transmission x_{JJ} est faible et si les impédances image des éléments situés entre JS et JR diffèrent beaucoup de 600 ohms. On peut obtenir les valeurs exactes de L_{UME} par mesure directe ou par calcul, en tenant dûment compte de tous les défauts d'adaptation d'impédance.

TABLEAU 3/P.79
Valeurs de L_E

Fréquence (Hz)	L_E (dB)	Fréquence (Hz)	L_E (dB)
100	20,0	1000	-2,3
125	16,5	1250	-1,2
160	12,5	1600	-0,1
200	8,4	2000	3,6
250	4,9	2500	7,4
315	1,0	3150	6,7
400	-0,7	4000	8,8
500	-2,2	5000	10,0
630	-2,6	6300	12,5
800	-3,2	8000	15,0

7 Restrictions d'utilisation

La procédure de calcul décrite ici et les valeurs données aux paramètres conviennent aux calculs des indices de force des sons à l'émission, à la réception et pour la «ligne» de jonction. Ils peuvent aussi permettre de calculer les indices globaux de force des sons et l'affaiblissement d'insertion de force des sons, à condition que l'ensemble des trajets téléphoniques en cause soit limité à la bande des fréquences téléphoniques, c'est-à-dire à la bande nominale de 300 à 3400 Hz.

Ces indices ne permettent pas de faire des comparaisons entre des trajets téléphoniques pour lesquels les bandes de fréquences sont très différentes.

Les valeurs des paramètres ont été choisies de manière à parvenir à une concordance raisonnable avec les résultats des calculs subjectifs des indices de force des sons effectués par le laboratoire du CCITT selon la méthode de l'Avis P.78. Pour les indices de force des sons à l'émission et à la réception, on peut s'attendre que les valeurs calculées concordent assez bien avec les résultats des calculs subjectifs effectués ailleurs; on a toutefois constaté certaines différences lorsqu'on a comparé les indices de force des sons de la «ligne» de jonction et les affaiblissements d'insertion de force des sons avec les résultats des calculs subjectifs effectués par d'autres laboratoires.

Références

- [1] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] CCITT – Question 7/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [3] CCITT – Question 15/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [4] CCITT – Question 8/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [5] CCITT – Question 12/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTIE II

SUPPLÉMENTS AUX AVIS DE LA SÉRIE P

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Supplément n° 1

PRÉCAUTIONS À PRENDRE POUR INSTALLER ET MAINTENIR CORRECTEMENT UN SYSTÈME DE RÉFÉRENCE INTERMÉDIAIRE

(Pour le texte de ce supplément, voir le tome V du Livre orange)

Supplément n° 2

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR DÉTERMINER LA QUALITÉ DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1980)

(cité dans l'Avis P.74)

(Contribution du British Telecom)

1 Introduction

Le présent supplément passe brièvement en revue les méthodes servant à déterminer la qualité de transmission téléphonique qui sont recommandées par le CCITT ou ont été employées au cours des deux dernières périodes d'études (1968 à 1980), dans l'étude des Questions attribuées à la Commission d'études XII. Comme certaines de ces méthodes sont déjà décrites en détail dans des Avis du CCITT, on se contentera ici de les énumérer en mentionnant les Avis pertinents. D'autres méthodes sont aussi décrites en détail par ailleurs; on en donnera ici les particularités essentielles, accompagnées d'une brève description de leur mode opératoire et de références bibliographiques.

2 Liste des méthodes

- a) comparaison des forces des sons vocaux (équivalents de référence et indices de force des sons);
- b) mesures de l'affaiblissement équivalent pour la netteté (AEN);
- c) essais d'évaluation subjective à l'écoute;
- d) essais d'évaluation subjective à la conversation;
- e) essais de perceptibilité par réaction tout-ou-rien.

3 Brèves descriptions et références à des descriptions plus complètes

3.1 Les comparaisons des forces des sons ont pour but de déterminer quantitativement le niveau relatif auquel les paroles transmises sur une communication téléphonique donnée atteignent les oreilles d'un abonné à l'écoute d'une personne qui parle à l'autre extrémité. Pour normaliser la méthode d'évaluation, on règle d'une façon spécifiée à la fois les conditions de phonation et celles d'audition. Les bruits de circuit et les bruits de salle n'interviennent pas dans l'évaluation, aussi les résultats sont-ils déterminés par l'affaiblissement global, de bouche à oreille, sur le trajet de conversation considéré. La méthode actuellement recommandée est décrite dans l'Avis P.72, mais de nouvelles méthodes sont proposées dans la Question 15/XII [1]. On trouvera une information plus générale en [2].

3.2 Pour déterminer l'affaiblissement équivalent pour la netteté, on mesure la proportion de sons vocaux que l'on reconnaît sans erreur après leur transmission sur le trajet de conversation à l'essai et leur restitution. Il doit y avoir un bruit de circuit et un bruit de salle à des niveaux spécifiés, qui influent sur le résultat de la détermination. Comme dans le cas de la méthode décrite au § 3.1, les conditions de phonation et d'audition sont réglées. La méthode recommandée par le CCITT est décrite dans l'Avis P.45. D'autres renseignements se trouvent en [2].

3.3 Les essais d'évaluation subjective à l'écoute portent sur des paroles ordonnées en phrases et les participants forment leur opinion sur la parole reçue, après transmission sur le trajet à l'essai, en se fondant sur certains critères. La méthode a été largement utilisée; pour plus de détails, voir le document cité en [2].

3.3.1 Mode opératoire des essais d'évaluation subjective à l'écoute

La parole étant généralement enregistrée, on peut la restituer à un niveau déterminé. Les enregistrements destinés aux essais doivent être soigneusement exécutés et copiés, afin qu'aucune dégradation intempestive ne se manifeste. Il peut y avoir un bruit de circuit et un bruit de salle, mais on doit alors tenir compte de leurs effets.

Deux critères subjectifs couramment employés sont la force des sons préférée et l'effort d'écoute nécessaire; les échelles de notation correspondantes sont indiquées ci-dessous:

- Echelle de préférence pour la force des sons:

Echelle de notation n° 4A

- A Bien plus fort que préféré
- B Plus fort que préféré
- C Selon préférence
- D Plus faible que préféré
- E Bien plus faible que préféré

- Opinion fondée sur l'effort d'écoute nécessaire pour comprendre la signification des phrases:

Echelle de notation n° 7

- A Détente absolue; aucun effort
- B Attention nécessaire; pas d'effort appréciable
- C Effort modéré
- D Effort considérable
- E Signification incompréhensible en dépit de tous les efforts possibles.

Le schéma expérimental est généralement constitué par un carré gréco-latin ou hyper-gréco-latin, dans lequel les rangées correspondent chacune à toutes les personnes qui écoutent, les colonnes indiquent chacune l'ordre dans lequel les divers jeux de conditions de l'essai sont administrés à l'une des personnes qui écoutent, les symboles du premier alphabet désignent chacun une disposition de circuit et les symboles des autres alphabets désignent les personnes qui parlent et les suites de phrases. Chaque cellule du schéma correspond donc à une «plage», dans laquelle une certaine suite de phrases, enregistrée par une certaine personne qui parle, est restituée par transmission à travers une certaine disposition de circuit pour une certaine personne qui écoute et pour un certain jeu de conditions d'essai parmi la suite des jeux de conditions qui lui sont administrés. Dans chaque plage, on règle l'audition à plusieurs niveaux acoustiques prédéterminés, dans un ordre aléatoire et à raison d'un niveau par groupe de cinq phrases, et le sujet donne son opinion sur l'une des échelles susmentionnées, à la fin de l'écoute de chaque groupe de phrases. Il arrive parfois, mais rarement, qu'on fasse varier dans chaque plage, au lieu du niveau acoustique d'audition, un autre paramètre tel que la largeur de bande.

Dans les essais d'évaluation subjective par l'effort d'écoute, les sujets sont particulièrement sensibles à ce qu'on appelle l'«effet de renforcement», c'est-à-dire que les critères de formation de leur opinion risquent d'être fortement influencés par l'intervalle de variation de la qualité de la transmission ou du niveau acoustique de l'audition dans un même essai, et spécialement à l'intérieur d'une même plage. Il importe donc de ne pas choisir de trop nombreuses dispositions de circuit qui correspondent à une transmission mauvaise (c'est-à-dire qui conduisent à une mauvaise opinion fondée sur l'effort d'écoute, même pour les meilleurs niveaux d'audition), de faire porter chaque plage sur une gamme de niveaux d'audition allant de bien au-dessus du niveau optimal à 30 dB au moins au-dessous de ce niveau et de faire entendre dans chaque plage au moins un groupe de phrases dans des conditions «stabilisantes» (une bonne disposition de circuit associée à un bon niveau d'audition). Il importe aussi que les groupes et les suites de phrases ne diffèrent pas trop par leur compréhensibilité intrinsèque et qu'aucun sujet n'entende la même phrase plus d'une fois dans le même essai (parce qu'il n'aurait évidemment plus le même effort d'écoute à fournir pour comprendre une phrase qui serait connue).

On affecte les notes 4, 3, 2, 1 et 0 aux opinions repérées respectivement par les lettres A, B, C, D et E sur les échelles susmentionnées et l'on appelle «note moyenne d'opinion» la moyenne des notes correspondant à chaque disposition de circuit. Pour déterminer la signification et l'intervalle de confiance des notes d'opinion, on en analyse la variance, ce qui permet de vérifier que chaque facteur tel que la disposition de circuit, le niveau acoustique d'audition, la phonation de la personne qui parle ou les réactions de la personne qui écoute, a bien l'influence escomptée. D'habitude, pour exprimer la relation existant entre le niveau d'audition et la note moyenne d'opinion fondée sur la force des sons préférée (échelle 4A), on adopte l'équation représentée par la droite ou la courbe logistique la mieux ajustée, tandis que, pour exprimer la relation existant entre le niveau d'audition et la note moyenne d'opinion fondée sur l'effort d'écoute nécessaire à la compréhension (échelle 7), on adopte l'équation quadratique ou de plus grande complexité qui traduit le mieux cette relation; on peut introduire dans ces équations, comme paramètres, d'autres caractéristiques de la disposition du circuit.

Les essais d'écoute portant sur des phrases peuvent s'effectuer aussi sous forme de comparaisons par paire, mais il convient pour établir celles-ci de s'assurer que les participants s'adaptent bien à chaque jeu de conditions expérimentales.

3.4 Les essais d'évaluation subjective à la conversation peuvent être menés sous forme d'entretiens avec les abonnés, à la suite de communications privées qu'ils ont eues, ou sous forme d'essais en laboratoire. Des méthodes recommandées par le CCITT pour la première forme d'essai sont décrites dans la Question 2/XII [3]. Dans les essais de conversation en laboratoire, on s'efforce de reproduire d'aussi près que possible les conditions dans lesquelles se trouvent les abonnés au téléphone en service réel: à cet effet, il faut choisir les dispositions de circuit et les sujets appropriés et administrer convenablement les conditions expérimentales. Entre les observations en service réel et les essais en laboratoire, il existe une méthode intermédiaire appelée SIBYL, en usage à l'AT&T [4]. La méthode employée par British Telecom est décrite ci-après.

3.4.1 *Mode opératoire des essais d'évaluation subjective à la conversation*

On ne saurait trop insister sur la nécessité de préparer ces essais avec soin et dans tous les détails. Il va de soi que les connexions doivent être spécifiées et les communications établies correctement, et leurs caractéristiques mesurées avec précision avant et après chaque essai, qu'il faut prévoir des moyens auxiliaires tels que des dispositifs de numérotation, d'émission de tonalités et de sonnerie, pour permettre le choix et l'établissement rapides et sans erreur des communications désirées, et que les résultats de chaque essai doivent être fidèlement relevés. Cependant, d'autres pratiques également importantes sont moins évidentes. Dans les paragraphes suivants est exposé un système qui tient compte de toutes ces considérations et a donné satisfaction au British Telecom.

3.4.1.1 *Schéma expérimental*

Le type de schéma le plus adéquat est le carré gréco-latin $n \times n$ (n fois n), où les deux membres de chacune de n paires de sujets ont entre eux une conversation dans chacune de n dispositions de circuit. Si n est inférieur à 8, les résultats sont très imprécis; dans l'autre cas extrême, il n'est pas réaliste d'attendre des sujets qu'ils participent à plus de quatre séances ou qu'ils aient plus de quatre conversations par séance. En outre, le nombre total des conversations, $n \times n$, augmente bien plus vite que n . C'est pourquoi on choisit normalement le nombre n entre 8 et 15 inclus; il existe d'ailleurs des carrés gréco-latins (avec des symboles tirés de deux alphabets) pour tous les nombres de cette suite. On convient que, dans ce schéma, les lignes correspondent chacune à toutes les paires de sujets, les colonnes indiquent l'ordre dans lequel on administre les jeux de conditions de l'essai, les symboles du premier alphabet désignent chacun une disposition de circuit (ces dispositions se distinguent entre elles non seulement par les caractéristiques intrinsèques des communications, mais aussi par les niveaux de bruit de salle et autres facteurs d'analyse qui leur sont associés) et les symboles du second alphabet désignent chacun un jeu d'images utilisé comme matière à conversation. Si n est choisi parmi les nombres 8, 10, 12, 14 et 15, on ne peut pas introduire d'autres facteurs orthogonaux dans l'essai; en revanche, si n est choisi parmi les nombres 9, 11 et 13, on peut construire des carrés hyper-gréco-latins avec des symboles tirés de $(n - 3)$ alphabets supplémentaires, ce qui donne le choix pour chaque conversation entre d'autres facteurs orthogonaux (par exemple, le type de microphone à charbon, celui des deux membres d'une paire de sujets qui appelle l'autre, ou un enregistrement avec ou sans diaphonie). Certes, on peut encore faire intervenir ces facteurs même si le carré n'est pas hyper-gréco-latin, en recourant à une permutation circulaire équilibrée simple, mais il risque alors de se produire des tendances systématiques qu'on ne peut pas éliminer des résultats. Aussi bien est-il recommandé maintenant d'adopter pour n le nombre 13, au lieu du nombre 12 précédemment utilisé.

Au carré de base, on adjoint une colonne supplémentaire, qu'on place à son entrée et qui désigne pour toutes les paires de sujets la même disposition de circuit et le même jeu d'images. Cette colonne représente pour toutes les paires de sujets une conversation préliminaire, qui les initie au mode opératoire et, jusqu'à un certain point, stabilise les critères de formation de leur opinion. Chacune des n paires de sujets tient donc en tout $(n + 1)$ conversations. Les résultats fournis par les conversations préliminaires sont analysés à part, non conjointement avec la masse des résultats. Le fait d'exécuter la plage préliminaire des divers essais avec la même disposition de circuit leur donne en quelque sorte une plate-forme commune, mais, si l'on désire établir des comparaisons précises entre les résultats fournis par des essais différents, il faut prendre soin que dans chacun d'eux se retrouvent plusieurs dispositions de circuit courantes.

3.4.1.2 *Choix des dispositions de circuit*

Il convient de faire comporter à un même essai les dispositions de circuit entre les effets desquelles on souhaite établir des comparaisons particulièrement précises.

Il est en outre nécessaire que, dans chaque essai, tous les sujets participants aient des communications de presque toute la gamme des niveaux de qualité: autrement dit, il doit y avoir pour chacun d'eux au moins une très bonne disposition de circuit, une de qualité à peu près moyenne et une qui soit très mauvaise, étant entendu que les autres ne doivent pas se manifester par des notes d'opinion groupées toutes trop étroitement de part et d'autre d'une même valeur moyenne. Pour le cas où l'on ne pourrait pas être sûr d'avance que cette condition soit respectée, il est recommandé de commencer par exécuter un court essai préparatoire portant sur la sélection envisagée pour les dispositions de circuit, afin de vérifier qu'elle couvre bien toute la gamme des niveaux de qualité; dans la négative, on doit la modifier en conséquence, autrement l'échelle de notation pour les opinions des sujets serait déformée (par effet de renforcement). On peut d'ailleurs être amené à mettre en jeu des dispositions de circuit supplémentaires, c'est-à-dire qui ne sont pas en elles-mêmes d'intérêt immédiat pour l'expérimentateur, afin de porter le nombre n à la valeur 9, 11 ou 13 adoptée pour lui et de répartir plus uniformément les niveaux de qualité dans leur gamme.

En général, les sujets s'attendent à rencontrer des dispositions de circuit correspondant à différentes valeurs d'affaiblissement total ou de l'efficacité globale; naturellement ces caractéristiques influencent beaucoup la qualité de la communication, et on peut en faire varier les valeurs de façon à obtenir la sélection voulue des dispositions de circuit. Comme il y a aussi de fortes interactions entre l'efficacité globale et de nombreuses autres dégradations de la qualité, il est des plus recommandé, même si l'on ne se propose pas principalement de faire ressortir les effets de cette caractéristique et de ses interactions, de mettre en jeu des dispositions de circuit qui ne diffèrent les unes des autres que par l'efficacité globale qu'elles impliquent.

Si l'on ne peut pas borner l'expérimentation à 15 dispositions de circuit, on répartit ces dernières sur plusieurs essais, dont chacun est axé sur une partie bien définie de l'expérimentation tout en débordant sur les autres de manière à constituer une plate-forme commune.

3.4.1.3 Critères du choix des sujets

Les sujets participant aux essais de conversation sont tirés au sort parmi les membres du personnel de la station de recherche:

- a) qui n'ont pas participé directement à des travaux en rapport avec l'évaluation de la qualité de transmission de circuits téléphoniques; et
- b) qui n'ont pas participé à des essais subjectifs – de quelque nature que ce soit – pendant au moins les six mois précédents ni à un essai de conversation depuis au moins une année.

A moins que le schéma expérimental l'exige, on ne cherche pas à équilibrer les nombres des participants hommes et femmes. Les sujets sont arbitrairement associés en paires sur le schéma expérimental, avant l'essai, les paires restant les mêmes pendant toute sa durée.

3.4.1.4 Conditions ambiantes

Les sujets sont assis dans des cabines individuelles insonorisées, proches du point d'où les essais sont dirigés. On introduit un bruit de salle ayant le spectre spécifié (généralement, le spectre Hoth) et le niveau spécifié (généralement, 50 dBA), en mesurant ce dernier au moyen d'un sonomètre de précision Bruel et Kjaer modèle 2206 fonctionnant avec la caractéristique de pondération *A* et réglé pour mesures «lentes». Si des conversations appartenant au même essai doivent se différencier par le niveau de leur bruit de salle, on s'arrange pour que le passage de l'un à l'autre ne soit pas trop manifeste pour les sujets: le mieux à cet égard est de modifier le bruit de salle quand les sujets ne se trouvent pas dans leur cabine insonorisée.

3.4.1.5 Méthode d'établissement de la communication

Les appareils téléphoniques utilisés par les sujets ne se distinguent pas, à la vue et au toucher, d'un modèle ordinaire – ils sont généralement identiques à l'appareil téléphonique normal n° 706 du British Telecom – à moins que l'essai porte spécifiquement sur un combiné d'un autre modèle. On rend aussi proches que possible de la réalité les opérations que les sujets ont à effectuer pour entrer en communication. En soulevant le combiné, le demandeur déclenche la tonalité de numérotation, et il lui faut composer au cadran ou au clavier un numéro prescrit pour obtenir la communication. La tonalité de retour d'appel se fait entendre au bout d'un délai fixe approprié, et la sonnerie ou le vibreur de l'appareil du demandé se fait entendre à lui après un autre délai fixe. La composition d'un numéro erroné est sanctionnée par l'émission de la tonalité «numéro inaccessible».

3.4.1.6 Matière à conversation

Tout est mis en œuvre pour que les conversations aient un sens et que les sujets tirent pleinement parti des possibilités de transmission du circuit à l'essai. On a constaté que la tâche consistant à classer des images par ordre d'intérêt convient à cet effet et présente suffisamment d'attrait pour les sujets. Ces images, dont les thèmes sont très divers, sont de banales reproductions au format carte postale qui se vendent en des lieux tels que les musées ou les galeries d'art et institutions similaires. Les cartes sont repérées chacune par un numéro inscrit au verso et groupées arbitrairement en jeux de six cartes, qui sont prévus chacun en double.

Les sujets ont pour consigne de considérer ces images comme devant être exposées dans un lieu public et, avant chaque conversation, de classer à cet effet les cartes d'un certain jeu dans l'ordre de leur préférence personnelle; leur correspondant procède de même avec son exemplaire du même jeu. Une fois la communication établie par le circuit à essayer, les sujets discutent entre eux pour se mettre d'accord sur un ordre de préférence, qu'ils notent par écrit à la fin de la conversation. La durée de chaque conversation dépend donc des sujets eux-mêmes. Il peut se faire qu'une conversation soit très longue, parce que les deux correspondants prennent un vif intérêt aux images, ou au contraire très courte (ce qui arrive dans moins de 1% des cas), parce qu'ils avaient choisi chacun de son côté le même ordre de préférence et ont donc peu de matière à discuter; cependant, même dans ces cas, il est très souhaitable de laisser les sujets faire durer la conversation comme ils l'entendent. Une fois la conversation terminée, ils expriment indépendamment l'un de l'autre leur opinion sur la communication en marquant la case appropriée de la formule qui leur est fournie; celle-ci est reproduite dans l'annexe A.

3.4.1.7 Préparation d'un essai $n \times n$

Dans une liste de tous les sujets disponibles, l'expérimentateur tire au hasard des noms en nombre suffisant parmi tous ceux des personnes qui répondent aux critères de choix indiqués au § 3.4.1.3. Il leur téléphone pour leur demander s'ils acceptent de prendre certains rendez-vous pour participer à un essai, ces rendez-vous étant disposés de façon que deux sujets ayant conversé ensemble à leur première visite forment encore la même paire à leurs visites ultérieures pour le même essai. Une lettre type est envoyée à chaque sujet pour lui confirmer le lieu et l'heure de chaque séance et lui expliquer assez en détail ce que les participants à l'essai auront à faire; le texte de cette lettre est reproduit dans l'annexe B.

L'expérimentateur établit, en se fondant sur le schéma expérimental, des programmes montrant dans quel ordre les jeux de conditions d'essai doivent être administrés à chaque paire de sujets munie de quels jeux d'images, lequel des deux sujets demande la communication dans chaque cas considéré, et tout autre renseignement nécessaire. Des blancs sont réservés sur le programme pour y inscrire les renseignements qui se font connaître au fur et à mesure du déroulement de l'essai; numéro d'ordre de chaque conversation, durée de la conversation, désignation de la bobine de bande magnétique ayant servi à l'enregistrement, observations relatives à des erreurs opératoires ou des événements insolites, etc. Des formules destinées à y consigner les opinions (annexe A) sont préparées aussi pour chaque conversation. Toutefois, afin d'éviter les doubles emplois ou d'avoir à modifier trop souvent des inscriptions, on ne consigne certains renseignements qu'après s'être assuré de leur exactitude: par exemple, tant que les sujets ne sont pas effectivement arrivés à leur premier rendez-vous, on risque d'avoir à changer des noms initialement prévus.

Tant dans la lettre qu'au cours d'entretiens avec les sujets, on prend grand soin de ne fournir à ceux-ci aucune information touchant la nature des dispositions de circuit. Les formules d'opinion remises aux sujets ne portent même pas un numéro ou un code qui désigne la disposition du circuit: ce renseignement, qui est inscrit sur le programme de l'essai, n'est ajouté aux formules qu'après leur collecte des mains des sujets.

3.4.1.8 Exécution de l'essai

Quand les sujets arrivent à leur premier rendez-vous, on leur demande s'ils ont lu et compris la lettre. On leur explique tout point éventuellement resté obscur et on les invite à poser des questions. On leur fait visiter les cabines insonorisées et leur installation. On informe les sujets du nombre des conversations qui auront lieu au cours de cette séance. On leur distribue les formules, puis on les laisse se préparer pour la conversation préliminaire. Lors des séances ultérieures, on se contente d'informer les sujets qu'ils auront à procéder comme précédemment, éventuellement avec un nombre de conversations différent.

Au début de chaque conversation, les sujets sortent d'une boîte posée sur leur bureau le jeu d'images spécifié, disposent les images dans l'ordre de leur préférence et remplissent les cases appropriées de la formule. Quand les deux sujets se sont déchargés de ces tâches, l'expérimentateur donne à l'un d'eux le signal d'avoir à lancer l'appel. Les deux correspondants sont alors parfaitement libres de conduire leur conversation à leur gré, mais il leur est interdit de discuter de l'opinion qu'ils se font chacun de la communication. Une fois qu'ils ont consigné chacun sur sa formule l'ordre de préférence qu'ils sont convenus de donner aux images, qu'ils ont achevé leur conversation et consigné leur opinion («excellent», «bon», «assez bon», «médiocre» ou «mauvais») et leur réponse à la question relative à la difficulté (OUI ou NON), l'expérimentateur prend contact par téléphone avec chacun d'eux à tour de rôle pour lui demander quelle réponse il a faite à la question sur la difficulté: si la réponse est OUI, l'expérimentateur demande au sujet de lui expliquer brièvement (en ses propres termes) la nature de la difficulté. Il note sa réponse, mais on n'attend ni du sujet ni de l'expérimentateur qu'il tente de trouver une formulation précise: en effet, il est essentiel de ne pas influencer les sujets, et de toute façon il est avéré que la caractérisation de la difficulté est bien moins utile que le pourcentage même des réponses indifférenciées OUI à la question sur l'existence de difficultés.

L'expérimentateur demande ensuite au sujet de mettre la formule dans une enveloppe fournie à cet effet et l'invite à commencer le classement du jeu d'images suivant ou, le cas échéant, le prie d'attendre dans la cabine insonorisée.

Toutes les conversations sont enregistrées au magnétophone, aussi bien celles entre sujets que celles entre expérimentateur et sujet.

3.4.1.9 Traitement des résultats

Les renseignements qui résultent de chaque conversation comprennent deux opinions exprimées sur l'échelle «excellent» — «bon» — «assez bon» — «médiocre» — «mauvais» (notées respectivement 4, 3, 2, 1, 0), deux opinions sur l'échelle de difficulté (notées 1 pour OUI et 0 pour NON), deux niveaux acoustiques (mesurés sur les enregistrements magnétiques) et une valeur de durée de la conversation. Dans certains cas, on peut aussi recueillir une information sur d'autres variables; par exemple, la façon dont les sujets tiennent leur combiné peut avoir été enregistrée au magnétoscope, pour permettre de l'observer après coup.

On soumet chaque variable aléatoire (note d'opinion, niveau acoustique, etc.) à une analyse distincte de sa variance afin de vérifier que les caractéristiques des dispositions de circuit et d'autres facteurs ont des effets significatifs et de déterminer des intervalles de confiance pour les moyennes. Dans le cas d'une variable aléatoire binaire telle que le jugement sur la difficulté, ce traitement est à considérer avec quelques réserves. Il y a généralement moins à ajuster les courbes représentatives pour les adapter aux résultats des essais de conversation qu'à ceux des essais à l'écoute, pour la simple raison que les paires de valeurs coordonnées disponibles sont bien moins nombreuses avec les premiers qu'avec les seconds.

3.5 Essais de perceptibilité par réaction tout-ou-rien

Le meilleur moyen pour se renseigner sur la perceptibilité d'une caractéristique analogique d'un son (par exemple, l'écho) en fonction d'une certaine grandeur objective (telle que le niveau acoustique d'audition) est d'appliquer une méthode par réaction tout-ou-rien, similaire quant à son principe à celle qui est mentionnée au § 3.1 pour l'équilibrage des forces des sons. La principale différence est qu'ici la réaction du sujet n'est pas une décision de caractère comparatif ou appréciatif (la désignation de celui de deux circuits qui donne la plus grande force des sons), mais un jugement exprimé sur une échelle telle que la suivante:

Echelle de notation 6A

- A Prohibitif
- B Perceptible
- C Imperceptible

où l'on entend par B «Perceptible mais non prohibitif».

Les échelles de cette sorte, généralement à trois échelons, sont utilisables dans des essais par réaction tout-ou-rien les plus divers; par exemple, l'échelle 6A peut servir quand il s'agit de l'écho, des réflexions, de l'effet local, de la mutilation de la parole (par les commutations) ou d'une tonalité perturbatrice, tandis qu'un jugement sur la diaphonie ou éventuellement l'écho (dans certaines circonstances) peut s'exprimer sur l'échelle «intelligible»-«perceptible»-«imperceptible».

Il est parfois admissible d'affecter une notation à une telle échelle d'opinion — respectivement 2, 1, 0 — et d'en assimiler le traitement à celui des notes d'opinion résultant d'essais à l'écoute ou à la conversation. Mais souvent cette manière de procéder n'est pas satisfaisante, parce que les jugements exprimés sur une échelle telle que 6A ne correspondent pas réellement à des réactions à variation continue — alors qu'on est en droit de penser que la variation de la réaction est continue pour des opinions exprimées sur une échelle telle 4A — mais constituent en fait deux dichotomies (par exemple, «perceptible»-«imperceptible» et «prohibitif»-«non prohibitif»), qui sans être indépendantes peuvent néanmoins mettre en jeu des processus psychologiques différents: en d'autres termes, «prohibitivité» ou «intelligibilité» diffère de «perceptibilité» par sa nature, et pas simplement par le degré. C'est pourquoi il est plus intéressant, pour l'analyse, d'exprimer la probabilité de réaction propre à chaque dichotomie en fonction d'une variable objective, en ajustant la fonction probit ou logit puis en se servant des quantiles ou d'autres paramètres comme base de comparaison entre les effets des dispositions de circuit, selon une méthode analogue à celle qu'on applique à l'analyse des notes de netteté.

Un tel mode opératoire ressemble en pratique à celui des essais fondés sur l'effort d'écoute nécessaire (voir le § 3.3.1), mais il y a entre eux quelques différences. Notamment, il est recommandé ici que dans chaque plage la première audition du signal soit d'un haut niveau acoustique, car ainsi la personne qui écoute est tout de suite fixée sur le genre du signal objet de son jugement. S'il s'agit d'effet local ou d'écho, le sujet est invité à parler en même temps qu'il écoute.

D'habitude, on soumet à des mesures audiométriques simples (voir l'Avis P.78) les sujets participant à ces essais, pour pouvoir rapporter à leur seuil d'audibilité les résultats qu'ils fournissent.

Des exemples d'application de ces méthodes sont donnés en [5] et [6].

Pour étudier les effets d'un bruit ou d'autres perturbations, on demande parfois aux sujets d'exprimer leur opinion sur une échelle comprenant des échelons bien plus nombreux; par exemple, l'échelle de notation 5 à sept notes allant de «inaudible» à «intolérable». Les résultats obtenus avec ces échelles, qui sont plus voisines de celles du type à continuum quantifié, telle l'échelle de notation 4A, peuvent être traités pareillement.

4 Références aux Avis et autres textes du CCITT faisant appel aux méthodes a) à e) énumérées au § 2

- a) De nombreux Avis contiennent des spécifications qui sont fondées sur les équivalents de référence, comme on en trouve des exemples dans les Avis P.12, G.101 [7], G.103 [8], G.111 [9], G.120 [10] et G.121 [11]; voir aussi la Question 15/XII [1].
- b) L'Avis P.12 fixe des valeurs à l'affaiblissement équivalent pour la netteté, mais la méthode s'emploie maintenant surtout aux fins de diagnostic; voir l'Avis P.45.
- c) Etude de diverses Questions, par exemple Question 4/XII [12], Question 14/XII [13] et le supplément n° 4.

- d) Etude de diverses Questions, par exemple Question 4/XII [12], Question 9/XII [14], Question 14/XII [13] et le supplément n° 4.
- e) Etude de diverses Questions, par exemple, voir Question 9/XII [14] et les documents cités en [15], [16] et [17].

5 Considérations générales sur les méthodes d'évaluation subjective employées en laboratoire

Le mode opératoire des essais subjectifs et l'interprétation de leurs résultats sont décrits plus en détail dans l'Avis P.74 et dans le document cité en [2]. Une recherche assez étendue sur les relations existant entre les diverses méthodes est exposée en [18].

Quand on applique des méthodes subjectives pour obtenir des données auxiliaires en vue de planifier plus facilement les transmissions sur un réseau téléphonique, il y a lieu de se rappeler les directives suivantes:

- a) disposer d'une définition explicite du type de communications téléphoniques auxquelles les résultats expérimentaux sont à appliquer. Formuler à cet effet des communications fictives de référence appropriées (CFR), voir l'Avis G.103 [8];
- b) pour installer le laboratoire et élaborer le mode opératoire des essais, tenir compte de caractéristiques telles que les niveaux, les affaiblissements de transmission et les équivalents de référence à l'émission et à la réception des CFR. Choisir les spectres et les niveaux des sons vocaux de façon qu'ils correspondent à ceux qui ont été prévus aux divers points de la CFR;
- c) choisir convenablement la population dans laquelle les sujets sont tirés au sort. Par exemple, si l'on se procure les audiogrammes des sujets participant à un essai de conversation, ne pas en faire un critère d'élimination, car l'échantillon de sujets ainsi obtenu serait biaisé et les conclusions de l'expérimentation ne seraient applicables qu'à une population d'utilisateurs dont le seuil d'audibilité serait supérieur à un certain niveau. C'est pourquoi il est plus prudent d'attendre que les sujets aient achevé leur tâche principale pour recueillir des données auxiliaires de ce genre;
- d) au cours des essais, placer les sujets dans des conditions telles que les résultats obtenus soient applicables au service réel en vue. C'est ainsi qu'il faut prendre les précautions indiquées au § 3.3.1 si l'on veut que les sujets n'aient pas leur jugement déformé par l'étroitesse des gammes choisies pour les conditions de transmission et les niveaux acoustiques d'audition ou par l'ordre de leur succession; de même, dans les essais de conversation (§ 3.4.1.5 à 3.4.1.7), l'uniformisation des opérations ne doit pas empêcher les sujets de les exécuter d'une façon naturelle;
- e) utiliser des schémas expérimentaux qui permettent d'analyser correctement les résultats et d'en estimer les intervalles de confiance;
- f) il est parfois inévitable qu'une caractéristique du trajet de transmission varie intempestivement: par exemple, on peut être obligé de mener un essai d'écoute sur une liaison radioélectrique sujette à évanouissements ou un essai de conversation sur une liaison qui fonctionne selon le système TASI et dont la saturation dépend du trafic réel. Il est alors recommandé non seulement de recueillir les réactions des sujets mais encore de se renseigner sur les valeurs, relevées pendant l'essai, des caractéristiques fluctuantes à considérer: l'intensité du signal dans le premier type d'essai et, dans le second, le degré de saturation, c'est-à-dire le nombre de voies occupées. Pour traiter l'information obtenue sur de telles variables concomitantes, conjointement avec l'expression des réactions des sujets, qui constituent les variables principales, l'analyse de la covariance [19] est la méthode à appliquer;
- g) même si l'on a pris les précautions préconisées sous c), d), e) et f), ne pas se fier à la valeur intrinsèque des notes d'opinion fournies par l'essai, à moins d'avoir fait comprendre à celui-ci des conditions d'«encadrement» (par exemple, un jeu de conditions de référence). De toute façon, se fier davantage aux valeurs relatives des notes d'opinion ou de jugement résultant de différentes dispositions de circuit administrées dans le même essai;
- h) en incorporant dans un essai un jeu de conditions de référence, on peut en exprimer les résultats sous forme d'indices en fonction de valeurs équivalentes du réglage d'un organe de référence tel qu'une ligne d'affaiblissement, un générateur de bruit ou un appareil de référence pour la production de bruit modulé (voir la Question 18/XII [20]), ce qui permet de comparer avec une plus grande fiabilité les résultats de l'essai avec ceux d'essais effectués ailleurs;
- i) avant d'appliquer les résultats d'essais subjectifs, toujours en vérifier la cohérence mutuelle et les comparer avec ce que l'expérience acquise antérieurement ou un calcul fondé sur un modèle théorique aurait fait prévoir.

6 Méthodes d'évaluation objective

Il est clair que le but ultime à atteindre est de pouvoir déterminer la qualité de transmission des communications téléphoniques considérées, sur la seule base de leurs caractéristiques évaluées objectivement. On l'atteint en partie au moyen de tables de données établies à partir d'essais menés précédemment en laboratoire ou autrement, comme cela est illustré par un exemple en [21]. En outre, la modélisation de méthodes d'évaluation subjective décrites dans le supplément n° 4 et le document cité en [22] n'est pas loin, grâce aux progrès considérables accomplis, de permettre la prévision de notes d'opinion, de niveaux des sons vocaux, etc. Le British Telecom se sert d'ailleurs actuellement de tels modèles pour mettre ses tables à jour.

La modélisation permet de généraliser beaucoup le traitement d'un grand nombre d'autres caractéristiques importantes, comme la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence et l'effet local. C'est ainsi qu'en tenant dûment compte du rôle joué par un fort effet local – qui est une cause très puissante de dégradation dans les communications d'une médiocre qualité de transmission – on comprend bien pourquoi la suppression de cette cause est une condition préalable à toute spécification, faite dans un esprit réaliste, de limites à l'équivalent et au bruit.

ANNEXE A
(au supplément n° 2)

Formule d'opinion 12A

Essai _____

Nom _____

Cabine _____

N° _____

- 1 Avant de commencer votre appel, veuillez prendre votre jeu d'images _____ et classer les cartes dans l'ordre de votre préférence. Consignez cet ordre en inscrivant dans les cases ci-dessous les numéros d'identité figurant au verso des cartes.

Votre ordre de préférence	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e

- 2 Si votre voyant vert ALLEZ-Y s'allume, appelez votre correspondant sur _____. Autrement, attendez que votre correspondant vous appelle.

- 3 Si vous trouvez que cela vous aiderait à discuter avec votre correspondant, vous pouvez inscrire ci-dessous l'ordre dans lequel il a classé les images.

Ordre de préférence de votre correspondant	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e

- 4 Une fois que vous êtes mis d'accord sur un ordre de préférence commun, veuillez l'inscrire ci-dessous.

Ordre de préférence adopté en commun	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e

Maintenant, reposez votre combiné.

- 5 Veuillez marquer d'une croix la case dont l'en-tête exprime votre opinion sur la communication téléphonique que vous venez d'avoir. *N.B.* – Veuillez vous abstenir de discuter de votre opinion avec votre correspondant.

Excellente	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Mauvaise

6 Avez-vous, ou votre correspondant a-t-il, éprouvé une difficulté quelconque à parler ou à entendre au cours de cette communication?

Oui	
Non	

Si la réponse est OUI, veuillez expliquer brièvement à l'expérimentateur en quoi consistait la difficulté quand il prendra contact de nouveau avec vous.

APPLICABLE À
L'ESSAI R13.4

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANNEXE B

(au supplément n° 2)

Modèle de lettre à envoyer aux personnes qui participent aux essais

Nom _____

Groupe _____

ESSAI SUBJECTIF R13.4 N° _____

Nous vous remercions d'avoir bien voulu accepter de participer à cet essai.

Comme il a été déjà convenu au téléphone, nous aimerions que vous vous rendiez dans le bâtiment principal du laboratoire, 3^e étage, salle _____, aux époques suivantes:

Heure

Jour

Date

A votre arrivée, demandez à voir _____, en indiquant le numéro susmentionné de l'essai subjectif. Peu de temps avant chaque séance, on vous en rappellera l'échéance par téléphone. Vous pouvez réserver votre heure au _____ de programme. Si vous ne pouvez pas venir à un rendez-vous ou que vous ayez besoin d'une information complémentaire, veuillez téléphoner à _____ au numéro Ipswich 64 _____.

L'essai auquel vous avez été convié fait partie d'une série portant sur la qualité de transmission de communications téléphoniques. On vous invitera à converser avec une autre personne bénévole dans des communications téléphoniques particulières, et nous espérons que la tâche qui vous sera confiée suscitera une conversation animée, consacrée à discuter et à négocier.

Dans la cabine d'essai, vous serez muni d'un jeu de six cartes portant une image au recto. On vous demande d'imaginer que vous-même et votre correspondant se sont vus confier la tâche de choisir quelques-unes de ces images (au besoin, agrandies) qui seront exposées dans un lieu public tel que la cafétéria – à titre d'intérêt général ou simplement de décoration. Avant chaque communication, vous classerez les six cartes dans l'ordre de votre préférence et vous inscrirez dans cet ordre les six numéros d'identités des cartes sur la formule remise. Votre correspondant, dans une autre cabine, disposera d'un autre exemplaire du même jeu de cartes, mais il classera les images dans l'ordre de sa préférence, qui différera probablement de la vôtre. Il sera alors demandé à l'un de vous deux d'appeler l'autre au téléphone. Le but de la conversation qui s'ensuivra sera de négocier entre vous jusqu'à ce que vous arriviez à un compromis satisfaisant pour vous deux sur l'ordre de classement. A la fin de la conversation, vous reposerez votre combiné et inscrirez les six numéros sur la formule, dans l'ordre finalement convenu. Vous aurez aussi à marquer sur la formule la case correspondant à votre opinion sur la communication. Vous attendrez ensuite que l'expérimentateur prenne contact avec vous pour vous dire ce que vous aurez encore à faire. Les conversations suivantes seront similaires, mais porteront sur des jeux d'images différents.

Pour l'ensemble de l'essai, il y aura un total de _____ communications réparties sur _____ séances organisées comme indiqué ci-dessus. Des directives complètes vous seront données à votre arrivée. Veuillez apporter la présente lettre avec vous, ainsi que vos lunettes si vous en portez normalement.

Nous vous renouvelons nos remerciements pour votre coopération.

(date)

Références

- [1] CCITT – Question 15/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [3] CCITT – Question 2/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [4] SULLIVAN (J. L.): Is transmission satisfactory? Telephone customers help us decide, *Bell Labs Record*, pp. 90-98, mars 1974.
- [5] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by speech, *Butterworths*, Londres, 1973, section 3.5.3.
- [6] *Ibid.*, section 4.5.1.
- [7] Avis du CCITT *Le plan de transmission*, tome III, fascicule III.1, Avis G.101.
- [8] Avis du CCITT *Communications fictives de référence*, tome III, fascicule III.1, Avis G.103.
- [9] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.
- [10] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.120.
- [11] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.
- [12] CCITT – Question 4/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [13] CCITT – Question 14/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [14] CCITT – Question 9/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [15] RICHARDS (D. L.) et BUCK (G. A.): Telephone echo tests, *P.I.E.E.*, 1960, 107B, pp. 553-556.
- [16] CCITT – Contribution COM XII-N° 171 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1979.
- [17] CCITT – Contribution COM XII-N° 132 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1979.
- [18] CCITT – Question 7/XII, annexe 1, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [19] SNEDECOR (G. W.) et COCHRAN (W. G.): Statistical methods, chapitre 14, 6^e édition, *Iowa State University Press*, 1967.
- [20] CCITT – Question 18/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [21] *Ibid.*, annexe 4.
- [22] RICHARDS (D. L.): Calculation of opinion scores for telephone connections, *Proc. IEE*, 121, pp. 313-323, 1974.

Bibliographie

- BRAUN (K.): Die Bezugsdämpfung und ihre Berechnung aus der Restdämpfungskurve (Frequenzkurve) eines Übertragungssystems, *T.F.T.*, volume 28, pp. 311-318, août 1939.
- BRAUN (K.): Theoretische und experimentelle Untersuchung der Bezugsdämpfung und der Lautstärke, *T.F.T.*, volume 29, pp. 31-37, n° 2, 1940.
- BLYE (P. W.), COOLIDGE (O. H.) et HUNTLEY (H. R.): Un plan révisé de spécification de la qualité de transmission téléphonique, *B.S.T.J.*, volume 34, pp. 453-472, mai 1955 (reproduit dans le *Livre rouge*, tome I, pp. 636-651, UIT, Genève, 1957 et tome V, pp. 607-624, UIT, Genève, 1962).
- BRAUN (K.): L'affaiblissement sur images de capsules microphoniques et réceptrices, *N.T.Z.*, n° 8, pp. 365-370, 1960 (traduit dans le *Livre rouge*, tome V bis, pp. 255-265, UIT, Genève, 1965).

- FRENCH (N. R.) et STEINBERG (J. C.): Factors governing the intelligibility of speech sounds, *J.A.S.A.*, volume 19, pp. 89, janvier 1947.
- RICHARDS (D. L.) et ARCHBOLD (R. B.): Perfectionnements apportés à la méthode de Collard pour le calcul de la netteté, *Livre rouge*, tome I, Question 7 de la 12^e Commission d'études, annexe 4, UIT, Genève, 1956 (traduction d'un article paru dans *P.I.E.E.*, volume 103, partie B, septembre 1956: A development of the Collard principle of articulation calculation).
- Contribution de l'Administration italienne à l'étude des méthodes de mesures objectives de l'équivalent de référence et de l'affaiblissement équivalent pour la netteté, *Livre rouge*, tome I, Question 7 de la 12^e Commission d'études, annexe 3, UIT, Genève, 1956.
- FLETCHER (H.) et GALT (R. H.): The perception of speech and its relation to telephony, *J.A.S.A.*, volume 22, pp. 89, mars 1950, (reproduit dans l'article qui suit, chapitres 15-17).
- FLETCHER (H.): Speech and hearing in communication, *D. Van Nostrand*, New York, 1953.
- Méthode de tonalité étudiée par l'Administration de l'U.R.S.S. pour la détermination de la netteté, *Livre rouge*, tome V, 2^e partie, annexe 31, UIT, Genève, 1962.
- Méthode d'évaluation de la qualité de transmission, sur la base de mesures objectives, employée par l'Administration suisse, *Livre rouge*, tome V, 2^e partie, annexe 30, UIT, Genève, 1962.
- LALOU (J.): Calcul de la qualité de transmission téléphonique par la théorie de l'information, *Livre rouge*, tome V bis, Question 7/XII, annexe 2, UIT, Genève, 1965.
- SIVIAN (L. J.): Speech power and its measurement, *B.S.T.J.*, 8, pp. 646-661, 1929.
- LOYE (D. P.) et MORGAN (K. F.): Sound picture recording and reproducing characteristics, *J. Soc. Motion Picture Engineers*, 32, pp. 631-647, 1939.
- RICHARDS (D. L.): Some aspects of the behaviour of telephone users as affected by the physical properties of the circuit, *Communication Theory*, *Butterworths Scientific Publications*, pp. 442-449, 1953.
- ZAITSEV (T. E.): La méthode de corrélation pour déterminer la fidélité et l'intelligibilité de paroles transmises dans des voies de télécommunication, *Elektrosvyaz*, (10), pp. 38-46, 1958. Correlation method for determining the fidelity and intelligibility of speech transmitted over telecommunication channels.
- LICKLIDER (J. C. R.), BISBERG (A.) et SCHWARZLANDER (H.): An electronic device to measure the intelligibility of speech, *Proc. Nat. Electronics Conf.*, 15, pp. 329-334, 1959.
- RICHARDS (D. L.) et SWAFFIELD (J.): Assessment of speech communication links, *P.I.E.E.*, 106B, pp. 77-89, 1959.
- RICHARDS (D. L.): Conversation performance of speech links subject to long propagation times, *International Conference on Satellite Communication*, *Inst. Elec. Engrs.*, pp. 247-251, Londres, 1962.
- RICHARDS (D. L.): Transmission performance of telephone connexions having long propagation times, *Het PTT-Bedrijf*, 15, pp. 12-24, 1967.
- BOERYD (A.): Subscriber reaction due to unbalanced transmission levels, *ibid.*, pp. 39-43.
- RICHARDS (D. L.): Distortion of speech by quantizing, *Electronics Letters*, 3, pp. 230-231, 1967.
- GOLDMAN-EISLER (F.): Sequential temporal patterns and cognitive processes in speech, *Language and Speech*, 10, pp. 122-132, 1967.

Supplément n° 3

MODÈLES D'ÉVALUATION DE L'INDICE DE TRANSMISSION

(Genève, 1980)

(cité au § 3 de l'Avis P.11)

(Contribution de l'American Telephone & Telegraph Company)

1 Introduction

Le présent supplément décrit les modèles d'évaluation de l'indice de transmission qui peuvent être utilisés pour estimer la réaction subjective des usagers du téléphone en présence de dégradations de transmission, qu'il s'agisse du bruit de circuit, de l'équivalent de référence, de l'écho pour la personne qui parle ou pour celle qui écoute, de la distorsion d'affaiblissement (y compris dans la largeur de bande), de la distorsion de quantification ou du bruit de salle.

Les modèles concernant le bruit de circuit, l'équivalent de référence et l'écho pour la personne qui parle sont fondés sur des essais de conversation qu'ont effectués les Laboratoires Bell entre 1965 et 1972 afin d'évaluer subjectivement la qualité de transmission en fonction du bruit du circuit, de l'équivalent de référence, de l'affaiblissement du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et du temps de propagation sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui parle. Ces essais ont porté sur des centaines de sujets et sur des milliers de communications. Certains essais ont porté sur des communications d'affaires ordinaires établies par des employés des Laboratoires Bell, d'autres ont eu lieu en laboratoire. Pour tous les essais, on a employé une échelle d'appréciation à 5 niveaux: excellent, bon, passable, médiocre et non satisfaisant.

Le modèle relatif à l'écho pour la personne qui écoute résulte d'une série d'essais subjectifs d'écoute effectués dans les Laboratoires Bell en 1977 et en 1978. Pour ces essais, l'affaiblissement du trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute était soit uniforme, soit corrigé en fréquence par filtrage sélectif. On a défini un affaiblissement pondéré du trajet d'écho dans les conditions d'essai avec correction en fréquence, de telle sorte que des conditions d'essai équivalentes au point de vue subjectif donnent lieu à un indice de transmission identique.

Le modèle de distorsion de quantification est fondé sur une série de cinq essais subjectifs effectués aux Laboratoires Bell afin d'évaluer la qualité de fonctionnement de divers algorithmes de codecs numériques. Quatre de ces essais ont été décrits dans le document cité en [1].

Le modèle concernant les distorsions d'affaiblissement dans la largeur de bande est fondé sur les essais effectués aux Laboratoires Bell en 1978.

Le modèle relatif au bruit de salle est fondé sur les essais, non publiés, qui ont eu lieu aux Laboratoires Bell en 1976. Les appréciations sur la qualité de transmission selon une échelle à 5 notes ont été fournies par 40 sujets pour 156 combinaisons de bruit de salle, de niveau de conversation, de bruit de circuit et d'affaiblissement du trajet d'effet local. Les échantillons de bruit de salle présentés proviennent de conversations enregistrées sur bande dans les services de réservation d'une compagnie aérienne. Un modèle a été établi d'après les résultats des essais fondés sur le bruit de circuit, qui ont fourni les mêmes indices de qualité que des niveaux donnés de bruit de salle.

Tous les essais ont été faits avec des appareils téléphoniques Western Electric type 500. Les procédures utilisées pour analyser les résultats des essais subjectifs et obtenir l'échelle d'évaluation de l'indice de transmission sont décrites dans le document cité en [2]. Bien que ces procédures soient un peu complexes pour des calculs manuels, elles sont faciles à exécuter par calculatrice et on a constaté qu'elles fournissent une représentation appropriée et utile pour des données d'essai très diverses.

Les modèles sont fondés sur le principe de l'échelle d'appréciation de l'indice de transmission. Une des principales raisons de l'utilisation de cette échelle réside dans le fait qu'il a été reconnu que divers facteurs peuvent influencer sur les résultats des essais subjectifs: par exemple, le groupe de sujets, le type d'essai et la gamme des conditions concernant un essai donné. On a constaté que ces facteurs peuvent faire varier à la fois les notes d'opinion moyennes pour une condition donnée de l'écart type. Il est donc difficile d'établir une relation unique entre une condition de transmission donnée et une opinion subjective sous la forme d'une note d'opinion moyenne ou d'un pourcentage d'appréciation «bon» ou «excellent». L'utilisation d'une échelle d'indices de transmission tend à atténuer cette difficulté, puisqu'on distingue deux parties dans la relation entre les caractéristiques de transmission et les appréciations subjectives. Dans la première partie, à savoir l'indice de transmission en fonction des caractéristiques de transmission, on se fonde sur deux points de repère et de sorte que le résultat est en général beaucoup moins dépendant des essais individuels. Dans la deuxième partie, c'est-à-dire la relation entre l'évaluation de la qualité de transmission et la note d'opinion subjective, il peut y avoir une variation en fonction des différents essais.

L'échelle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence et le bruit de circuit a été conçue à partir des deux points de repère indiqués dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Equivalent de référence total (dB)	Bruit de circuit (dBmp)	Indice de transmission
16	-65	80
31	-50	40

Ces points de repère ont été choisis suffisamment espacés mais dans les limites des conditions probables d'un essai. Les valeurs de l'indice sont choisies de telle sorte que la plupart des communications donnent lieu à des indices positifs compris entre 40 et 100. Les indices de transmission applicables à d'autres combinaisons d'équivalents de référence et de bruit de circuit sont déterminés en fonction des valeurs obtenues pour ces deux points de repère.

Les caractéristiques principales des modèles qui ont été définies à l'origine concernent l'affaiblissement en dB de l'indice de force des sons d'une communication complète (mesuré par le système d'appréciation électro-acoustique EARS) et le bruit de circuit en dB_{rnC}. L'influence de l'écho pour la personne qui parle a été ultérieurement prise en considération sous la forme de l'affaiblissement en dB de l'indice de force des sons sur le trajet des courants d'écho (mesuré par l'EARS) et du temps de propagation aller-retour sur le trajet des courants d'écho, en millisecondes.

Le présent supplément présente les modèles d'appréciation de l'indice de transmission sous forme de l'équivalent de référence en dB d'une communication complète, du bruit de circuit en dB_{mp} aux bornes d'entrée d'un poste téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception, de l'équivalent de référence en dB du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et du temps de propagation aller-retour en millisecondes sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui parle. L'annexe A illustre des résultats d'évaluation représentatifs.

2 Modèles d'évaluation de l'indice de transmission

2.1 Equivalent de référence global et bruit de circuit

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence global et le bruit de circuit est:

$$R_{LN} = -34,88 - 2,257 \sqrt{(L'_e - 8,2)^2 + 1} - 2,0294 N'_F + 1,883 L'_e + 0,02037 L'_e N'_F \quad (2-1)$$

où

L'_e est l'équivalent de référence d'une communication téléphonique complète (en dB).

N'_F est le bruit total effectif (en dB_{mp}) à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception. Le bruit total effectif s'obtient en additionnant la puissance du bruit de circuit N'_C , le bruit de circuit équivalent N'_{Re} en fonction du bruit de salle et le bruit de circuit équivalent N'_{Qe} en fonction du bruit de quantification.

N'_C est le bruit de circuit (en dB_{mp}) à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception.

N'_{Re} est le bruit de circuit équivalent (en dB_{mp}) au bruit de salle mesuré à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception (voir le § 2.2).

N'_{Qe} est le bruit de circuit équivalent (en dB_{mp}) au bruit de quantification mesuré à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception (voir le § 2.3).

L'indice de transmission en fonction de l'équivalent de référence total et du bruit de circuit est indiqué à la figure 1 dans laquelle on a utilisé pour N'_{Re} une valeur de $-62,63$ dB_{mp}. Le facteur de largeur de bande k_{BW} défini au § 2.4 est égal à l'unité.

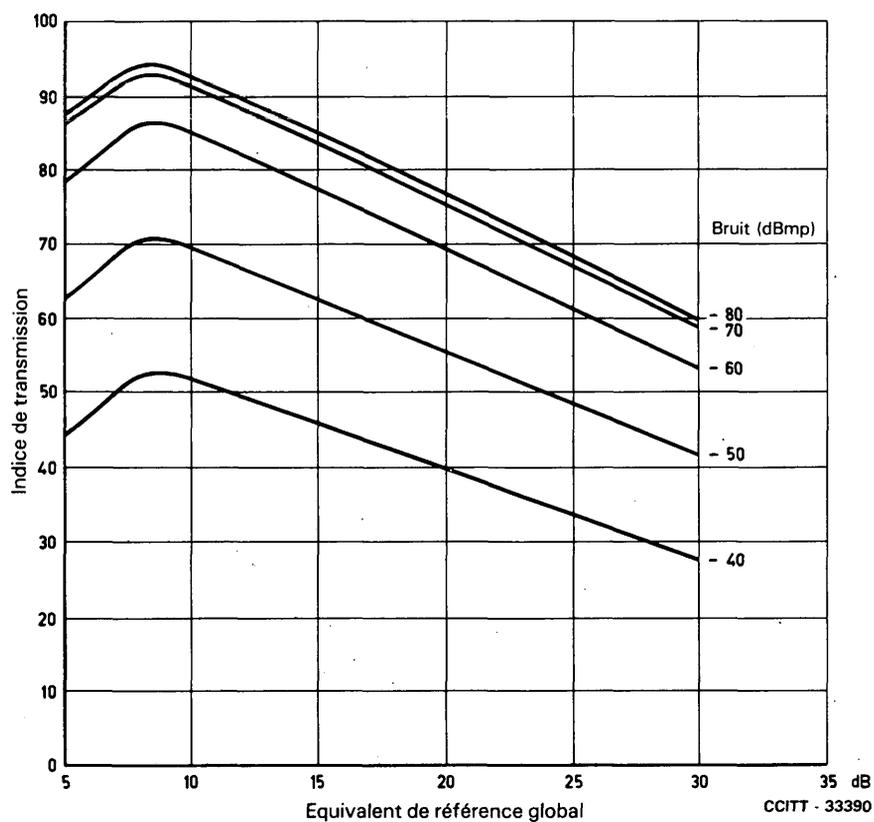


FIGURE 1
Indice de transmission pour l'équivalent de référence global
et le bruit de circuit

2.2 Bruit de circuit équivalent en fonction du bruit de salle

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission applicable au bruit de circuit équivalent N'_{Re} (en dBmp) en fonction du bruit de salle est:

$$N'_{Re} = N_R - 125 + 0,0078 (N_R - 35)^2 + 10 \log_{10} \left[1 + 10^{\frac{7-L'_s}{10}} \right] \quad (2-2)$$

où

N_R est le bruit de salle en dBA

L'_s est l'équivalent de référence (en dB) du trajet d'effet local de l'appareil téléphonique.

Le bruit de circuit équivalent N'_{Re} est tracé sur la figure 2 en fonction du bruit de salle.

Remarque — Pour le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence et le bruit de circuit, on utilise normalement:

$$N'_{Re} = -62,63 \text{ dBmp} \quad (2-3)$$

Cette valeur résulte de l'analyse des résultats des essais de conversation à partir desquels a été établi le modèle original d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence global et le bruit de circuit.

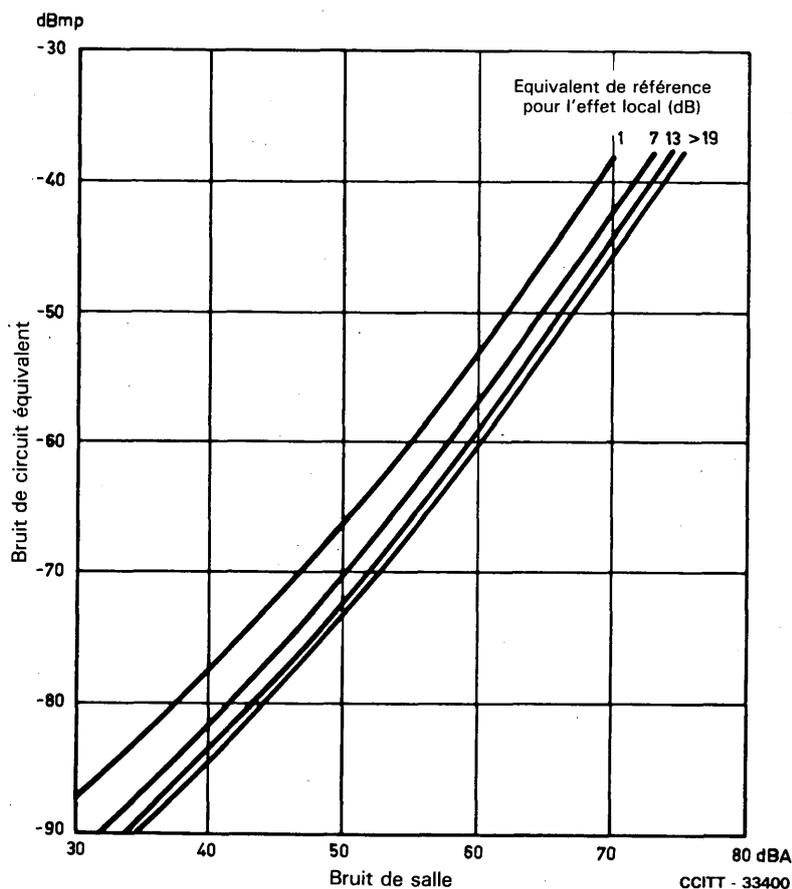


FIGURE 2
Bruit de circuit équivalent au bruit de salle

2.3 Bruit de circuit équivalent au bruit de quantification

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour le bruit de circuit équivalent N'_{Qe} (en dBmp) au bruit de quantification est:

$$N'_{Qe} = V_0 + 1 - S/B \quad (2-4)$$

où

V_0 est le niveau des sons vocaux reçus (en VU) à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence de 0 dB à la réception,

et

S/B est le rapport signal/bruit de circuit (en dB) qui fournit, estime-t-on, une qualité de reproduction vocale équivalente au rapport parole/bruit corrélé à la parole, Q (en dB), tel qu'il est déterminé par l'appareil de référence pour la production de bruit modulé (MNRU).

D'après les essais effectués aux Laboratoires Bell, la valeur de S/B peut être approximativement calculée ainsi:

$$S/B = 2,36 Q - 8,34 \quad (2-5)$$

d'où

$$N'_{Qe} = V_0 - 2,36 Q + 9,34 \quad (2-6)$$

En se fondant sur l'étude du niveau de la parole menée en 1975-1976, on obtient approximativement le niveau de la parole dans les communications nationales du réseau Bell en appliquant la formule:

$$V_0 = -14 - L'_e \quad (2-7)$$

Les valeurs ci-dessous sont des estimations de Q pour des paires de codecs selon qu'on utilise la modulation par impulsions avec codage (MIC), la modulation quasi instantanée avec compresseur-extenseur (NIC), la modulation adaptative différentielle par impulsions et codage (MADIC) ou la modulation adaptative delta (MAD). Elles s'appliquent aux algorithmes particuliers décrits dans la référence [1].

$$\text{MIC: } Q = 0,78 L - 12,9 \quad (2-8)$$

$$\text{NIC: } Q = 0,74 L - 2,8 \quad (2-9)$$

$$\text{MADIC: } Q = 0,98 L - 5,3 \quad (2-10)$$

$$\text{MAD: } Q = 0,42 L + 8,6 \quad (2-11)$$

où

L est le débit binaire de ligne en kbit/s.

S'agissant de communications avec des paires de codecs en tandem, la valeur totale de Q peut être calculée approximativement par la formule:

$$Q = -15 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^n 10^{-\frac{Q_i}{15}} \right] \quad (2-12)$$

2.4 Largeur de bande et distorsion d'affaiblissement

On peut modifier le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence et le bruit de circuit pour y inclure l'influence de la largeur de bande (et de la distorsion d'affaiblissement). L'indice de transmission R_{LNBW} , pour l'équivalent de référence, le bruit de circuit et la largeur de bande est donné par la formule:

$$R_{LNBW} = (R_{LN} - 22,8)k_{BW} + 22,8 \quad (2-13)$$

dans laquelle:

$$k_{BW} = k_1 k_2 k_3 k_4 \quad (2-14)$$

et

$$k_1 = 1 - 0,00148(F_l - 310) \quad (2-15)$$

$$k_2 = 1 + 0,000429(F_u - 3200) \quad (2-16)$$

$$k_3 = 1 + 0,0372(S_l - 2) + 0,00215(S_l - 2)^2 \quad (2-17)$$

$$k_4 = 1 + 0,0119(S_u - 3) - 0,000532(S_u - 3)^2 - 0,00336(S_u - 3)(S_l - 2) \quad (2-18)$$

où

F_l, F_u sont les limites inférieure et supérieure de la bande (en Hz) auxquelles la réponse acoustique/acoustique est inférieure de 10 dB à la réponse à 1000 Hz; (pour $F_u > 3200$ Hz, une valeur de 3200 Hz doit être utilisée).

S_l, S_u sont les pentes de réponse inférieure et supérieure dans la bande (en dB/octave) pour des fréquences respectivement inférieures et supérieures à 1000 Hz qui donnent lieu au même affaiblissement d'indice des sons que les courbes de réponse effectives.

Les figures 3 et 4 montrent l'influence des limites F_l et F_u de la bande et des pentes S_l et S_u dans la bande, sur le facteur de largeur de bande k_{BW} .

Remarque – Les fonctions relatives au facteur de largeur de bande k_{BW} ont été choisies de telle sorte que $k_{BW} = 1$ quand $F_l = 310$ Hz, $F_u = 3200$ Hz, $S_l = 2$ dB/octave et $S_u = 3$ dB/octave.

Ces réponses sont représentatives de celles qui sont utilisées dans les essais visant à formuler le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'équivalent de référence et le bruit de circuit.

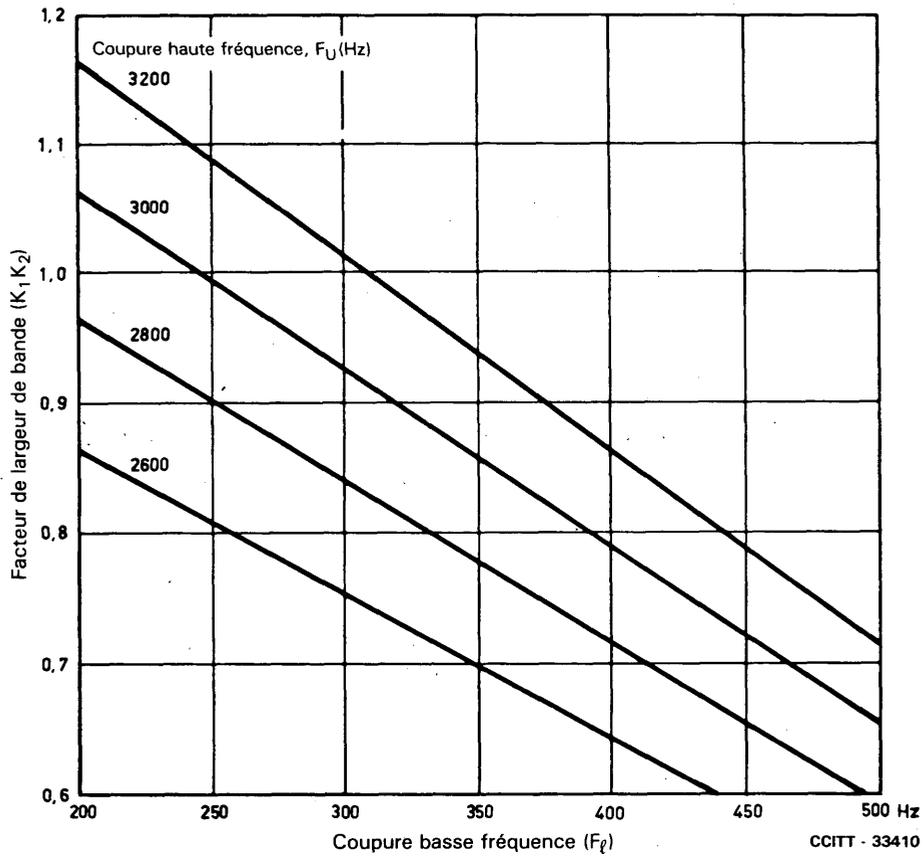


FIGURE 3
Facteur de largeur de bande

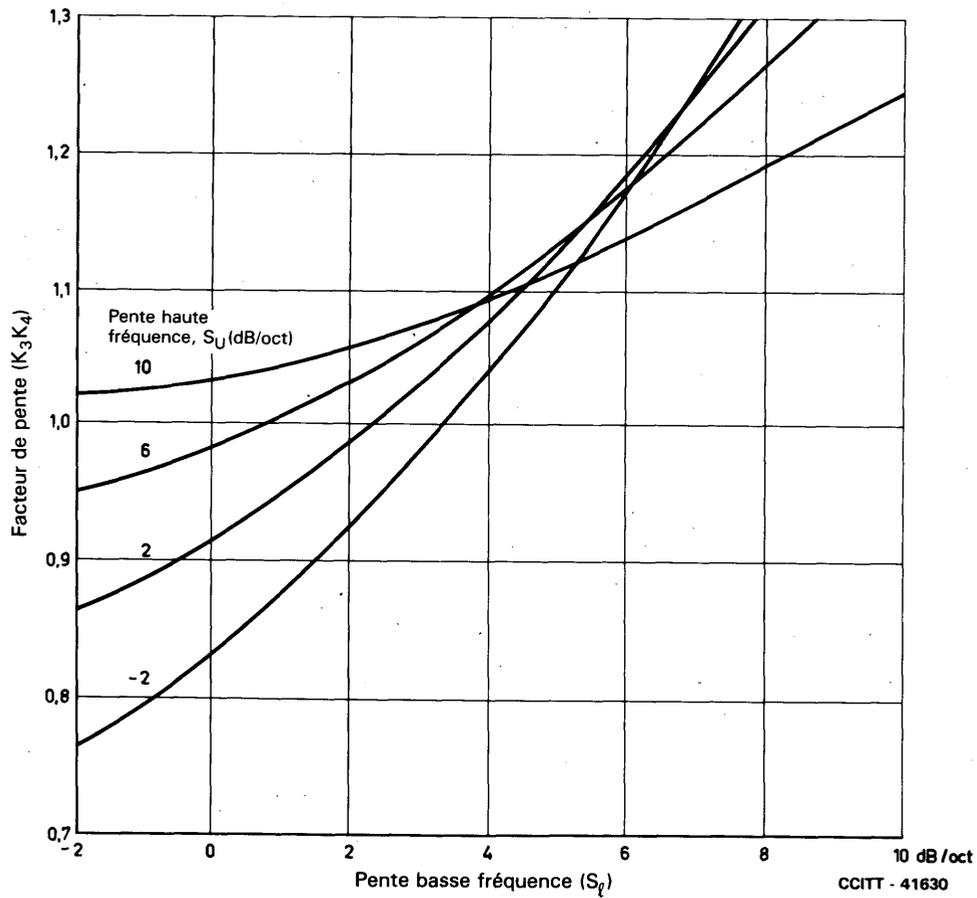


FIGURE 4
Facteur de pente du modèle d'évaluation de la distorsion d'affaiblissement

2.5 *Echo pour la personne qui écoute*

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission de l'écho pour la personne qui écoute est le suivant:

$$R_{LE} = 9,3 (WEPL + 7) (D_L - 0,4)^{-0,229} \quad (2-19)$$

où

WEPL est l'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute (en dB)

$$= -20 \log_{10} \frac{1}{3200} \int_{200}^{3400} 10^{\frac{EPL(f)}{20}} df \quad (2-20)$$

EPL(f) est l'affaiblissement du trajet des courants d'écho (en dB) en fonction de la fréquence, en Hz,

D_L est le temps de propagation aller-retour sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute en millisecondes.

L'indice de transmission *R_{LE}* en fonction de l'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho et du temps de propagation sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute est indiqué à la figure 5.

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission *R_{LE}* pour l'écho pour la personne qui écoute peut être combiné avec l'indice de transmission pour l'équivalent de référence et le bruit de circuit afin d'obtenir l'indice de transmission global, comme suit:

$$R_{LNLE} = \frac{R_{LN} + R_{LE}}{2} - \sqrt{\left[\frac{R_{LN} - R_{LE}}{2}\right]^2 + 13^2} \quad (2-21)$$

La figure 6 montre les courbes obtenues au moyen de la relation susmentionnée pour l'indice de transmission en fonction de l'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute et du temps de propagation sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute, en présence d'un équivalent de référence global de 16 dB et d'un bruit de circuit de -60 dBmp.

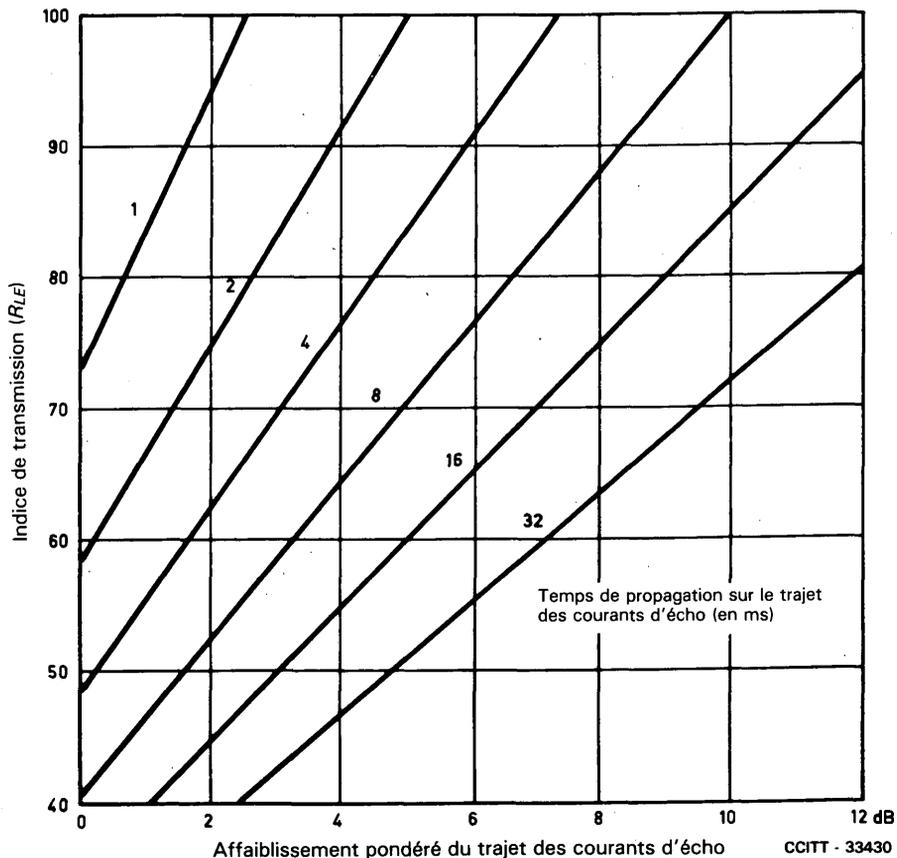


FIGURE 5

Indice de transmission pour l'écho de la personne qui écoute

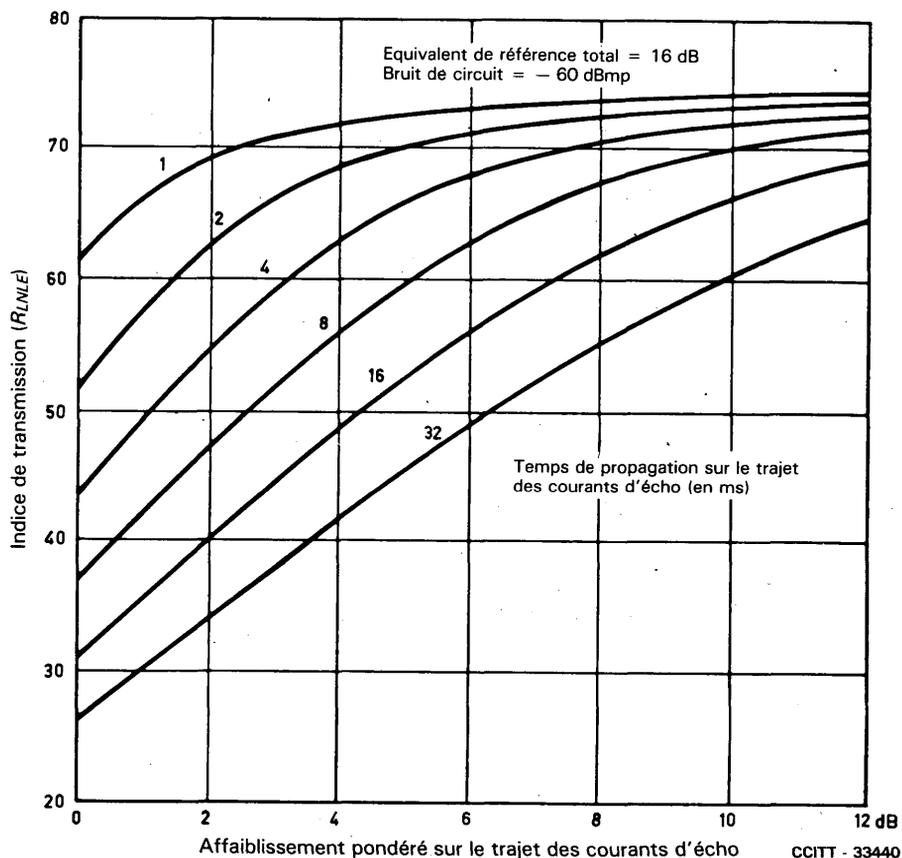


FIGURE 6

Indice de transmission pour l'affaiblissement, le bruit et l'écho pour la personne qui écoute

2.6 Echo pour la personne qui parle

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour l'écho pour la personne qui parle est donné par la formule:

$$R_E = 92,73 - 53,45 \log_{10} \left[\frac{1 + D}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{480}\right)^2}} \right] + 2,277 E \quad (2-22)$$

où

E est l'équivalent de référence (en dB) du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et,

D est le temps de propagation aller et retour (en ms) sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui parle.

L'indice de transmission en fonction de l'affaiblissement du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et du temps de propagation sur ce trajet est indiqué à la figure 7; il a été obtenu en excluant l'influence du bruit de circuit et de l'équivalent de référence global. La conversion des résultats des essais d'écho pour la personne qui parle, qui comprennent des valeurs choisies de l'équivalent de référence et du bruit de circuit, en échelle de l'indice de transmission a été faite au moyen du modèle R_{LN} .

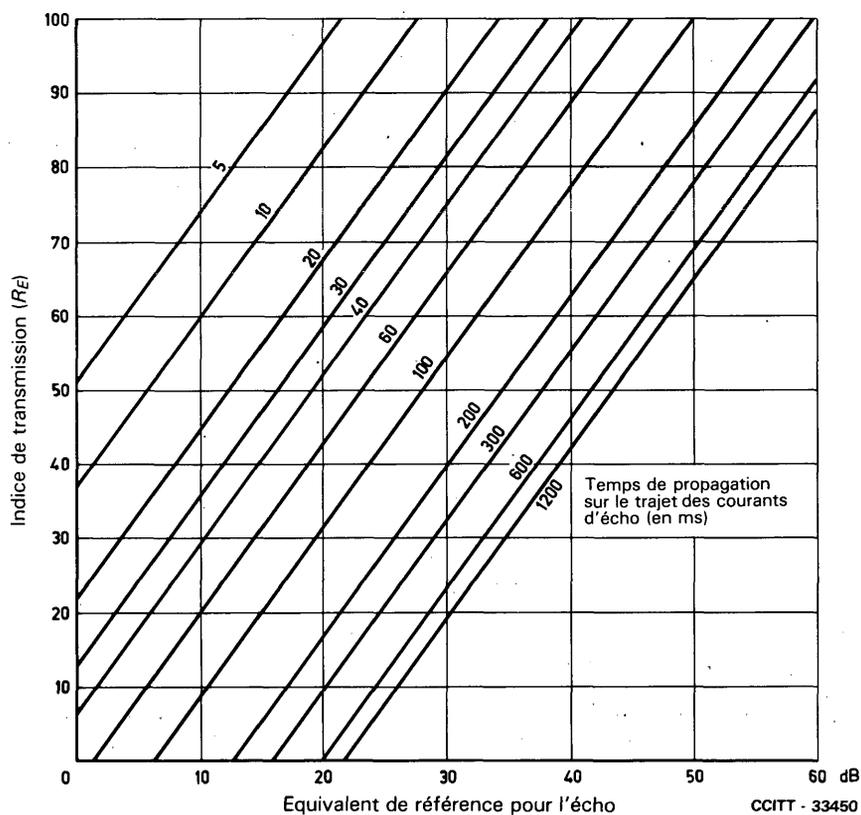


FIGURE 7

Indice de transmission pour l'écho pour la personne qui parle

Le modèle d'évaluation de l'indice de transmission pour les effets combinés de l'équivalent de référence global, du bruit de circuit, de l'affaiblissement du trajet des courants d'écho et du temps de propagation sur ce trajet est le suivant:

$$R_{LNE} = \frac{R_{LN} + R_E}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_{LN} - R_E}{2}\right)^2 + 100} \quad (2-23)$$

La figure 8 montre les courbes tracées au moyen de la relation précitée pour l'indice de transmission en fonction de l'affaiblissement du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et du temps de propagation sur ce trajet, en présence d'un équivalent de référence global de 16 dB et d'un bruit de circuit de -60 dBmp.

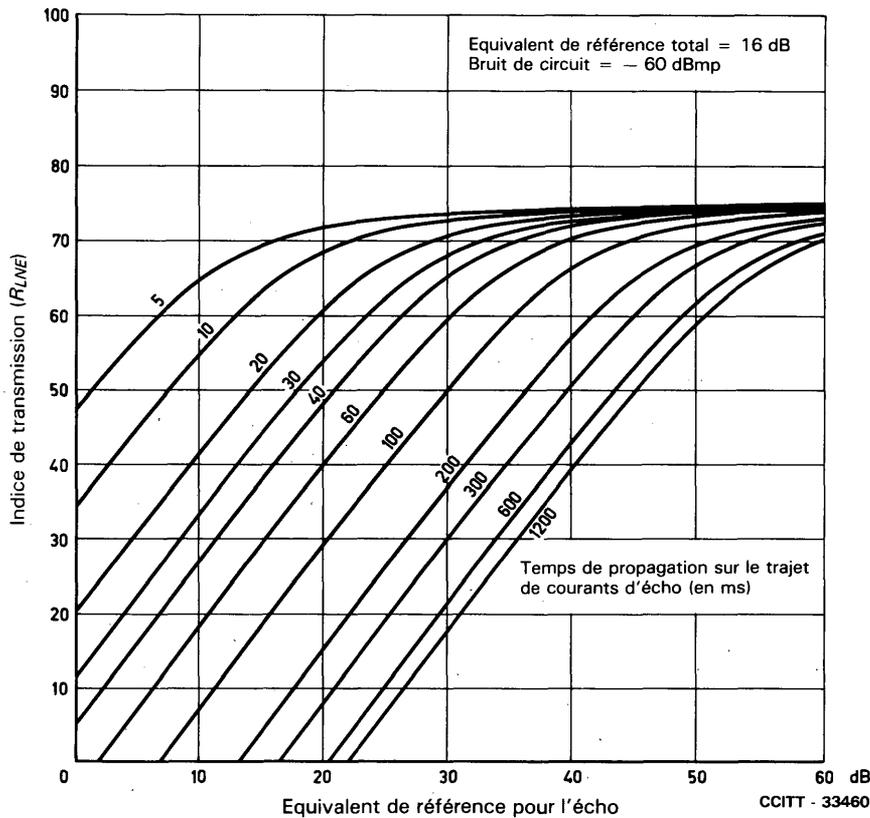


FIGURE 8
Indice de transmission pour l'écho pour la personne qui parle

3 Modèles d'appréciation subjective

On a constaté que l'appréciation subjective sous la forme d'un pourcentage de notes d'opinion dans les cinq catégories (E, G, F, P, U) pour une condition donnant lieu à un indice de transmission donné dépend de divers facteurs, comme le groupe des sujets, la gamme des conditions d'essai, l'année au cours de laquelle l'essai a eu lieu et l'utilisation pour les essais de conversations en laboratoire ou de conversations téléphoniques normales. La proportion des appréciations bon + excellent (G + E) ou médiocre plus non satisfaisant (P + U) peut être calculée à partir des formules suivantes:

$$G + E = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^A e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2-24)$$

$$P + U = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_B^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (2-25)$$

A et B sont indiqués ci-dessous pour les principales bases de résultats.

Pour chaque base de données, la relation entre les appréciations subjectives et l'indice de transmission est indiquée à la figure 9.

<i>Base de résultats</i> ¹⁾	<i>A</i>	<i>B</i>
Essai SIBYL de Murray Hill 1965	(R-64,07)/17,57	(R-51,87)/17,57
Essais de conversation du CCITT	(R-62)/15	(R-43)/15
Enquêtes de l'AT&T relatives à des communications interurbaines nationales	(R-51,5)/15,71	(R-40,98)/15,71

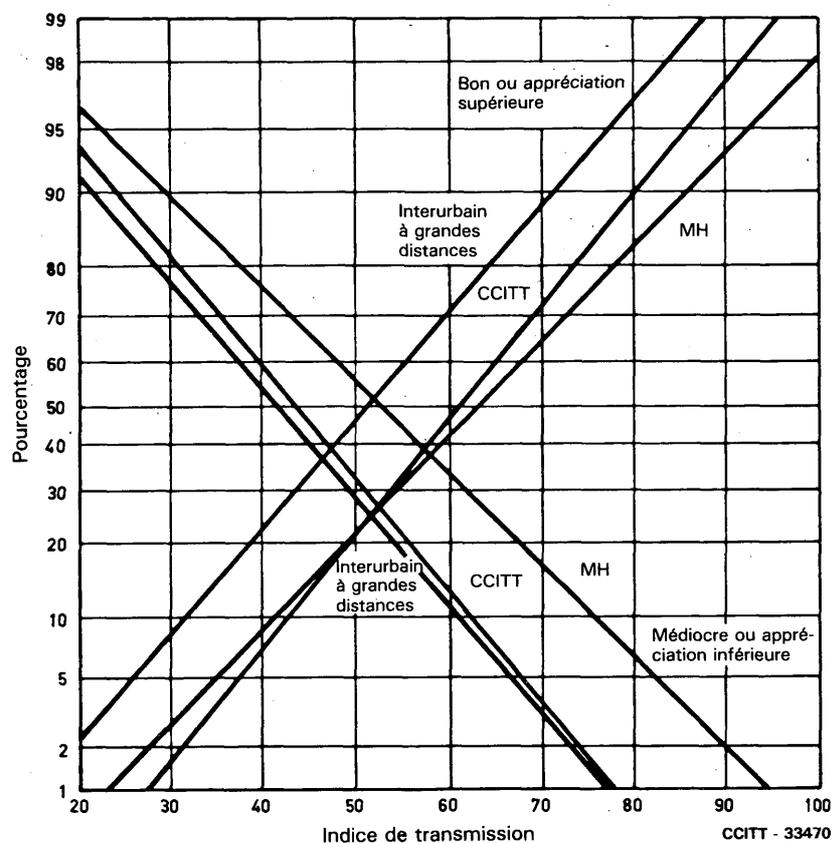


FIGURE 9
 Comparaison des appréciations subjectives en fonction de l'indice de transmission

¹⁾ Ces trois bases de résultats traduisent différentes relations entre l'échelle de l'indice de transmission et les appréciations subjectives déterminées au cours de différents essais comme indiqué ci-après:

Essai SIBYL de Murray Hill 1965: Appréciations sur les communications d'affaires internes entre employés des Laboratoires Bell.

Essais de conversation du CCITT: Modèle composite d'appréciations recueillies lors d'essais de conversation en laboratoire et soumises au CCITT pendant la période d'études 1972-1976 [3].

Enquêtes de l'AT&T relatives à des communications interurbaines nationales: Appréciations exprimées par les clients de Bell System lors de questions posées à des usagers à la suite d'une communication interurbaine à grande distance.

Appréciations subjectives des dégradations de transmission**A.1 Introduction**

Les chiffres figurant dans la présente annexe montrent l'influence relative des dégradations de transmission typiques sur les appréciations subjectives. Ils sont fondés sur les modèles d'évaluation de l'indice de transmission décrits ci-dessus. Ces appréciations consistent en une échelle d'opinions à cinq notes (excellent, bon, passable, médiocre et mauvais ou non satisfaisant) et les résultats sont présentés sous la forme d'un pourcentage d'opinions bon ou mieux (bon plus excellent) et médiocre ou mauvais (médiocre plus mauvais). Trois formules sont décrites ci-dessus pour convertir l'indice de transmission en appréciations subjectives. La formule utilisée dans la présente annexe correspond aux résultats des essais de conversation soumis au CCITT par plusieurs Administrations au cours de la période d'études 1973-1976.

A.2 Equivalent de référence global et bruit de circuit

Les appréciations subjectives pour les effets combinés de l'équivalent de référence global (en dB) et du bruit de circuit (en dBmp) sont indiquées aux figures A-1 et A-2. Le bruit de circuit se rapporte à l'entrée d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence à la réception de 0 dB. Dans ces figures, le bruit du circuit équivalent au bruit de salle est de $-62,63$ dBmp et la largeur de bande (entre fréquences donnant lieu à un affaiblissement de 10 dB par rapport à 1000 Hz) est comprise entre 310 et 3200 Hz.

A.3 Bruit de quantification dû aux dispositifs MIC

Les résultats d'appréciation de l'influence du bruit de quantification dû aux dispositifs en tandem MIC de conversion à 7 bits et à 8 bits de la loi μ et de la loi A sont représentés aux figures A-3 et A-4. Pour ces résultats on suppose un équivalent de référence global de 16 dB et un bruit de circuit de -60 dBmp. Les hypothèses en matière de bruit de salle et de largeur de bande sont les mêmes que celles du § A.2. On admet par hypothèse que le niveau des sons vocaux à la sortie d'un appareil téléphonique ayant un équivalent de référence à l'émission de 0 dB est de -10 VU.

A.4 Largeur de bande

L'influence sur les appréciations subjectives de la largeur de bande entre fréquences donnant lieu à un affaiblissement de 10 dB par rapport à 1000 Hz est indiquée aux figures A-5 et A-6. Pour ces résultats, on a supposé un équivalent de référence global de 16 dB et un bruit de circuit de -60 dBmp.

A.5 Echo pour la personne qui écoute

L'effet de l'écho pour la personne qui écoute sur les appréciations subjectives est indiqué aux figures A-7 et A-8. Sur ces figures, l'opinion est tracée en fonction de l'affaiblissement pondéré (en dB) du trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute et du temps de propagation aller-retour (en ms) sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui écoute, comme défini ci-dessus. On admet par hypothèse un équivalent de référence global de 16 dB et un bruit de circuit de -60 dBmp.

A.6 Echo pour la personne qui parle

Les appréciations subjectives pour l'écho pour la personne qui parle sont présentées aux figures A-9 et A-10 en fonction de l'équivalent de référence en dB du trajet des courants d'écho pour la personne qui parle et du temps de propagation aller-retour en ms sur le trajet des courants d'écho pour la personne qui parle. Ici encore, on suppose un équivalent de référence global de 16 dB et un bruit de circuit de -60 dBmp.

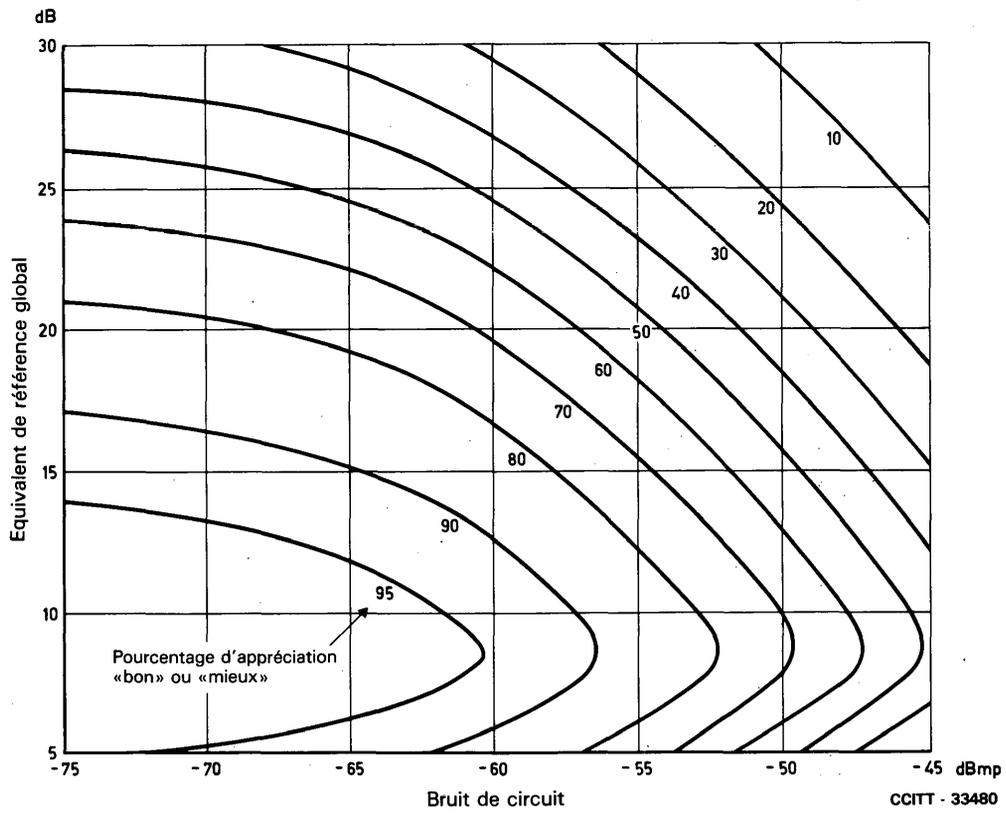


FIGURE A-1

Appréciations subjectives pour l'équivalent de référence global et le bruit de circuit

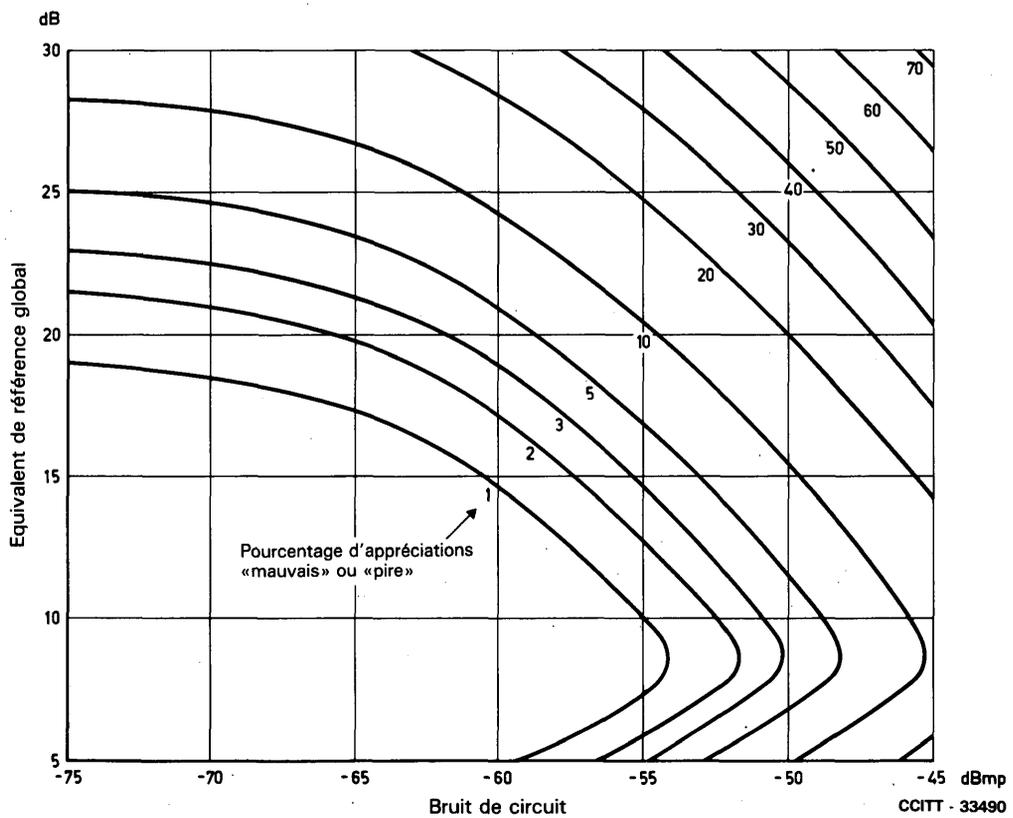


FIGURE A-2

Appréciations subjectives pour l'équivalent de référence global et le bruit de circuit

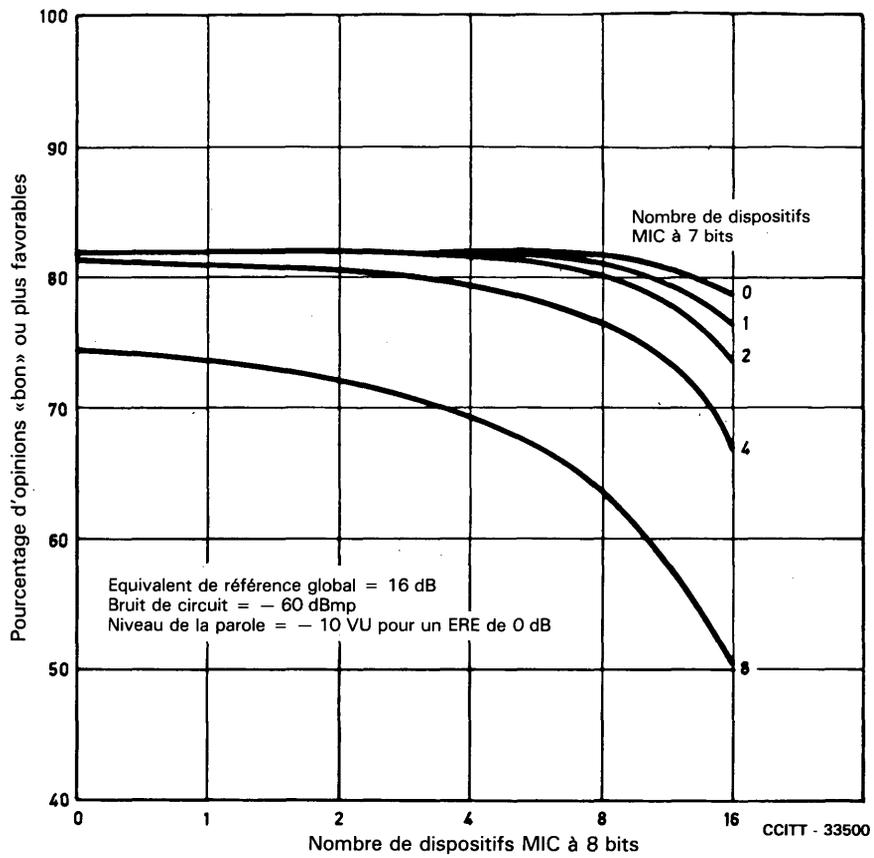


FIGURE A-3
 Appréciations subjectives pour les dispositifs MIC en tandem

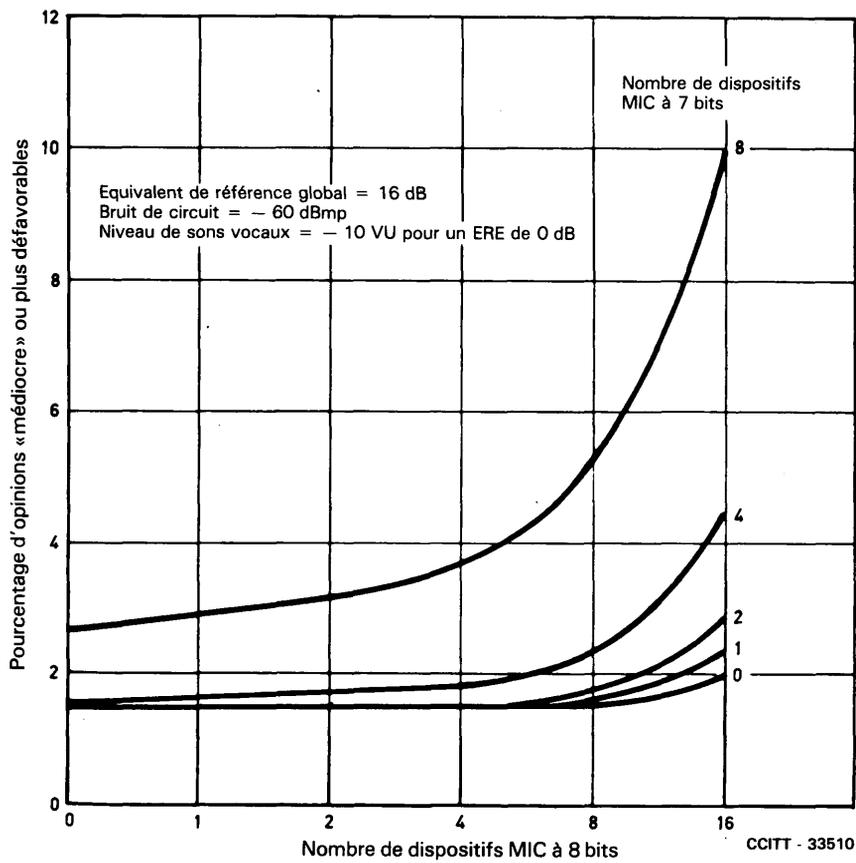


FIGURE A-4
 Appréciations subjectives pour les dispositifs MIC en tandem

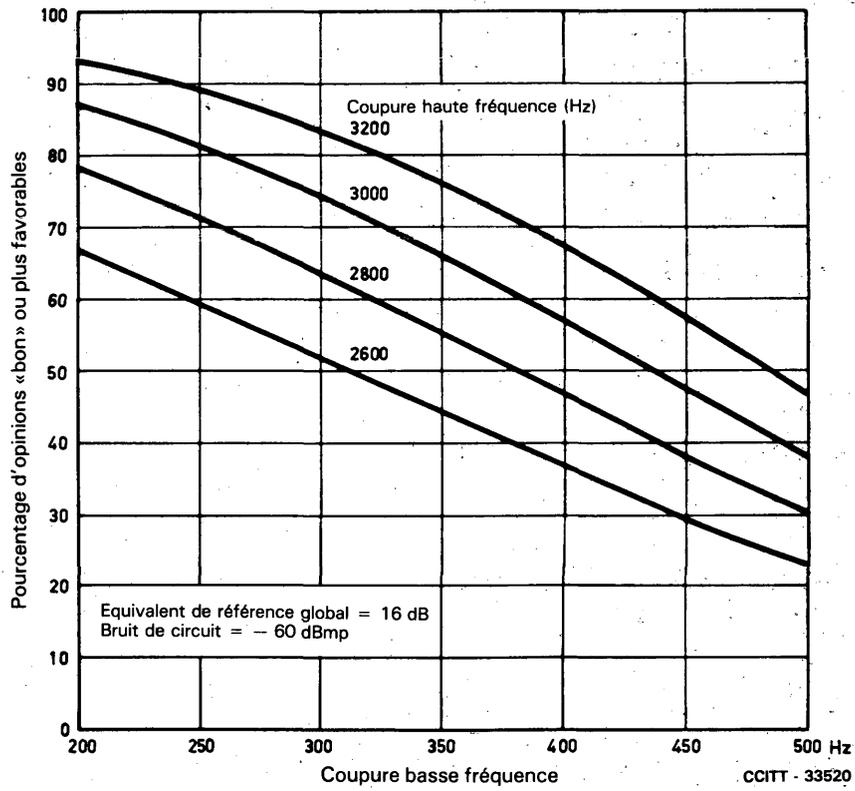


FIGURE A-5
Appréciations subjectives pour la largeur de bande

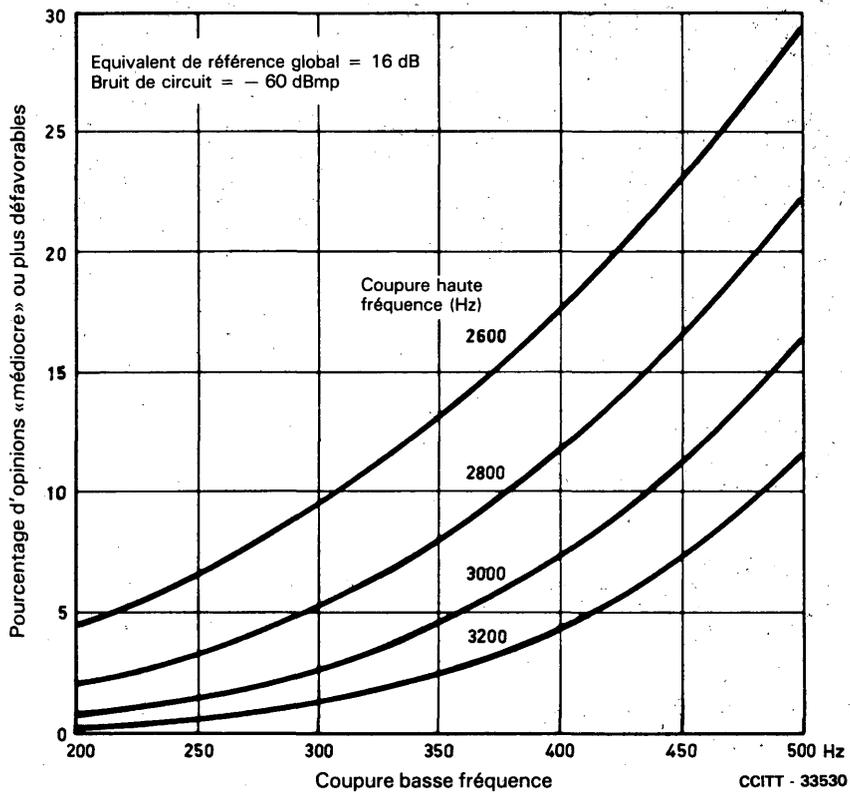


FIGURE A-6
Appréciations subjectives pour la largeur de bande

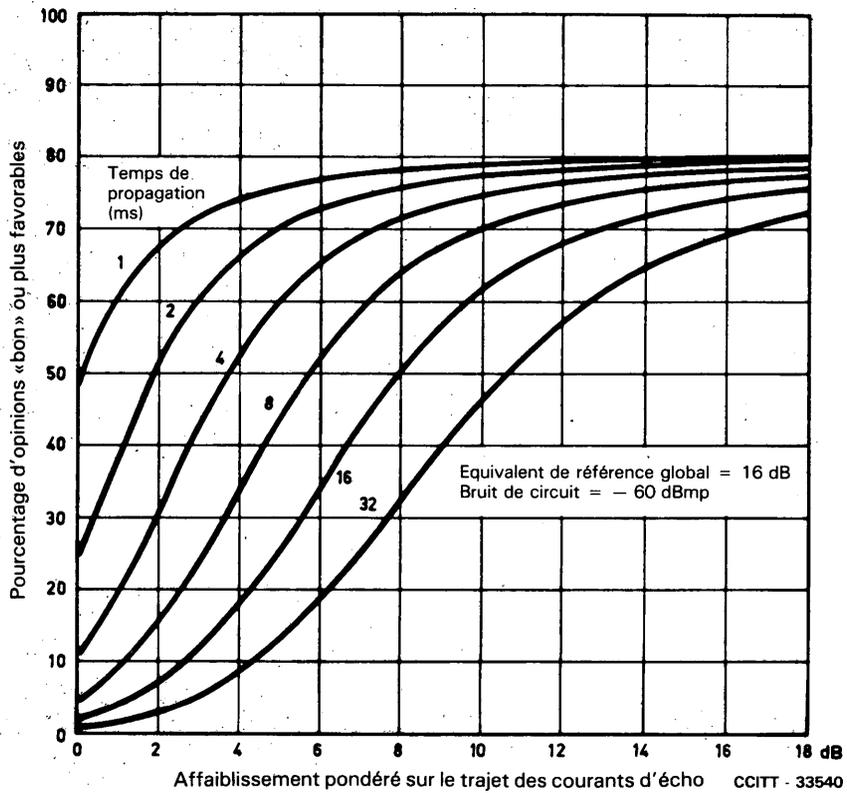


FIGURE A-7
Appréciations subjectives pour l'écho pour la personne qui écoute

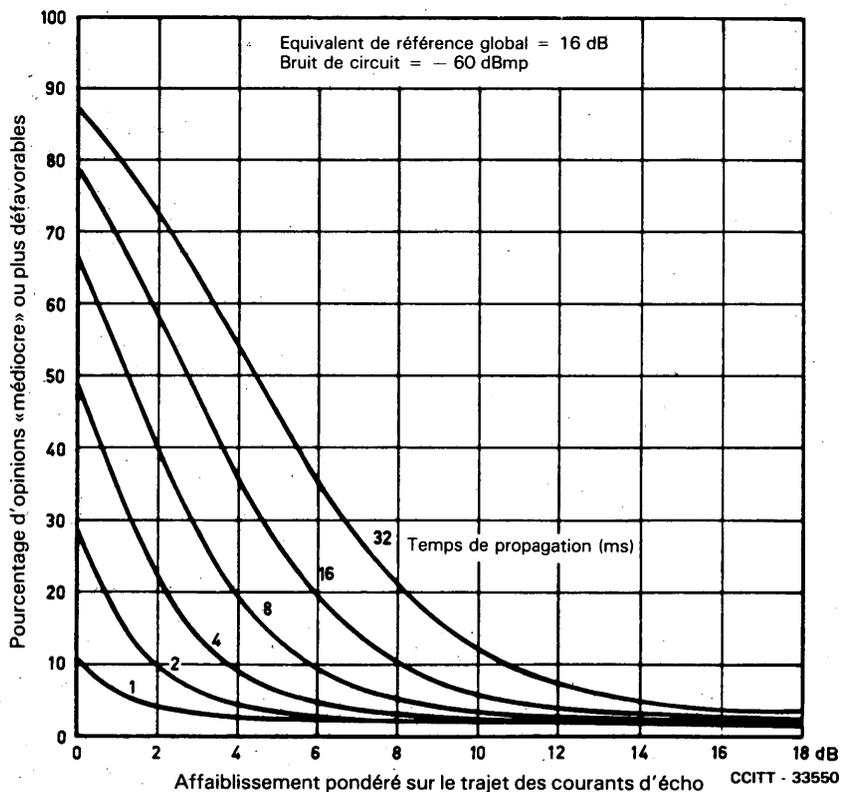


FIGURE A-8
Appréciations subjectives pour l'écho pour la personne qui écoute

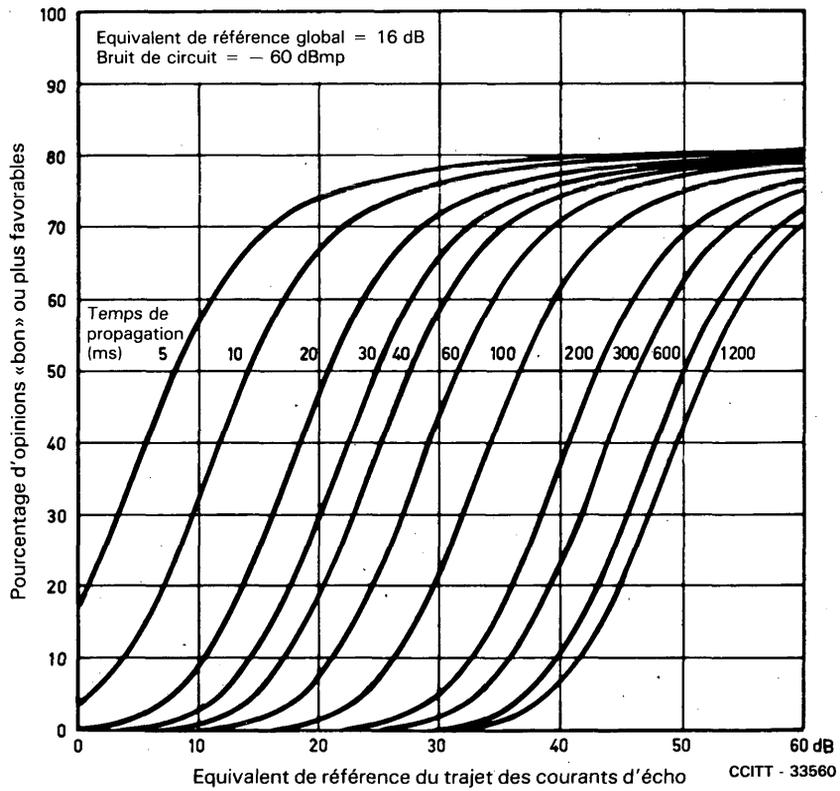


FIGURE A-9
Appréciations subjectives pour l'écho pour la personne qui parle

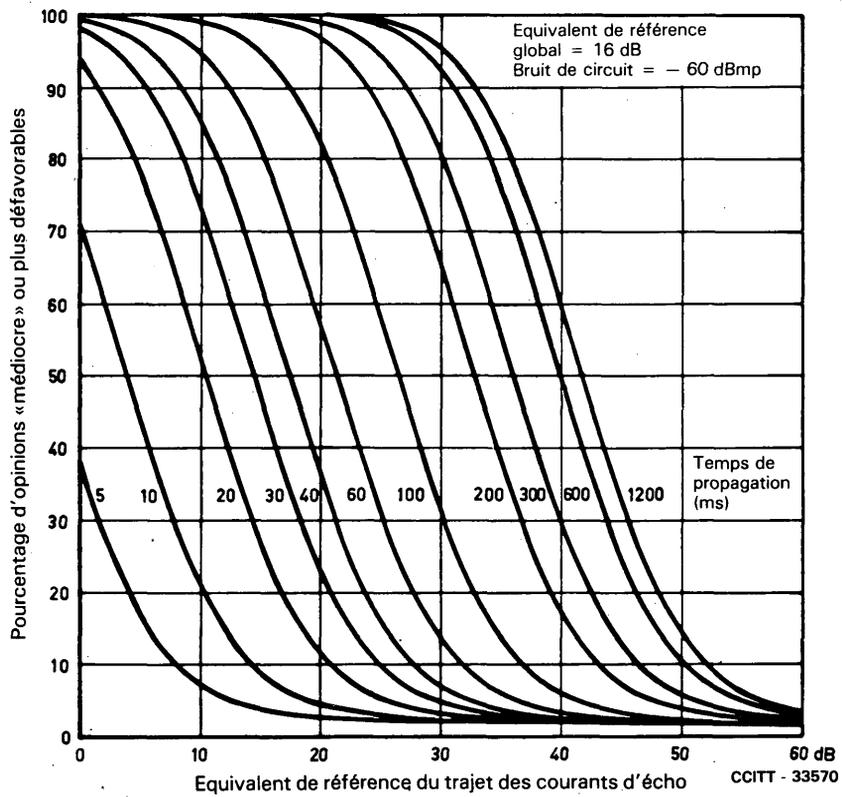


FIGURE A-10
Appréciations subjectives pour l'écho pour la personne qui parle

Références

- [1] DAUMER (W. R.) et CAVANAUGH (J. R.): A subjective comparison of selected digital codecs for speech, *Bell System Technical Journal*, vol. 57, n° 9, pp. 3119-3165, novembre 1978.
- [2] CAVANAUGH (J. R.), HATCH (R. W.) et NEIGH (J. L.): A model for the subjective effects of listener loss, noise and talker echo on telephone connections, *Bell System Technical Journal*, vol. 59, n° 6, pp. 1009-1060, juillet-août 1980.
- [3] CCITT – Question 4/XII, annexes 2 et 3, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Bibliographie

CAVANAUGH (J. R.), HATCH (R. W.) et NEIGH (J. L.): A model for the effects of listener echo on telephone connections, en cours de publication.

SULLIVAN (J. L.): A laboratory system for measuring loudness loss of telephone connections, *Bell System Technical Journal*, vol. 50, n° 8, pp. 2663-2739, octobre 1971.

Supplément n° 4

PRÉVISION DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION À PARTIR DE MESURES OBJECTIVES

(Genève, 1980)

(cité dans l'Avis P.11)

(Contribution du British Telecom)

Résumé

Le British Telecom fait souvent usage d'un modèle théorique pour prévoir la qualité de transmission des communications téléphoniques. On trouvera ci-après une brève description de la structure de ce modèle, du programme d'ordinateur CATNAP – lequel reproduit sous forme simplifiée le modèle pour permettre les opérations périodiques – ainsi que des moyens de spécifier les communications d'une façon pratique et commode.

1 Types de modèles

La Question 7/XII [1] admet deux types de modèles pour prévoir la qualité de transmission d'une communication téléphonique complète au cours d'une conversation. Le premier type, mentionné en [2], repose sur le traitement purement empirique d'observations fondamentales et peut conduire à établir un jeu de tableaux, des graphiques ou des formules relativement simples qui représentent la qualité de transmission en fonction de certaines qualités objectives. Dans un modèle de ce type, où l'attention se porte uniquement sur la correspondance entre l'entrée (quantités objectives) et la sortie (qualité subjective), la *forme* des fonctions employées ne joue en elle-même aucun rôle. Si, pour des raisons de commodité, on recherche généralement la simplicité, on ne l'obtient qu'aux dépens de la généralité. Par ailleurs, il est souvent difficile d'étudier les interactions entre des dégradations différentes, et un modèle purement empirique doit habituellement faire l'objet d'une révision complète lorsqu'on y introduit une nouvelle dégradation; supposons, par exemple, que des relations aient été établies entre l'affaiblissement, le bruit et la note d'opinion pour une largeur de bande déterminée: si cette largeur de bande passe à une nouvelle valeur constante, il faudra déterminer de nouveau les fonctions et non pas procéder simplement à un ajustement constant de la sortie. En bref, on ne peut raisonnablement attendre d'un modèle purement empirique que des prévisions de valeur limitée.

Les modèles du second type (mentionnés en [3]) sont conçus pour remédier à ces inconvénients: la structure du processus d'évaluation reflète dans ce cas les relations de cause à effet qui conduisent de l'entrée (propriétés de la communication, environnement acoustique, caractéristiques d'ouïe des participants, sons vocaux, systèmes de langage, etc.) à la sortie (satisfaction des participants ou évaluation de la qualité de transmission). Un tel modèle est évidemment plus compliqué que le premier et sa réalisation initiale demande plus de travail; en revanche, il peut par la suite se développer et s'appliquer d'une manière plus facile et plus sûre. A mesure que l'on dispose de données plus fiables et plus nombreuses, on peut et on doit revoir les paramètres numériques mais la structure, si on l'a bien choisie, demandera rarement d'importantes modifications. Comme outil de recherche, le

second modèle se prête bien plus facilement qu'une collection de formules, utiles mais arbitraires, à l'élaboration d'hypothèses de travail. Comme outil de planification ou d'application, il se prête en outre aisément à une reproduction par programme informatique dans lequel on peut introduire à l'entrée des données faciles à recueillir (affaiblissements, longueurs des lignes, etc.).

2 Modèle et programmes : SUBMOD, CATPASS ET CATNAP

Le modèle ici décrit est le modèle fondamental. Il a pour objet de prévoir, à partir des données subjectives fournies, l'évaluation de la force des sons, le degré de difficulté à l'écoute, les notes d'opinion concernant les conversations et les niveaux vocaux. Il est reproduit dans un programme appelé SUBMOD (abréviation de MODÈLE SUBJECTIF) qui permet de modifier les paramètres du modèle afin de mieux faire concorder la théorie et l'observation. L'article décrit en [4] une version plus ancienne de ce modèle.

Au stade actuel de développement, le modèle donne d'assez bons résultats en ce qui concerne les effets subjectifs de l'affaiblissement de circuit, de la distorsion affaiblissement en fonction de la fréquence, du bruit de circuit, du bruit de quantification, du bruit de salle et des trajets d'effet local pour une gamme assez étendue de valeurs et de combinaisons de ces caractéristiques. Les effets de certains autres phénomènes, qui peuvent eux aussi être approximativement évalués, ne sont pas encore incorporés dans le modèle. On n'a pas encore tenté de couvrir des caractéristiques telles que les effets de la commutation par la voix, du codage à fréquences vocales et d'autres moyens sophistiqués propres à réduire le débit d'information. Comparer les groupes de facteurs énumérés dans la Question 7/XII [1].

Le programme CATPASS [5] (COMPUTER-AIDED TELEPHONY PERFORMANCE ASSESSMENT) représentait le même modèle sous une forme simplifiée, à paramètres fixes, avec des dispositifs de calcul de la réponse efficacité en fonction de la fréquence sur une communication complète formée par une chaîne d'appareils ordinaires (postes téléphoniques, câbles, ponts d'alimentation, jonctions et filtres). Il était similaire au système décrit en [6] et [7], mais son organisation était différente. CATPASS ne pouvait cependant traiter que des communications symétriques, c'est-à-dire des communications sur lesquelles les caractéristiques de transmission, de bruit de salle, d'effet local et de tout autre facteur pertinent étaient les mêmes pour les deux participants. Le programme CATPASS a maintenant cédé la place au programme CATNAP (COMPUTER-AIDED TELEPHONE NETWORK ASSESSMENT PROGRAM), qui représente une forme plus développée du modèle à paramètres fixes, permettant l'asymétrie des communications, et contenant des dispositifs de rassemblement de statistiques relatives à la qualité de transmission sur des séries de communications [8].

3 Situation à reproduire

Représentons par A et B deux correspondants «moyens» engagés dans une conversation téléphonique établie par une liaison qui se termine par des combinés téléphoniques situés dans des locaux sans réverbération anormale et où sont observés les niveaux spécifiés du bruit de salle. Par «moyens» on entend les correspondants dont les caractéristiques d'audition et d'élocution sont représentatives, ces correspondants ayant une attitude normale devant leur poste téléphonique, de sorte que leur appréciation de la liaison téléphonique peut être mesurée par la note moyenne d'opinion (Y_C) et le pourcentage de difficulté (%D) que donnerait un essai de conversation, comme il est décrit en [9]. Y_C peut prendre toute valeur comprise entre 4 et 0, l'échelle étant la suivante: 4 = excellent, 3 = bon, 2 = assez bon, 1 = médiocre, 0 = mauvais. %D peut évidemment prendre toute valeur comprise entre 0 (pour les meilleures communications) et 100% (pour les plus mauvaises).

Pour une communication donnée, les quantités les plus intéressantes sont Y_C , %D et le niveau vocal pour chaque participant. D'autres quantités auxiliaires présentant une certaine utilité sont cependant calculées au cours de l'évaluation, par exemple les indices de force des sons des différents trajets (calculés conformément à l'Avis P.79) et Y_{LE} , la note moyenne d'effort à l'écoute qui résulterait d'un essai d'écoute conduit comme l'indique le document cité en [9]. Dans ce type d'essai d'écoute, des listes de phrases ayant à l'entrée un niveau vocal normalisé sont transmises sur la communication et l'auditeur se prononce, pour un certain nombre de niveaux d'écoute différents, sur «l'effort d'écoute nécessaire à la compréhension des phrases» en utilisant l'échelle suivante:

- A détente absolue; aucun effort,
- B attention nécessaire; pas d'effort appréciable,
- C effort modéré,
- D effort considérable,
- E signification incompréhensible en dépit de tous les efforts possibles.

Les notes correspondantes sont les suivantes: A = 4, B = 3, C = 2, D = 1, E = 0; la moyenne établie sur tous les auditeurs s'appelle l'opinion d'effort à l'écoute, Y_{LE} , pour chaque niveau d'écoute et chaque condition de circuit.

On trouvera de plus amples renseignements sur les essais de conversation et les essais d'audition en [10], ainsi que dans le document cité en [9].

4 Description générale du modèle

A l'entrée, le modèle demande les données suivantes:

- 1) la caractéristique globale efficacité en fonction de la fréquence de chaque trajet de transmission (de la bouche de la personne qui parle à l'oreille de la personne qui écoute en passant par la communication) et du trajet d'effet local (de la bouche de la personne qui parle à sa propre oreille). Ces efficacités peuvent être mesurées en suivant la méthode décrite dans l'Avis P.64 ou calculées comme il est indiqué en [5];
- 2) le niveau et le spectre de bruit à l'oreille de chaque personne qui écoute, englobant le bruit de circuit, le bruit de salle parvenant directement à l'oreille de la personne qui écoute et le bruit de salle perçu par celle-ci par l'intermédiaire du trajet d'effet local. En l'absence de mesures spécifiques, on admet des niveaux et des spectres de bruit normalisés, par exemple un bruit de salle avec un spectre de Hoth à 50 dBA, un bruit de circuit avec spectre à bande limitée à un niveau de pondération psophométrique spécifié;
- 3) le spectre moyen des sons vocaux et le seuil moyen d'audition, donnés à titre d'exemples dans le document cité en [11].

C'est à partir de ces données que l'on calcule les indices de force des sons. Avec des niveaux vocaux fixes, on évalue pour chaque participant Y_{LE} et une valeur provisoire de Y_C . Les relations entre Y_C et le niveau vocal à chaque extrémité servent ensuite à affiner les valeurs des deux caractéristiques, de sorte que les estimations finales représentent la qualité de transmission à des niveaux réalistes du volume vocal pendant les conversations.

5 Calcul de la force des sons et des indices de force des sons

Le modèle commence par régler le niveau des sons vocaux émis par chaque interlocuteur sur une valeur normalisée et par calculer le niveau et le spectre résultant de la parole et du bruit à l'oreille de chaque personne qui écoute. La force des sons des signaux vocaux reçus est calculée en fonction du niveau du signal, du niveau du bruit et du seuil d'audition, avec intégration sur la gamme de fréquences qui va normalement de 150 à 4500 Hz (14 bandes, la plus basse centrée sur 200 Hz et la plus haute centrée sur 4000 Hz). On calcule de façon similaire la force des sons des signaux vocaux pour l'effet local, mais en tenant compte de l'effet supplémentaire de masque exercé par la parole qui atteint l'oreille dans des conditions naturelles (par trajet aérien ou par conduction osseuse). Les indices de force des sons des différents trajets sont évalués par comparaison avec la force des sons des signaux vocaux transmis sur un système de référence intermédiaire: indices de la force des sons à l'émission (SLR), indices de la force des sons à la réception (RLR), indices de force des sons pour l'effet local (STMR) à chaque extrémité et indices de force des sons globaux (OLR) dans chaque direction.

La méthode est décrite en [12], mais n'est pas ici exposée en détail. La partie «force des sons» du modèle est par elle-même importante (par exemple pour étudier la Question 19/XII [13]), mais les indices de force des sons n'entrent que marginalement dans des calculs qui suivent. Le spectre des sons vocaux et le seuil masqué par le bruit sont toutefois le point de départ pour d'autres calculs que celui de la force des sons.

6 Calcul de la note d'opinion d'effort à l'écoute

Cette partie du modèle vise à reproduire les résultats que donnerait un essai d'écoute.

On a trouvé possible d'estimer Y_{LE} en suivant un processus similaire au processus déjà bien connu pour calculer l'opinion relative à la force et à la netteté des sons. Pour commencer, on calcule comme suit une quantité intermédiaire appelée indice d'opinion à l'écoute (IOE); chaque bande constitutive de la gamme de fréquences apporte à IOE une contribution proportionnelle au produit $B'_f P(Z_f)$, où B'_f est un facteur de pondération de fréquence qui exprime l'importance relative de cette bande constitutive pour une compréhension sans effort et où P est une fonction de croissance appliquée au niveau de sensation Z (déjà évalué pour calculer la force des sons). Les valeurs réelles des pondérations de fréquence diffèrent quelque peu des valeurs utilisées pour calculer la force et la netteté des sons; la fonction de croissance est limitée à la gamme de 0 à 1, comme pour la netteté, mais la formule utilisée est:

$$P(Z) = 10^{\frac{Z + 3,8}{10}} \quad \text{si } Z < -11,$$

$$P(Z) = 1 - 10^{\frac{-0,3(Z + 14)}{10}} \quad \text{si } Z \text{ a une autre valeur}$$

IOE est proportionnel à $\int B'_f P(Z_f) df$, mais en pratique l'intégrale est remplacée par une sommation couvrant un certain nombre de bandes (normalement 14) dans chacune desquelles Z_f et B'_f demeurent assez constants, comme dans le cas de l'évaluation de la force des sons. La formule utilisée en pratique est la suivante:

$$IOE = AD \sum_i B'_i P(Z_i)$$

où

B'_i est la pondération de fréquence pour la i -ème bande (voir le diagramme de la figure 1),

Z_i est la valeur moyenne de Z dans la i -ème bande,

P est la fonction de croissance appropriée (représentée à la figure 2),

A est un multiplicateur qui dépend du niveau vocal à la réception; la valeur de A est de 1 pour une gamme étroite de niveaux centrée sur le niveau optimal, mais elle décroît rapidement si l'on s'écarte de cette gamme (voir la figure 3), et

D est un multiplicateur dont la valeur dépend du niveau de bruit à la réception [bruit de circuit injecté (ICN)-(RLR)], avec une valeur décroissant lentement de 1 pour des niveaux de bruit négligeables à 0 pour des niveaux très élevés (voir la figure 4).

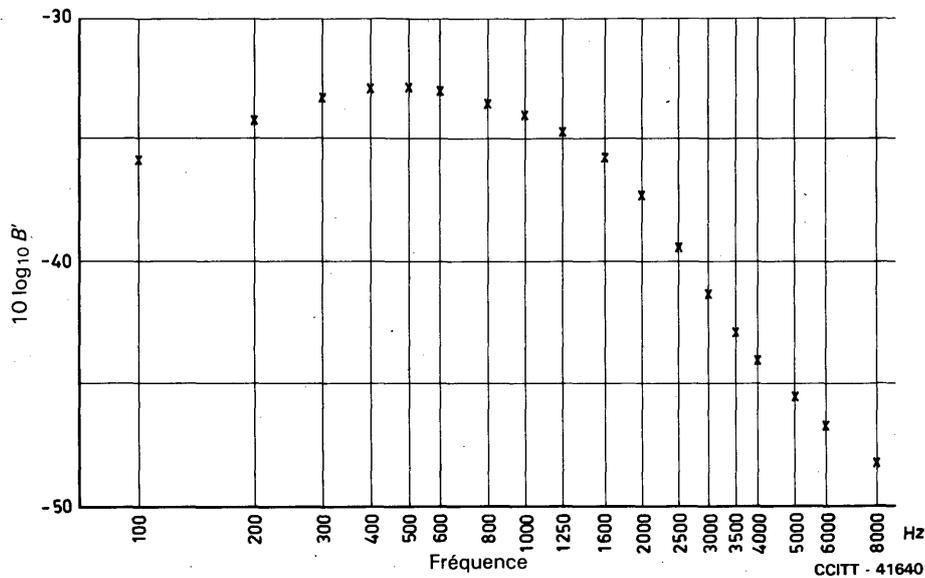


FIGURE 1

Facteur B' de pondération de fréquence pour l'indice d'opinion à l'écoute

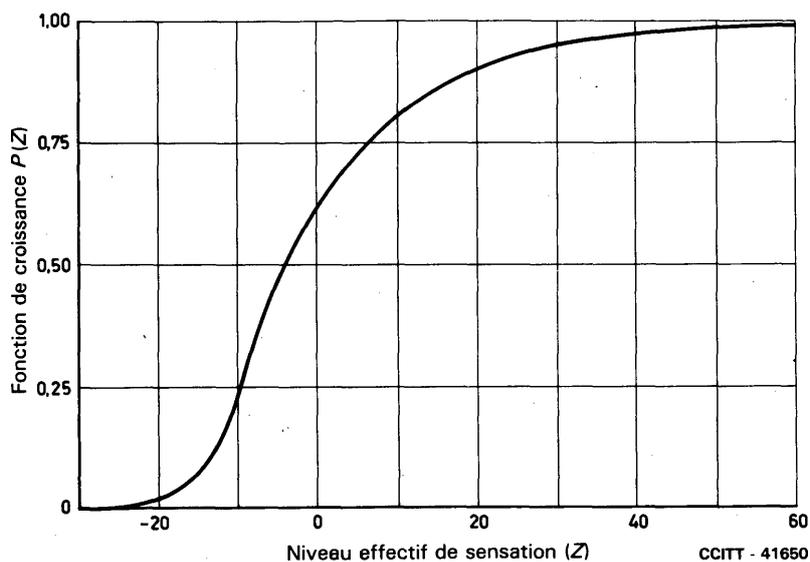


FIGURE 2

Fonction de croissance $P(Z)$

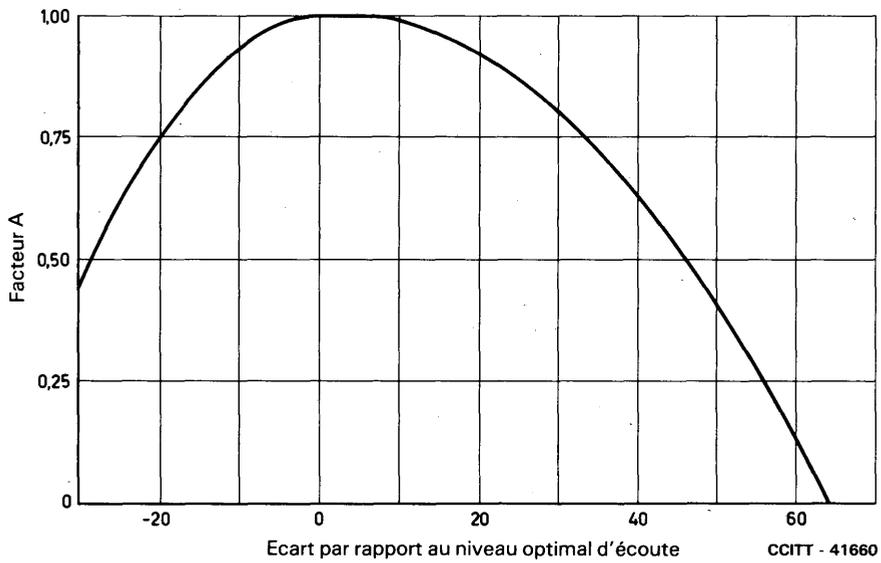


FIGURE 3
Effet du niveau d'écoute sur l'indice d'opinion à l'écoute

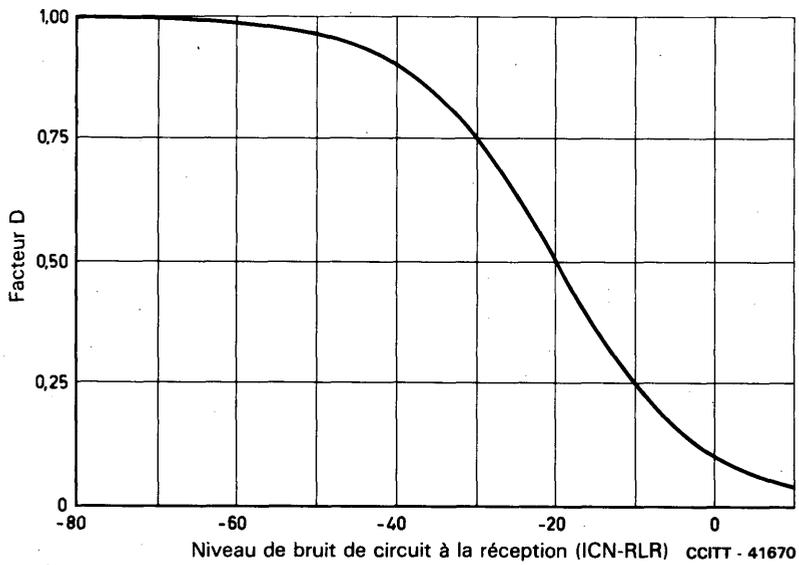


FIGURE 4
Effet du niveau de bruit à la réception sur l'indice d'opinion à l'écoute

Ce n'est donc que pour des signaux vocaux à large bande, exempts de bruit et de distorsion, et pour un niveau d'audition optimal, que IOE atteint sa valeur maximale de 1.

La relation entre IOE et Y_{LE} dépend de la qualité de transmission à laquelle les personnes qui écoutent ont été accoutumées les derniers temps. On constate que le critère de jugement des sujets est principalement déterminé par la meilleure condition de circuit rencontrée pendant l'expérience en cours ou, pour les communications réelles, par la qualité des meilleures communications généralement obtenues. Par exemple, une condition de circuit à laquelle a été attribuée une note presque égale à 4 pendant une expérience où c'était la condition optimale, n'obtiendra peut-être que la note 3 si la même expérience comporte une condition en pratique parfaite et une note d'environ 3,5 si, dans la même expérience, la meilleure condition équivaut, du point de vue de la qualité, à la meilleure communication à laquelle on peut normalement s'attendre avec le système téléphonique de British Telecom. Un paramètre IOE_{LIM} , introduit à ce propos, spécifie la valeur de IOE qui correspond à la valeur maximale de Y_{LE} ; ce paramètre est généralement fixé à 0,885 quand la qualité des communications est évaluée par rapport à la qualité observée sur le réseau téléphonique de British Telecom. En termes généraux la relation est la suivante:

$$\ln\left(\frac{Y_{LE}}{4 - Y_{LE}}\right) = 1,465 \left[\ln\left(\frac{IOE}{IOE_{LIM} - IOE}\right) - 0,75 \right]$$

ainsi que le montre la figure 5. Cela nous amène au point où Y_{LE} a été évalué pour chaque participant en fonction du niveau d'écoute – en particulier, au niveau d'écoute établi pour chacun des participants lorsque son interlocuteur parle au niveau vocal de référence (NVR) défini en [14].

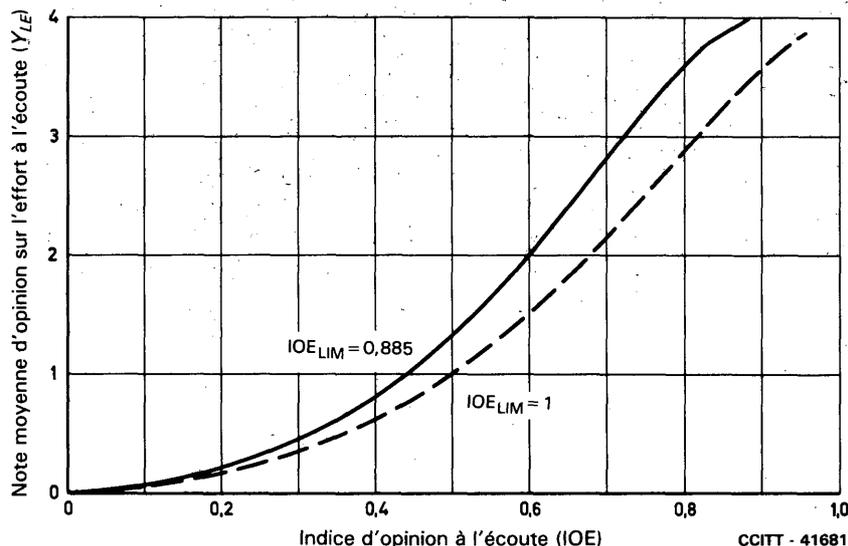


FIGURE 5

Note d'opinion à l'écoute en fonction de l'indice d'opinion à l'écoute

7 Calcul de la note d'opinion pour la conversation

Pour convertir une valeur de Y_{LE} , au niveau d'écoute approprié, à la valeur correspondante de la note moyenne d'opinion pour la conversation (Y_C), il est nécessaire de tenir compte des écarts du niveau vocal moyen par rapport à NVR.

Le symbole V_L représente le niveau vocal (en dBV) à la sortie d'une extrémité d'émission lorsque le niveau acoustique à l'entrée (point de référence de la bouche) est NVR. Pendant la conversation, un niveau différent (V_C) prévaudra généralement au même point, les participants tendant à élever la voix si les signaux vocaux qui leur parviennent sont faibles ou de qualité médiocre et à baisser la voix si ces signaux sont forts. En d'autres termes, V_C à l'extrémité A dépend de Y_{LE} à l'extrémité A, ce qui dépend de V_C à l'extrémité B, ce qui dépend de Y_{LE} à l'extrémité B, ce qui dépend à son tour de V_C à l'extrémité A. Il y a donc une dépendance circulaire ou effet de réaction.

Les trajets d'effet local donnent lieu à des complications lorsque les indices de force des sons pour l'effet local (STMR) sont inférieurs à 13 dB (sans compter la contribution de bruit apportée par l'environnement dans la voie de réception, comme on l'a déjà expliqué). Toutes choses égales d'ailleurs, le niveau vocal de chaque interlocuteur diminue de presque 1 dB chaque fois que, en dessous de 13 dB, STMR diminue de 3 dB. Etant donné l'effet de réaction, il s'ensuit une nouvelle modification des notes d'opinion et des niveaux vocaux aux deux extrémités.

Ajoutons que des niveaux très élevés d'effet local sont par eux-mêmes déplaisants, notamment quand d'autres facteurs conduisent à la médiocre qualité d'une communication.

Les formules suivantes semblent assez bien représenter cette interaction complexe:

$$\ln\left(\frac{Y_C}{4 - Y_C}\right) = 0,7 \left[\ln\left(\frac{Y_{LE}}{4 - Y_{LE}}\right) + 0,5 - \frac{(13 - \text{STMR})}{20} \left(\frac{4 - Y_{LE}}{Y_{LE}}\right)^2 \right] \quad (7-1)$$

$$V_C - V_L = 4,5 - 2,1 Y_C - K(13 - \text{STMR}) \quad (7-2)$$

où

$K = 0,3$ si $\text{STMR} < 13$,

$K = 0$ si $\text{STMR} \geq 13$.

En insérant dans la formule (7-1) la valeur de Y_{LE} déjà trouvée pour l'extrémité A – qui s'appliquerait pour $V_C = V_L$ à l'extrémité B – on obtient une première approximation de Y_C , puis, à partir de la formule (7-2) une approximation de V_C à l'extrémité A. Les premiers calculs sont répétés avec ce niveau vocal pour trouver une nouvelle valeur de Y_{LE} à l'extrémité B, d'où une approximation de Y_C et V_C à l'extrémité B. Le processus se répète cycliquement jusqu'à ce que toutes les valeurs de Y_C convergent vers une valeur établie; toutes les conditions sont alors simultanément remplies.

La figure 6 montre la forme de la relation résultante entre Y_{LE} et Y_C pour deux STMR différentes, avec V_C à sa valeur propre.

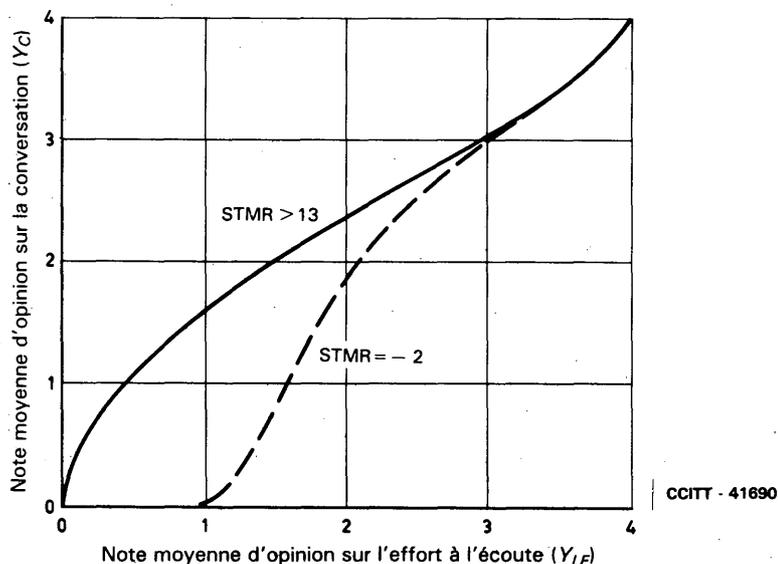


FIGURE 6

Note d'opinion sur la conversation en fonction de la note d'opinion à l'écoute

8 Evaluation d'autres mesures subjectives de la qualité de transmission

On a mis au point des relations pour différentes dichotomies de l'échelle d'opinion – par exemple, proportion des notes supérieures à 2 (notes correspondant à «excellent» ou «bon») – et pour le pourcentage de réponses positives à la question «difficulté» [9].

Par exemple, le pourcentage «difficulté» est représenté par la formule

$$\ln \left(\frac{D}{1-D} \right) = -2,3 \ln \left(\frac{Y_C}{4-Y_C} \right)$$

où

$$D \times 100 = \% D.$$

Ces relations ne sont cependant satisfaisantes que pour certains types de dégradations; leur examen se poursuit.

9 Correspondance entre les valeurs calculées et les valeurs observées

Pour des communications symétriques, à condition d'exclure de très hauts niveaux d'effet local et de bruit de salle, le modèle concorde assez bien avec les résultats d'essais de conversation en laboratoire effectués au Royaume-Uni. Les plus récents essais en laboratoire montrent pour les niveaux vocaux et, par conséquent, les notes d'opinion, une tendance à la baisse par rapport aux résultats antérieurement observés, mais les relations entre les conditions de circuit n'en sont pas très perturbées. On croit, bien que cela ne soit pas encore tout à fait établi, que les mêmes relations demeurent valides pour d'autres populations de sujets – en particulier pour la population des usagers habituels de British Telecom – même si d'autres populations de sujets ou d'autres méthodes expérimentales peuvent conduire à des notes d'opinion différentes en valeur absolue.

On ne dispose que relativement peu de résultats d'expériences portant sur des communications asymétriques, mais ces résultats indiquent que le modèle prévoit une trop grande divergence entre les deux extrémités de la communication – surtout pour V_C , à un degré moindre que pour Y_C . Il est proposé d'introduire une caractéristique de réaction pour réduire la divergence entre les deux valeurs de V_C , mais il faudra veiller à ce qu'il n'en résulte pas une trop grande réduction de la divergence pour Y_C . Dans l'annexe A, la communication fictive de référence 4 donne un exemple de calculs CATNAP pour une série de communications avec affaiblissements asymétriques: comparer ces prévisions avec celles données en [18].

10 Incorporation de dégradations diverses

10.1 Distorsion de quantification MIC

L'article décrit en [15] une méthode de traitement des effets de la distorsion de quantification dans les systèmes MIC. Il y est établi qu'une quantité Q , représentant en dB la valeur efficace du rapport parole/bruit de quantification, peut être évaluée, pour tout type spécifié de système MIC, en fonction du niveau vocal à l'entrée. On a constaté que l'effet subjectif d'une valeur donnée de Q est approximativement celui d'un niveau de bruit de circuit continu inférieur de G dB au niveau vocal, $G = 1,07 + 0,285 Q + 0,0602 Q^2$. Ainsi, pour une communication comportant des liaisons MIC, il faut inclure une évaluation du niveau de bruit équivalent dans le processus itératif qui détermine V_C : chaque approximation successive de V_C conduit à une nouvelle valeur de Q , d'où une nouvelle valeur de G , d'où une nouvelle contribution au bruit de circuit à prendre en considération pour calculer la nouvelle valeur de Y_{LE} . Dans la pratique, ces modifications ont un effet négligeable, sauf si le niveau vocal à l'entrée du système MIC tombe au-dessous d'environ -25 dBV, ou si le bruit de circuit au même point est très élevé, ou encore si le niveau vocal à l'entrée est si haut (par exemple > -5 dBV) qu'il se produit une appréciable limitation de crête.

10.2 Compression-extension syllabique

On peut facilement traiter le cas d'un compresseur-extenseur syllabique 2/1 en trouvant un niveau de bruit continu subjectivement équivalent.

Soit S le niveau des signaux vocaux à l'entrée du compresseur et N le niveau de bruit (psophométriquement pondéré) qui se produit entre le compresseur et l'extenseur, S et N étant exprimés en dB par rapport au niveau non affecté. Les niveaux résultants à la sortie de l'extenseur seront alors ceux indiqués au tableau 1.

TABLEAU 1

	Parole	Bruit en même temps que la parole	Bruit en l'absence de parole
Niveau à l'entrée du compresseur	S	—	—
Gain du compresseur (dB)	-S/2	—	—
Niveau à la sortie du compresseur et à l'entrée de l'extenseur	S/2	N	N
Gain de l'extenseur (dB)	S/2	S/2	N
Niveau à la sortie de l'extenseur	S	N+S/2	2N
Niveau au même point en l'absence de compresseur	S	N	N
Amélioration	—	-S/2	-N

Il est à noter que les valeurs de S et de N étant normalement négatives, les améliorations sont positives. Tout bruit présent à l'entrée du compresseur sera présent au même niveau à la sortie de l'extenseur et se combinerait par addition de puissance avec un autre bruit au même point.

La qualité de transmission subjectivement équivalente s'obtient en remplaçant le compresseur par un niveau de bruit continu satisfaisant aux conditions suivantes:

$$\begin{aligned} \text{amélioration totale} &= 1/3 \text{ (amélioration en présence de parole)} \\ &+ 2/3 \text{ (amélioration en l'absence de parole)} \\ &= -S/6 - 2N/3 \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} \text{niveau de bruit équivalent} &= N - \text{amélioration} \\ &= N + S/6 + 2N/3 = S/6 + 5N/3. \end{aligned}$$

Ce niveau de bruit est de nouveau calculé à partir de V_C pour chaque itération; il sert à calculer la prochaine valeur de Y_{LE} .

10.3 Temps de propagation et écho

L'audibilité et l'effet préjudiciable de l'écho peuvent être exprimés sous forme d'une fonction raisonnablement simple du temps de propagation et de l'indice de force des sons sur le trajet d'écho; toutefois, le rôle plus étendu que jouent, dans la dégradation de la conversation, l'écho et le temps de propagation sur le trajet principal ne peut actuellement que faire l'objet d'une estimation *ad hoc* fondée sur la performance connue de conditions de circuit dans des parties voisines de la gamme étudiée.

10.4 Diaphonie

La partie «force des sons» du modèle peut servir à évaluer, pour différents affaiblissements, l'audibilité de la diaphonie; cette partie permet donc de trouver l'affaiblissement nécessaire pour réduire la diaphonie à un niveau inaudible ou acceptable.

11 Utilisation pratique du modèle

Au niveau académique ou à celui de la recherche, un modèle de ce type sert essentiellement à faciliter la compréhension des principes fondamentaux de la télécommunication entre les êtres humains et à trouver les moyens d'améliorer les techniques appliquées dans les systèmes de télécommunications.

Au niveau de la pratique, le principal avantage du modèle est de coder avec beaucoup d'économie les données concernant la qualité de transmission des communications téléphoniques, ce qui permet de se dispenser de tabulations ou de graphiques longs et complexes. Pour les communications où n'apparaissent que des dégradations «naturelles», le programme CATNAP facilite beaucoup l'emploi courant du modèle. L'utilisateur de ce programme peut tout ignorer de la théorie, à part la signification des termes et des symboles utilisés; normalement, il n'a besoin de procéder à aucune mesure spéciale. Les communications sont spécifiées en termes de quantités et d'éléments normalisés: niveaux de bruit, appareils téléphoniques de types particuliers, longueurs de câble avec indication de la résistance et de la capacité au km, lignes d'affaiblissement avec indication de l'affaiblissement, etc. A partir de ces données, le programme procède à tous les calculs nécessaires et une unité imprime les évaluations de force des sons, les niveaux des signaux vocaux et les notes d'opinion (Y_{LE} et Y_C). La sortie imprimée peut, sur demande, comporter des renseignements plus détaillés.

Il serait évidemment possible de dresser un large tableau de résultats couvrant une grande variété de communications, mais ce tableau serait alors soit de dimensions incommodes, soit d'une valeur limitée par le choix de valeurs fixes et arbitraires pour de nombreuses variables. Dans les deux cas on perdrait l'avantage offert par le modèle: information codée avec économie et obtention sur demande de la partie requise, et uniquement de cette partie.

CATNAP peut aussi être utilisé dans le sens inverse. Supposons que l'on souhaite trouver la valeur d'une variable quelconque de la communication (variable indépendante) qui donnera à l'une des variables dépendantes une valeur donnée. Par passages du programme avec différentes valeurs de la variable indépendante, on identifie une région dans laquelle se trouve la valeur requise; les calculs peuvent alors se répéter à intervalles de plus en plus serrés jusqu'à ce que l'on repère avec une précision suffisante la valeur voulue. Par exemple, quand tous les éléments, à l'exception de la ligne locale, demeurent fixes, on peut trouver la longueur de ligne (pour le type de câble en question) qui donnera des valeurs de OLR inférieures à une quelconque valeur maximale spécifiée ou des valeurs de Y_C supérieures à une quelconque valeur minimale spécifiée. Il est certainement possible d'ajuster plus d'une variable dépendante, mais il faudra alors plus de travail pour trouver les combinaisons qui satisfont au critère.

Ces possibilités sont d'une évidente utilité.

ANNEXE A

(au supplément n° 4)

Qualité de transmission calculée des réseaux téléphoniques

A.1 Introduction

L'objet de la présente annexe est de donner des exemples de résultats obtenus à partir du modèle subjectif que reproduit le programme CATNAP du British Telecom (BT). CATNAP couvre à la fois ce modèle et une section de calcul de la transmission qui permet d'introduire dans le programme des éléments de communication facilement identifiables (longueurs de câble, ponts d'alimentation, etc.). Ces résultats sont des exemples de calculs concernant diverses «communications fictives de référence» (CFR) qui peuvent intervenir dans le réseau ou être utiles aux planificateurs.

Les indices de force des sons ici mentionnés sont calculés conformément à l'Avis P.79, en utilisant les facteurs de pondération donnés en [16]. Les notes d'opinion Y_{LE} et Y_C vont de 0 à 4; elles représentent respectivement l'effort à l'écoute et l'opinion sur la conversation [9]. Les valeurs du courant de ligne indiquées avec les résultats sont déterminées par le programme, qui décide d'après les caractéristiques du système téléphonique local quelles sont parmi un certain nombre de lignes normalisées celles dont le courant est approprié et, en conséquence, quelles sont les valeurs à utiliser pour les caractéristiques des appareils téléphoniques. Le programme donne aussi les niveaux vocaux pour les conditions de parole contrôlées (V_L) et dans les conditions de la conversation (V_C). Ces niveaux, ainsi que des indices de force des sons, sont rapportés aux interfaces (NI et FI) indiquées sur les diagrammes.

Les résultats découlent du modèle tel qu'il existe actuellement. Comme les recherches se poursuivent pour améliorer la corrélation entre les résultats calculés et les résultats expérimentaux, le modèle est susceptible de modification.

A.2 CFR 1 – Communication dans la zone du même central (voir la figure A-1)

Il s'agit d'une communication symétrique, avec une longueur moyenne des lignes d'abonné. La suppression de l'effet local est assez bonne, les niveaux du bruit de salle et du bruit de circuit sont bas, ce qui donne une très bonne note d'opinion concernant la conversation.

A.3 CFR 2 – Communication nationale limite (voir la figure A-2)

Ces deux CFR sont symétriques; elles comprennent des lignes locales limites BT de 1000 Ω /10 dB, des jonctions locales à 4,5 dB et deux jonctions 4 fils, chacune avec un affaiblissement de 3,5 dB; ce sont les limites établies par le plan de transmission de British Telecom [17].

CFR 2 (a) utilise des lignes locales de cuivre à 0,5 mm, qui donnent une bien meilleure adaptation d'impédance pour l'effet local que les lignes de cuivre à 0,9 mm de CFR 2 (b). Le changement du niveau d'effet local (> 10 dB) entraîne, pour la conversation, la chute de la note d'opinion qui passe de 2,1 à 1 (d'assez bon à médiocre).

A.4 CFR 3 – Communication à grande distance avec une jonction MIC (voir la figure A-3)

Pour chaque communication (OLR = 13,3 dB), l'affaiblissement global est beaucoup moins prononcé que dans le cas de CFR 2. Les lignes locales, de longueur moyenne, sont en fil de cuivre de 0,5 mm, ce qui donne une assez bonne adaptation d'impédance pour l'effet local; il n'y a maintenant qu'une seule jonction locale. C'est une jonction MIC à quatre fils à 3 dB. Tout cela est introduit dans le programme sous forme d'un tout unique, caractérisé par les impédances d'adaptation des terminaisons deux/quatre fils, par l'affaiblissement d'adaptation dans chaque direction et par le temps de propagation de phase dans la boucle. Pour cette communication, le bruit de quantification est négligeable en ce qui concerne les niveaux vocaux à l'entrée calculés dans ce cas par CATNAP.

La communication est symétrique du point de vue de l'affaiblissement de transmission, mais une petite différence entre les niveaux d'effet local conduit à donner des notes d'opinion sur la conversation légèrement différentes aux deux extrémités.

A.5 CFR 4 – Asymétrie de l'affaiblissement de transmission (voir la figure A-4)

On a procédé à un certain nombre de calculs pour CFR 4, afin de montrer l'effet de la variation du degré d'asymétrie. Les courbes ne sont pas lissées, elles relient simplement les points portés sur le graphique. Elles montrent l'effet qu'exerce la variation de l'affaiblissement de transmission dans une seule direction (de l'extrémité proche à l'extrémité éloignée) sur la note d'opinion concernant la conversation et sur la tension vocale pendant la conversation. L'affaiblissement de l'extrémité éloignée à l'extrémité proche est maintenu à une valeur constante, de sorte qu'il influence beaucoup moins l'opinion de l'abonné à l'extrémité proche. Les courbes d'opinions indiquent des tendances similaires aux résultats obtenus par Boeryd [18]. Toutefois, les courbes de tension vocales sont plus divergentes et les recherches doivent se poursuivre dans ce domaine.

Le niveau d'effet local n'était en pratique pas affecté par la modification de l'affaiblissement de transmission.

A.6 CFR 5 – Effet du bruit de salle (voir la figure A-5)

Les calculs effectués pour CFR 5 montrent l'effet du changement de niveau du bruit de salle dans le cas d'un abonné avec trajet d'effet local fort (extrémité proche) et d'un abonné avec trajet d'effet local faible (extrémité éloignée). Comme pour CFR 4, la courbe relie simplement les points calculés.

A.7 CFR 6 – Effet du bruit de circuit et de la limitation de bande (voir la figure A-6)

Il s'agit d'une communication utilisant des appareils téléphoniques de référence à quatre fils, permettant la commande de l'effet local. STMR est maintenu à 20 dB, niveau auquel la plupart des abonnés ne le détectent pas.

Une telle communication peut servir à étudier les effets de dégradations particulières de la transmission que l'on fait varier indépendamment les unes des autres. Ici, elle a servi à montrer l'effet exercé par le niveau du bruit de circuit injecté et par la limitation de bande (passe-bas) sur l'effort à l'écoute et sur les notes d'opinion relatives à la conversation; les mesures ont été effectuées dans une gamme d'affaiblissements susceptibles de se produire dans les réseaux téléphoniques.

Comme précédemment, la courbe se borne à relier les points calculés.

A.8 CFR 7 – Calculs multiples avec choix aléatoire d'éléments (voir la figure A-7)

CATNAP est conçu pour faciliter l'évaluation des propositions relatives au réseau téléphonique, et non pas l'évaluation de communications individuelles. Le programme peut procéder à de multiples calculs sur un groupe de communications ou sur une seule communication, avec choix aléatoire d'éléments tirés d'une banque de données.

Ici, le choix aléatoire porte sur les lignes d'abonné dont les caractéristiques sont enregistrées dans une banque où sont rassemblées des données sur 1800 lignes existantes. On peut ainsi tester la qualité de transmission d'un élément particulier pour toute une gamme de conditions susceptibles de se produire dans le réseau réel. Puisque l'étude reflète la distribution des longueurs et des diamètres dans le réseau réel, cette méthode d'évaluation donne une image plus exacte de la qualité de transmission dans le réseau existant.

Dans le cas de cet exemple, un nombre restreint de calculs ont servi à la démonstration et les résultats ont pu être imprimés. Cela est impossible quand les calculs sont nombreux; les résultats sont alors mis en mémoire pour être traités comme on le désire, par exemple en établissant la courbe de distribution ou en procédant à une analyse statistique.

Le numéro de la ligne et la distance radiale ont été indiqués pour les deux extrémités de chaque calcul.

A.9 CFR 8 – Exemple de l'emploi de CATNAP pour répondre à un critère de conception (voir la figure A-8)

Il s'agit là d'un exemple de l'emploi du programme CATNAP pour concevoir les composants individuels d'un réseau afin de répondre à des objectifs nominaux.

L'introduction d'équipements téléphoniques électroniques donne au concepteur une plus grande latitude de choix en ce qui concerne les valeurs des caractéristiques de l'appareil téléphonique, par exemple, la valeur de l'impédance de la ligne qui doit être connectée à l'appareil téléphonique pour assurer l'entière suppression de l'effet local (Z_{so}).

Par itération, on peut obtenir les valeurs préférées de Z_{so} . Par exemple, des calculs ont été effectués pour un appareil BT 706 classique et pour un appareil 706, avec certaines valeurs suggérées de Z_{so} sur des longueurs limites BT de câble local à conducteurs de cuivre de diamètre normalisé, ainsi qu'avec une longueur moyenne de câble à 0,5 mm. Pour l'une des séries expérimentales de valeurs qui paraissent possibles d'après les résultats obtenus, et pour un appareil 706 classique, on a procédé à un jeu de 40 calculs avec choix aléatoire de lignes locales dans une banque de données couvrant les 1800 lignes utilisées pour CFR 7. Les résultats sont exprimés sous forme de la moyenne et de l'écart type de la distribution de STMR. On peut voir que les valeurs suggérées donnent en moyenne une meilleure qualité de transmission, même si cette qualité se dégrade sur les lignes limites à 0,63 mm et à 0,9 mm qui sont moins fréquemment utilisées dans le réseau local que les lignes à 0,5 mm.

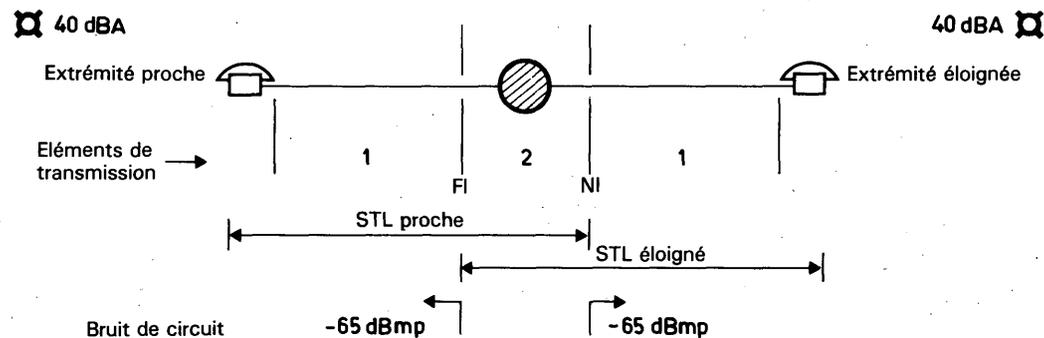
Comme outil de conception, le programme peut en outre servir à vérifier les améliorations de la qualité de transmission, à contrôler les effets des tolérances et à envisager d'éventuelles améliorations des valeurs de celles-ci.

A.10 CFR 9 – Effet de la variation de la longueur de la ligne (voir la figure A-9)

CFR 9 est identique à CFR 2, sauf en ce qui concerne le diamètre du câble. Dans ce cas, on utilise un câble à conducteurs de cuivre de 0,63 mm. La longueur du câble varie de 0 à 10 km, ce qui dépasse la longueur limite de British Telecom (7,2 km).

Les résultats sont représentés par des courbes qui donnent les notes d'opinion de conversation, les valeurs de OLR et la tension vocale en fonction de la longueur de la ligne. Comme auparavant, la courbe relie simplement les points calculés.

Les calculs effectués dans ce cas sont présentés pour démontrer la possibilité d'utilisation «inverse» du programme CATNAP. On connaît (à partir du plan de transmission) les limites imposées à OLR; les passages par ordinateur peuvent en conséquence servir à indiquer la gamme des longueurs de câble acceptables. La possibilité de calculer la qualité de transmission d'après les notes d'opinion permet de spécifier des limites de qualité de transmission plus proches de la réalité que des limites de qualité établies d'après les indices de force des sons.



CCITT - 41700

<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 64	<i>IL</i>	Courant de ligne (mA)
STMR = 8,57	SLR = 5,10	SLR	Indice de force des sons à l'émission (dB)
RLR = -4,71	OLR = 0,24	RLR	Indice de force des sons à la réception (dB)
<i>Y_{LE}</i> = 3,84	<i>V_L</i> = -17,66	OLR	Indice de force des sons global (dB)
<i>Y_C</i> = 3,75	<i>V_C</i> = -22,36	STMR	Indice de force des sons pour l'effet local en présence de l'effet de masque (dB)
RN = 40,00	ICN = -65,00	<i>Y_{LE}</i>	Note d'effort à l'écoute
		<i>Y_C</i>	Note d'opinion sur la conversation
<i>IL</i> = 64	<i>Extrémité éloignée</i>	<i>V_L</i>	Tension vocale à l'interface (dBV) dans des conditions de parole contrôlée
OLR = 0,24	RLR = -4,71	<i>V_C</i>	Tension vocale à l'interface (dBV) dans les conditions de la conversation
SLR = 5,10	STMR = 8,57	RN	Niveau du bruit de salle (environnement) (dBA), spectre de Hoth
<i>V_L</i> = -17,66	<i>Y_{LE}</i> = 3,84	ICN	Niveau du bruit de circuit injecté, rapporté à un RLR de 0 dB à l'extrémité de réception (dBmp)
<i>V_C</i> = -22,36	<i>Y_C</i> = 3,75	NI	Interface proche
ICN = -65,00	RN = 40,00	FI	Interface éloigné
		STL	Système téléphonique local

Eléments de transmission

Appareils téléphoniques du type BT n° 706

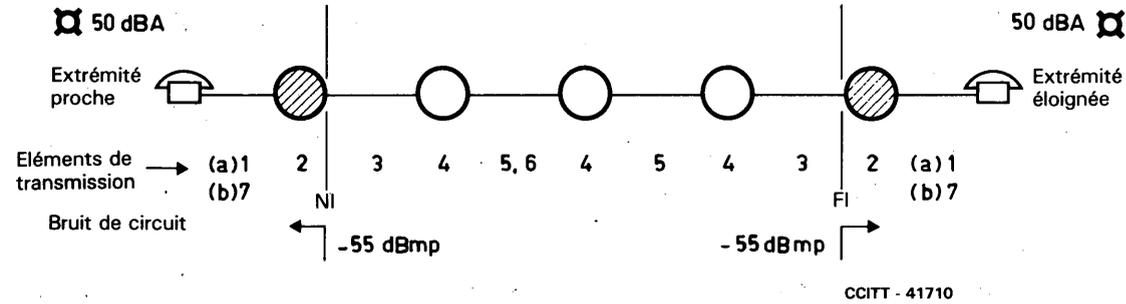
- 1 Câble non chargé 1,6 km de 0,5 mm (169 Ω/km, 47 nF/km)
- 2 Pont d'alimentation de Stone (2 × 200 Ω, 2 + 2 μF, 50 V)

Remarque 1 – Le bruit de salle a un spectre de Hoth.

Remarque 2 – L'OLR de la colonne de gauche est de proche à éloigné et celui de la colonne de droite d'éloigné à proche.

FIGURE A-1

CFR 1 – Communication dans la zone du même central



Extrémité proche
 STMR = 10,19
 RLR = -0,72
 Y_{LE} = 1,94
 Y_C = 2,10
 RN = 50,00

IL = 32
 SLR = 8,56
 OLR = 25,94
 V_L = -20,74
 V_C = -21,50
 ICN = -55,00

IL = 32
 OLR = 25,94
 SLR = 8,56
 V_L = -20,74
 V_C = -21,50
 ICN = -55,00

Extrémité éloignée
 RLR = -0,72
 STMR = 10,19
 Y_{LE} = 1,94
 Y_C = 2,10
 RN = 50,00

Eléments de transmission

Appareils téléphoniques du type BT n° 706

- 1 Câble non chargé 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Pont d'alimentation de Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)
- 3 Jonction chargée 19,6 km de 0,9 mm, 88 mH, pas: 1,83 km
- 4 Pont d'alimentation à transformateur (50 V)
- 5 Affaiblissement 3,5 dB, indépendant de la fréquence, 600 Ω
- 6 Filtrage de voie 300 Hz à 3400 Hz, 600 Ω
- 7 Câble non chargé 10 km de 0,9 mm (55 Ω /km, 47 nF/km)

Extrémité proche
 STMR = -0,16
 RLR = -1,30
 Y_{LE} = 1,75
 Y_C = 1,01
 RN = 50,00

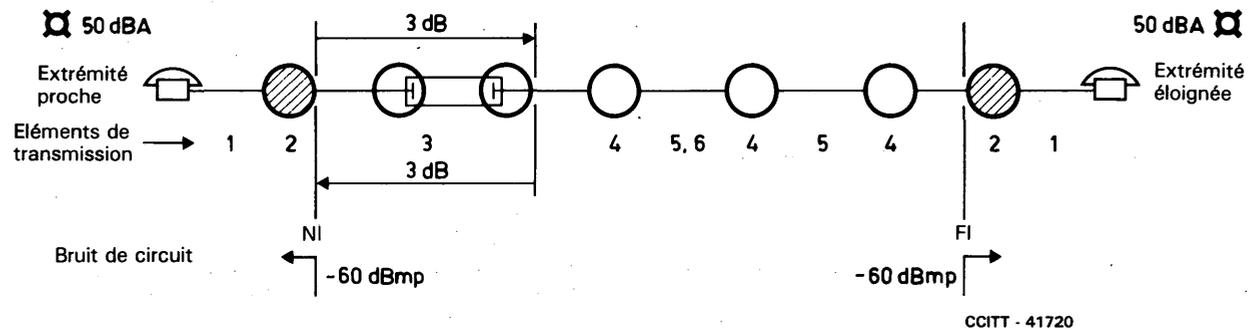
IL = 50
 SLR = 7,11
 OLR = 25,15
 V_L = -19,20
 V_C = -20,77
 ICN = -55,00

IL = 50
 OLR = 25,15
 SLR = 7,11
 V_L = -19,20
 V_C = -20,77
 ICN = -55,00

Extrémité éloignée
 RLR = -1,30
 STMR = -0,16
 Y_{LE} = 1,75
 Y_C = 1,01
 RN = 50,00

FIGURE A-2

CFR 2 – Communication nationale limite



Extrémité proche
 STMR = 8,67
 RLR = - 4,57
 Y_{LE} = 3,36
 Y_C = 3,09
 RN = 50,00

IL = 64
 SLR = 5,24
 OLR = 13,27
 V_L = - 18,10
 V_C = - 21,40
 ICN = - 60,00

IL = 64
 OLR = 13,27
 SLR = 5,24
 V_L = - 18,10
 V_C = - 21,70
 ICN = - 60,00

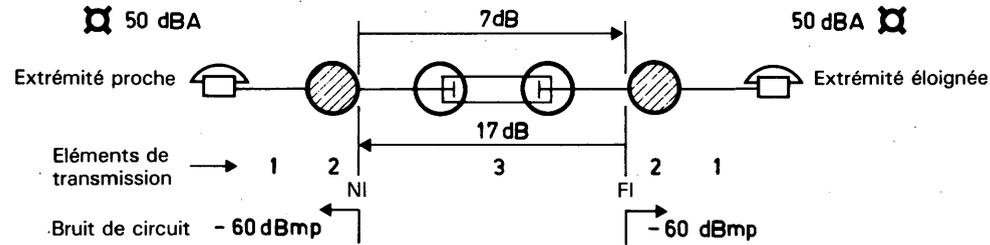
Extrémité éloignée
 RLR = - 4,57
 STMR = 7,76
 Y_{LE} = 3,36
 Y_C = 3,11
 RN = 50,00

Éléments de transmission

- Appareils téléphoniques du type BT n° 706
- 1 Câble non chargé 1,6 km de 0,5 mm (169 Ω/km, 47 nF/km)
 - 2 Pont d'alimentation de Stone (2 × 200 Ω, 2 + 2 μF, 50 V)
 - 3 Système MIC 3 dB jusqu'à 3,4 kHz, 600 Ω
 - 4 Pont d'alimentation du transformateur (50 V)
 - 5 Affaiblissement 3,5 dB, indépendant de la fréquence, 600 Ω
 - 6 Filtrage de voie 300 Hz à 3400 Hz, 600 Ω

FIGURE A-3

CFR 3 – Communication à grande distance avec jonction MIC



CCITT - 41730

<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 32	<i>IL</i> = 32	<i>Extrémité éloignée</i>	<i>Eléments de transmission</i>
STMR = 12,52	SLR = 8,57	OLR = 14,66	RLR = -0,72	Appareils téléphoniques du type BT n° 706
RLR = -0,72	OLR = 24,66	SLR = 8,57	STMR = 12,52	1 Câble non chargé 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω/km, 47 nF/km)
<i>Y_{LE}</i> = 2,53	<i>V_L</i> = -20,74	<i>V_L</i> = -20,74	<i>Y_{LE}</i> = 3,41	2 Pont d'alimentation de Stone (2 × 200 Ω, 2 + 2 μF, 50 V)
<i>Y_C</i> = 2,48	<i>V_C</i> = -21,60	<i>V_C</i> = -23,26	<i>Y_C</i> = 3,27	3 Système MRF, affaiblissement indiqué jusqu'à 3400 Hz, 600 Ω
<i>RN</i> = 50,00	<i>ICN</i> = -60,00	<i>ICN</i> = -60,00	<i>RN</i> = 50,00	

Les résultats représentés par les courbes ci-après concernent la même communication avec, dans le système MRF, affaiblissement de proche à éloigné variant de 2 dB à 32 dB. L'affaiblissement d'éloigné à proche était maintenu à 17 dB.

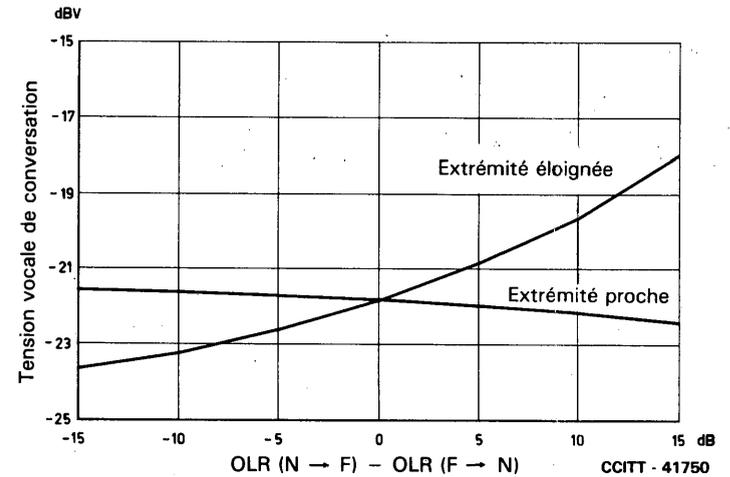
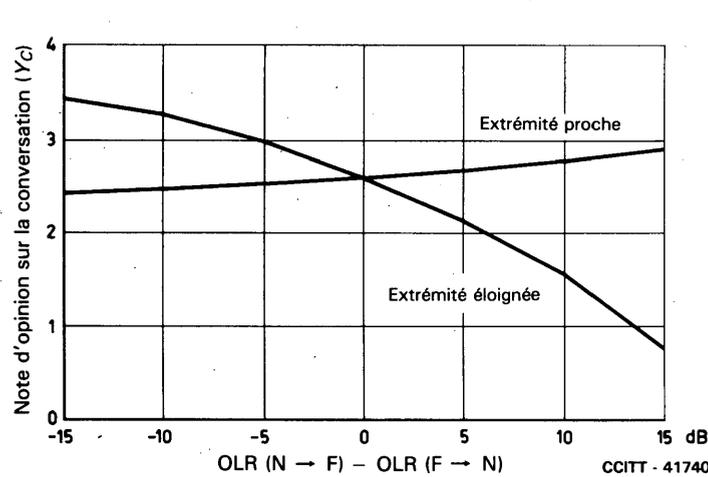
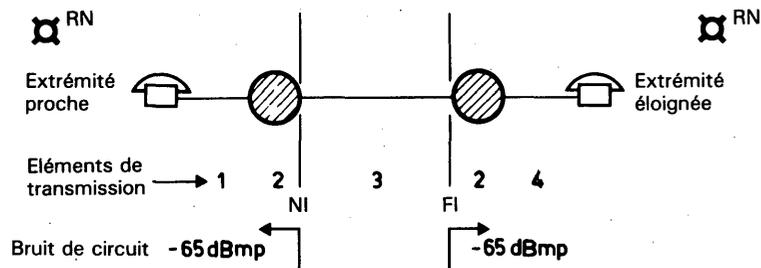


FIGURE A-4

CFR 4 – Effets de l'asymétrie d'affaiblissement de transmission



CCITT - 41760

Extrémité proche
 STMR = 0,20
 RLR = -1,31
 Y_{LE} = 2,50
 Y_C = 2,43
 RN = 40,00

IL = 50
 SLR = 7,10
 OLR = 26,85
 V_L = -19,19
 V_C = -23,63
 ICN = -65,00

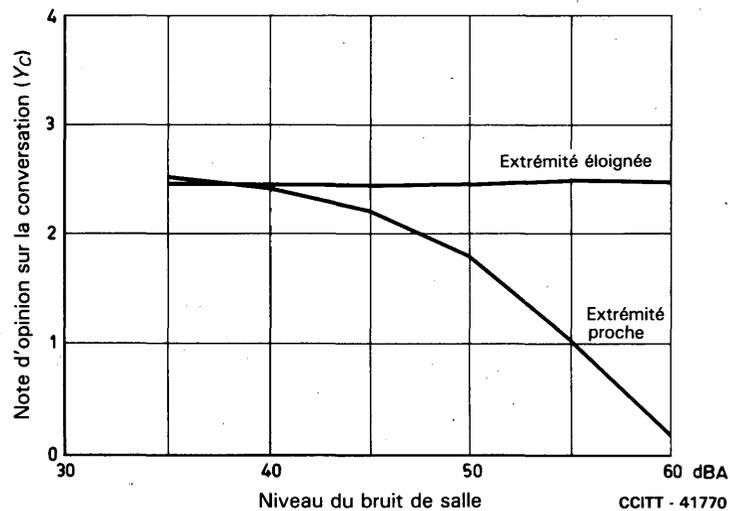
IL = 32
 OLR = 26,01
 SLR = 8,57
 V_L = -20,74
 V_C = -21,52
 ICN = -65,00

Extrémité éloignée
 PLR = -0,72
 STMR = 12,61
 Y_{LE} = 2,72
 Y_C = 2,46
 RN = 40,00

Eléments de transmission

Appareils téléphoniques du type BT n° 706

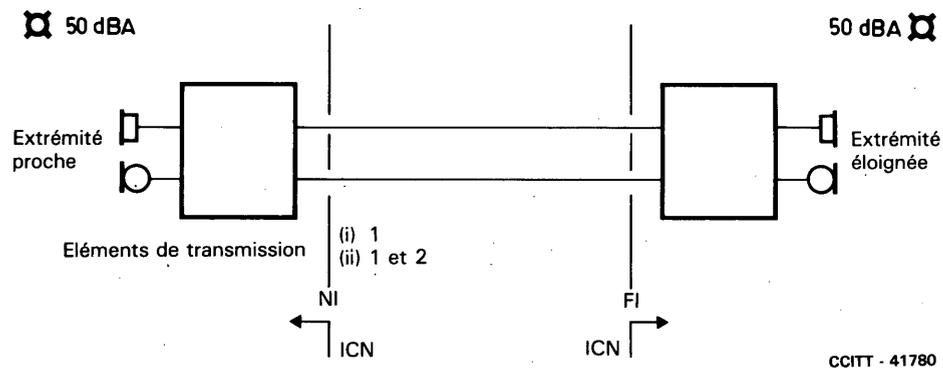
- 1 Câble non chargé 10 km de 0,9 mm (55 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Pont d'alimentation de Stone (2 \times 200 Ω , 2 + 2 μ F, 50 V)
- 3 Affaiblissement 20 dB, indépendant de la fréquence, 600 Ω
- 4 Câble non chargé 5,9 km de 0,5 mm (169 Ω /km, 47 nF/km)



CCITT - 41770

FIGURE A-5

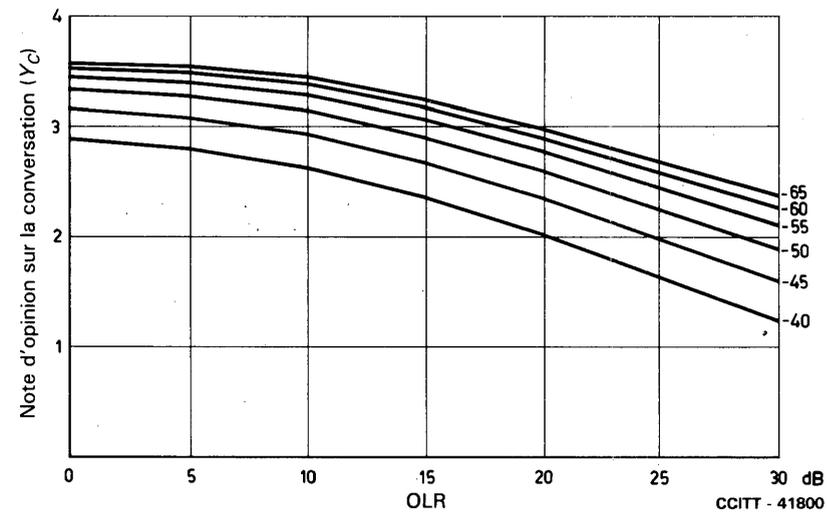
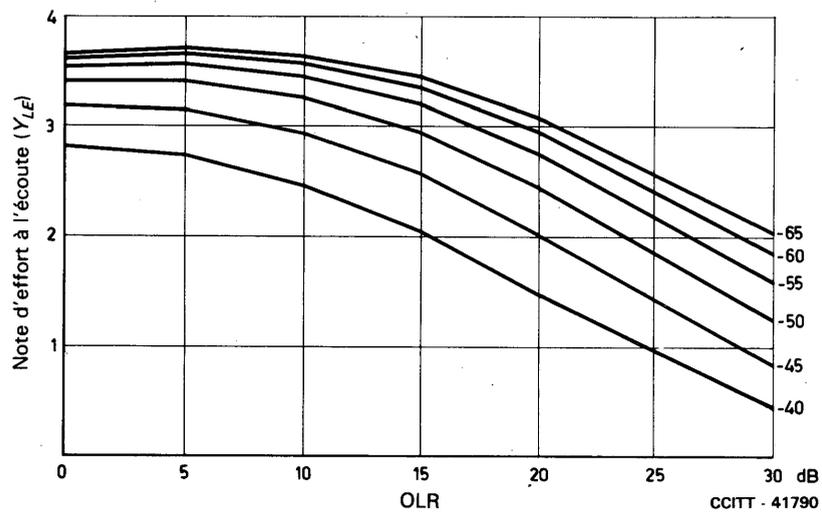
CFR 5 - Effets du niveau de bruit de salle



Eléments de transmission

Appareils téléphoniques: systèmes de référence intermédiaires (conformément à l'Avis P.48), avec STMR = 20 dB pour le trajet d'effet local.

- 1 Affaiblissement 0 à 30 dB, indépendant de la fréquence, 600 Ω
- 2 Filtrage 600 Ω , a) 0 à 3,75 kHz
b) 0 à 3,25 kHz
c) 0 à 2,75 kHz

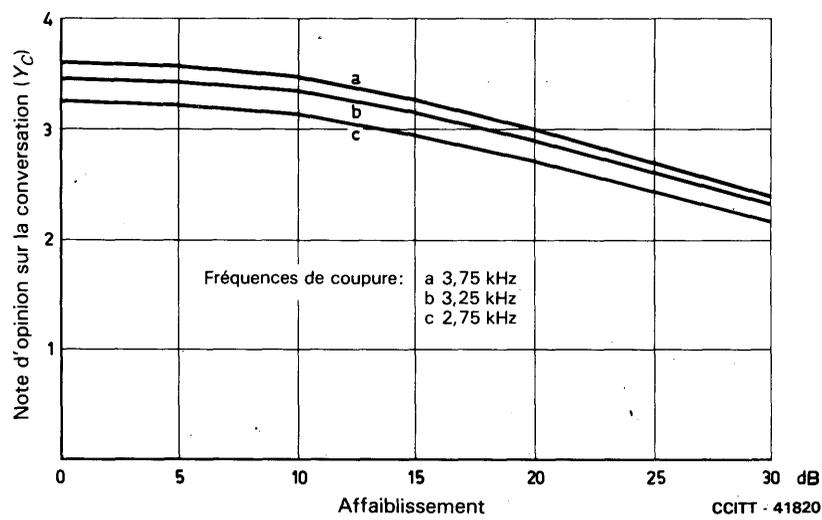
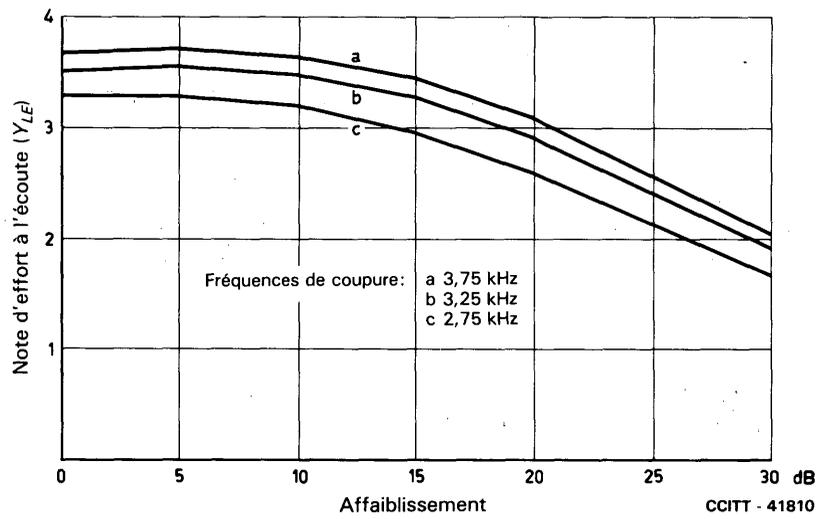


Remarque – Ces courbes montrent l'effet exercé sur Y_{LE} et Y_C par un changement de niveau du bruit de circuit injecté de -65 dBmp à -40 dBmp, rapporté à un RLR de 0 dB.

a) Effets du niveau de bruit injecté et de l'affaiblissement global sur les notes d'effort à l'écoute et d'opinion sur la conversation.

FIGURE A-6

CFR 6 – Effets du niveau de bruit injecté et de la limitation de bande

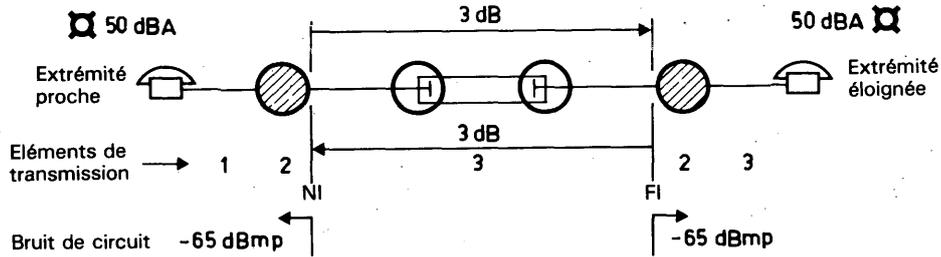


Remarque – Ces courbes montrent l'effet de la limitation de bande avec des filtres passe-bas idéaux.

b) Effets de la limitation de bande (filtre passe-bas) et de l'affaiblissement sur les notes d'effort à l'écoute et d'opinion sur la conversation

FIGURE A-6 (fin)

CFR 6 – Effets du niveau de bruit injecté et de la limitation de bande



CCITT - 41830

Eléments de transmission

Appareils téléphoniques du type BT n° 706

1 Ligne: choix aléatoire dans un échantillon de 1800 lignes d'abonné existantes

2 Pont d'alimentation de Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu\text{F}$, 50 V)

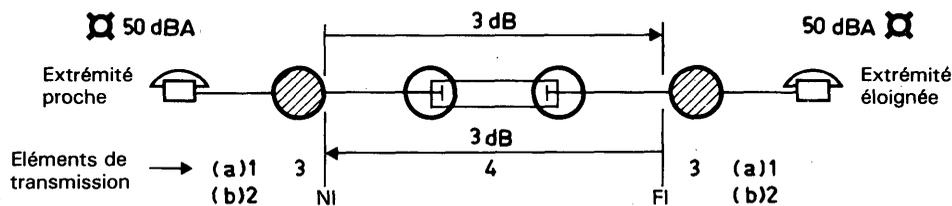
3 Système MIC, 600Ω , 3 dB

4 Ligne: choix aléatoire d'une ligne dans le même échantillon de 1800 lignes qu'au point 1 ci-dessus.

Ligne 43 (1,3 km)		Ligne 121 (0,9 km)	
<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 64	<i>IL</i> = 64	<i>Extrémité éloignée</i>
STMR = 9,83	SLR = 5,74	OLR = 4,71	RLR = -4,07
RLR = -4,07	OLR = 4,71	SLR = 5,74	STMR = 7,73
Y_{LE} = 3,71	V_L = -18,56	V_L = -18,59	Y_{LE} = 3,71
Y_C = 3,52	V_C = -22,40	V_C = -23,08	Y_C = 3,52
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00
Ligne 731 (0,3 km)		Ligne 87 (0,5 km)	
<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 75	<i>IL</i> = 64	<i>Extrémité éloignée</i>
STMR = 6,84	SLR = 4,56	OLR = 2,55	RLR = -5,05
RLR = -5,42	OLR = 2,40	SLR = 4,76	STMR = 7,17
Y_{LE} = 3,71	V_L = -16,97	V_L = -17,65	Y_{LE} = 3,71
Y_C = 3,53	V_C = -21,72	V_C = -22,31	Y_C = 3,53
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00
Ligne 4 (2,0 km)		Ligne 776 (0,9 km)	
<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 50	<i>IL</i> = 75	<i>Extrémité éloignée</i>
STMR = 4,25	SLR = 4,25	OLR = 2,32	RLR = -5,05
RLR = -4,27	OLR = 3,70	SLR = 4,92	STMR = 7,11
Y_{LE} = 3,71	V_L = -17,44	V_L = -17,33	Y_{LE} = 3,69
Y_C = 3,51	V_C = -22,94	V_C = -21,96	Y_C = 3,51
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00
Ligne 1018 (2,2 km)		Ligne 1647 (2,5 km)	
<i>Extrémité proche</i>	<i>IL</i> = 50	<i>IL</i> = 40	<i>Extrémité éloignée</i>
STMR = 6,56	SLR = 3,67	OLR = 4,71	RLR = -1,94
RLR = -4,83	OLR = 4,94	SLR = 6,73	STMR = 8,01
Y_{LE} = 3,66	V_L = -16,76	V_L = -19,08	Y_{LE} = 3,70
Y_C = 3,46	V_C = -21,47	V_C = -23,44	Y_C = 3,50
RN = 50,00	ICN = -65,00	ICN = -65,00	RN = 50,00

FIGURE A-7

CFR 7 - Exemple avec choix aléatoire de lignes d'abonné



CCITT - 41840

Éléments de transmission

Appareils téléphoniques du type BT n° 706 avec les valeurs de Z_{so} modifiées selon les besoins

- 1 Câble non chargé: comme spécifié ci-dessous
- 2 Ligne: choix aléatoire dans un échantillon de 1800 lignes d'abonné existantes
- 3 Pont d'alimentation de Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu F$, 50 V)
- 4 Système MIC 600Ω , 3 dB

TABLEAU 1

Valeurs de STMR (dB) pour des lignes spécifiées (conducteurs de cuivre)

Z_{so}	1,6 km 0,5 mm (médiane)	5,9 km 0,5 mm	3,7 km 0,4 mm	7,2 km 0,63 mm	10 km 0,9 mm
		← (limite) →			
706	8,5	11,1	2,8	7,7	0,2
Conjugué de l'entrée Z	0,8	0,3	-0,1	-0,8	-1,2
600 Ω	6,6	-1,5	-1,7	-2,6	-3,4
Valeurs suggérées	10,0	10,9	8,4	3,2	-2,0

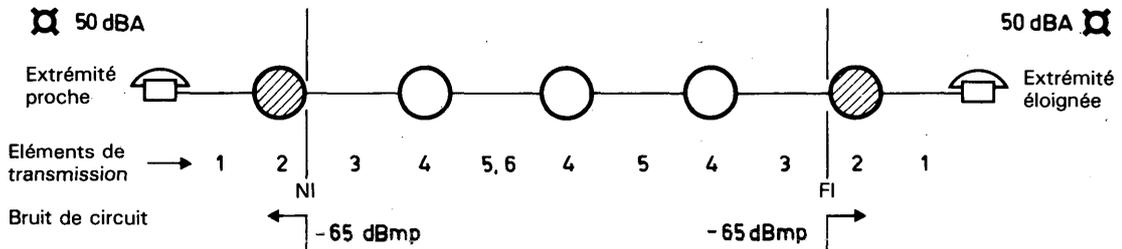
TABLEAU 2

Distribution de STMR pour un échantillon de 40 lignes avec l'appareil 706 classique et avec les valeurs suggérées de Z_{so}

Z_{so}	Moyenne	Ecart type	Valeur maximale	Valeur minimale
706	8,3	$\pm 2,4$	11,9	4,1
Valeurs suggérées	11,0	$\pm 2,2$	15,5	3,4

FIGURE A-8

CFR 8 - Exemple d'application du programme CATNAP lors de la conception



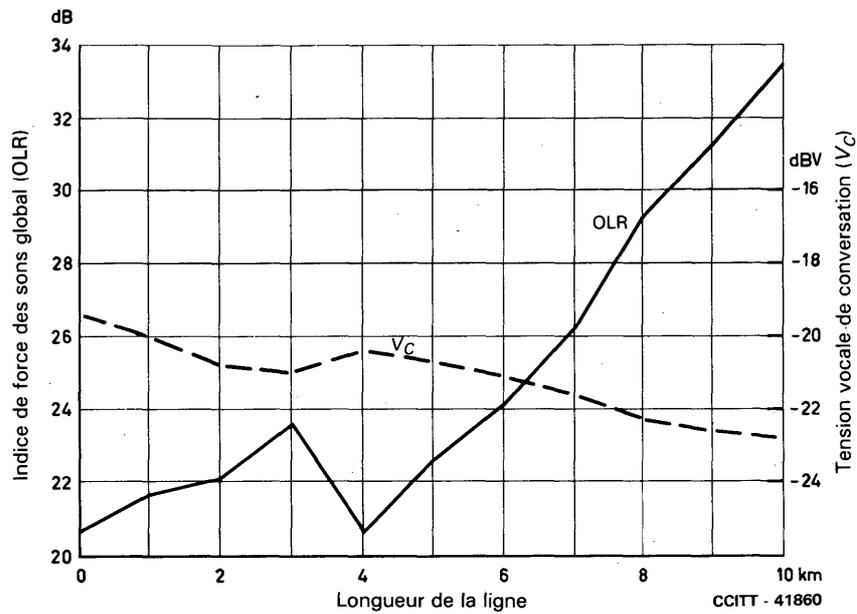
CCITT - 41850

Eléments de transmission

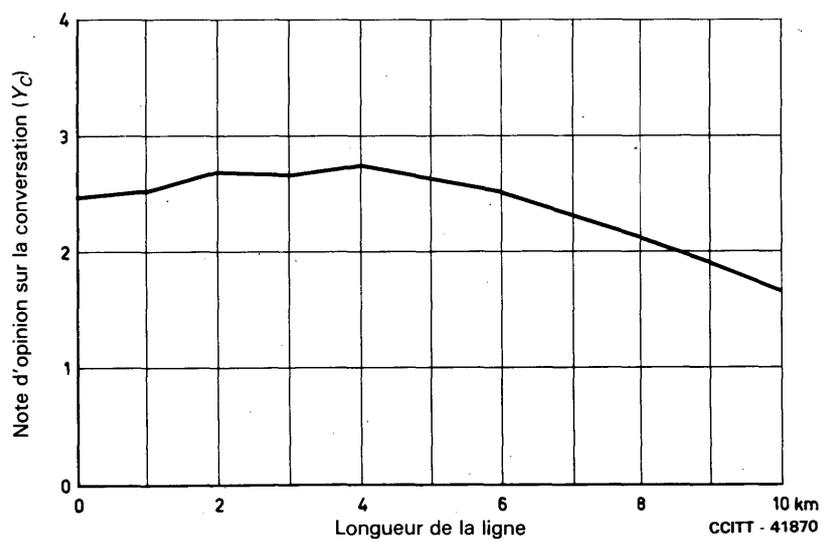
Appareils téléphoniques du type BT n° 706

- 1 Câble non chargé 0 à 10 km de 0,63 mm (109 Ω /km, 47 nF/km)
- 2 Pont d'alimentation de Stone ($2 \times 200 \Omega$, $2 + 2 \mu\text{F}$, 50 V)
- 3 Jonction chargée 19,6 km de 0,9 mm, 88 mH, 1,83 km.
- 4 Pont d'alimentation à transformateur (50 V)
- 5 Affaiblissement 3,5 dB, indépendant de la fréquence, 600 Ω
- 6 Filtrage de voie 300 Hz à 3400 Hz, 600 Ω

Les résultats sont indiqués par les courbes ci-après.



CCITT - 41860



CCITT - 41870

FIGURE A-9

CFR 9 - Effets de la variation de la longueur de la ligne

Références

- [1] CCITT – Question 7/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [2] *Ibid.*, § 2.2.
- [3] *Ibid.*, § 2.3.
- [4] RICHARDS (D. L.): Calculation of opinion scores for telephone connections. *Proceedings of the IEE*, Vol. 121, n° 5, pp. 313-323, mai 1974.
- [5] CCITT – Question 7/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1977.
- [6] *Remarques sur la structure d'un modèle d'évaluation d'une communication téléphonique*, CCITT – Contribution COM XII-N° 113 de la période d'études 1977-1980, Genève, octobre 1978.
- [7] *Utilisation d'un modèle pour l'évaluation de communications téléphoniques pour l'étude de la Question 15/XII*, CCITT – Contribution COM XII-N° 129 de la période d'études 1977-1980, février 1979.
- [8] WEBB (P. K.): The Background and Philosophy of the Telephone Network Assessment Program (CATNAP), British Post Office Research Department Report n° 752, 1979.
- [9] *Méthodes employées pour déterminer la qualité de transmission téléphonique*, Livre orange, tome V, supplément n° 2, UIT, Genève, 1977.
- [10] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by Speech: The Transmission Performance of Telephone Networks, chapitre 3, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [11] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by Speech: The Transmission Performance of Telephone Networks, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [12] RICHARDS (D. L.): New Definitions for Loudness Ratings, *Proceedings of the IEE*, Vol. 119, n° 10, pp. 1429-1441, 1972.
- [13] CCITT – Question 19/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [14] RICHARDS (D. L.): Telecommunication by Speech: The Transmission Performance of Telephone Networks, p. 57, *Butterworths*, Londres, 1973.
- [15] RICHARDS (D. L.): Transmission Performance of Telephone Networks containing PCM Links, *Proceedings of the IEE*, Vol. 115, n° 9, pp. 1245-1258, septembre 1968.
- [16] CCITT – Contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1977.
- [17] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, chapitre II, annexe 3, UIT, Genève, 1976.
- [18] BOERYD (A.): Subscriber reaction due to unbalanced transmission levels, *Third International Symposium on Human Factors in Telephony*, 1967.

Supplément n° 5

LA MÉTHODE SYBIL D'ESSAI SUBJECTIF

(Genève, 1980)

(cité dans l'Avis P.74)

(Contribution de l'American Telephone and Telegraph Company)

Sybil est le nom donné au dispositif mis au point par Bell Laboratories pour l'étude des facteurs humains dans les systèmes de télécommunications. L'emploi de Sybil permet à l'expérimentateur de surveiller les paramètres de transmission pendant les communications normales de service des employés de Bell Laboratories qui participent à l'expérience, d'une façon qui assure le maintien du caractère privé des conversations téléphoniques [1], [2] et [3].

Dans toute expérience par la méthode Sybil, on recrute les sujets en demandant à des employés s'ils sont disposés à participer à l'essai. Dans l'affirmative, leur ligne téléphonique est branchée sur le dispositif Sybil.

Le dispositif Sybil est en place aux Bell Laboratories de Holmdel où chaque poste téléphonique est relié au bureau central par un câble en paires d'environ 5 km. En général, on n'inclut dans l'expérience que les conversations téléphoniques internes (à l'intérieur des laboratoires de Holmdel) émanant des sujets. Outre qu'il permet de réaliser des conditions de transmission contrôlées sur les conversations d'essai, Sybil rassemble des données objectives telles que des informations temporelles (par exemple, durée d'une conversation) ou les niveaux vocaux.

On trouvera à la figure 1 le diagramme d'une communication type avec le dispositif Sybil. A gauche est représenté l'appareil téléphonique du sujet, relié par un câble en paires d'environ 500 mètres à Sybil qui transforme le trajet de transmission à deux fils en un trajet à quatre fils et qui dissocie les signaux émis par le sujet des signaux reçus par lui. Cette formule permet d'insérer différents paramètres de transmission dans les deux directions et aussi de mesurer séparément les signaux émis et les signaux reçus.

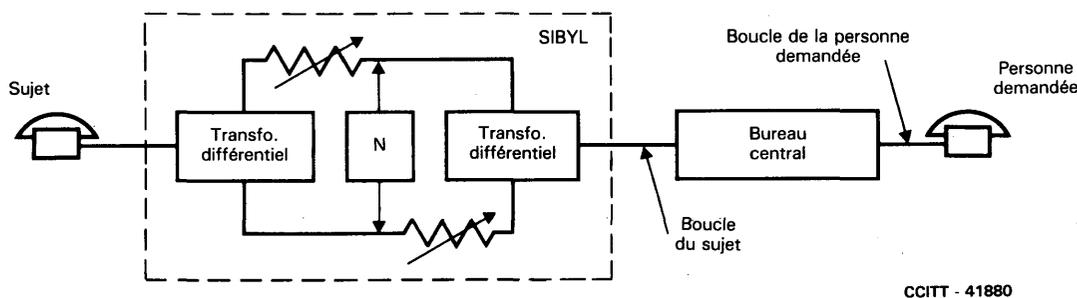


FIGURE 1

Diagramme d'une communication téléphonique établie avec le dispositif SIBYL

En suivant le diagramme de gauche à droite, on arrive au stade où le trajet à quatre fils de Sybil est à nouveau transformé en un trajet à deux fils et relié au bureau central par le circuit du sujet. Le bureau central branche la ligne du sujet sur la ligne que celui-ci a demandée par numérotation, la liaison se terminant par l'appareil téléphonique de la personne demandée, qui est un autre employé des Laboratoires de Holmdel. Si la personne demandée se trouve être elle aussi un sujet de l'expérience, aucune condition de transmission n'est introduite sur sa ligne.

Chaque sujet reçoit au début de l'expérience des instructions qui expliquent le déroulement d'une conversation d'essai. On trouvera à la figure 2 un schéma de ce processus. Le sujet amorce le processus en décrochant le combiné de son poste téléphonique et en composant un numéro. S'il ne s'agit pas d'un appel d'essai, il aboutit normalement, comme si Sybil n'existait pas. C'est le cas si le numéro demandé n'est pas celui d'un autre employé à Holmdel ou si Sybil est programmé pour ne pas intercepter l'appel. Si en revanche l'appel est un appel d'essai et que la ligne demandée n'est pas occupée, on insère les conditions de transmission choisies pendant que la liaison s'établit, et la conversation a lieu. Si à un moment quelconque de la conversation la condition de transmission est inacceptable pour le sujet, celui-ci peut composer un numéro spécial (par exemple le 5 dans la figure 2) qui enjoint à Sybil d'éliminer de la communication les dégradations de transmission choisies.

Quand la conversation est terminée et que le sujet repose le combiné sur son socle, Sybil déclenche brièvement la sonnerie de l'appareil du sujet, qui est ainsi averti qu'une conversation d'essai vient d'avoir lieu et qu'il lui faut donner une note à la qualité de la communication en composant au cadran un numéro à un chiffre parmi cinq qui indiquera son appréciation sur une échelle à cinq notes: excellent, bon, assez bon, médiocre, mauvais. Cette note est enregistrée par Sybil pour traitement ultérieur.

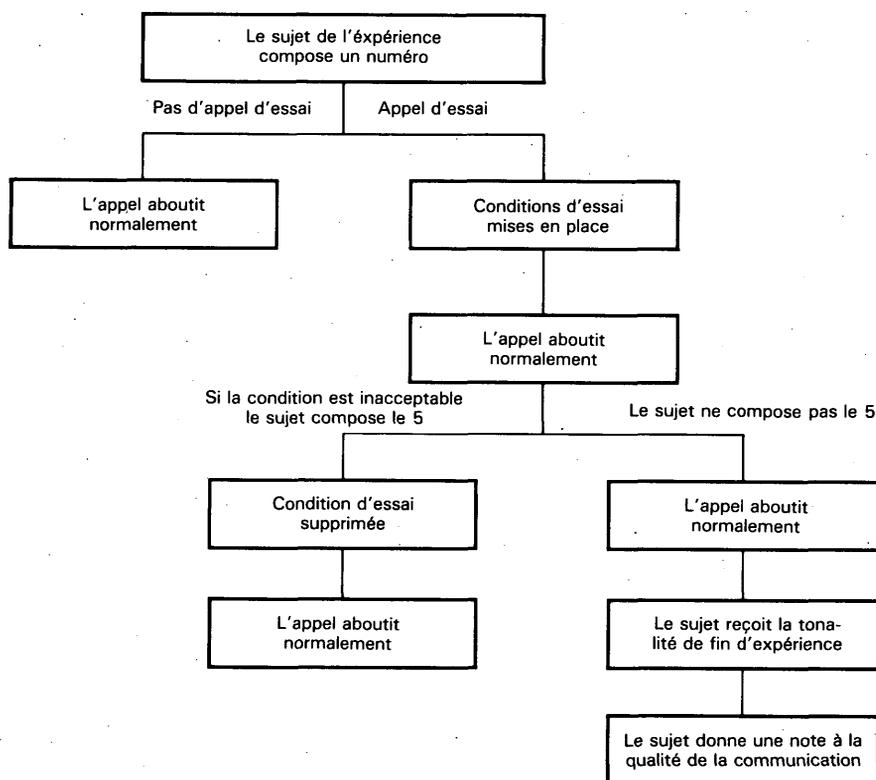


FIGURE 2

CCITT - 41890

Description complète d'une communication établie avec le dispositif SIBYL

Références

- [1] IRVIN (H. D.): Studying Tomorrow's Communication ... Today, *Bell Labs Record*, pp. 399-402, novembre 1958.
- [2] SULLIVAN (J. L.): Is Transmission Satisfactory? Telephone Customers Help us Decide, *Bell Labs Record*, pp. 90-98, mars 1974.
- [3] CAVANAUGH (J. R.), HATCH (R. W.) et SULLIVAN (J. L.): Models For The Subjective Effects of Loss, Noise and Talker Echo on Telephone Connections, *Bell System Technical Journal*, vol. 55, n° 9, pp. 1319-1371, novembre 1976.

Supplément n° 6

AFFAIBLISSEMENT DE L'EFFICACITÉ ÉLECTRO-ACOUSTIQUE DES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES EN VUE DE LA PROTECTION CONTRE LES CHOCS ACOUSTIQUES

(Genève, 1980)

Il est également souhaitable que les dispositifs de protection limitent efficacement la gêne susceptible de résulter, pour l'utilisateur du poste téléphonique, de l'apparition de tensions électriques exceptionnellement élevées sur la ligne d'abonné. Il convient pour cela que l'efficacité électro-acoustique de l'appareil téléphonique, exprimée par le rapport entre la pression acoustique produite par l'écouteur sur un dispositif de mesure adapté et la tension sinusoïdale appliquée à ses bornes, diminue lorsque le niveau du signal électrique augmente, par rapport à sa valeur pour les signaux de conversation usuels, prise comme référence.

En attendant les conclusions d'une étude complète à ce sujet, il est recommandé de respecter les valeurs données dans le tableau 1, pour l'affaiblissement exprimé en dB, de cette efficacité, en fonction du niveau électrique N appliqué aux bornes du récepteur.

Les mesures sont à effectuer pour des fréquences comprises entre 200 et 4000 Hz. La valeur de référence de l'efficacité électro-acoustique est celle enregistrée pour $N = -20$ dBm.

La pression acoustique considérée est celle produite par l'écouteur de l'appareil, appliqué à une oreille artificielle CEI 318 [1] (voir l'Avis P.51), avec la courbe de pondération A.

TABLEAU 1

Niveau de tension aux bornes, N (dB, référence 0,775 V)	Affaiblissement de l'efficacité électro-acoustique (dB)
-20	0 (référence)
-10	< 0,5
0	≤ 2
+10	> 6
+20	> 12
+30	> 18

Référence

- [1] Commission électrotechnique internationale *Une oreille artificielle de la CEI, à large bande, pour l'étalonnage des écouteurs utilisés en audiométrie*, publication 318 de la CEI, Genève, 1970.

