



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 III - FASCICULE III.1

**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES
COMMUNICATIONS ET DES CIRCUITS
TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX**

AVIS G.101 À G.171



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 III - FASCICULE III.1

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMMUNICATIONS ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

AVIS G.101 À G.171



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

Genève 1981

ISBN 92-61-00962-X

**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 FASCICULE III.1 DU LIVRE JAUNE

Partie I – Avis G.101 à G.171

Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux

N° de l'Avis		Page
SECTION 1 – <i>Caractéristiques générales des communications téléphoniques internationales et des circuits téléphoniques internationaux</i>		
1.0 Généralités		
G.101	Le plan de transmission	3
G.102	Objectifs et recommandations pour la qualité de transmission	17
G.103	Communications fictives de référence	20
G.104	Communications fictives de référence (réseau numérique)	28
G.105	Communication fictive de référence pour les études relatives à la diaphonie	30
G.106	Concepts, termes et définitions intéressant les études sur la disponibilité et la fiabilité	35
1.1 Recommandations générales relatives à la qualité de transmission d'une communication téléphonique internationale complète		
G.111	Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale	55
G.113	Réductions de qualité de transmission	64
G.114	Temps de propagation moyen dans un sens	70
G.117	Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission	73
1.2 Caractéristiques générales des systèmes nationaux faisant partie de communications internationales		
G.120	Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux	88
G.121	Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux	90
G.122	Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et les affaiblissements de l'écho dans les systèmes nationaux	102
G.123	Bruits de circuit dans les réseaux nationaux	112
G.125	Caractéristiques des circuits nationaux établis sur des systèmes à courants porteurs	116

1.3	Caractéristiques générales de la chaîne à quatre fils formée par les circuits téléphoniques internationaux et par les circuits nationaux de prolongement	
G.131	Stabilité et échos	116
G.132	Distorsion d'affaiblissement	125
G.133	Distorsion de temps de propagation de groupe	126
G.134	Diaphonie linéaire	127
G.135	Erreur sur la fréquence restituée	128
1.4	Caractéristiques générales de la chaîne à quatre fils formée par les circuits internationaux ; transit international	
G.141	Affaiblissements, niveaux relatifs et distorsion d'affaiblissement	129
G.142	Caractéristiques de transmission des centraux	130
G.143	Bruit de circuit et utilisation de compresseurs-extenseurs	134
1.5	Caractéristiques des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement	
G.151	Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes	137
G.152	Caractéristiques particulières des circuits à grande distance ne dépassant pas une longueur de 2500 km	142
G.153	Caractéristiques particulières des circuits internationaux de longueur supérieure à 2500 km	143
1.6	Dispositifs associés à des circuits téléphoniques de grande longueur	
G.161	Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long	145
G.162	Caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie	146
G.163	Systèmes de concentration des communications	152
G.164	Suppresseurs d'écho	154
G.165	Compensateurs d'écho	182
G.171	Caractéristiques de transmission des circuits loués faisant partie d'un réseau téléphonique à usage privé	193

**Partie II — Suppléments à la Section 1
des Avis de la série G**

Supplément n° 2	Echo pour la personne qui parle sur les communications internationales	203
Supplément n° 20	Combinaisons possibles des dégradations élémentaires de la qualité de transmission dans les communications fictives de références	206
Supplément n° 21	Utilisation des unités de distorsion de quantification dans la planification des communications internationales (contribution de Bell-Northern Research)	209

REMARQUES

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

2 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. Les textes qui ne portent pas une telle indication remontent au moins à l'Assemblée plénière de New Delhi, 1960, où le tome III a été divisé en Avis numérotés; toutefois, certains de ces textes peuvent être encore plus anciens.

3 *Unités*

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;

dB_r niveau relatif de puissance exprimé en décibels;

dBm_{0p} niveau absolu de puissance psophométrique exprimé en décibels et rapporté au point de niveau relatif zéro.

NOTE DU CCITT

Dans ce fascicule, 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 G.101 à G.171

**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMMUNICATIONS
ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX**

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES ET DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

1.0 Généralités

Avis G.101

LE PLAN DE TRANSMISSION ¹⁾

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Principes (anciennement partie A)

Le plan de transmission du CCITT a été établi en 1964 en vue d'obtenir, dans le service international, les avantages que l'on peut retirer de l'emploi de la commutation à quatre fils. Ce plan fait l'objet des Avis contenus dans la présente section 1 des Avis de la série G. Toutefois, les recommandations de ce plan doivent être considérées comme satisfaites si, en utilisant d'autres moyens que ceux qui sont décrits, on obtient au centre international une qualité de transmission équivalente.

Les Avis G.121 et G.122 indiquent les conditions qui doivent être remplies dans un réseau national pour que l'on puisse mettre en vigueur ce plan de transmission.

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

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

Remarque 3 – L'appendice à la présente section 1 des Avis de la série G contient les justifications des valeurs d'équivalent de référence corrigé (ERC) qui figurent dans les Avis G.111 et G.121.

2 Définition des parties constitutives d'une communication (anciennement partie B)

2.1 Chaîne internationale et systèmes nationaux

Une **communication téléphonique internationale** complète se compose de trois parties (voir la figure 1/G.101):

- une *chaîne internationale* composée de un ou plusieurs circuits internationaux à quatre fils. Ces circuits sont connectés en quatre fils entre eux dans des centres de transit internationaux, et sont également connectés en quatre fils aux systèmes nationaux dans des centres internationaux;
- deux *systèmes nationaux*, un à chaque extrémité. Ces systèmes peuvent comprendre un ou plusieurs circuits interurbains nationaux à quatre fils, connectés en quatre fils entre eux, ainsi que des circuits connectés en deux fils jusqu'aux centres locaux et aux abonnés.

¹⁾ Cet Avis est reproduit en partie dans l'Avis Q.40 [1].

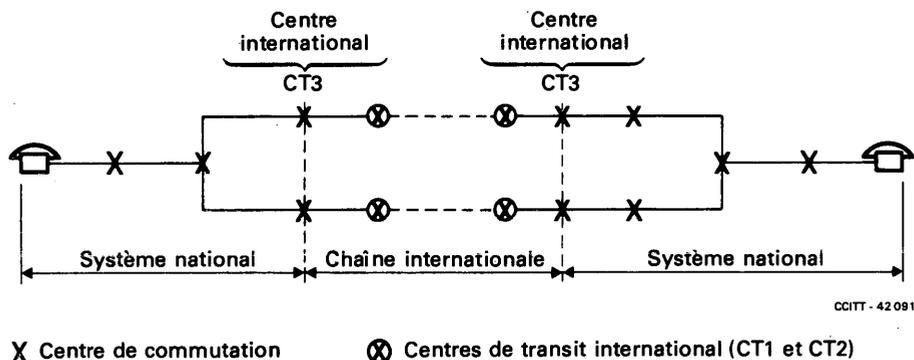


FIGURE 1/G.101
Définition des parties constitutives d'une communication internationale

Un circuit à quatre fils est défini par ses **extrémités virtuelles/analogiques** dans un centre de transit international ou un centre international. Ce sont des points théoriques ayant des niveaux relatifs spécifiés (voir la figure 2/G.101; pour plus de détails, voir le § 5 du présent Avis).

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

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

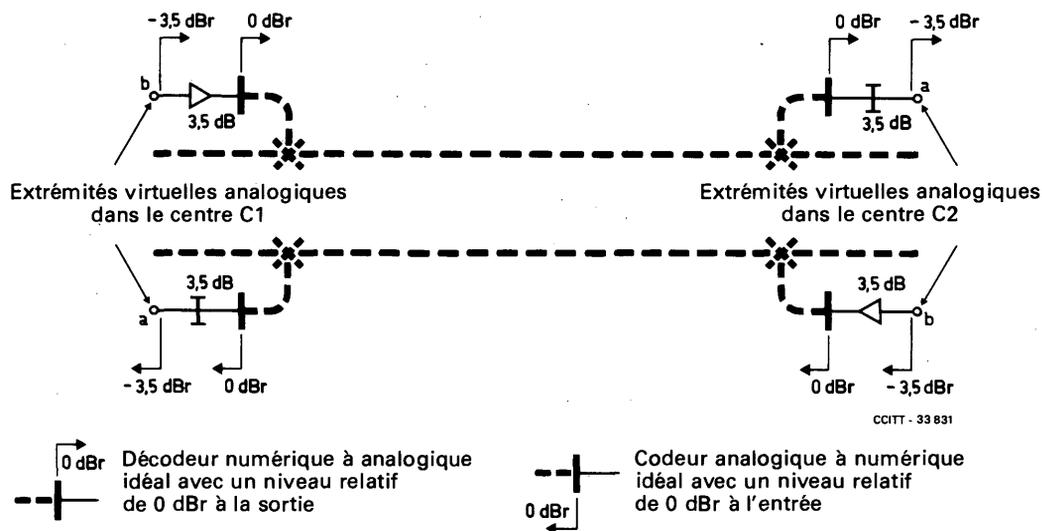
Les extrémités virtuelles analogiques d'un circuit peuvent différer des points où se termine physiquement le circuit dans un commutateur. Ces derniers points sont appelés *bornes terminales* du circuit; leur position exacte est déterminée dans chaque cas par l'Administration intéressée.

2.2 Circuits nationaux de prolongement; chaîne à quatre fils

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

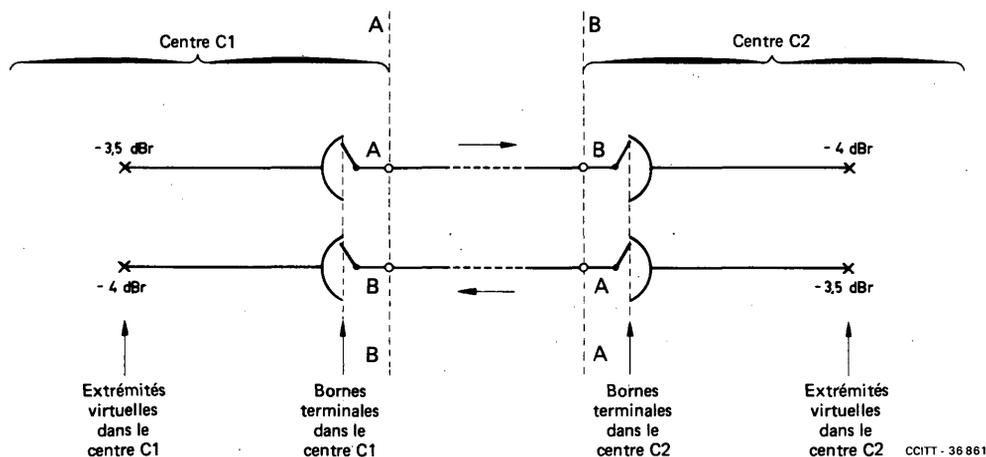
Dans un pays de grande étendue, un quatrième, et éventuellement un cinquième, circuit national peut être introduit dans la chaîne à quatre fils, pourvu qu'il présente la valeur d'affaiblissement nominal et les caractéristiques recommandées pour les circuits internationaux utilisés dans une chaîne à quatre fils (voir le § 1 de l'Avis G.141, le § 4 du présent Avis et les Avis de la sous-section 1.5).

Remarque – On appelle en abrégé «**chaîne à quatre fils**» (voir la figure 3/G.101) la chaîne constituée par la chaîne internationale et les circuits nationaux de prolongement qui lui sont connectés, soit par commutation en quatre fils, soit par un procédé équivalent (au sens du § 1 du présent Avis).



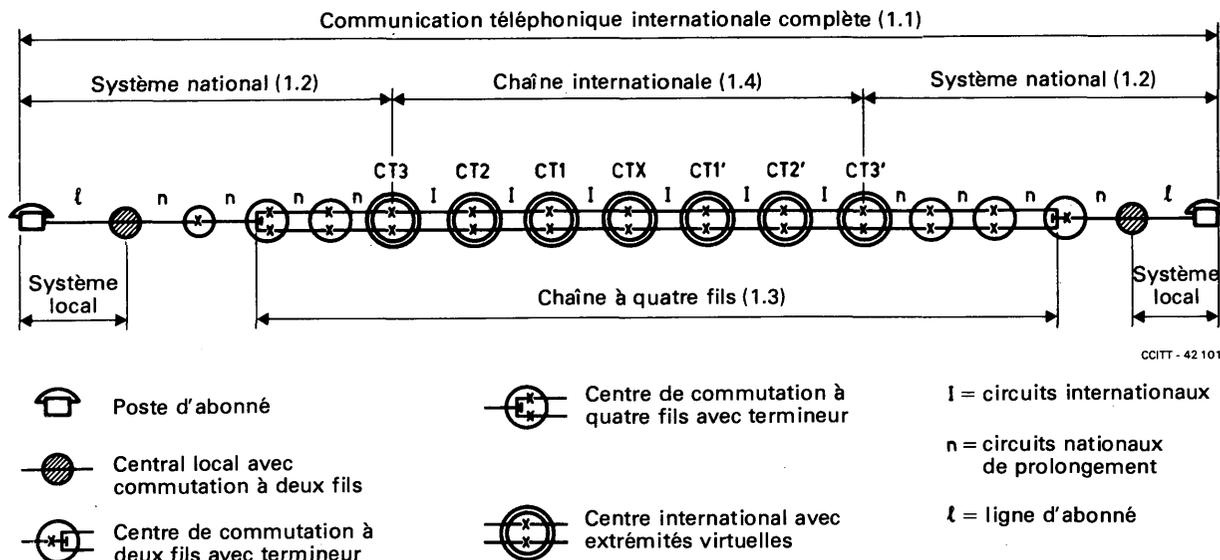
Remarque – On suppose que les codeurs et les décodeurs idéaux présentent une relation entre les signaux analogiques et numériques et vice versa, conformément aux tableaux appropriés pour la loi A ou la loi μ de l'Avis G.711 [2].

a) Définition des extrémités virtuelles analogiques pour un circuit numérique international entre des centres numériques internationaux.



b) Définition des extrémités virtuelles analogiques pour un circuit analogique international entre centres analogiques internationaux.

FIGURE 2/G.101
Définitions relatives aux circuits internationaux



Remarque – Cette configuration des systèmes nationaux n'est indiquée qu'à titre d'exemple. Les nombres entre parenthèses sont les numéros des sous-sections de la section 1 (fascicule III.1), où l'on peut trouver les Avis relatifs à la partie correspondante de la communication. En outre, les circuits qui font partie de cette chaîne doivent satisfaire individuellement aux Avis de la sous-section 1.5.

FIGURE 3/G.101

Communication internationale illustrant la terminologie adoptée

3 Nombre de circuits dans une communication (anciennement partie C)

3.1 Circuits nationaux

Il semble raisonnable d'admettre que, dans la plupart des pays, tout *central local* pourra être relié au réseau international au moyen d'une chaîne de quatre circuits nationaux ou moins. Cinq circuits nationaux peuvent être nécessaires dans certains pays, mais il est peu probable qu'un pays quelconque puisse avoir besoin de plus de cinq circuits. Le CCITT a donc conclu que quatre circuits nationaux correspondent au nombre représentatif qu'il convient d'admettre pour la plus grande partie des communications internationales.

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

La communication internationale représentative maximale envisagée par le CCITT pour des études de qualité de transmission (voir la figure 3/G.101 et la figure 1/G.103) comprend donc huit circuits nationaux en plus des circuits internationaux. La distorsion cumulée de ces huit circuits sera vraisemblablement forte et voisine de la valeur maximale admissible. En conséquence, les circuits internationaux ne doivent plus apporter de réduction sensible de qualité; il a été tenu compte de ce principe dans la rédaction des Avis relatifs à ces circuits.

3.2 Circuits internationaux

La mise en vigueur du plan d'acheminement pour le trafic téléphonique international semi-automatique et automatique (voir l'Avis Q.13 [3]) suppose que le plan de transmission est appliqué. Dans ce plan d'acheminement, le CCITT a défini trois classes de centres internationaux, appelés CT1, CT2 et CT3. Afin de satisfaire aux objectifs de comportement du réseau, le CCITT a pris des dispositions qui limitent le nombre de circuits internationaux à cinq ou exceptionnellement à six ou sept. Les CT3 assurent la connexion entre les circuits nationaux et les circuits internationaux; les CT1 et les CT2 assurent la connexion de circuits internationaux entre eux. Dans certaines communications, on peut rencontrer entre les CT1 un centre de transit international CTX, comme il est indiqué sur la figure 3/G.101. En outre, certains acheminements exceptionnels font intervenir un septième circuit international.

3.3 Communications fictives de référence

Voir les Avis G.103 et G.104.

3.4 Les tableaux 1/G.101, 2/G.101 et 3/G.101 indiquent la fréquence relative et la fréquence cumulée (en pourcentage) du nombre probable de circuits dans une communication internationale, après pondération en fonction du trafic.

TABLEAU 1/G.101

Fréquence relative (en pourcentage) du nombre de circuits dans les deux prolongements nationaux et dans la chaîne internationale

Nombre de circuits	Pays d'origine CL-CT3	Chaîne internationale CT3-CT3'	Pays terminal CT3'-CL'
1	33,8	95,1	32,9
2	38,9	4,5	39,5
3	20,2	0,3	20,4
4	6,0	—	6,1
5	1,0	—	1,0

Remarque – L'existence de 6 ou de 7 circuits dans le système national d'origine présente une fréquence relative de 0,005% et 0,0005% respectivement. Dans la chaîne internationale, la fréquence relative de 4, 5 et 6 circuits est égale à 0,03%, 0,00007% et 0,00009% respectivement.

Les nombres moyen et modal de circuits nationaux sont tous les deux égaux à 2, tant dans le prolongement national d'origine que dans le prolongement national terminal. Le nombre moyen de circuits internationaux est de 1,1 et le nombre modal de ces circuits est de 1.

TABLEAU 2/G.101

Fréquence relative et fréquence cumulée (en pourcentage) du nombre total de circuits entre les centraux locaux

Nombre de circuits entre CL et CL'	Fréquence relative (%)	Fréquence cumulée (%)
3	10,61	10,61
4	25,44	36,05
5	28,77	64,82
6	20,39	85,20
7	10,08	95,29
8	3,60	98,89
9	0,93	99,81
10	0,17	99,98
11	0,02	100,00

Remarque – Les communications qui font intervenir respectivement 12, 13 ou 14 circuits ont pour fréquence relative 0,0012%, 0,000088% et 0,0000049% respectivement. La valeur moyenne est de 5,1 et la valeur modale est de 5.

TABLEAU 3/G.101

**Fréquence relative et fréquence cumulée (en pourcentage)
du nombre de circuits dans la chaîne à quatre fils**

Nombre de circuits dans la chaîne à quatre fils	Fréquence relative (%)	Fréquence cumulée (%)
1	2,65	2,65
2	14,16	16,81
3	27,49	44,30
4	26,43	70,73
5	17,28	88,01
6	8,33	96,34
7	2,83	99,18
8	0,70	99,88
9	0,11	99,99
10	0,0065	100,00

Remarque – Les chaînes à quatre fils comprenant 11 ou 12 circuits ont une fréquence relative estimée à 0,000475% et 0,0000322% respectivement. La valeur moyenne est de 3,8 et la valeur modale est de 4.

Remarques concernant les tableaux 1/G.101, 2/G.101 et 3/G.101

1 – Les informations de base qui figurent au tableau 1/G.101 proviennent d'une analyse détaillée, effectuée sous les auspices de la Commission d'études XIII du CCITT avec la participation de 23 pays, qui a porté sur l'acheminement d'environ 270 millions de communications téléphoniques en 1973. CL signifie « central local ».

2 – Le tableau 2/G.101 est établi à partir du tableau 1/G.101 en admettant que les trois distributions du tableau 1/G.101 ne présentent aucune corrélation entre elles.

3 – Le tableau 3/G.101 se déduit du tableau 1/G.101 sur la base des hypothèses suivantes :

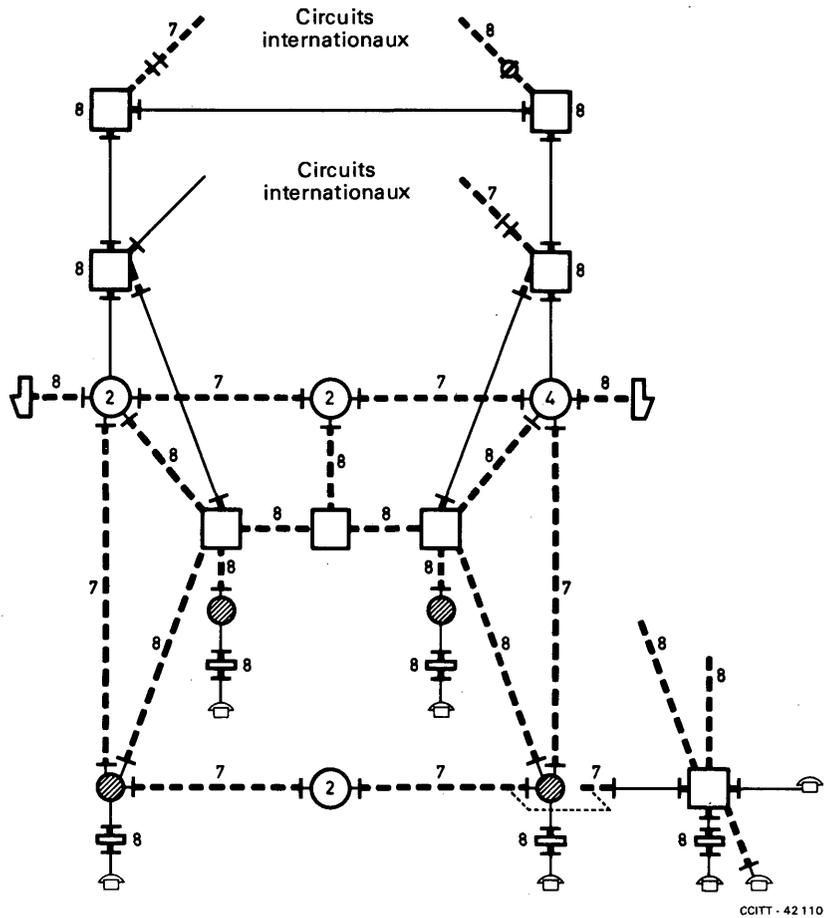
- Sur la totalité du trafic international écoulé par les centres primaires, 30% a son origine (ou aboutit) dans des centraux locaux installés dans le même bâtiment que le centre primaire. Pour les 70% restants, un circuit de jonction relie le central local au centre primaire.
- Dans le cas des acheminements qui font intervenir 1 circuit national, on admet que 50% des circuits sont à quatre fils et connectés en quatre fils au CT3 de sorte qu'ils font partie de la chaîne à quatre fils. Pour les 50% restants, les circuits sont censés être connectés en deux fils au CT3 et ne font donc pas partie de la chaîne à quatre fils. Cette hypothèse vaut, indépendamment, pour les deux prolongements nationaux.
- Tout acheminement national qui fait intervenir 5 à 7 circuits nationaux comporte un circuit de jonction connecté en deux fils.
- Pour tous les autres acheminements (qui font intervenir 2 à 4 circuits nationaux), on admet qu'un circuit de jonction connecté en deux fils est présent ou absent dans une proportion de 7 à 3.
- Les acheminements dans les deux pays ne présentent aucune corrélation entre eux.

4 Incorporation de processus numériques non intégrés

4.1 Considérations générales

Le réseau téléphonique mondial est en train de se transformer en passant d'une exploitation de caractère essentiellement analogique à une exploitation mixte, analogique et numérique. A plus long terme, on peut prévoir que l'évolution se poursuivra dans le sens d'une prédominance de l'exploitation numérique.

La figure 4/G.101 vise à montrer de quelle façon des processus analogiques et numériques MIC non intégrés peuvent se présenter dans le réseau international, en illustrant un stade possible du développement d'un réseau national lors de son passage progressif d'une exploitation entièrement analogique à une exploitation entièrement numérique. Comme il est indiqué, il peut se produire des cas où il existe dans le pays des sous-réseaux dont les systèmes de transmissions et les centraux téléphoniques sont entièrement numériques et complètement intégrés. De tels sous-réseaux (parfois désignés sous le nom de « cellules numériques ») rendent indispensables des processus de conversion analogique/numérique assurant leur jonction avec le reste du réseau. En outre, certains des circuits locaux et des circuits interurbains peuvent être établis dans certains pays à l'aide de systèmes MIC à 7 bits, desservant des centraux analogiques. Inversement, il peut arriver que des centraux numériques soient appelés à commuter des circuits analogiques. On a également tenu compte de la présence de commutateurs manuels, d'autocommutateurs privés et de systèmes de multiplexage d'abonné faisant appel aux techniques numériques MIC. Naturellement, tous les circuits indiqués comme étant des circuits MIC à 7 bits pourraient consister en circuits analogiques ou circuits MIC à 8 bits; mais on a illustré un des cas les plus défavorables.



CCITT - 42 110

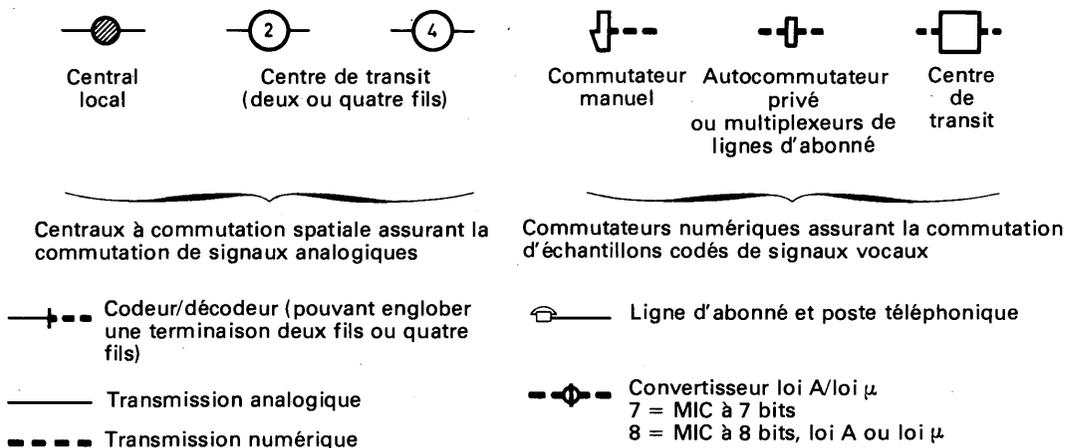


FIGURE 4/G.101
Stade intermédiaire possible dans l'évolution d'un réseau national

En ce qui concerne la technique de modulation par impulsions et codage (MIC) à 7 bits, il convient de noter que ce type de système n'est pas recommandé par le CCITT. Les seuls processus de conversion analogique à numérique (A/N) qui soient recommandés pour le service téléphonique sont du type MIC à 8 bits (voir l'Avis G.711 [2] du CCITT). Il existe quelques pays où des systèmes MIC à 7 bits actuellement en fonctionnement avaient été conçus et installés avant la parution de l'Avis G.711; s'agissant d'une situation de fait, ces systèmes doivent être pris en compte malgré leur nature provisoire puisqu'ils seront vraisemblablement mis hors service dès que leur durée de vie utile arrivera à sa fin.

Compte tenu des considérations qui précèdent, les communications téléphoniques internationales pourront pendant quelque temps comporter un, ou exceptionnellement deux, circuits locaux nationaux du type MIC à 7 bits. Peuvent également intervenir des circuits internationaux par satellite utilisant le codage MIC à 7 bits, de même que des processus de conversion loi A/loi μ et des compléments de ligne numériques.

On prévoit que la période pendant laquelle les systèmes analogiques coexisteront avec les systèmes numériques va durer de très nombreuses années. Il sera donc nécessaire de faire en sorte que, pendant cette période, la qualité de la transmission soit maintenue à un niveau satisfaisant.

4.2 Types de circuit téléphonique

Pendant la période d'exploitation mixte analogique et numérique, les circuits internationaux pourraient, en principe, être de l'un des types indiqués sur la figure 5/G.101. Dans tous les cas, les extrémités virtuelles analogiques sont identifiées (d'un point de vue théorique), avec spécification des niveaux relatifs en ces points.

Bien que les types de circuit représentés sur la figure 5/G.101 soient classés sous la rubrique des circuits internationaux, les configurations en cause peuvent également se présenter dans des réseaux téléphoniques nationaux. Mais, en pareil cas, les niveaux relatifs aux extrémités virtuelles analogiques des circuits pourraient avoir une valeur différente de celle indiquée pour les circuits internationaux.

Le circuit du type 1 de la figure 5a)/G.101 représente le cas où l'on a recours à la transmission numérique sur toute la longueur du circuit et où la commutation est du type numérique aux deux extrémités. Vu ses caractéristiques de transmission (par exemple, des variations relativement faibles de l'affaiblissement dans le temps), un tel circuit peut généralement être exploité avec un affaiblissement nominal de transmission de 0 dB, comme l'indique le schéma.

Le circuit du type 2 de la figure 5b)/G.101 représente le cas où le trajet de transmission est établi sur une voie numérique raccordée à une voie analogique. La commutation utilisée est numérique à l'extrémité numérique et analogique à l'extrémité analogique.

Dans certains cas, il pourrait être possible d'exploiter des circuits du type 2 avec un affaiblissement nominal de 0 dB dans chaque sens de transmission — par exemple, lorsqu'on peut assurer sur la portion analogique la stabilité de gain nécessaire et que la distorsion d'affaiblissement permet ce type d'exploitation.

Le circuit du type 3 de la figure 5c)/G.101 représente le cas où le trajet de transmission est établi selon une disposition en cascade comprenant des voies numériques/analogiques/numériques, conformément au schéma. La commutation aux deux extrémités est supposée être du type numérique.

Le circuit du type 4 de la figure 5d)/G.101 représente le cas où le trajet de transmission est établi selon une disposition en cascade comprenant des voies analogiques/numériques/analogiques, conformément au schéma. La commutation aux deux extrémités est supposée être du type analogique.

Le circuit du type 5 de la figure 5e)/G.101 représente le cas où l'on a recours à la transmission analogique sur toute la longueur du circuit et où la commutation est du type numérique aux deux extrémités.

Les circuits internationaux de ce type sont habituellement exploités avec un affaiblissement L de valeur nominale égale à 0,5 dB entre extrémités virtuelles analogiques.

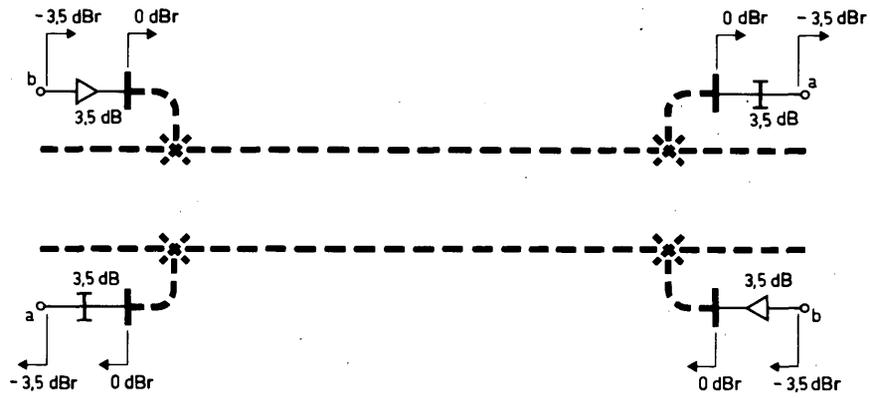
Remarque — Remarques générales concernant l'attribution des affaiblissements dans les circuits mixtes analogiques et numériques

Dans les circuits de type 2, 3 et 4, les compléments de ligne nécessaires pour commander toute variation dans les sections de circuit analogiques (provenant des variations de l'affaiblissement avec le temps ou de la distorsion d'affaiblissement) sont présentés de façon symétrique dans les deux sens de transmission. Cependant, dans la pratique, ces dispositions peuvent exiger des niveaux non normalisés aux frontières entre les sections de circuit. Les Administrations sont averties que, si elles préfèrent adopter une disposition asymétrique, par exemple en mettant tout l'affaiblissement dans le sens réception à une seule extrémité d'un circuit (ou section de circuit), il n'y a aucune objection au niveau du plan de transmission à condition que l'affaiblissement soit faible, par exemple inférieur à 1 dB.

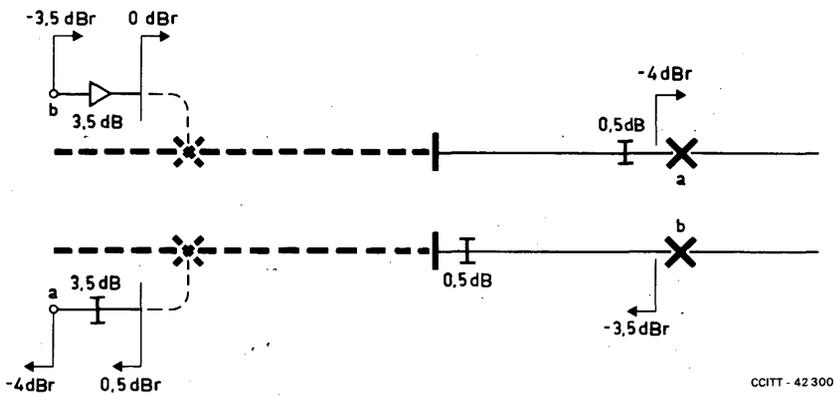
La faible asymétrie produite dans la portion internationale de la communication sera acceptable, compte tenu du petit nombre de circuits internationaux que l'on rencontre dans la plupart des communications réelles.

En ce qui concerne les circuits nationaux, les Administrations peuvent adopter toutes les dispositions qu'elles désirent à condition de satisfaire aux conditions du § 2.2 de l'Avis G.121.

On peut parfois utiliser des transmultiplexeurs, auquel cas les circuits peuvent ne pas être disponibles en audiofréquence au point auquel le symbole de complément de ligne est utilisé dans le diagramme de la figure 5/G.101. Si la variation des portions analogiques mérite un affaiblissement supplémentaire, il appartient aux Administrations de décider bilatéralement de la façon précise dont il convient d'insérer cet affaiblissement dans les circuits.

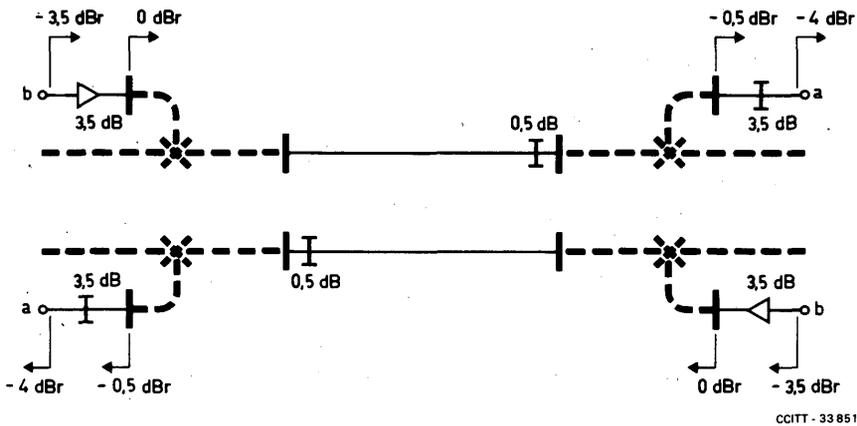


a) Circuit du type 1 – Circuit entièrement numérique avec commutation numérique aux deux extrémités.



Remarque – Les compléments de ligne ne sont nécessaires que si la section de circuit analogique introduit une distorsion d'affaiblissement importante ou une variation d'affaiblissement avec le temps.

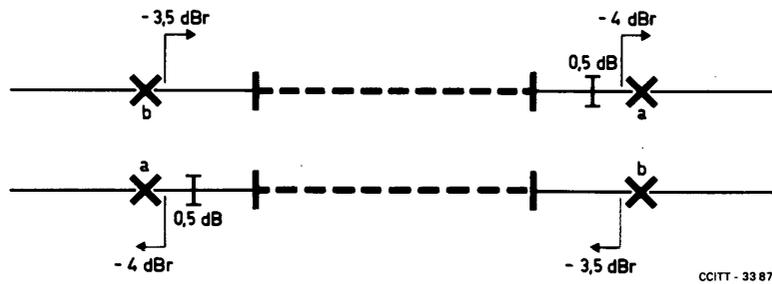
b) Circuit du type 2 – Circuit numérique/analogique avec commutation numérique à une extrémité et analogique à l'autre.



Remarque – Compléments de ligne nécessaires si la section de circuit analogique introduit une importante distorsion d'affaiblissement ou une variation en fonction du temps.

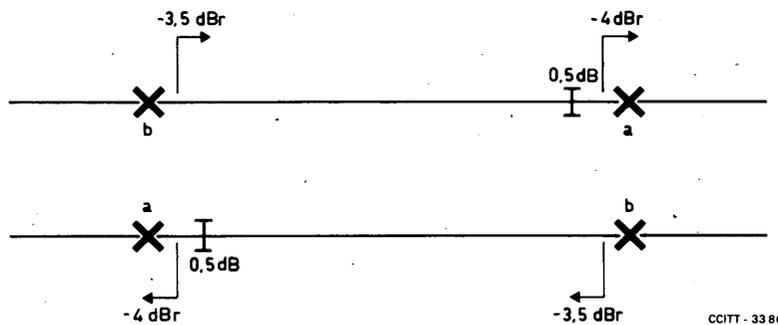
c) Circuit du type 3 – Circuit numérique/analogique/numérique avec commutation numérique à chaque extrémité.

FIGURE 5/G.101
Types de circuits internationaux

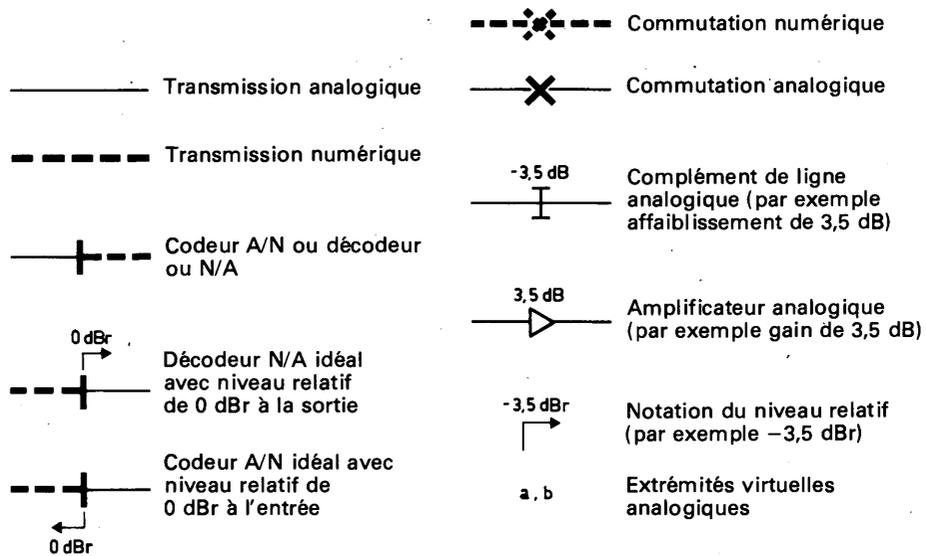


Remarque – Compléments de ligne nécessaires si les sections de circuit analogiques introduisent une importante distorsion d'affaiblissement ou une variation en fonction du temps.

d) Circuit du type 4 – Circuit analogique/numérique/analogique avec commutation analogique à chaque extrémité.



e) Circuit du type 5 – Circuit entièrement analogique avec commutation analogique aux deux extrémités.



Remarque – Les symboles des compléments de ligne dans les circuits ne signifient pas que des lignes d'affaiblissement réelles soient nécessaires. Ils correspondent à une convention des ingénieurs en planification de transmission.

FIGURE 5/G.101 (fin)
Types de circuits internationaux

4.3 *Nombre de processus numériques MIC non intégrés*

Restrictions dues aux dégradations de transmission

Pendant la période d'exploitation mixte, analogique et numérique, il pourra être nécessaire d'incorporer dans les communications téléphoniques internationales un nombre important de processus numériques non intégrés. Pour éviter que les dégradations de transmission (distorsion de quantification, distorsion d'affaiblissement et distorsion de temps de propagation de groupe) introduites par ces processus ne s'accumulent au point d'entraîner une baisse appréciable de qualité pour la transmission globale, il est recommandé que la règle de planification indiquée au § 3 de l'Avis G.113 soit respectée. Cette règle a pour effet de limiter le nombre de processus numériques non intégrés aussi bien dans les parties nationales que dans les parties internationales des communications téléphoniques.

Dans le cas de communications entièrement numériques, les dégradations de transmission peuvent aussi s'accumuler par suite de l'incorporation de processus numériques (par exemple des compléments de ligne numériques). La question de l'accumulation de ces dégradations dans des conditions d'exploitation entièrement numériques est également traitée au § 3 de l'Avis G.113.

4.4 *Transmission de données analogiques et numériques*

Pendant la période d'exploitation mixte, analogique et numérique, la présence dans les communications téléphoniques de processus numériques, par exemple des convertisseurs analogiques/numériques, des convertisseurs de lois de codage, des compléments de ligne numériques, etc., ne devrait pas interdire la transmission de données analogiques. Cependant, sur les communications numériques globales, les données de type numérique risquent d'être défavorablement affectées par des dispositifs comme les convertisseurs de lois de codage et les compléments de ligne numériques qui comportent des processus de recodage des signaux. Par conséquent, pour la transmission de données numériques, il est nécessaire d'adopter une disposition qui permette de mettre hors circuit ou de court-circuiter tout élément dont le fonctionnement implique le recodage des signaux de données numériques.

4.5 *Principe général*

Il est reconnu que pendant la période d'exploitation mixte, analogique et numérique, on pourra rencontrer dans le réseau téléphonique mondial un nombre considérable de processus numériques non intégrés. Il importe donc que l'incorporation de ces processus se fasse de façon qu'au moment où l'intégration des fonctions sera possible, les équipements devenus inutiles ne restent pas dans le réseau entièrement numérique.

5 **Conventions et définitions**

5.1 *Extrémités virtuelles analogiques*

Le concept d'«extrémités virtuelles» a été utile dans la réalisation des études de transmission se rapportant à des communications entièrement analogiques. Par exemple, ces points ont servi à définir la frontière entre les divers circuits internationaux, ainsi qu'entre les circuits internationaux et les circuits de prolongement nationaux. Les «extrémités virtuelles» constituaient en outre un point de référence commode auquel on pouvait rapporter les paramètres de transmission.

L'incorporation de processus de codage numériques au réseau téléphonique mondial ne permet plus de déterminer, dans tous les cas, des points théoriques qui correspondraient aux «extrémités virtuelles» des communications entièrement analogiques. Vu qu'il serait souhaitable de disposer de points jouant ce même rôle dans les connexions mixtes analogiques et numériques, on a adopté le concept d'«extrémités virtuelles analogiques». Ce concept postule l'existence de codecs idéaux à partir desquels on puisse déterminer les points désirés.

Le terme «extrémités virtuelles analogiques» est également à utiliser en remplacement de l'ancien terme «extrémités virtuelles» dans les contextes entièrement analogiques.

5.2 *Niveaux relatifs spécifiés aux extrémités virtuelles analogiques des circuits internationaux*

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

- à l'émission: –3,5 dBr;
- à la réception: –4,0 dBr pour les circuits analogiques;
–3,5 dBr pour les circuits numériques.

L'affaiblissement nominal à la fréquence de référence entre extrémités virtuelles analogiques de ce circuit est donc 0,5 dB pour les circuits analogiques et 0 dB pour les circuits numériques.

Remarque 1 – Voir les définitions du § 5.3. La position des extrémités virtuelles analogiques apparaît sur la figure 2/G.101 et la figure 1/G.122.

Remarque 2 – Le termineur faisant partie des systèmes nationaux, et son affaiblissement effectif pouvant dépendre du plan national de transmission adopté par chaque Administration, il n'est plus possible de définir les niveaux relatifs sur les circuits internationaux à quatre fils par référence aux bornes à deux fils d'un termineur. En particulier, l'équivalent en service terminal de la chaîne constituée en reliant deux termineurs à un circuit international à quatre fils ne peut pas être fixé à une valeur unique par les Avis du CCITT. Les extrémités virtuelles analogiques des circuits auraient donc pu être choisies en des points de niveau relatif arbitraire. Les valeurs adoptées ci-dessus sont telles qu'elles ont permis en général de passer avec le minimum de difficultés de l'ancien plan au nouveau.

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

5.3 Définitions

5.3.1 point de référence pour la transmission

E: transmission reference point

S: punto de referencia para la transmisión

Point fictif servant de point de niveau relatif zéro dans le calcul des niveaux relatifs nominaux. En ces points d'un circuit téléphonique, le niveau de puissance moyenne nominal (-15 dBm) défini dans l'Avis cité en [4] s'applique, que le système de transmission soit ou non conforme aux objectifs de bruit définis dans l'Avis G.222 [5].

Remarque – D'autres valeurs s'appliquent à certains systèmes tels que les systèmes en câbles sous-marins définis à l'Avis G.371 [6].

Sur chaque voie d'un circuit qui peut être commuté en quatre fils, il existe un tel point; il est situé en amont de l'extrémité virtuelle à l'émission et, sur un circuit international, il a par définition un niveau supérieur de 3,5 dB à celui de cette extrémité virtuelle.

Dans les équipements de multiplexage par répartition en fréquence (MRF), le point fictif servant de point de niveau relatif zéro (c'est-à-dire le point où toutes les voies ont un niveau relatif identique) se définit comme le point où le signal multiplex peut être représenté, en ce qui concerne l'effet de l'intermodulation, par un signal de bruit erratique de spectre uniforme dont le niveau de puissance moyenne est celui que spécifie l'Avis cité en [7]. Le niveau nominal de puissance moyenne de chaque voie téléphonique est de -15 dBm, comme défini dans l'Avis cité en [4].

5.3.2 niveau relatif de puissance

E: relative power level

S: nivel relativo (de potencia)

5.3.2.1 Le *niveau relatif nominal* en un point d'un système de transmission caractérise la puissance du signal acceptable en ce point par rapport au niveau de puissance conventionnelle au point de niveau relatif zéro.

Si, par exemple, en un point particulier, la puissance moyenne acceptable par voie téléphonique correspond à un niveau de puissance absolu de S dBm, le niveau relatif associé à ce point est $(S + 15)$ dBr. Plus particulièrement, en un point de niveau 0 dBr, le niveau de puissance moyenne conventionnelle par rapport à une seule voie téléphonique est de -15 dBm.

Remarque – Les niveaux relatifs nominaux en des points particuliers d'un système de transmission (par exemple, l'entrée et la sortie des répartiteurs ou d'équipements tels que les modulateurs de voie) sont fixés par convention, généralement par accord entre les constructeurs et les utilisateurs.

Les Avis du CCITT sont rédigés de telle sorte que le niveau absolu de puissance des signaux de mesure à appliquer à l'entrée d'un équipement de transmission déterminé, pour vérifier sa conformité à ces Avis, est parfaitement défini dès lors que le niveau relatif nominal en ce point se trouve fixé.

5.3.2.2 Le *niveau relatif réel* en un point d'un circuit est donné par l'expression $10 \log_{10} (P/P_0)$ dBr, dans laquelle P représente la puissance d'un signal d'essai sinusoïdal au point considéré et P_0 la puissance de ce signal au point de référence pour la transmission. Cette grandeur est indépendante de la valeur de P_0 : il s'agit d'une différence de niveau indiquant un gain sur le circuit.

Remarque – Lors de l'établissement d'un système de transmission, les équipements doivent être groupés de manière à assurer la compatibilité entre le niveau relatif nominal et le niveau relatif réel imposés par chaque équipement. Le diagramme représentant les niveaux relatifs d'un circuit établi dans le cadre d'un système est donc défini par les équipements servant à le constituer.

5.3.2.3 Dans les procédés de codage et décodage MIC normalisés par le CCITT, le rapport entre le point 0 dBr et le niveau de T_{max} est stipulé dans l'Avis G.711 [2]. La figure 6/G.101 montre comment déterminer le niveau relatif aux extrémités analogiques d'entrée et de sortie d'un codec «réel». Plus particulièrement, si l'équivalent de référence nominal minimal à l'émission des systèmes locaux par rapport à un point de niveau 0 dBr d'un codeur MIC n'est pas inférieur à 2,5 dB et si la valeur de T_{max} du procédé est fixée à +3 dBm0 (plus exactement à 3,14 dBm0 dans le cas de la loi A et à 3,17 dBm0 dans celui de la loi μ), si l'on se base sur les dispositions du § 3 de l'Avis G.121, la puissance de crête des signaux vocaux sera régulée de manière appropriée.

Lorsque la charge du signal est régulée de la manière décrite ci-dessus, les points de niveau 0 dBr des circuits MRF et MIC peuvent être directement interconnectés, chacun respectant les critères de conception de l'autre: ce fait est particulièrement important lorsque des points de deux hiérarchies de multiplexage sont connectés par l'intermédiaire de transmultiplexeurs, de codecs ou de modems.

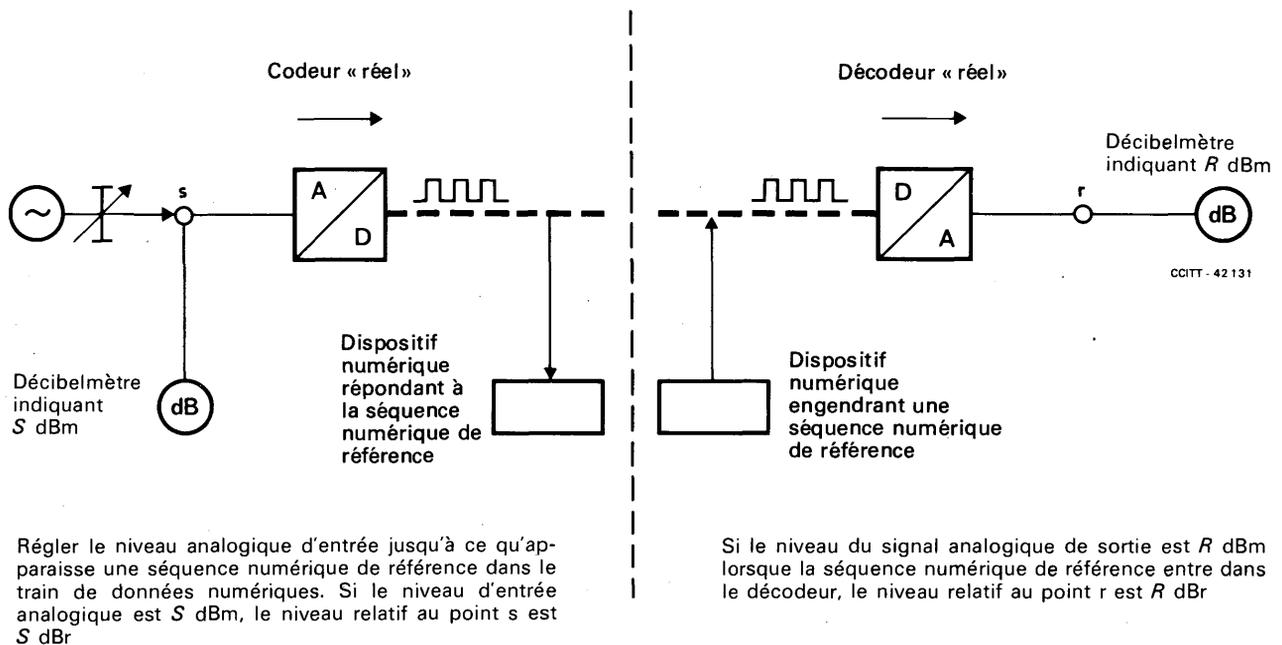


FIGURE 6/G.101
Détermination du niveau relatif aux points d'entrée et de sortie analogiques d'un codec «réel» en utilisant des séquences numériques de référence

5.3.3 séquence numérique de référence MIC

E: PCM digital reference sequence (DRS)

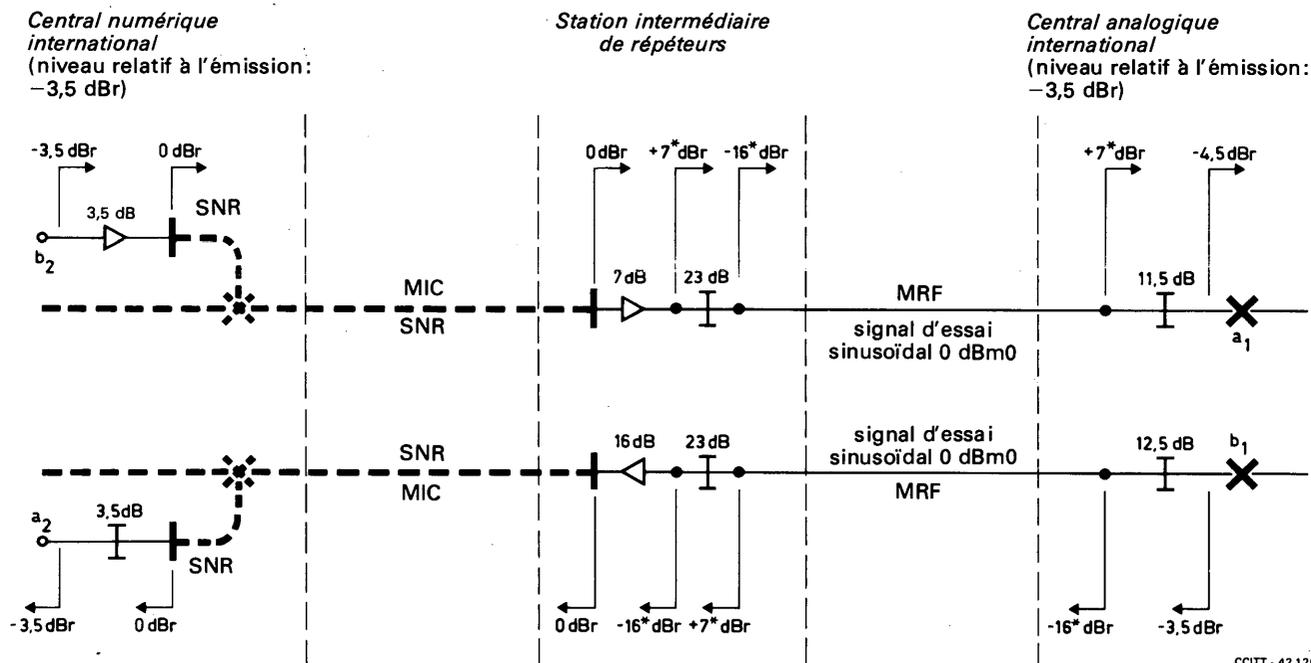
S: secuencia de referencia digital MIC (SRD)

5.3.3.1 La séquence numérique de référence MIC est une des séquences de code MIC possibles qui, décodée par un décodeur idéal, produit un signal sinusoïdal analogique à la fréquence de référence d'essai admise (c'est-à-dire un signal nominal de 800 ou 1000 Hz décalé de façon appropriée) à un niveau de 0 dBm0.

Réciproquement, un signal sinusoïdal analogique à 0 dBm0 à la fréquence de référence d'essai, appliqué à l'entrée d'un codeur idéal, engendrera une séquence numérique de référence MIC.

L'Avis G.711 [2] définit certaines séquences numériques de référence MIC par rapport à la loi A et à la loi μ .

5.3.3.2 Dans l'étude des circuits et des connexions à l'intérieur de réseaux mixtes, analogiques et numériques, l'utilisation de la séquence numérique de référence peut être utile. Par exemple, la figure 7/G.101 représente les diverses relations de niveau qu'on obtient (en principe) sur un circuit international du type 2 dont l'une des extrémités se termine par un central numérique, et l'autre par un central analogique. Dans l'exemple de la figure 7/G.101, il est admis qu'un affaiblissement de 0,5 dB est nécessaire sur la portion analogique, ce qu'on obtient en introduisant au central analogique, dans le sens réception, un complément de ligne qui assure un affaiblissement de 1,0 dB (0,5 dB pour chaque sens de transmission). Cet exemple a été choisi délibérément pour démontrer l'utilité du concept de séquence numérique de référence.



SNR Séquence numérique de référence
 MIC Voie MIC
 MRF Voie MRF
 * A titre d'exemple, un des ensembles de niveaux relatifs à fréquences vocales indiquées dans l'Avis cité en [11]
 ● Point d'entrée ou de sortie à fréquences vocales de l'équipement de multiplexage

Affaiblissement de transmission: $b_2 - a_1 = 1,0$ dB
 $b_1 - a_2 = 0$ dB

Remarque – Pour la signification des autres symboles, on se reportera à la légende de la figure 5/G.101.

FIGURE 7/G.101
 Utilisation d'une séquence numérique de référence dans la conception et le réglage d'un circuit international du type 2

5.3.4 Point d'accès pour les mesures de circuit

Le CCITT a défini les points d'accès pour la mesure du circuit comme des «points d'accès pour les mesures en quatre fils situés de telle manière qu'une partie aussi importante que possible du circuit international soit comprise entre paires correspondantes de ces points d'accès aux deux centres intéressés». Ces points et leur niveau relatif (par rapport au point de référence pour la transmission) sont déterminés dans chaque cas par l'Administration intéressée. On les prend en pratique comme points dont les niveaux relatifs sont connus et auxquels les mesures de transmission seront rapportées. En d'autres termes, pour les mesures et réglages, le niveau relatif en un point d'accès pour les mesures du circuit, convenablement choisi, est le niveau relatif par rapport auquel on règle les autres niveaux.

5.3.5 Fréquence de l'onde de mesure

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

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

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

Remarque 1 – Les définitions 5.3.1 et 5.3.2 sont utiles pour les travaux de la Commission XVI. On a reproduit à titre d'information les définitions 5.3.4 et 5.3.5, extraites des Avis M.640 [8] et M.580 [9].

Remarque 2 – Afin de tenir compte des circuits MIC et des sections de circuit, les fréquences nominales 800 Hz et 1000 Hz sont en fait décalées d'une quantité appropriée afin d'éviter l'interaction avec la fréquence d'échantillonnage. On trouvera de plus amples détails dans le supplément n° 3.5 au tome IV [10].

5.4 Interconnexion de circuits internationaux dans un centre de transit

Dans un centre de transit, on considère que les extrémités virtuelles analogiques des deux circuits à interconnecter sont reliées entre elles directement, c'est-à-dire sans affaiblissement ni gain supplémentaires. Il en résulte qu'une chaîne de circuits internationaux présente un affaiblissement nominal en transit égal à la somme des affaiblissements de circuit individuels.

Références

- [1] Avis du CCITT *Plan de transmission*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.40.
- [2] Avis du CCITT *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.711.
- [3] Avis du CCITT *Plan d'acheminement international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.13.
- [4] Avis du CCITT *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits de référence pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.2, Avis G.223, § 1.
- [5] 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.
- [6] Avis du CCITT *Systèmes à courants porteurs en câble sous-marin*, tome III, fascicule III.2, Avis G.371.
- [7] Avis du CCITT *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits de référence pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.2, Avis G.223, § 2.
- [8] Avis du CCITT *Connexions en quatre fils établies par commutation et mesures sur circuits à 4 fils*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.640.
- [9] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580.
- [10] *Fréquences d'essai pour circuits établis sur système MIC*, tome IV, fascicule IV.4, supplément n° 3.5.
- [11] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 11.

Avis G.102

OBJECTIFS ET RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DE TRANSMISSION

(Genève, 1980)

1 Considérations générales

Le CCITT a établi (ou est en train d'établir) des Avis concernant les dégradations de la transmission et leur limite admissible, dans le but d'obtenir un fonctionnement satisfaisant du réseau. Parmi ces dégradations figurent par exemple:

- a) équivalent de référence et affaiblissement,
- b) bruit,
- c) distorsion d'affaiblissement,
- d) diaphonie,
- e) perturbation par une seule fréquence,
- f) modulation parasite,
- g) effets des erreurs dans les systèmes numériques.

Certains Avis fixent des objectifs pour une dégradation, en admettant implicitement que d'autres dégradations ont leur valeur maximale (par exemple: bruit et affaiblissement).

Dans de nombreux cas, les objectifs concernent principalement la téléphonie; mais il peut être nécessaire d'appliquer des dispositions spéciales quand il faut assurer sur le réseau, ou sur certaines de ses parties constitutives, des services (tels que transmissions radiophoniques) nécessitant des dispositions plus rigoureuses.

On peut établir les distinctions suivantes entre les différents types d'objectifs:

- 1) objectifs pour la qualité de fonctionnement des réseaux,
- 2) objectifs pour la qualité de fonctionnement des circuits et des équipements de transmission et de commutation,
- 3) objectifs pour les projets d'équipements de transmission et de commutation,
- 4) objectifs pour la mise en service des circuits et des équipements de transmission et de commutation,
- 5) limites pour la maintenance ou l'exploitation des circuits et des équipements de transmission et de commutation.

2 Explication d'un objectif pour la qualité de fonctionnement

L'objectif pour la qualité de fonctionnement — du point de vue d'une dégradation mesurable de la transmission — de réseaux, de communications complètes, de systèmes nationaux faisant partie de communications internationales, de chaînes de circuits internationales, de circuits isolés, etc, décrit souvent en termes statistiques (valeur moyenne, écart type ou probabilité de dépasser une valeur fixée, etc.) la valeur à prendre comme but dans la planification des réseaux et des systèmes de transmission. Cet objectif définit la qualité de fonctionnement vers laquelle — en se fondant, par exemple, sur des essais subjectifs ou autres essais d'évaluation de qualité — il est désirable de tendre afin d'offrir à l'utilisateur un service satisfaisant.

Les éléments (circuits, systèmes, équipements) constituant le réseau fournissent, suivant l'hypothèse normalement admise, une qualité de fonctionnement liée à celle qui est recommandée par les objectifs de qualité de fonctionnement; dans certains cas, on appliquera dans les calculs une pondération en fonction du trafic.

Les communications fictives de référence décrites dans l'Avis G.103 constituent un puissant ensemble d'outils que l'on peut utiliser dans les analyses relatives aux objectifs pour le réseau ainsi qu'à la mesure dans laquelle ces objectifs sont respectés.

3 Explication d'un objectif pour les projets

L'«objectif pour les projets» relatif à une dégradation mesurable de la transmission (par exemple: bruit, taux d'erreurs, distorsion d'affaiblissement) pour un élément donné (par exemple: système de ligne, central téléphonique) est la valeur de cette dégradation quand l'élément fonctionne dans un milieu électrique et physique que l'on peut définir par des paramètres tels que la tension d'alimentation, la charge par le signal, la température, l'humidité, etc. Certains de ces paramètres peuvent faire l'objet d'Avis du CCITT; ce n'est pas le cas pour certains autres, et il appartient alors aux Administrations de leur assigner des valeurs quand elles préparent leurs spécifications. On peut également prévoir une marge convenable pour le vieillissement. On prend souvent par hypothèse la combinaison la plus défavorable des valeurs spécifiées pour les divers paramètres.

En fixant un «objectif pour les projets», on se propose de fournir une base pour la conception d'un élément du point de vue de la quantité considérée. La figure 1/G.102 met en évidence la signification de l'objectif pour le projet d'un élément et la figure 2/G.102 donne des exemples de la fréquence relative d'occurrence des dégradations.

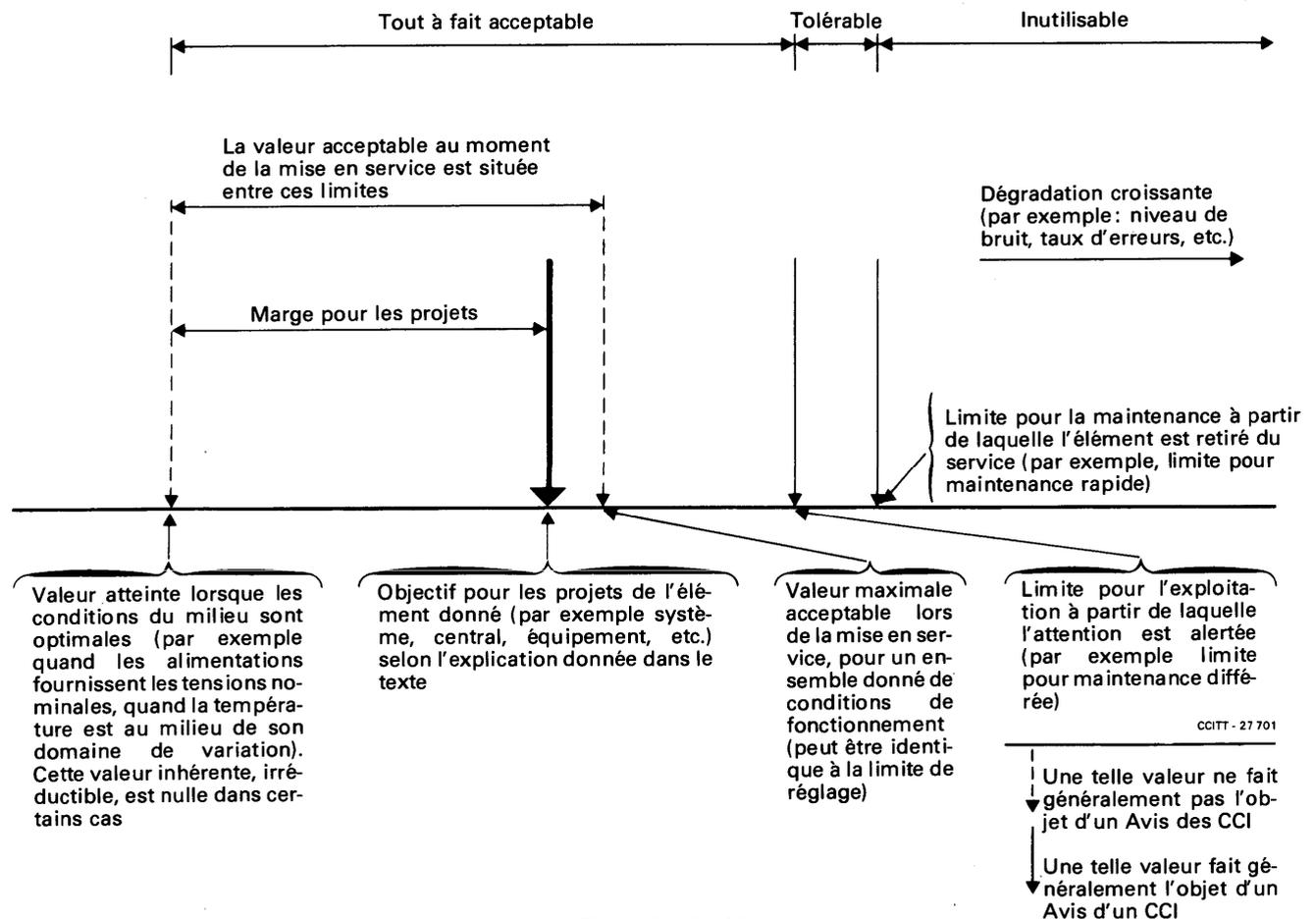
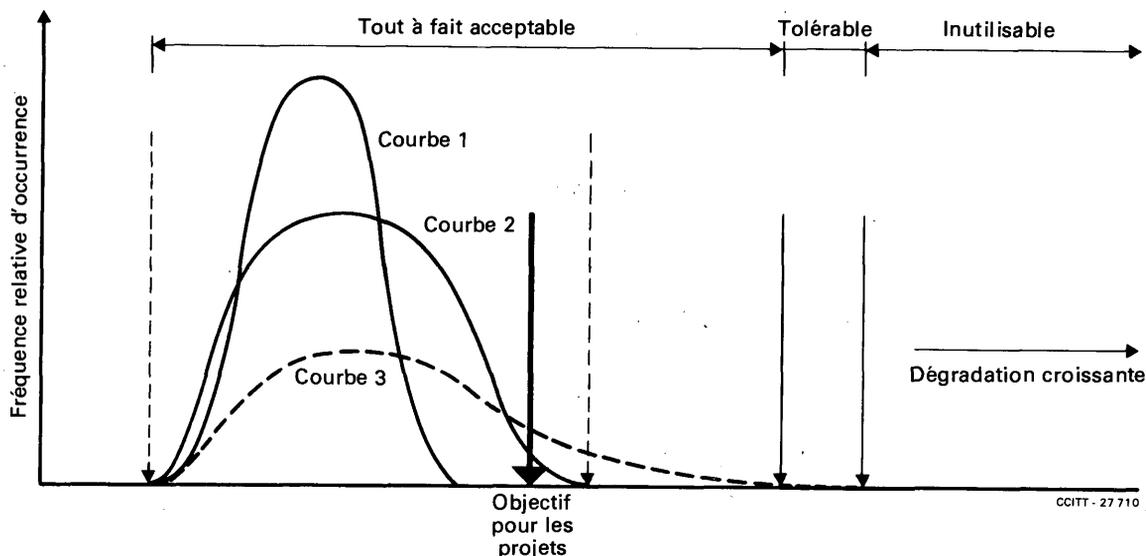


FIGURE 1/G.102

Illustration de ce que représente l'objectif pour les projets pour un élément donné



Des courbes semblables peuvent être obtenues pour l'ensemble des équipements au moment de la mise en service. A titre de variante, on peut tracer les courbes qui représentent la qualité de fonctionnement d'un équipement particulier pendant sa durée de vie.

- Courbe 1 – Exemple de la fréquence relative d'occurrence des dégradations au moment de la mise en service, où l'objectif pour les projets est respecté avec une certaine marge. On peut obtenir une distribution semblable au cours du service pendant toute la durée de vie d'un équipement particulier du moment que l'effet des conditions extérieures et autres est négligeable. On peut donner pour exemple la distorsion d'affaiblissement des transformateurs.
- Courbe 2 – Exemple de la fréquence relative d'occurrence des dégradations au moment de la mise en service, dans lequel l'objectif pour les projets est dépassé, avec une certaine probabilité convenue, du fait qu'un équipement particulier est utilisé dans des conditions plus sévères que celles prévues dans l'objectif pour les projets. On peut donner pour exemple le cas où, dans un système sur ligne métallique ou radioélectrique, une distance entre répéteurs est supérieure à celle qui avait été prévue.
- Courbe 3 – Exemple de la fréquence relative d'occurrence des dégradations au cours du service lorsque les conditions extérieures sont plus sévères ou impliquent des conditions qui s'ajoutent à celles qui avaient été spécifiées. On peut donner pour exemple l'effet d'une charge excessive, de défaillances de certains composants, d'erreurs commises dans l'exploitation.

FIGURE 2/G.102

Exemple de la fréquence relative d'occurrence des diverses valeurs de dégradation

Les objectifs pour les projets constitueront, dans de nombreux cas, la base d'une clause de spécification pour la réalisation et/ou l'achat d'équipements.

Les circuits fictifs de référence et les conduits numériques fictifs de référence (voir les Avis pertinents dans les séries G.300 et G.700) forment un puissant ensemble d'outils utilisé en liaison avec l'application des objectifs pour les projets.

4 Explication d'un objectif pour la mise en service

Les conditions effectivement constatées sur des circuits réels et des équipements installés peuvent différer des hypothèses valables pour les circuits fictifs de référence et pour les projets des équipements. La qualité de fonctionnement à laquelle on peut s'attendre au moment de la mise en service ne saurait donc être déduite uniquement des Avis concernant les circuits fictifs de référence. Il peut arriver que l'on ait à tenir compte de particularités telles que: circuits constitués par un assemblage d'équipements de conception différente, systèmes de ligne dont la longueur diffère notablement de celle d'une section homogène, etc. (voir, par exemple, l'Avis G.226 [1]).

Les objectifs pour la mise en service ne donnent pas lieu, normalement, à des Avis du CCITT.

5 Explication des limites applicables à la maintenance

En service, la qualité de fonctionnement d'un organe ou d'un ensemble d'organes peut se dégrader pour diverses raisons: vieillissement, surcharge, conditions ambiantes excessives, erreurs, défauts des composants, etc. Du point de vue du service, les coûts augmentent si l'on veut maintenir en permanence ces dégradations à un niveau négligeable. C'est pourquoi les objectifs pour les projets sont choisis de façon à conférer une marge aussi large que possible pour obtenir en service une qualité de fonctionnement satisfaisante.

En ce qui concerne la dégradation de la qualité de transmission, il arrive souvent qu'aucune valeur ne représente nettement la démarcation entre une transmission «tolérable» et une transmission «inutilisable» et, dans la pratique, il existe des dégradations plus marquées que dans les objectifs pour les projets, malgré lesquelles le service demeure satisfaisant pour les usagers. C'est le cas en téléphonie, ce n'est peut-être pas le cas pour d'autres services.

Quoi qu'il en soit, il est souvent commode de définir une valeur déterminée de dégradation au-dessus de laquelle l'organe est considéré comme «inutilisable» et doit être mis hors service à la première occasion, de façon à rétablir une qualité de fonctionnement, conforme à quelque limite définie (par exemple, limite pour une prompt mesure de maintenance).

Il est souvent utile de définir une limite de performance à laquelle l'attention est alertée sans (peut-être) qu'aucune mesure ne soit immédiatement prise (par exemple, limite pour une mesure de maintenance différée).

Ces limites sont généralement indépendantes du type de service assuré par les moyens utilisés. Toutefois, il est parfois nécessaire de définir une limite de qualité de fonctionnement pour un type donné de service, au-delà de laquelle la qualité du service offert à l'utilisateur cesse d'être satisfaisante. Cette limite peut différer selon les services; elle peut parfois coïncider avec une limite de prompt mesure de maintenance (limite de service).

Ces limites (et, au besoin, d'autres) devraient être plus élevées que les objectifs pour les projets. Elles sont illustrées à la figure 1/G.102 et leur titre générique est «limites de maintenance».

Référence

- [1] Avis du CCITT *Bruit sur une liaison réelle*, tome III, fascicule III.2, Avis G.226.

Avis G.103

COMMUNICATIONS FICTIVES DE RÉFÉRENCE

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

Le présent Avis traite principalement des réseaux analogiques. L'Avis G.104 porte sur les réseaux numériques; les problèmes qui se poseront pendant une période transitoire, lorsque des circuits numériques seront introduits dans les réseaux analogiques, sont exposés au § 4 du présent Avis. On peut envisager qu'en définitive toutes les communications de référence, qu'elles concernent des systèmes analogiques ou des systèmes numériques, seront traitées dans un seul et même Avis.

1 Objet

Une communication fictive de référence pour les études relatives aux dégradations de la qualité de transmission est un modèle dans lequel sont décrites les dégradations introduites par les circuits et les centraux.

Un modèle de cette nature peut servir à une Administration:

- pour étudier l'effet qu'exercent sur la qualité de transmission les variations éventuelles de l'acheminement, de la répartition du bruit et des affaiblissements dans un réseau national;
- pour s'assurer que les règles de la planification nationale sont, à première vue, conformes aux critères statistiques de dégradations qui pourraient être recommandés par le CCITT pour les réseaux nationaux.

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

Les communications fictives de référence *ne* doivent *pas* être considérées comme comportant la recommandation de valeurs déterminées pour les affaiblissements, le bruit et les autres dégradations de qualité. Cependant, dans bien des cas, les valeurs citées correspondent à des valeurs recommandées. Les communications fictives de référence *ne* sont *pas* non plus destinées à être utilisées pour les projets de construction des systèmes de transmission.

2 Constitution des communications fictives de référence (CFR)

2.1 Elles sont définies dans les figures 1/G.103, 2/G.103 et 3/G.103.

Figure 1/G.103 – Communication internationale la plus longue avec le nombre maximal de circuits nationaux et internationaux, envisagée conformément aux Avis du CCITT. Une telle communication aurait

normalement des équivalents de référence élevés et un niveau de bruit élevé; le bruit introduit par les circuits internationaux peut atteindre une valeur assez importante. La distorsion d'affaiblissement et la distorsion de temps de propagation de groupe pourront aussi atteindre des valeurs très élevées. De telles communications sont rares.

Figure 2/G.103 – Communication internationale de longueur modérée (par exemple jusqu'à 2000 km) comprenant le nombre le plus courant de circuits internationaux et nationaux. Dans une communication de ce type, on prévoit que le bruit causé par les systèmes nationaux sera prédominant. Une communication de ce type correspond à un pourcentage important des communications internationales.

Figure 3/G.103 – Communication internationale comprenant pratiquement le nombre maximal de circuits internationaux et le nombre minimal de circuits nationaux. Les communications de ce type sont nombreuses.

2.2 Remarques générales applicables aux figures 1/G.103, 2/G.103 et 3/G.103

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

On pourrait juger qu'il est peut-être un peu illogique que les communications fictives de référence n'emploient pas les extrémités virtuelles «conventionnelles», c'est-à-dire -3,5 et -4 dBr. Toutefois, si on redessine les communications de référence en tenant compte de cette convention, les valeurs de la puissance de bruit indiquées sur le schéma ne pourront plus être les valeurs familières figurant ailleurs dans d'autres Avis. D'autres explications sont données dans l'annexe A au présent Avis.

2.2.2 On a utilisé la nomenclature employée par le CCITT pour le plan d'acheminement international.

2.2.3 Un seul sens de transmission est représenté dans chaque cas.

2.2.4 Les objectifs pour les projets pour les puissances moyennes horaires du bruit sont indiqués conformément aux Avis actuels. Pour les circuits à courants porteurs à grande distance, elles sont proportionnelles à la longueur du circuit, le taux de puissance de bruit approprié (4 pW/km ou 1 pW/km) étant utilisé selon que le circuit fictif de référence de base a 2500 km ou 7500 km de long.

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

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

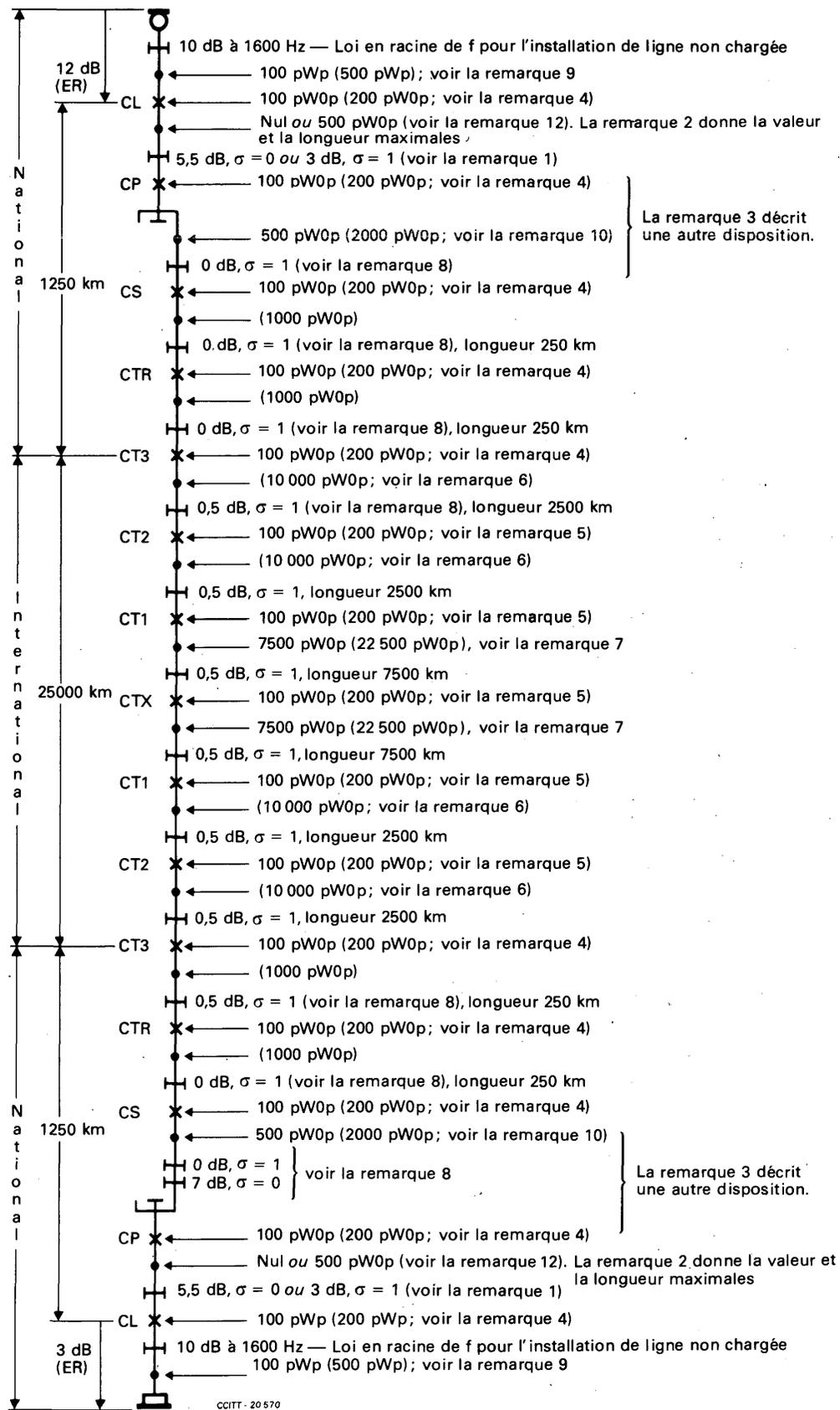
Si l'on doit rapporter les puissances de bruit à un point particulier de la communication (par exemple, au central local de réception ou au point de niveau relatif zéro sur le premier circuit international), il convient d'appliquer la règle suivante:

Si un niveau de puissance de bruit doit être déterminé en un point *A* par rapport à un point *B* situé en aval de sa position, il est obtenu en augmentant le niveau en *B* de la somme des affaiblissements qu'il est censé traverser entre *A* et *B*. S'il doit être déterminé par rapport à un point *C* situé en amont de sa position, il est obtenu en diminuant le niveau en *C* de la somme des affaiblissements qu'il est censé traverser entre *A* et *C*.

2.2.7 L'affaiblissement terminal nominal de la communication (c'est-à-dire l'affaiblissement nominal total moins la somme des affaiblissements en transit de chaque circuit) est indiqué sous la forme d'un complément de ligne associé au circuit d'extrême droite dans la chaîne à 4 fils. Cet artifice permet d'indiquer les puissances de bruit comme si elles étaient injectées aux points de niveau relatif zéro sur chaque circuit, comme l'explique l'annexe A au présent Avis.

2.2.8 Les renseignements relatifs à la répartition de la distorsion d'affaiblissement et de la distorsion de temps de propagation de groupe figurent dans l'annexe A à l'Avis G.113. Les valeurs calculées des combinaisons variables possibles des dégradations fondamentales de la transmission figurent dans le supplément n° 20.

L'Avis G.114 donne des renseignements relatifs au temps de propagation de groupe.



Légende se rapportant aux figures 1/G.103, 2/G.103 et 3/G.103

ER	équivalent de référence	CS	centre secondaire
CL	central local	CTR	centre tertiaire
CP	centre primaire	CT	centre de transit

FIGURE 1/G.103

Communication internationale la plus longue avec le nombre maximal de circuits internationaux et nationaux, envisagée conformément aux Avis du CCITT

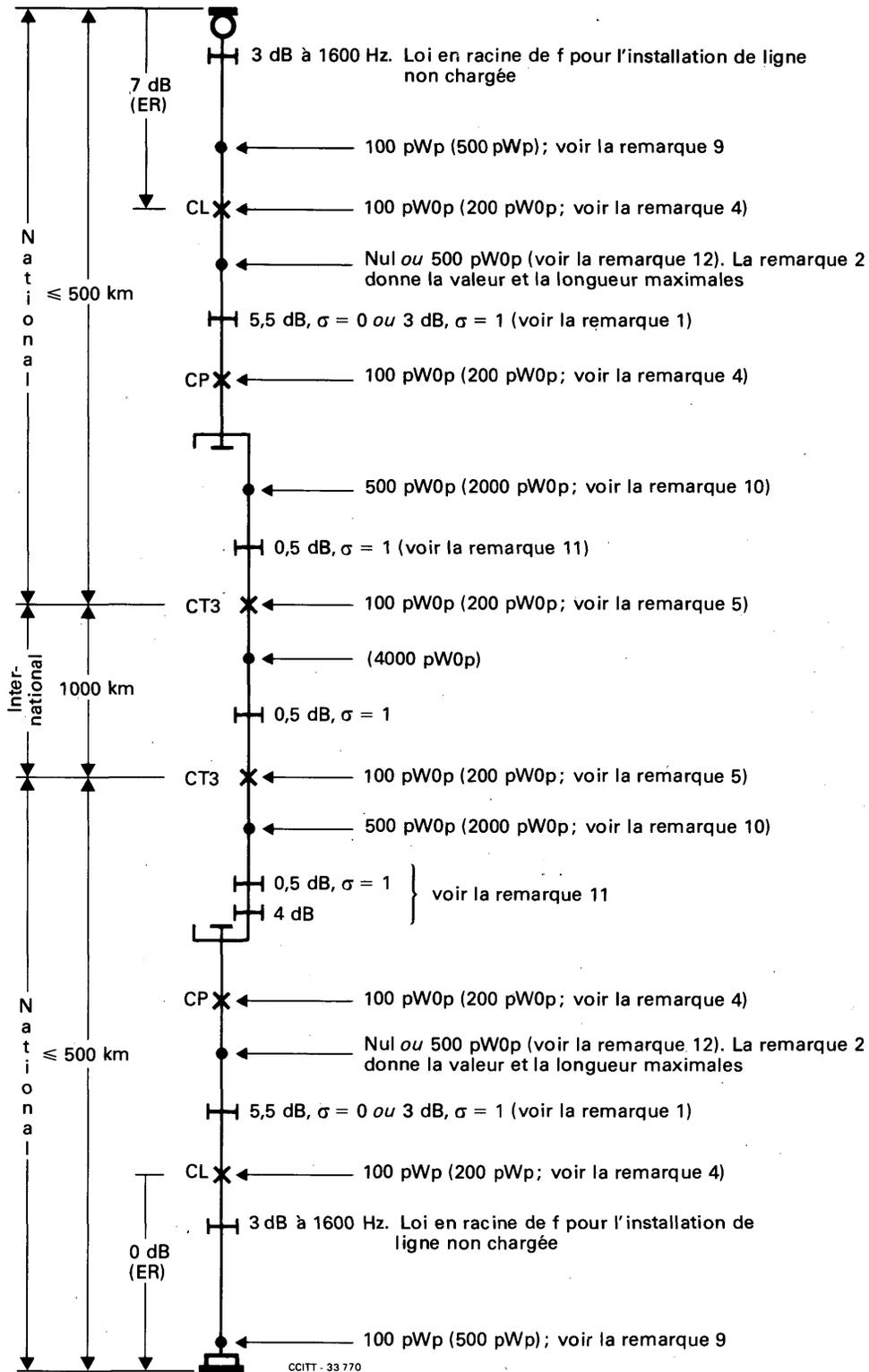


FIGURE 2/G.103
 Communication internationale de longueur modérée comprenant le nombre le plus courant de circuits internationaux et nationaux

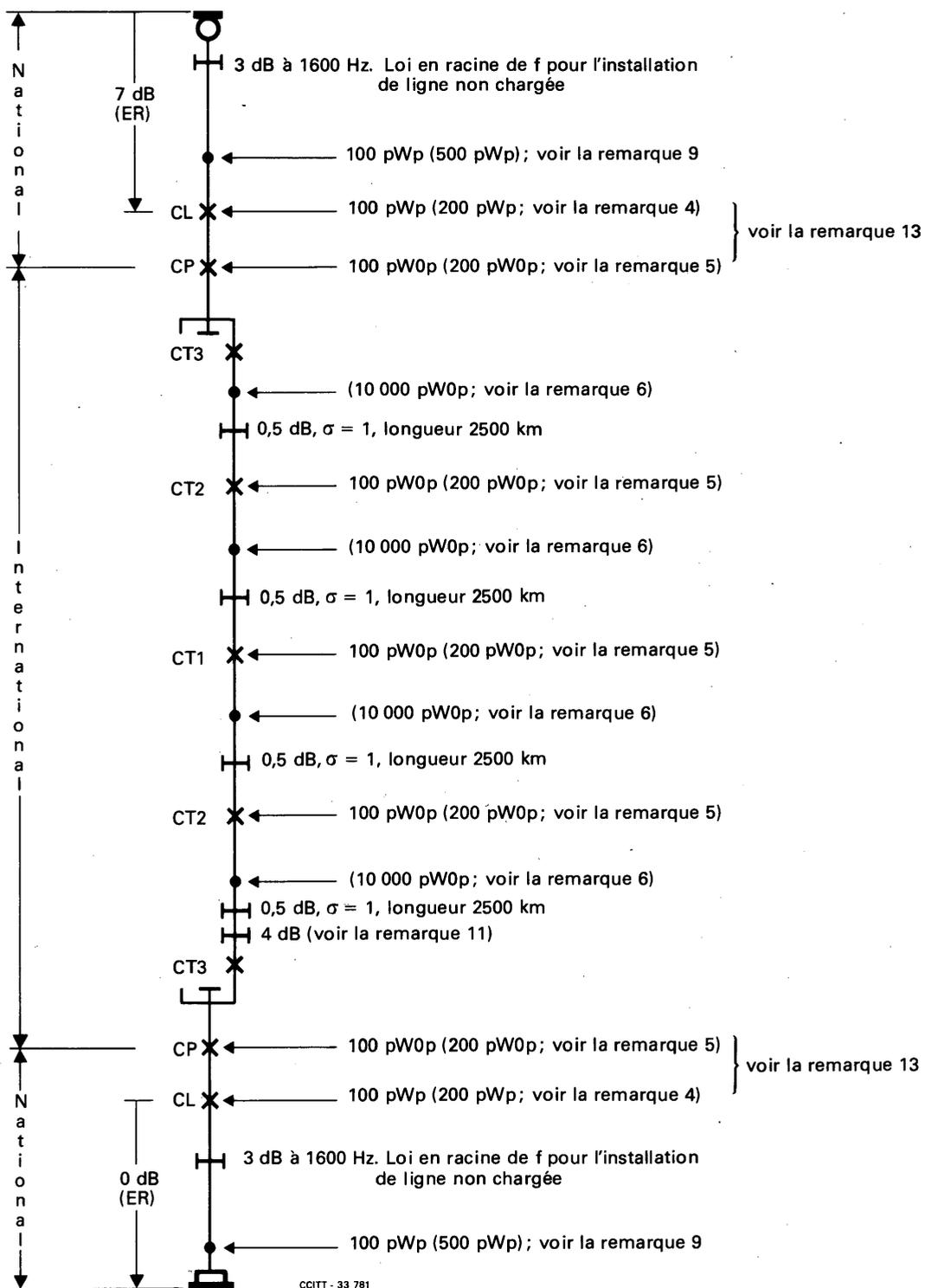


FIGURE 3/G.103

Communication internationale comprenant pratiquement le nombre maximal de circuits internationaux circuits nationaux et le nombre minimal

Remarques relatives aux figures 1/G.103, 2/G.103 et 3/G.103.

Remarque 1 – S'il s'agit de circuits à fréquences vocales, on peut considérer que l'affaiblissement à une valeur nominale maximale de 5,5 dB avec $\sigma=0$. Cette valeur est obtenue de la manière suivante: l'Avis G.121 recommande une limite de 97% des communications pour l'équivalent de référence à l'émission de 21 dB rapporté au point -3,5 dBr sur le circuit international (dans le CT3). En rapportant cette valeur à un point de niveau relatif zéro à l'entrée de la chaîne de circuits nationaux et internationaux (c'est-à-dire au centre primaire), on obtient 17,5 dB. Le Manuel cité en [3] indique qu'un équivalent de référence à l'émission de 12 dB est caractéristique du maximum de lignes locales, ce qui laisse 5,5 dB pour le circuit entre le central local et le centre primaire, les affaiblissements de commutation étant inclus (voir la remarque générale du § 2.2.10).

S'il s'agit de circuits à courants porteurs MRF ou MRT de faible longueur commutés en 2 fils au centre primaire, la valeur nominale de l'affaiblissement du circuit sera de 3 dB avec $\sigma=1$. Ce circuit peut, par exemple, être assuré sur un système MIC, utilisant un codage à 7 bits ($\mu=100$ ou $A=87,6$) ou à 8 bits ($\mu=225$ ou $A=87,6$). Bien que le CCITT recommande seulement un codage à 8 bits, certains pays utilisent un codage à 7 bits non recommandé.

Remarque 2 – S'il s'agit de circuits à courants porteurs MRF ou MRT d'une longueur inférieure à 250 km environ, la valeur maximale de la puissance de bruit est de 1000 pW0p. Voir l'Avis G.123.

Remarque 3 – On peut rencontrer les dispositions suivantes si une commutation (spatiale ou temporelle) à 4 fils est employée au centre primaire. Il est évident, en principe, que le termineur peut se trouver en un point quelconque entre le commutateur à 2 fils et le commutateur à 4 fils, bien qu'en pratique, il soit normalement associé à l'un ou à l'autre.



Si l'on adopte la disposition b), l'affaiblissement minimal *a-t-b* (stipulé dans l'Avis G.122) doit toujours être assuré, que le plan national de transmission applique la base 3,5+0+0+0 dBr ou la base 2,5+0,5+0,5+0,5, étant donné qu'il pourrait y avoir un circuit supplémentaire dans la chaîne à quatre fils. Si un affaiblissement supplémentaire de 0,5 dB est nécessaire, il peut en principe être introduit soit en faisant passer l'affaiblissement du circuit du centre tertiaire au CT3 de 0 à 0,5 dB soit en l'attribuant aux circuits entre le centre local et le centre primaire. De tels arrangements peuvent être observés à l'une ou à l'autre extrémité de la communication.

Remarque 4 – La valeur de 200 pW0p spécifiée comme objectif pour les projets pour la puissance maximale de bruit dans un central automatique national à 4 fils est indiquée au § 3 de l'Avis G.123. On a provisoirement admis la même valeur pour les centres nationaux à 2 fils. Il n'a pas été formulé d'hypothèse au sujet de l'emplacement des points nationaux de niveau relatif zéro.

Remarque 5 – La valeur de 200 pW0p spécifiée comme objectif pour les projets pour la puissance maximale de bruit dans un centre international est celle qui est recommandée par l'Avis Q.45 [4].

Remarque 6 – La valeur de bruit correspond à un objectif pour les projets de 4 pW0p/km pour la puissance de bruit la plus défavorable pendant l'heure chargée.

Remarque 7 – La valeur moyenne de 7500 pW0p pour les circuits entre CT1 et CTX est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la valeur moyenne de la puissance de bruit en ligne est de 1 pW/km. Pour le circuit le plus mauvais, l'objectif pour les projets est de 3 pW/km, ce qui donne la limite de 22 500 pW0p. On ne devrait utiliser de compresseurs-extenseurs pour améliorer le bruit que si ce dernier dépassait 40 000 pW0p (voir l'Avis G.143).

Remarque 8 – Par hypothèse, les deux pays ont un plan du type 3,5 + 0 + 0 + 0 dB. La valeur nominale du complément de ligne (dans le sens de réception) au centre primaire comprend l'affaiblissement du termineur (voir la remarque générale du § 2.2.10).

Remarque 9 – On considère comme typique la valeur moyenne de 100 pWp pour le bruit dû aux lignes d'abonné; une Administration au moins l'utilise comme objectif pour le bruit maximal au récepteur.

Remarque 10 – La valeur maximale de 2000 pW0p correspond à une longueur de circuit d'environ 500 km, avec une certaine marge.

Remarque 11 – Par hypothèse, les deux pays ont un plan du type 2 + 0,5 + 0,5 + 0,5 dB. La valeur nominale du complément de ligne de 4 dB (dans le sens de réception) au centre primaire comprend l'affaiblissement du termineur (voir la remarque générale du § 2.2.10).

Remarque 12 – Le niveau de puissance de bruit peut être considéré comme négligeable si le circuit est à fréquences vocales. Une valeur moyenne de 500 pW0p est appropriée si le circuit est assuré sur un système à courants porteurs MRF ou MRT de faible longueur.

Remarque 13 – On suppose que le central local et le centre primaire sont installés dans le même bâtiment que le CT3.

2.2.9 L'écart type de l'affaiblissement des circuits est conforme aux objectifs mentionnés dans le § 3 de l'Avis G.151 et aux résultats obtenus dans la pratique qui sont indiqués dans les suppléments cités en [1].

2.2.10 Dans ces communications, un circuit est défini au sens de l'Avis M.700 [2] comme l'ensemble de la ligne et des équipements lui sont affectés en propre; il s'étend des équipements de commutation dans un central aux équipements de commutation dans le central suivant. De cette façon, les affaiblissements de commutation et des câblages de central sont inclus dans les valeurs d'affaiblissement attribuées aux circuits, de même que l'affaiblissement (ou gain) introduit par le système de transmission. S'il y a lieu de faire une distinction entre les affaiblissements de centraux, on peut recourir à un symbole supplémentaire de complément de ligne de valeur appropriée.

Il faut également noter que, conformément à cette convention, l'affaiblissement de 3,5 dB, attribué ordinairement aux termineurs, ne figure pas de façon explicite dans les circuits à 2 fils et à 4 fils; sa valeur est également incluse dans l'affaiblissement attribué au circuit.

3 Nombre d'équipements de modulation et de démodulation

Pour étudier la qualité de transmission, on peut admettre que la communication internationale la plus longue envisagée (voir la figure 1/G.103) comprend dans la chaîne à 4 fils les nombres de couples de modulation et démodulation indiqués dans le tableau 1/G.103.

TABLEAU 1/G.103

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

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

4 Evolution tenant à l'introduction de processus numériques MIC

Le réseau téléphonique mondial est en train de subir une évolution qui l'amènera de la situation actuelle, où prédominent largement les réseaux analogiques, à une situation où coexisteront réseaux analogiques et réseaux numériques. Dans une perspective plus lointaine, il est à prévoir que cette évolution va se poursuivre et aboutira à la prédominance des réseaux numériques. Des informations générales quant à ce processus de transition figurent au § 4.1 de l'Avis G.101 et dans l'Avis G.104.

S'agissant des communications fictives de référence des figures 1/G.103, 2/G.103 et 3/G.103, les configurations utilisées du point de vue du nombre de circuits et du nombre de centraux devraient également convenir pour la situation des réseaux qui caractérisera la période d'exploitation mixte analogique et numérique. Cependant, pour les études de transmission relatives aux communications mixtes analogiques et numériques, il faut également tenir compte de tous les processus numériques non intégrés susceptibles d'être présents. Ces processus peuvent avoir un effet important sur la qualité globale de la transmission, notamment pour ce qui est de paramètres tels que la distorsion de quantification ou le temps de propagation.

Lorsque le réseau mondial sera complètement numérique, le nombre des dégradations de transmission qui existaient au cours de la période d'exploitation mixte analogique et numérique du fait de l'incorporation de processus numériques non intégrés, prendront normalement fin. Cependant, certains processus susceptibles de rester présents pourraient nuire à la qualité de transmission. Il s'agit des processus qui fonctionnent sur la base d'un recodage du train d'éléments binaires comme c'est le cas, par exemple, des compléments de ligne numériques. Même si les dégradations de transmission cumulatives introduites par ces processus ont des chances de rester largement en deçà des limites recommandées, la perte d'intégrité des bits résultante risque de constituer un grave inconvénient. Cela est particulièrement vrai dans le cas de services qui exigent que l'intégrité des bits soit préservée de bout en bout. Par conséquent, lorsque des services exigeant une telle intégrité doivent être établis sur les connexions affectées, il convient d'éviter les processus de ce type, dans la mesure du possible, ou de prendre des dispositions permettant de les court-circuiter.

Explications relatives à la manière dont les communications fictives de référence peuvent être constituées lorsqu'on admet par hypothèse que tous les niveaux de commutation à l'émission correspondent à 0 dBr

A.1 Considérons la communication représentée à la figure A-1/G.103. Trois circuits ayant des affaiblissements de 1 dB, 6 dB et 2 dB sont connectés par des centraux dont les niveaux de commutation à l'émission sont de -2, +1 et -3 dBr.

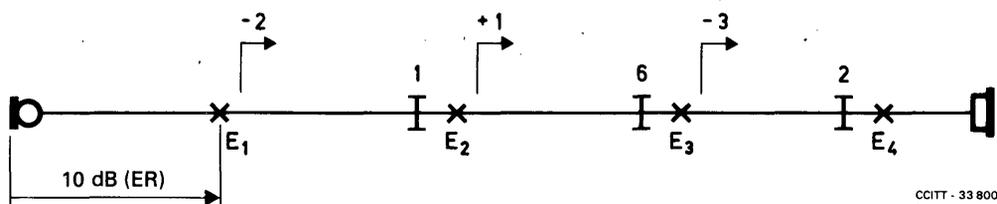


FIGURE A-1/G.103
Communication avec niveaux de commutation à l'émission variables

A.2 Nous supposons que les puissances de bruit de ces circuits sont respectivement N_1 , N_2 et N_3 pW0p. La figure A-2/G.103 représente ces puissances de bruit entrant dans les circuits par l'intermédiaire de compléments de ligne de valeur appropriée, choisis de manière à tenir compte du niveau de commutation en cause et à éviter l'utilisation de flèches.

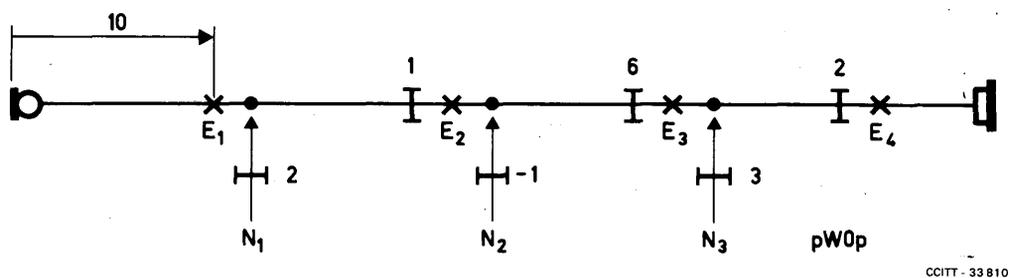
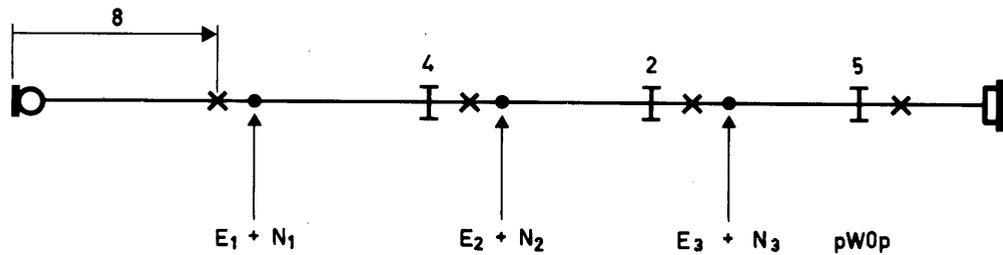


FIGURE A-2/G.103
Puissances de bruit additionnées

A.3 Nous observons que N_1 traverse un total de 11 dB pour atteindre E_4 , N_2 traversant un total de 7 dB et N_3 un total de 5 dB. La différence entre l'équivalent de référence à l'émission (ERE) accumulé dans chaque central et le niveau de bruit du circuit correspondant est de 8 dB (pour N_1), 12 dB (pour N_2) et 14 dB (pour N_3). Nous pouvons ainsi redessiner la communication en répartissant les affaiblissements de la manière présentée à la figure A-3/G.103, tous les niveaux de commutation à l'émission étant de 0 dBr et toutes les autres conditions étant respectées.



CCITT - 33 820

FIGURE A-3/G.103

Tous les niveaux de commutation à l'émission sont de 0 dBr

A.4 Le niveau relatif du circuit situé immédiatement en aval de chaque point de commutation étant maintenant égal à 0 dBr, les puissances de bruit des centraux peuvent être additionnées comme indiqué dans l'Avis G.103 pour les communications fictives de référence.

Références

- [1] *Livre vert CCITT*, tome IV.2, section 4, suppléments, UIT, Genève, 1973.
- [2] Avis du CCITT *Définitions pour l'organisation de la maintenance*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.700.
- [3] Manuel CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [4] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.

Avis G.104

COMMUNICATIONS FICTIVES DE RÉFÉRENCE (RÉSEAU NUMÉRIQUE)

(Genève, 1976)

1 Introduction

Des communications fictives de référence ont été établies pour le réseau numérique. Elles répondent au même but que les communications fictives de référence recommandées dans l'Avis G.103. Elles sont essentiellement fondées sur des applications téléphoniques. Il est possible de définir d'autres communications de référence pour d'autres services. Il semble que, en fin de compte, toutes les communications fictives de référence, qu'elles concernent des systèmes analogiques ou des systèmes numériques, puissent être combinées dans un même Avis.

2 Objet

Une communication numérique fictive de référence pour les études relatives à la qualité globale de transmission est un modèle permettant d'établir des comparaisons avec des normes et avec des objectifs.

Sur cette base, il est possible d'attribuer aux éléments constitutifs d'une communication des valeurs limites pour les divers types de dégradation.

Un modèle de cette nature peut servir:

- a) à une Administration pour étudier les effets qu'exercent sur la qualité de transmission les variations éventuelles de la répartition des dégradations dans un réseau national;
- b) au CCITT pour étudier la répartition des dégradations entre les éléments constitutifs des réseaux internationaux;
- c) à s'assurer que les règles de planification nationales sont, à première vue, conformes aux critères qui pourraient être recommandés par le CCITT pour les réseaux nationaux.

Les communications fictives de référence *ne doivent pas* être considérées comme impliquant la recommandation de telles ou telles valeurs particulières pour les dégradations attribuées aux éléments constitutifs de la communication; elles ne sont pas non plus destinées à être utilisées pour les projets de construction des systèmes de transmission.

Afin de faciliter l'étude de la qualité de transmission d'un réseau entièrement numérique, on recommande, pour les communications fictives de référence, de choisir l'un des arrangements suivants:

- 1) un conduit purement numérique entre les deux centres locaux situés à chaque extrémité de la communication;
- 2) un conduit purement numérique entre deux abonnés.

Grâce au présent Avis, les études entreprises par des Administrations différentes devraient donner des résultats comparables. (Pour des études se rapportant à des situations intermédiaires et portant sur des communications mixtes avec éléments analogiques et éléments numériques, voir le § 4 de l'Avis G.103 et la Question 5/XVI [1].)

Les dégradations suivantes peuvent être étudiées au moyen des communications fictives de référence:

- erreurs numériques,
- glissements,
- gigue,
- retard.

3 Composition des communications fictives de référence aux fins de la téléphonie (conduit à 64 kbit/s)

- 1) Communication internationale la plus longue envisagée conformément aux Avis du CCITT. Dans une telle communication, les dégradations introduites par le conduit numérique international peuvent avoir une valeur élevée. De telles communications sont rares (voir la figure 1/G.104).
- 2) Communication internationale typique de longueur moyenne comprenant un seul conduit numérique international. Dans une communication de ce type, on prévoit que les dégradations causées par les systèmes nationaux seront importantes. Une communication de ce type serait utilisée dans un pourcentage important d'appels internationaux (voir la figure 2/G.104).
- 3) Communication internationale typique à l'intérieur de la zone d'un CT1 entre abonnés situés à proximité d'un CT3. De telles communications sont nombreuses (voir la figure 3/G.104).

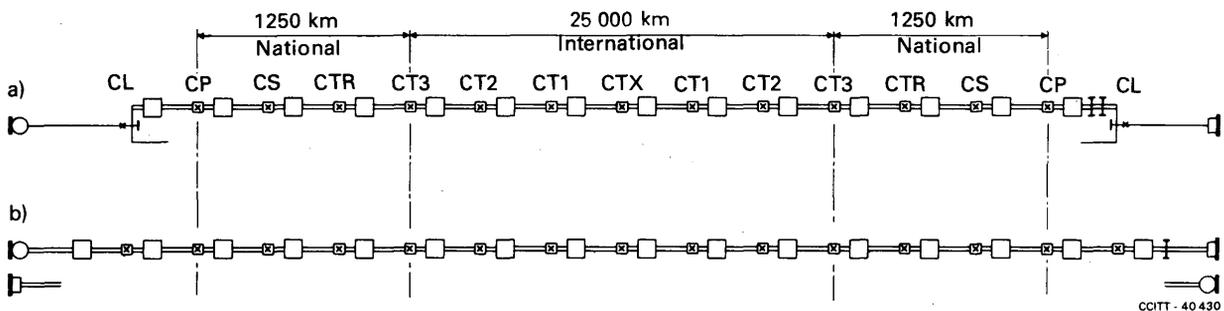


FIGURE 1/G.104
Communication de référence la plus longue pour la transmission et la commutation analogiques et numériques
(fondée sur la figure 1/G.103)

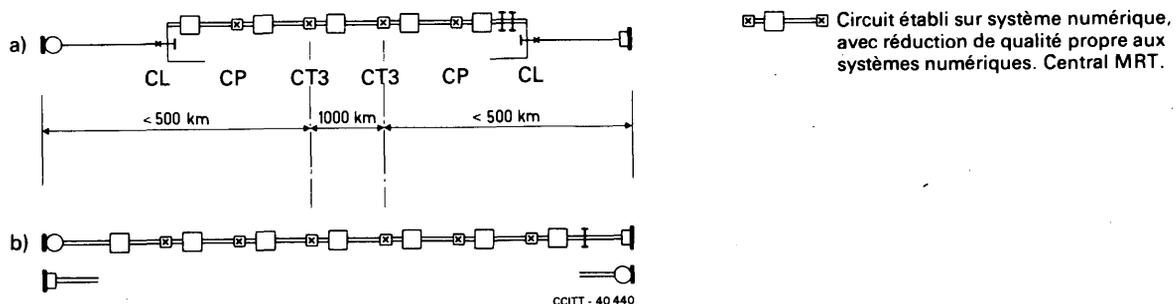


FIGURE 2/G.104
Communication internationale type de longueur moyenne

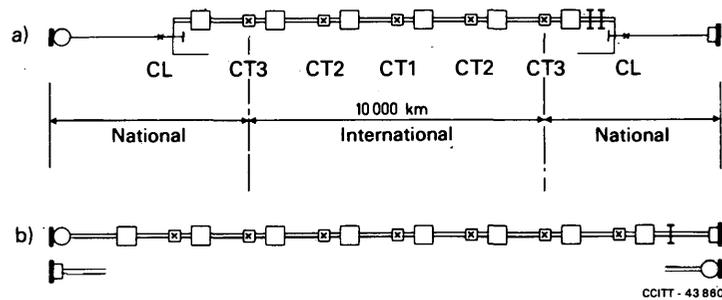


FIGURE 3/G.104

Communication internationale type tout entière comprise dans la zone d'un CT1 entre abonnés résidant à proximité des CT3 terminaux

Remarque 1 – Les communications de référence ainsi définies concernent exclusivement la téléphonie. Il y aura lieu d'étudier dans quelle mesure il est nécessaire de définir des communications de référence similaires pour d'autres services (par exemple, transmissions de données, transmissions radiophoniques et télévisuelles, etc.).

Remarque 2 – Les études se poursuivent sur les points suivants: effets exercés par des concentrateurs numériques, des supprimeurs d'écho numériques, des liaisons par satellite dans un réseau national, etc.; nécessité, le cas échéant, de mettre en œuvre ces équipements dans les communications de référence.

4 Observations

Il est courant d'estimer la qualité de transmission d'une communication de référence à partir des objectifs nominaux assignés à chacun de ses éléments. Il est peu vraisemblable que tous les éléments auront à supporter la combinaison la plus défavorable des conditions spécifiées; naturellement, les conditions de fonctionnement de certains éléments peuvent être pires que celles qui sont spécifiées. La qualité de transmission réelle d'une communication ne coïncidera que rarement avec l'estimation fournie par les calculs.

Référence

- [1] CCITT – Question 5/XVI, contribution COM XVI-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.105

COMMUNICATION FICTIVE DE RÉFÉRENCE POUR LES ÉTUDES RELATIVES À LA DIAPHONIE

(Genève, 1980)

1 Objet

Le présent Avis fournit des directives concernant l'application de l'Avis P.16 [1] au réseau téléphonique général à commutation et recommande la structure et les paramètres d'une communication fictive de référence spécialement conçue en vue des études relatives à la diaphonie.

2 Observations générales

2.1 Précision des données fondamentales

2.1.1 Il existe toujours une part d'incertitude lorsqu'on applique à une conversation téléphonique réelle les résultats d'essais dans lesquels on demande à des personnes d'écouter attentivement pour voir si elles parviennent à déceler une diaphonie intelligible. En outre, on ne peut attendre d'essais de ce type qu'ils montrent avec certitude dans quelle mesure le fait de surprendre une autre conversation ruine la confiance qu'avait l'abonné dans le caractère privé de ses propres conversations. Par conséquent, l'objectif doit être en général de limiter au strict minimum le risque d'une diaphonie susceptible d'être intelligible.

2.1.2 L'application de la méthode de calcul spécifiée dans l'Avis P.16 [1] peut donner lieu à des erreurs si les affaiblissements et les équivalents de référence pour la diaphonie n'ont pas une distribution normale, mais une distribution asymétrique ou tronquée par suite des procédures d'essai de réception. Cela tient au fait qu'on s'efforce, en général, d'obtenir de faibles probabilités de diaphonie intelligible, qui dépendent beaucoup d'une définition précise des queues de distribution. Une façon de tourner la difficulté consiste à appliquer la méthode de Monte Carlo, selon la description qui en est donnée, par exemple, dans le manuel du CCITT cité en [2], en prenant soin de répéter le processus d'itération un nombre de fois suffisant pour garantir la précision nécessaire.

2.1.3 Il faut prendre grand soin d'obtenir des valeurs représentatives de l'affaiblissement et du bruit sur les trajets diaphoniques étudiés. En particulier, une faible modification des valeurs moyennes peut facilement aboutir à multiplier ou diviser par 10, sinon davantage, le risque d'écoute indiscrete fourni par le calcul (voir par exemple [3]).

2.2 *Influence du bruit de ligne et du bruit de salle*

2.2.1 L'effet de masque exercé par le bruit de ligne constitue un autre aspect important, qui soulève certaines difficultés. Si l'on admet, en vue de fixer des limites de diaphonie, que le niveau du bruit de ligne est négligeable, on risque d'exiger un affaiblissement diaphonique peu réaliste de la part des dispositifs de l'installation. En revanche, si l'on admet que les circuits et les centraux en service provoquent des niveaux de puissance de bruit à peu près conformes aux objectifs pour les projets, par exemple la valeur classique de 4 pW0p/km, l'écoute indiscrete peut atteindre un degré inacceptable, en particulier lorsque le réseau est faiblement chargé et que, par conséquent, les niveaux de puissance de bruit ont en principe leur plus faible valeur.

Comme c'est fréquemment le cas dans les études de transmission, il faut trouver un compromis raisonnable entre ces deux extrêmes. Dans certains cas, il pourra être nécessaire de se fonder sur des mesures du niveau de puissance de bruit dans des installations en exploitation, au cours de périodes de trafic intense ou faible. Cependant, il ne faut pas perdre de vue que les limites fixées aujourd'hui doivent, si possible, tenir compte des innovations de demain. Un principe rationnel consiste à éviter que la bonne marche de l'équipement dans une partie du réseau ne soit subordonnée à l'absence d'imperfections, de survenue aléatoire, dans d'autres parties du réseau, surtout quand ces imperfections ont toute chance d'être éliminées ou atténuées à l'avenir par exemple grâce à une nouvelle conception des centraux locaux ou à la généralisation des systèmes de transmission numérique à grande distance.

2.2.2 Contrairement à ce qui se passe pour le bruit de ligne, l'influence du bruit de salle peut être atténuée si la personne qui écoute est capable de concentration. C'est pourquoi l'Avis P.16 [1] recommande de supposer le bruit de salle négligeable quand on fixe un objectif pour les projets relatifs aux équipements.

2.3 *Probabilités et distributions en cause*

2.3.1 Quand on détermine la distribution de l'affaiblissement diaphonique provoqué par les équipements et les câbles, il convient de ne retenir que les plus mauvaises valeurs (admissibles). Par exemple, dans un câble à 10 paires, il faut uniquement tenir compte de la source de perturbation la plus gênante pour chaque paire, d'où 10 valeurs au total: les points saillants de la distribution ne doivent pas être masqués par les 80 autres valeurs moins défavorables. Pendant la période chargée, on peut être certain que la source de perturbation la plus gênante pour une paire particulière sera active.

2.3.2 En ce qui concerne la diaphonie intelligible entre communications établies sur le réseau d'un même central local, la probabilité pour qu'un abonné qui provoque une perturbation passe un appel en même temps que l'abonné qui la subit peut certainement être très faible dans le cas du service résidentiel, mais probablement pas dans le cas du service d'affaires et des installations avec postes supplémentaires. On trouvera en [4] des informations à ce sujet et des indications sur la façon de calculer ces probabilités.

2.3.3 L'entrée dans une communication téléphonique de plusieurs signaux de diaphonie intelligible provenant tous de la même source et présentant tous une intensité notable constitue une éventualité si peu probable qu'on peut la négliger dans l'établissement des limites nominales. Pour la détermination de ces limites, seul le mécanisme de diaphonie dominant est pris en compte tandis qu'on suppose négligeables toutes les autres sources, de sorte qu'on peut assigner au mécanisme dominant la totalité de la tolérance.

Cependant, quand l'objectif fixé pour la qualité de fonctionnement du réseau en ce qui concerne la diaphonie doit être réparti entre les centraux et les circuits constituant la communication, il est parfois nécessaire de tenir compte de l'existence éventuelle de plusieurs trajets diaphoniques d'origines différentes. Par exemple, on

peut spécifier des valeurs limites pour la diaphonie, applicables à des trajets complets passant par le central ou à des circuits de jonction complets. Ainsi, dans les communications simples qui font intervenir d'autres centraux (en négligeant pour l'instant la diaphonie qui se produit dans les câbles locaux), il existe trois sources principales de diaphonie; si l'on se fixe, par exemple, pour objectif de limiter le risque d'écoute indiscrette à une communication sur 100, on peut réduire à 1 sur 300 la probabilité de diaphonie pour chacune des sources (en supposant que les probabilités sont égales et qu'il n'existe aucune corrélation entre les sources).

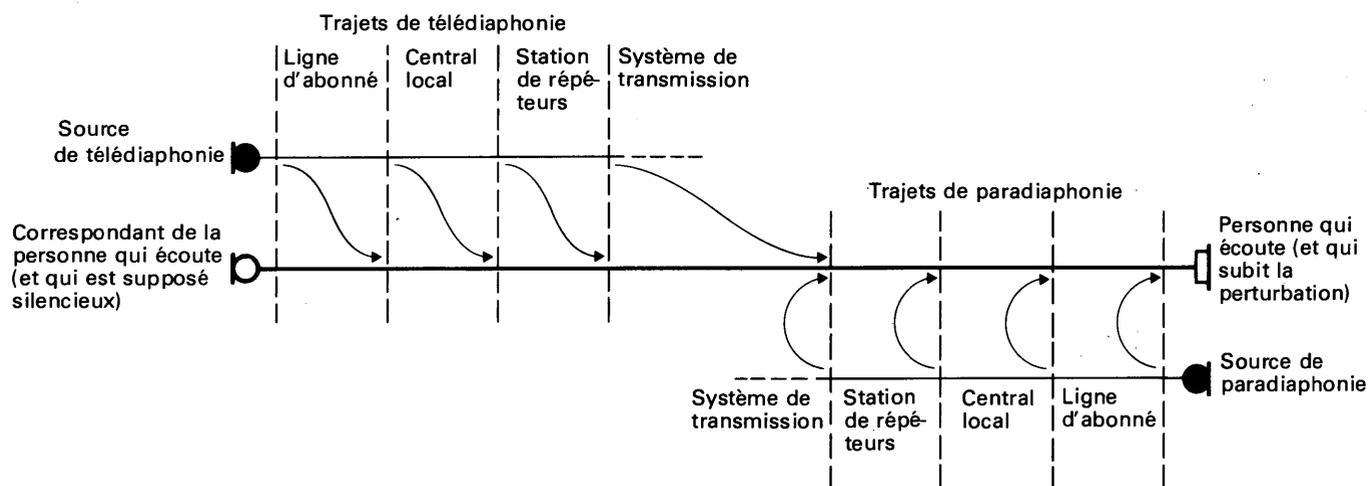
Les figures 1/G.105 et 2/G.105 représentent quelques trajets diaphoniques importants.

3 Communication fictive de référence pour la diaphonie

La figure 3/G.105 représente les éléments essentiels de deux communications fictives de référence qui conviennent pour les études relatives à la diaphonie, dans le cas des circuits et des centraux téléphoniques. On remarquera que ces communications sont beaucoup plus simples que les communications correspondantes de l'Avis G.103, pour les études relatives au bruit et à l'affaiblissement. Il serait en effet d'un intérêt douteux d'étudier le risque d'une diaphonie susceptible d'être intelligible entre deux communications comportant 12 circuits de longueur et de niveau de bruit voisins de la valeur maximale en vue d'établir, par exemple, la limite à imposer à la diaphonie due à l'équipement de voie; en effet, cet équipement, quand il est acheté et installé conformément aux spécifications, est dans la majorité des cas utilisé dans des communications beaucoup plus simples, moins bruyantes et plus nombreuses.

Références

- [1] Avis du CCITT *Effets subjectifs de la diaphonie directe. Seuils d'audibilité et d'intelligibilité*, tome V, Avis P.16.
- [2] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [3] *Menace de diaphonie sociale dans le réseau local*. Revue des Télécommunications (ITT), Vol. 49, n° 4, pp. 427-439, 1974.
- [4] LAPSA (P. M.): Calculation of multidisturber crosstalk probabilities, *Bell System Technical Journal*, Vol. 55, n° 7, septembre 1976.

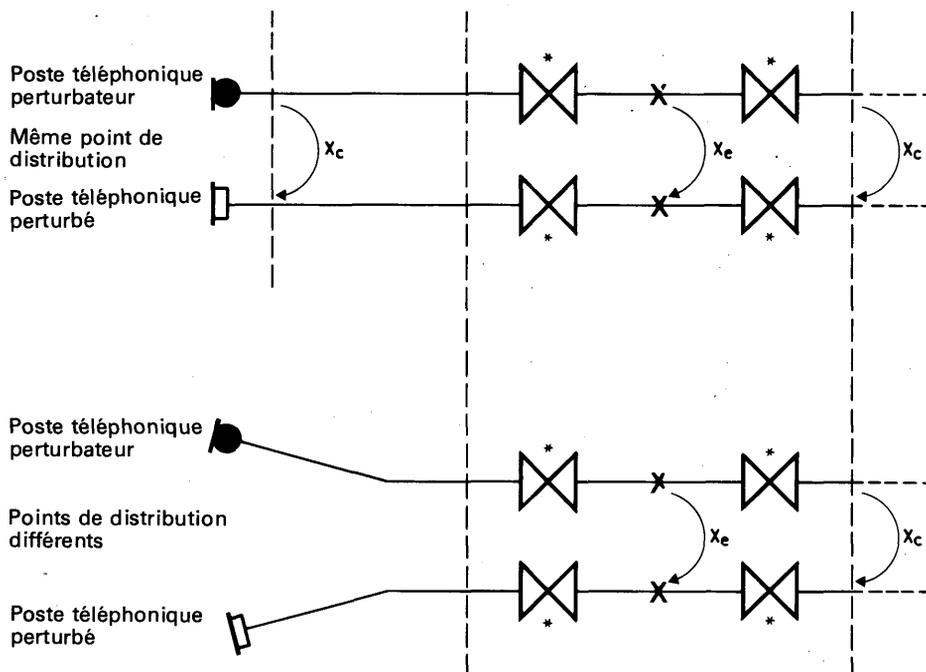


CCITT - 23 160

Remarque – Les limites particulières de diaphonie des *stations de répéteurs* (par exemple des équipements de multiplexage) et des *systèmes de transmission* ne sont pas étudiées dans le présent Avis qui concerne seulement les lignes d'abonnés, les centraux et les circuits de jonction. Plus particulièrement, les limites recommandées pour les circuits doivent faire l'objet de répartitions par les Commissions d'études pertinentes.

FIGURE 1/G.105

Quelques-uns des trajets de télédiaphonie et de paradiaphonie qui présentent de l'importance lorsque l'on étudie le passage, éventuellement intelligible, de paroles d'une communication téléphonique à une autre



CCITT - 23 170

* Selon ce schéma, toutes les lignes d'abonnés sont associées à une amplification supplémentaire dans le central, ce qui n'est pas toujours le cas dans la pratique.

Remarque 1 – Pour les communications entre abonnés d'un même central desservis par des points de distribution différents, on peut admettre que l'écoute indiscrète provient uniquement de la diaphonie due au central ou de la diaphonie qui se produit dans les câbles locaux (paradiaphonie ou télédiaphonie) à la sortie des équipements de commutation du central. S'agissant des communications entre abonnés de centraux différents, on admet que les trajets diaphoniques se produisent dans le central et entre les circuits de jonction ou entre les circuits interurbains.

Remarque 2 – En cas d'écoute indiscrète entre abonnés desservis par le même point de distribution, on admet par hypothèse que le trajet diaphonique n'intervient que dans le câble local (paradiaphonie) ou dans d'autres équipements connectés en permanence. A cet égard, la situation défavorable de certains abonnés dépend, dans une large mesure, du type de circuits téléphoniques locaux en service. Quand on utilise des postes téléphoniques à régulation de courant, les abonnés connectés à des lignes locales de longueur limite sont les plus défavorisés, du fait que sur ces lignes les valeurs d'efficacité de l'appareil téléphonique sont les plus élevées.

Remarque 3 – Il faut, s'il y a lieu, tenir compte de l'effet d'amplification supplémentaire dans un central, que l'on observe parfois dans le cas de lignes de grande longueur.

FIGURE 2/G.105

Quelques trajets fictifs de référence de diaphonie à considérer lorsque l'on étudie la diaphonie dans le réseau du central local

CONCEPTS, TERMES ET DÉFINITIONS INTÉRESSANT
LES ÉTUDES SUR LA DISPONIBILITÉ ET LA FIABILITÉ

(Genève, 1980)

1 Introduction

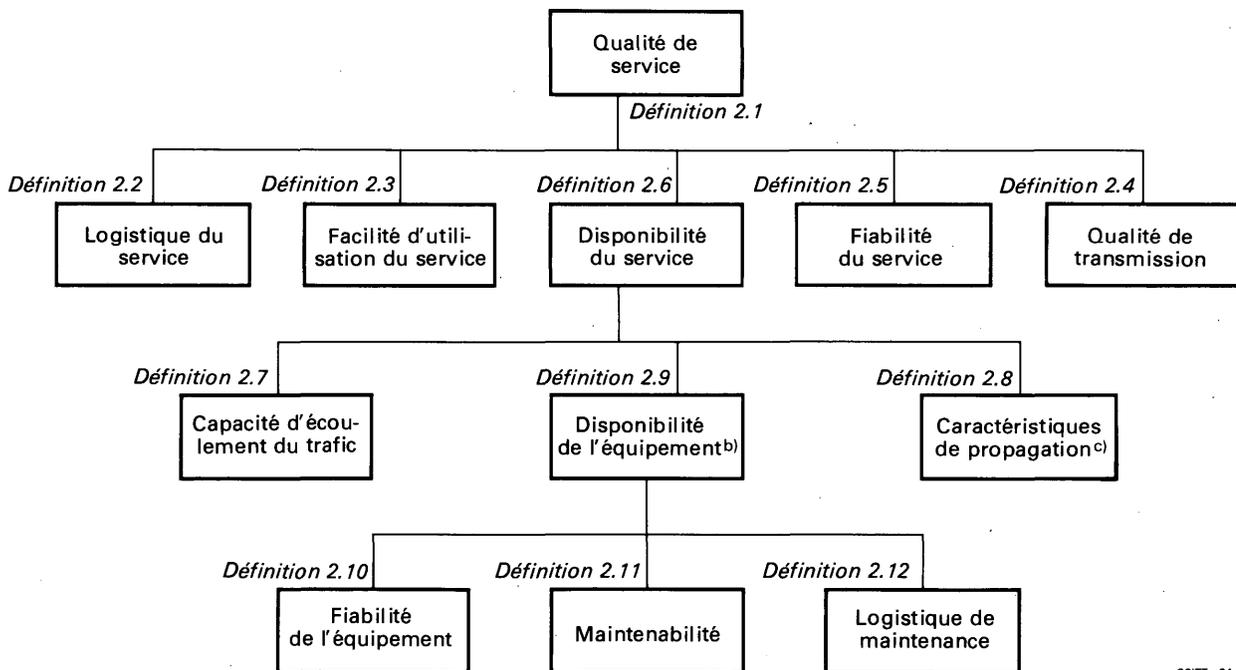
1.1 Objet

L'objet du présent Avis est de définir un cadre systématique pour l'organisation des concepts relatifs à la qualité de fonctionnement des services de télécommunication. La méthode adoptée vise à inclure les aspects applicables non seulement aux dispositifs ou éléments fonctionnels individuels (par exemple, un système de commutation ou ses composants) mais aussi aux services offerts par le réseau à commutation (par exemple, la fiabilité et la disponibilité d'une communication), aux services de lignes privées (par exemple, la fiabilité et la disponibilité d'un circuit loué).

Le diagramme de la figure 1/G.106 donne un aperçu général des facteurs qui contribuent collectivement à la qualité de service globale telle qu'elle est perçue par l'utilisateur d'un service de télécommunication. On peut considérer que les termes figurant dans ce diagramme s'appliquent généralement soit aux niveaux de service effectivement réalisés dans la pratique, soit aux objectifs, qui représentent les buts du service devant être atteints dans la pratique, soit encore aux conditions requises, qui reflètent les spécifications nominales.

D'autre part, le diagramme de la figure 1/G.106 est destiné à montrer comment un facteur de service peut être tributaire de plusieurs autres facteurs. Il est important de noter ce qui suit (bien que cela ne soit pas indiqué explicitement dans les définitions qui suivent): la valeur d'une mesure caractéristique d'un facteur peut dépendre directement des valeurs correspondantes d'autres facteurs qui y contribuent. Chaque fois que l'on donne la valeur d'une mesure, il faut donc spécifier avec précision toutes les conditions qui ont une influence sur cette valeur.

Dans les définitions qui suivent, le mot «aptitude» peut être interprété au sens qualitatif ou quantitatif.



CCITT - 31 422

a) Toutes les interdépendances ne sont pas indiquées sur la figure.

b) La disponibilité de l'équipement se réfère à n'importe quelle portion du réseau, et inclut le matériel et le logiciel.

c) Les caractéristiques de propagation incluent toutes les causes naturelles, telles que l'affaiblissement dû à la pluie ou aux trajets multiples, mais ne concernent que leur influence sur la disponibilité. Leur influence sur la qualité, par exemple, dans le cas des courtes interruptions, est prise en compte dans la rubrique «Qualité de transmission» (Voir l'Avis 557 du CCIR [1]).

FIGURE 1/G.106

Hiérarchie des concepts se rapportant à la qualité de service^{a)}

2 Concepts, termes et définitions concernant la qualité

2.1 qualité de service

E: quality of service

S: calidad de servicio

Effet global produit par les caractéristiques du service qui déterminent le degré de satisfaction que l'utilisateur retire du service qui lui est fourni.

Remarque – La qualité de service est caractérisée par l'effet conjugué des concepts suivants: disponibilité du service, fiabilité du service, logistique du service, facilité d'utilisation du service et qualité de transmission.

2.2 logistique du service

E: service support performance

S: calidad del soporte del servicio

Aptitude d'une Administration de télécommunication à satisfaire les demandes de l'utilisateur.

Remarque – Les mesures de logistique de service sont, par exemple, le temps moyen nécessaire pour mettre en œuvre un service requis, le temps moyen nécessaire pour fournir une assistance à l'abonné, etc.

2.3 facilité d'utilisation du service

E: service operability performance

S: calidad de la operabilidad del servicio; facilidad de utilización del servicio

Aptitude d'un service à être utilisé par un utilisateur de façon satisfaisante et aisée, du point de vue des facteurs humains.

2.4 qualité de transmission (d'un service)

E: transmission performance (of a service)

S: calidad de transmisión (de un servicio)

Mesure dans laquelle un service de télécommunication reproduit le signal offert.

Remarque – La qualité de transmission ne peut être prise en considération que lorsque le service est disponible.

2.5 fiabilité du service

E: service reliability performance

S: calidad de la fiabilidad del servicio

Aptitude d'un service, une fois qu'il est disponible, à continuer à fonctionner dans les conditions spécifiées et pendant une période de temps donnée.

2.6 disponibilité du service

E: service availability performance

S: calidad de la disponibilidad del servicio

Aptitude d'un service – sous les aspects combinés de sa capacité d'écoulement du trafic, de ses caractéristiques de propagation et de la disponibilité de l'équipement – à fonctionner à l'intérieur de tolérances de transmission spécifiées et dans d'autres conditions d'exploitation spécifiées, à la demande de l'utilisateur.

2.7 capacité d'écoulement du trafic

E: trafficability performance; traffic performance

S: aptitud para el tráfico; calidad de la traficabilidad

Aptitude d'un système de télécommunication à acheminer le trafic offert, dans des conditions spécifiées.

L'expression «conditions spécifiées» se réfère à une combinaison quelconque de parties du système, sujettes ou non à des défaillances.

2.8 caractéristiques de propagation

E: propagation performance

S: calidad de la propagación

Aptitude d'un milieu de propagation à transmettre des signaux à l'intérieur de tolérances spécifiées.

Remarque – Les tolérances spécifiées peuvent s'appliquer à des variations du niveau du signal, du bruit, des niveaux de brouillage, etc.

2.9 disponibilité de l'équipement

E: availability performance

S: calidad de la disponibilidad

Aptitude d'un équipement – sous les aspects combinés de sa fiabilité, de sa maintenabilité et de la logistique de maintenance – à remplir ou à être en état de remplir une fonction requise dans une condition de temps donnée.

Remarque – Par «condition de temps donnée», on entend un instant donné ou un intervalle de temps donné.

2.10 fiabilité d'un équipement

E: reliability performance

S: calidad de la fiabilidad

Aptitude d'un équipement à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée.

Remarque – Le terme «fiabilité» est utilisé comme une mesure de la fiabilité fonctionnelle.

2.11 maintenabilité

E: maintainability performance

S: calidad de la mantenibilidad

Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un équipement à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

Remarque – Le terme «maintenabilité» est utilisé comme mesure de performance fonctionnelle de maintenabilité, dénotant la probabilité d'une maintenance active pendant une période de temps donnée.

2.12 logistique de maintenance

E: maintenance support performance

S: calidad del soporte de mantenimiento

Aptitude d'une organisation de maintenance à fournir sur demande, dans des conditions données, des moyens nécessaires à la maintenance d'un équipement.

Remarque 1 – L'organisation de maintenance possède les moyens matériels d'intervenir conformément à une politique de maintenance donnée.

Remarque 2 – Les «conditions données» portent sur l'équipement lui-même, ainsi que sur les conditions dans lesquelles cet équipement est utilisé et dans lesquelles on assure sa maintenance.

ANNEXE A

(à l'Avis G.106)

A.1 Dérangements et interruptions

A.1.1 Concepts de dérangement

A.1.1.1 dérangement ; défaut (déconseillé)

E: failure; fault (deprecated)

S: fallo; avería (desaconsejado)

Fin de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.

A.1.1.2 **apparition d'un dérangement**

E: failure occurrence

S: aparición de fallo

Événement intervenant lorsqu'un dispositif n'est plus apte à accomplir une fonction requise.

A.1.1.3 **état de dérangement**

E: failure state

S: estado de fallo

Etat d'un dispositif caractérisé par une inaptitude à accomplir une fonction requise.

A.1.1.4 **mode de dérangement**

E: failure mode

S: modo de fallo

L'un des états possibles d'un dispositif défini comme défectueux.

A.1.1.5 **état de disponibilité**

E: Up state

S: estado de disponibilidad

Etat d'un dispositif apte à accomplir une fonction requise.

A.1.1.6 **état d'indisponibilité**

E: down state

S: estado de indisponibilidad

Etat d'un dispositif inapte à accomplir une fonction requise.

A.1.2 *Classification des dérangements*¹⁾

A.1.2.1 **dérangement complet**

E: complete failure

S: fallo total

A.1.2.2 **dérangement partiel**

E: partial failure

S: fallo parcial

A.1.2.3 **dérangement brusque**

E: sudden failure

S: fallo repentino

A.1.2.4 **dérangement progressif**

E: gradual failure

S: fallo gradual

A.1.2.5 **dérangement empêchant l'accomplissement des fonctions**

E: function preventing failure

S: fallo que impide la función

Dérangement d'une partie du dispositif causant l'arrêt complet de toutes les fonctions requises.

¹⁾ Pour les définitions relatives aux termes indiqués aux § A.1.2.1 à A.1.2.4, se reporter à la publication de la CEI citée en [2]; cependant, les termes et définitions des § A.1.2.5 à A.1.2.9 sont donnés en attendant leur publication par la CEI.

A.1.2.6 dérangement dégradant les fonctions

E: function degrading failure

S: fallo que degrada la función

Dérangement d'une partie du dispositif causant l'arrêt d'une partie des fonctions requises.

A.1.2.7 dérangement permettant l'accomplissement des fonctions

E: function permitting failure

S: fallo que permite la función

Dérangement d'une partie du dispositif ne causant pas l'arrêt des fonctions requises.

A.1.2.8 dérangement permanent

E: permanent failure

S: fallo permanente

Dérangement d'un dispositif qui persiste tant que n'ont pas lieu des actions de maintenance corrective (réparation).

A.1.2.9 dérangement intermittent

E: intermittent failure

S: fallo intermitente

Dérangement d'un dispositif pendant une période de temps limitée après laquelle il remplit de nouveau une fonction requise, sans avoir fait l'objet d'une action corrective externe.

Remarque – Un tel dérangement est souvent récurrent.

A.1.3 Concepts d'interruption

A.1.3.1 interruption de (service de) transmission

E: interruption of transmission (service)

S: interrupción de la transmisión (de un servicio)

Arrêt (du service) de transmission causé par un changement de valeur, au-delà de limites données et pendant une durée minimale donnée, d'une caractéristique ou d'une combinaison de caractéristiques essentielles à un (service de) transmission.

Remarque 1 – Les caractéristiques, durées et limites sont à spécifier selon les besoins.

Remarque 2 – Caractéristiques éventuellement en cause dans une interruption de transmission: niveau de puissance, niveau de bruit, rapport signal/bruit, distorsion de temps de propagation de groupe, degré de distorsion télégraphique, taux d'erreur sur les bits, etc.

Remarque 3 – Caractéristiques éventuellement en cause dans une interruption de service: durée et fréquence des interruptions de transmission, caractéristiques de fiabilité de l'équipement de commutation, etc.

A.2 Maintenance, maintenabilité et logistique de la maintenance

A.2.1 Concepts de maintenance

A.2.1.1 maintenance

E: maintenance

S: mantenimiento

Combinaison de toutes les actions techniques et administratives correspondantes destinées à maintenir ou à remettre un dispositif dans un état qui lui permet d'accomplir la fonction requise.

A.2.1.2 niveau de maintenance

E: level of maintenance

S: nivel de mantenimiento

Type d'actions de maintenance à effectuer à un degré spécifié de panne d'un dispositif complexe.

Remarque 1 – Les critères de panne peuvent être la complexité de construction, l'accessibilité, la facilité de remplacement, la sécurité, etc.

Remarque 2 – Exemples: remplacement d'un composant, d'une plaque de circuit imprimé, d'un sous-système, etc.

A.2.1.3 ligne de maintenance

E: line of maintenance

S: línea de mantenimiento

Position, au sein d'une organisation, dans laquelle la maintenance d'un dispositif doit être effectuée à des niveaux spécifiés de maintenance.

Remarque – La position est caractérisée par l'habileté du personnel, les installations disponibles, l'emplacement, etc.

A.2.1.4 identification d'un dérangement

E: failure recognition

S: detección de fallo

Événement intervenant lorsque l'on détecte qu'un dispositif n'est plus apte à accomplir une fonction requise.

A.2.2 Classification de la maintenance

A.2.2.1 maintenance préventive

E: preventive maintenance

S: mantenimiento preventivo

Maintenance effectuée à intervalles prédéterminés ou correspondant à des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de dérangement ou la dégradation de performance d'un dispositif.

A.2.2.2 maintenance corrective; réparation

E: corrective maintenance; repair

S: mantenimiento correctivo; reparación

Maintenance effectuée après un dérangement et destinée à remettre un dispositif dans un état lui permettant d'accomplir la fonction requise.

A.2.2.3 maintenance dirigée

E: controlled maintenance

S: mantenimiento controlado

Méthode permettant d'assurer une qualité de service souhaitée par l'application systématique de techniques analytiques mettant en œuvre des moyens de surveillance centralisés et/ou un échantillonnage, pour réduire à un minimum la maintenance préventive et pour réduire la maintenance corrective.

A.2.2.4 maintenance programmée

E: scheduled maintenance

S: mantenimiento programado

Maintenance effectuée à un moment déterminé conformément à un plan donné.

A.2.2.5 maintenance non programmée

E: unscheduled maintenance

S: mantenimiento no programado

Maintenance effectuée après réception d'une indication relative à l'état d'un dispositif.

A.2.2.6 maintenance affectant les fonctions

E: function affecting maintenance

S: mantenimiento que afecta a la función

Maintenance affectant une ou plusieurs des fonctions requises d'un dispositif faisant l'objet de la maintenance.

Remarque – La maintenance affectant les fonctions est subdivisée en maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions et en maintenance dégradant les fonctions.

A.2.2.7 maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions

E: function preventing maintenance

S: mantenimiento que impide la función

Maintenance qui empêche un dispositif d'accomplir les fonctions requises car elle provoque une perte totale des fonctions.

A.2.2.8 maintenance dégradant les fonctions

E: function degrading maintenance

S: mantenimiento que degrada la función

Maintenance affectant une ou plusieurs des fonctions requises d'un dispositif, mais non au point de provoquer une perte totale des fonctions.

A.2.2.9 maintenance permettant l'accomplissement des fonctions

E: function permitting maintenance

S: mantenimiento que permite la función

Maintenance qui n'affecte aucune des fonctions requises d'un dispositif faisant l'objet de la maintenance.

A.2.3 Mesure de la maintenabilité et de la logistique de maintenance

A.2.3.1 maintenabilité

E: maintainability

S: mantenibilidad

Probabilité pour que la maintenance active puisse être effectuée pendant une période de temps donnée, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec utilisation de procédures et de moyens prescrits.

A.2.3.2 Taux de réparation

E: repair rate

S: proporción de reparaciones

(A définir)

A.2.3.3 taux instantané de réparation

E: instantaneous repair rate

S: proporción instantánea de reparaciones

Limite (lorsqu'elle existe) du rapport de la probabilité d'achèvement de l'action de maintenance corrective pendant un intervalle de temps donné à la longueur de cet intervalle de temps, lorsque cette longueur tend vers zéro, à condition que l'action ne soit pas achevée au commencement de l'intervalle.

A.2.3.4 taux moyen de réparation

E: mean repair rate

S: proporción media de reparaciones

Moyenne du taux instantané de réparation pendant un intervalle de temps donné.

A.2.4 Concepts de temps de maintenabilité (voir aussi le § A.4)

A.2.4.1 durée de dérangement non détecté

E: undetected failure time

S: tiempo de fallo no detectado

Période qui s'écoule entre l'apparition d'un dérangement et la détection de ce dérangement.

A.2.4.2 durée administrative pour la maintenance corrective

E: administrative time for corrective maintenance

S: tiempo administrativo para el mantenimiento correctivo

Période pendant laquelle un dispositif est en dérangement et pendant laquelle on s'apprête à prendre des actions de maintenance corrective, sans commencer à les appliquer.

A.2.4.3 durée de maintenance

E: maintenance time

S: tiempo de mantenimiento

Période pendant laquelle les actions de maintenance, y compris les délais inhérents aux opérations de maintenance, sont accomplies, manuellement ou automatiquement, sur un dispositif.

Remarque 1 – Les délais en question couvrent le temps nécessaire aux travaux de conception ou à l'application des procédures de maintenance prescrites.

Remarque 2 – La maintenance peut s'effectuer alors que le dispositif continue à accomplir une fonction requise.

Remarque 3 – La figure A-1/G.106 donne la décomposition de la durée de maintenance.

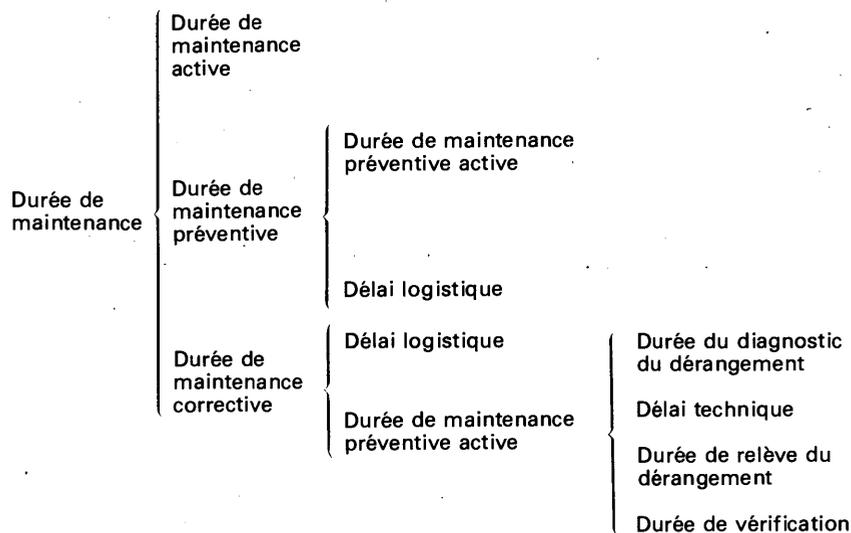


FIGURE A-1/G.106
Décomposition de la durée de maintenance

A.2.4.4 durée de maintenance active

E: active maintenance time

S: tiempo de mantenimiento activo

Partie de la durée de maintenance pendant laquelle ont lieu, de façon automatique ou manuelle, des actions de maintenance sur un dispositif, y compris les délais inhérents à l'opération de maintenance.

Remarque – La maintenance active peut être effectuée pendant que le dispositif accomplit une fonction requise.

A.2.4.5 durée de maintenance préventive

E: preventive maintenance time

S: tiempo de mantenimiento preventivo

Partie de la durée de maintenance pendant laquelle ont lieu des actions de maintenance préventive sur un dispositif, y compris les délais logistiques inhérents aux opérations de maintenance préventive.

Remarque 1 – Les «délais inhérents» comprenant les délais dus aux travaux de conception ou à l'application des procédures de maintenance prescrites.

Remarque 2 – La durée de maintenance préventive ne couvre pas le temps nécessaire à la maintenance d'un dispositif qui a été remplacé.

A.2.4.6 durée de maintenance corrective ; durée de réparation

E: corrective maintenance time; repair time

S: tiempo de mantenimiento correctivo; tiempo de reparación

Partie de la durée de maintenance, y compris les délais logistiques, pendant laquelle a lieu une maintenance corrective sur un dispositif.

A.2.4.7 durée de maintenance préventive active

E: active preventive maintenance time

S: tiempo de mantenimiento preventivo activo

Partie de la durée de maintenance préventive, y compris les délais techniques inhérents aux opérations, pendant laquelle ont lieu, de façon manuelle ou automatique, des actions de maintenance préventive sur un dispositif.

A.2.4.8 délai logistique

E: logistic delay time

S: tiempo de demora logística

Partie de la durée de maintenance pendant laquelle, en raison de délais, aucune action de maintenance n'a lieu.

Remarque – Les délais en question peuvent être dus à des déplacements jusqu'à des centraux non surveillés, à l'attente de pièces de rechange, de spécialistes ou d'équipements d'essai.

A.2.4.9 durée de maintenance corrective active ; durée de réparation active

E: active corrective maintenance time; active repair time

S: tiempo de mantenimiento correctivo activo; tiempo de reparación activo

Partie de la durée de maintenance active pendant laquelle ont lieu, de façon automatique ou manuelle, des actions de maintenance corrective sur un dispositif, y compris les délais inhérents aux travaux de réparation.

Remarque 1 – Les «délais inhérents» peuvent, par exemple, couvrir le temps nécessaire aux travaux de conception ou à l'application des procédures de maintenance prescrites.

Remarque 2 – La durée de maintenance corrective active ne couvre pas le temps passé à réparer un dispositif qui a été remplacé au titre des actions de maintenance corrective considérées.

A.2.4.10 durée du diagnostic d'un dérangement

E: failure diagnosis time

S: tiempo de diagnóstico de fallo

Partie de la durée de maintenance corrective active pendant laquelle on recherche la partie défectueuse d'un dispositif.

A.2.4.11 durée de relèvement d'un dérangement

E: failure correction time

S: tiempo de corrección de fallo

Partie de la durée de maintenance corrective active pendant laquelle on restitue à un dispositif ayant subi un dérangement l'aptitude à accomplir sa fonction.

Remarque – Cette action de restitution peut consister à remplacer une partie du dispositif.

A.2.4.12 **délai technique**

E: technical delay time

S: tiempo de demora técnica

Partie de la durée de maintenance due aux délais inhérents au processus de maintenance.

A.2.4.13 **durée de vérification**

E: check-out time

S: tiempo de verificación

Partie de la durée de maintenance corrective active pendant laquelle on vérifie l'accomplissement de la fonction.

A.3 *Mesure de la qualité de service, de la disponibilité et de la fiabilité*

A.3.1 *Mesures de la qualité de service*

A.3.1.1 **probabilité d'exécution correcte du service**

E: probability of successful service completion

S: probabilidad de realización satisfactoria de un servicio

Probabilité d'établissement d'une communication dans des conditions d'exploitation satisfaisantes, et de maintien de cette communication pendant une période donnée.

A.3.2 *Mesures de disponibilité (mesures fondamentales)*

A.3.2.1 **disponibilité [indisponibilité]**

E: availability [unavailability]

S: disponibilidad [indisponibilidad]

Probabilité pour qu'un dispositif puisse [ne puisse pas] accomplir la fonction requise de ce dispositif, dans des conditions données et dans une condition de temps donnée.

A.3.2.2 **disponibilité [indisponibilité] instantanée**

E: instantaneous availability [unavailability]

S: disponibilidad [indisponibilidad] instantánea

Probabilité pour qu'un dispositif puisse [ne puisse pas] accomplir la fonction requise de ce dispositif, dans des conditions données et à un instant donné.

A.3.2.3 **disponibilité [indisponibilité] moyenne**

E: mean availability [unavailability]

S: disponibilidad [indisponibilidad] media

Moyenne de la disponibilité [de l'indisponibilité] instantanée pendant un intervalle de temps donné.

Remarque – La disponibilité [l'indisponibilité] moyenne peut être évaluée soit par observation ininterrompue, soit par une technique d'échantillonnage (exploration).

A.3.2.4 **disponibilité [indisponibilité] asymptotique**

E: asymptotic availability [unavailability]

S: disponibilidad [indisponibilidad] asintótica

Limite de la fonction de disponibilité [d'indisponibilité] instantanée quand on fait tendre le temps vers l'infini, si une telle limite existe.

Remarque – La disponibilité [l'indisponibilité] asymptotique peut être évaluée soit par observation ininterrompue, soit par une technique d'échantillonnage (exploration).

A.3.3 Mesures de disponibilité du service

A.3.3.1 disponibilité d'une communication à établir

E: availability of a connection to be established

S: disponibilidad de una conexión que ha de establecerse

Probabilité pour qu'une communication puisse être établie par commutation (dans les limites de tolérance spécifiées pour la transmission) jusqu'à sa destination correcte, dans un intervalle de temps déterminé après que le numéro a été demandé par l'abonné.

Remarque 1 – Dans le cas des communications demandées en service automatique, la disponibilité d'une communication avec commutation pourrait exprimer la probabilité d'établissement dès la première tentative. Dans le cas des communications demandées en service manuel ou semi-automatique, la disponibilité d'une communication avec commutation pourrait représenter la probabilité pour qu'une communication satisfaisante soit établie dans un laps de temps déterminé (par exemple, 1 minute ou 3 minutes ou 10 minutes).

Remarque 2 – En règle générale, les tolérances devraient correspondre à une valeur de réduction de la qualité de transmission telle que la communication ne soit pas satisfaisante pour le service (par exemple, telle qu'un pourcentage notable d'utilisateurs refuse d'utiliser la communication).

A.3.3.2 disponibilité d'un circuit loué

E: availability of a leased circuit

S: disponibilidad de un circuito arrendado

Probabilité pour que, dans des conditions d'exploitation données, un circuit loué puisse accomplir la fonction requise de ce circuit, lorsque l'abonné le demande.

A.3.4 Concepts de temps de disponibilité (voir aussi le § A.4)

A.3.4.1 durée requise [non requise]

E: required [unrequired] time

S: tiempo requerido [no requerido]

Période de temps pendant laquelle l'utilisateur a besoin [n'a pas besoin] que le dispositif soit en état d'accomplir une fonction requise.

A.3.4.2 temps libre

E: free time

S: tiempo libre

Partie de la durée non requise pendant laquelle un dispositif est en état d'accomplir une fonction requise.

A.3.4.3 temps de latence

E: standby time

S: tiempo en reserva

Période pendant laquelle un dispositif doit être en état d'accomplir une fonction requise, mais pendant laquelle il ne fonctionne pas.

A.3.4.4 temps de fonctionnement [non fonctionnement]

E: operating [non-operating] time

S: tiempo de funcionamiento [non funcionamiento]

Période pendant laquelle un dispositif accomplit [n'accomplit pas] une fonction requise.

A.3.4.5 durée de disponibilité [d'indisponibilité]

E: up [down] time

S: tiempo de disponibilidad [indisponibilidad]

Période pendant laquelle un dispositif est [n'est pas] en état d'accomplir une fonction requise.

Remarque – Sauf indication contraire, la durée d'indisponibilité d'un dispositif comprendra, en plus, le temps nécessaire pour atteindre le même état, dans le programme de travail du dispositif, qu'au moment de la défaillance.

A.3.4.6 **durée d'indisponibilité interne [externe]**

E: internal [external] down time

S: tiempo de indisponibilidad interna [externa]

Partie de la durée d'indisponibilité qui est [qui n'est pas] imputable à une défaillance du dispositif lui-même.

Remarque — Le temps d'indisponibilité externe peut être dû à une pénurie de ressources externes telles que: énergie, carburant, etc.

A.3.5 **Mesures de fiabilité (mesures fondamentales)**

A.3.5.1 **fiabilité**

E: reliability

S: fiabilidad

Probabilité pour qu'un dispositif puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée.

A.3.5.2 **Taux de dérangement**

E: failure rate

S: proporción de fallos

(A définir)

A.3.5.3 **taux instantané de dérangement**

E: instantaneous failure rate

S: proporción instantánea de fallos

Limite (lorsqu'elle existe) du rapport de la probabilité de dérangement d'un dispositif, dans un intervalle de temps, à la longueur de cet intervalle de temps, lorsqu'elle tend vers zéro, à condition que le dispositif soit en état d'accomplir une fonction requise au commencement de l'intervalle.

A.3.5.4 **taux moyen de dérangement**

E: mean failure rate

S: proporción media de fallos

Moyenne du taux instantané de dérangement pendant un intervalle de temps donné.

A.3.5.5 **Intensité de dérangement**

E: failure intensity

S: intensidad de fallos

(A définir)

A.3.5.6 **intensité instantanée de dérangement**

E: instantaneous failure intensity

S: intensidad instantánea de fallos

Limite (lorsqu'elle existe) du rapport du nombre moyen de dérangements d'un dispositif, pendant un intervalle de temps, à la longueur de cet intervalle lorsqu'elle tend vers zéro.

A.3.5.7 **intensité moyenne de dérangement**

E: mean failure intensity

S: intensidad media de fallos

Moyenne de l'intensité instantanée de dérangement pendant un intervalle de temps donné.

A.3.6 Mesures de fiabilité du service

A.3.6.1 fiabilité d'une communication (téléphonique) établie

E: reliability of an established (telephone) connection

S: fiabilidad de una conexión (telefónica) establecida

Probabilité pour qu'une communication (téléphonique), une fois établie par commutation, fonctionne dans les limites de tolérances spécifiées pour la transmission sans subir d'interruption pendant un intervalle de temps donné.

A.3.6.2 temps moyen entre interruptions

E: mean time between interruptions

S: tiempo medio entre interrupciones

Valeur moyenne des intervalles de temps s'écoulant entre les débuts d'interruptions consécutives d'une fonction requise d'un dispositif ou d'un service requis.

A.3.7 Concepts de temps de fiabilité (voir aussi le § A.4)

A.3.7.1 temps de fonctionnement avant la première défaillance

E: time to first failure

S: tiempo hasta el primer fallo

Total des intervalles de temps de fonctionnement d'un dispositif, entre le moment où il est mis pour la première fois en état de disponibilité et le moment où il cesse de fonctionner.

A.3.7.2 temps de fonctionnement avant défaillance

E: time to failure

S: tiempo hasta el fallo

Total des intervalles de temps de fonctionnement d'un dispositif, depuis le moment où il passe d'un état d'indisponibilité à un état de disponibilité, après l'exécution d'une action de maintenance corrective, jusqu'à ce qu'il cesse de fonctionner.

A.3.7.3 temps de bon fonctionnement

E: time between failures

S: tiempo entre fallos

Période s'écoulant entre des dérangements d'un dispositif réparé.

Remarque — Ce temps englobe le temps de non-fonctionnement, lequel doit être identifié.

A.3.7.4 moyenne des temps de fonctionnement avant la première défaillance

E: mean time to first failure

S: tiempo medio hasta el primer fallo

Valeur moyenne du temps de fonctionnement avant la première défaillance.

A.3.7.5 temps de fonctionnement moyen avant défaillance

E: mean time to failure

S: tiempo medio hasta el fallo

Valeur moyenne du temps de fonctionnement avant défaillance.

A.3.7.6 moyenne des temps de bon fonctionnement

E: mean time between failures

S: tiempo medio entre fallos

Valeur moyenne du temps de bon fonctionnement.

A.3.7.7 durée de vie utile

E: useful life

S: vida útil

Période commençant à un instant donné, pendant laquelle, dans des conditions données, un dispositif a une intensité de dérangement acceptable, ou période précédant l'apparition d'une défaillance irréparable.

A.3.7.8 période initiale de dérangement

E: early failure period

S: periodo de fallos inicial

Période initiale éventuelle commençant à un moment donné et pendant laquelle l'intensité des dérangements décroît plus rapidement qu'elle ne le fait par la suite.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il convient d'expliquer ce que signifie «décroît rapidement» (voir la figure A-2/G.106).

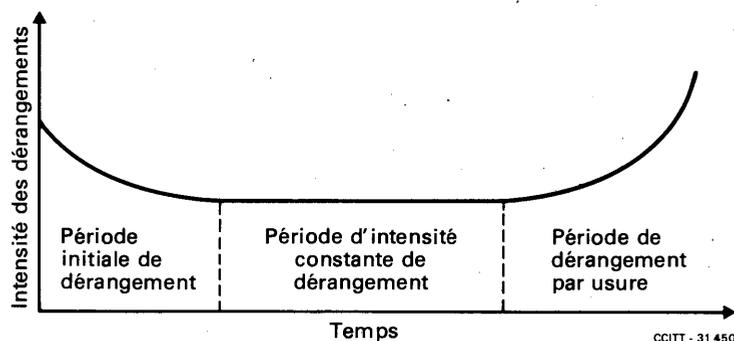


FIGURE A-2/G.106

Périodes de temps et intensité des dérangements pendant la durée de vie utile d'un dispositif réparé

A.3.7.9 période d'intensité constante de dérangement

E: constant failure intensity period

S: periodo de intensidad de fallos constante

Période éventuelle pendant laquelle les dérangements se produisent avec une intensité presque uniforme.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il convient d'expliquer ce que signifie «intensité presque uniforme» (voir la figure A-2/G.106).

A.3.7.10 période de dérangement par usure

E: wear-out failure period

S: periodo de fallos por desgaste

Période éventuelle pendant laquelle l'intensité des dérangements augmente plus rapidement qu'auparavant.

Remarque – Dans chaque cas particulier, il convient d'expliquer ce que signifie «augmente rapidement» (voir la figure A-2/G.106).

A.4 Concepts relatifs à la conception et diagramme de temps

A.4.1 Concepts relatifs à la conception

A.4.1.1 redondance

E: redundancy

S: redundancia

Dans un dispositif, existence de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.

A.4.1.2 **redondance active**

E: active redundancy

S: redundancia activa

Type de redondance dans lequel tous les moyens d'accomplir une fonction requise sont mis en œuvre simultanément.

A.4.1.3 **redondance en attente**

E: standby redundancy

S: redundancia pasiva

Type de redondance où les différents moyens d'accomplir une fonction requise ne sont pas mis en œuvre avant que ce ne soit nécessaire.

A.4.1.4 **protection contre les dérangements**

E: fail safe

S: prevención contra fallos

Propriété d'un dispositif qui empêche les dérangements d'atteindre un niveau critique.

A.4.1.5 **mode fonctionnel**

E: functional mode

S: modo funcional

Sous-ensemble de l'ensemble complet des fonctions d'un dispositif.

A.4.2 *Diagramme de temps*

Les concepts de temps considérés dans le présent Avis ont été groupés d'une façon naturelle de manière qu'ils correspondent au mieux à leur application. Dans le présent § A.4.2, ces concepts sont présentés sous la forme d'un diagramme de Karnough qui indique les relations mutuelles entre eux. Ce diagramme est présenté à la figure A-3/G.106.

Lorsqu'il s'agit d'un équipement particulier ou de conditions particulières, il peut être utile ou nécessaire d'établir un diagramme soit plus complexe, soit plus simple. Cela peut être nécessaire aussi quand les durées doivent être indiquées dans un ordre chronologique rigoureux. L'exemple d'un diagramme simplifié est présenté dans la figure A-4/G.106.

Dans les applications pratiques, il est recommandé de tracer un diagramme distinct contenant les concepts de temps qui se rapportent à l'étude entreprise.

A.5 *Texte explicatif*

A.5.1 *Termes se rapportant aux dérangements*

Le mot «**dérangement**» est le terme de base qui désigne soit la cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise soit, en combinaison avec le terme «état», l'état d'un dispositif qui a «défailli». Pour certains termes figurant dans la liste, on a utilisé une abréviation qui permet de supprimer le mot «état», lorsque cela a été jugé approprié. Dans les applications pratiques, il sera peut-être nécessaire d'ajouter le mot «état» pour éviter toute confusion. Le terme «dérangement» s'applique uniquement au dispositif considéré. C'est ainsi qu'un dérangement complet d'un sous-dispositif particulier peut entraîner une défaillance partielle seulement du dispositif dans lequel il est utilisé.

A.5.2 *Utilisation de modificateurs*

En principe, la liste ne contient pas des concepts de base ayant une large application. Dans la pratique, il est cependant nécessaire en général d'être plus précis. Cette précision est obtenue par l'adjonction de modificateurs aux termes de base. Dans chaque application, il faut veiller à ce que les modificateurs appropriés soient toujours ajoutés aux termes de base.

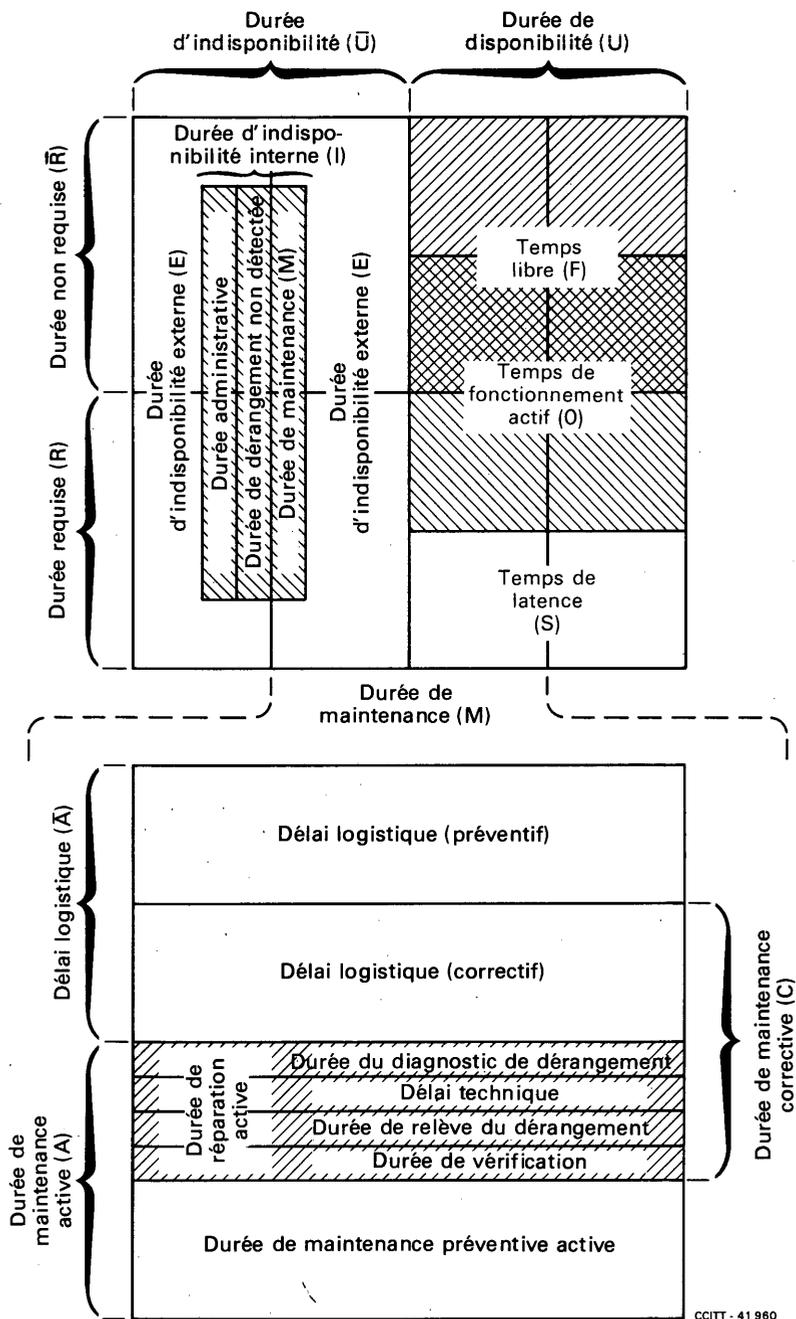
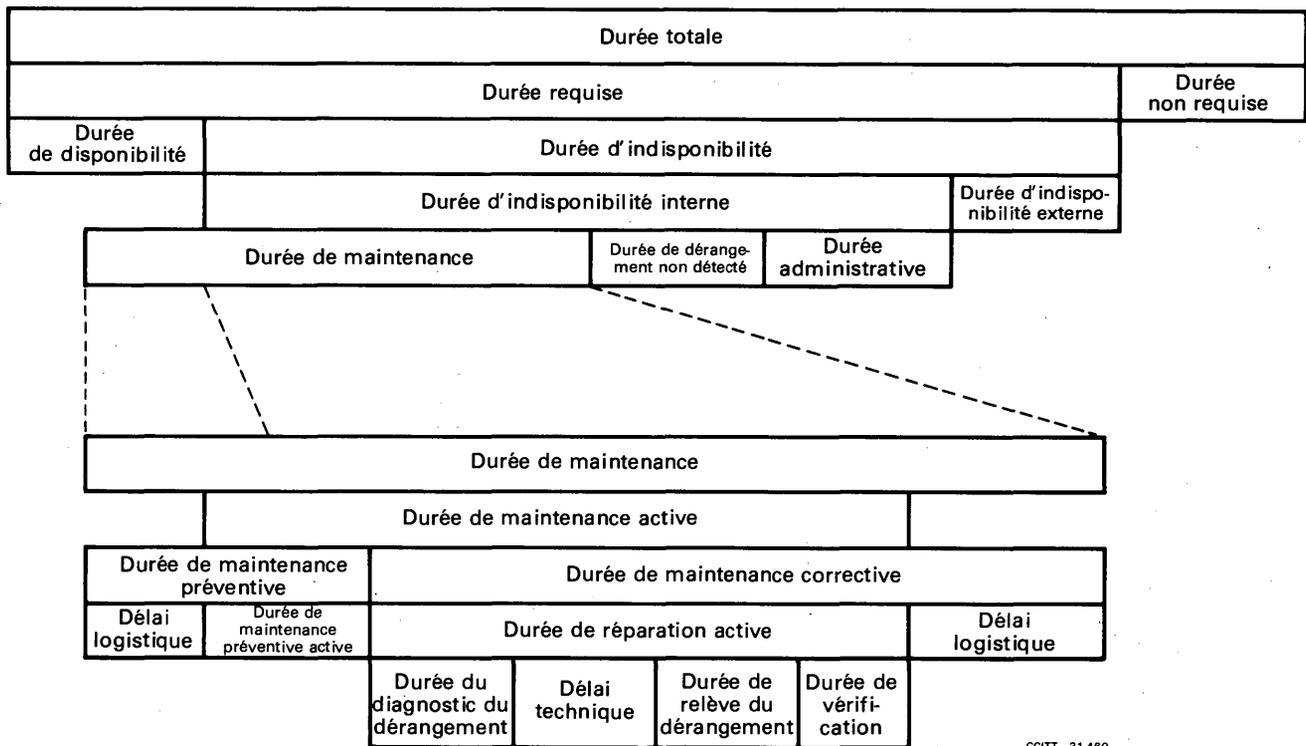


FIGURE A-3/G.106

Diagramme d'ensembles applicable aux concepts de temps définis aux § A.2.4.1 à A.2.4.13 et aux § A.3.4.1 à A.3.4.6



CCITT - 31 460.

FIGURE A-4/G.106
Diagramme de temps

A.5.3 Note concernant les termes «mesure» et «caractéristique»

Une «**caractéristique**» est «une propriété qui facilite la différenciation entre les dispositifs d'une population donnée, soit quantitativement (au moyen de variables), soit qualitativement (au moyen d'attributs)».

Les variables qui présentent de l'intérêt pour le présent Avis sont les variables aléatoires. A chaque variable aléatoire est associée une distribution de probabilité.

Une «**mesure**» est soit une fonction, soit (le plus souvent) une description d'une variable aléatoire au moyen d'une seule valeur (par exemple, moyenne, fractile). Ces mesures peuvent être utilisées dans le cas où on a recours à des modèles, c'est-à-dire le cas où des principes sont décrits sans qu'il soit possible d'effectuer des observations. Les mesures peuvent aussi être utilisées dans le traitement des observations. La définition de la mesure de base est la même dans les deux cas.

Les mesures proprement dites ne peuvent pas être observées dans la pratique mais elles peuvent être estimées sur la base de valeurs observées et selon une théorie statistique appropriée.

Il convient de noter que, dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire de définir individuellement chaque mesure — seules les variables aléatoires (il s'agit en général de durées) devant être définies. Les mesures sont donc facilement désignées par l'utilisation de modificateurs «statistiques» appropriés, en combinaison avec le nom de la variable.

A.5.4 Utilisation de concept de «probabilité»

Le concept de probabilité peut être introduit sous deux formes, selon que l'on entend indiquer un degré d'appréciation ou une fréquence limite. Dans les deux cas, l'introduction de ce concept demande certaines précautions.

Pour des raisons pratiques, on peut cependant considérer que, quand les conditions d'un essai peuvent être reproduites, la probabilité $Pr(E)$ d'apparition d'un événement E est la valeur autour de laquelle oscille la fréquence d'occurrence de cet événement et vers laquelle elle tend lorsque le nombre des observations augmente à l'infini.

A.5.5 Signification du terme «dispositif»

Le terme «**dispositif**» est employé pour désigner tout élément, sous-système, système ou équipement que l'on peut considérer individuellement. Un «dispositif» peut être partiellement ou totalement constitué de logiciel. Le terme est aussi utilisé pour désigner des dispositifs, une population de dispositifs, un échantillon, etc., lorsque le contexte justifie cet usage.

Dans chaque application pratique des termes, il convient de préciser soigneusement ce que recouvre le terme «dispositif».

Le terme «dispositif complexe» est utilisé lorsque l'on considère un groupe de dispositifs. Le terme «sous-dispositif» est utilisé lorsqu'il faut indiquer la possibilité d'une subdivision du dispositif en plusieurs parties plus petites. Pour appliquer pratiquement les concepts de mesure, il peut être nécessaire de préciser le sens de ce terme en introduisant un modificateur approprié:

- système, sous-système,
- dispositif, processeur,
- ligne d'abonné, circuit loué, etc.

Comme l'ensemble de modificateurs de dispositif dépend de l'équipement étudié, on indiquera dans chaque cas les modificateurs utilisés.

A.5.6 Différence entre «exploitation» et «maintenance»

Les termes de ce glossaire s'appliquent souvent à un dispositif complexe appelé «système». Dans beaucoup de cas, la maintenance et l'exploitation de ces systèmes sont assurées par le même personnel. Il y aurait donc lieu d'établir une distinction entre «exploitation» et «maintenance».

Cette distinction peut être établie conformément au modèle suivant:

Un «**système**» est un groupe de dispositifs destinés à l'accomplissement d'une série de fonctions (de transfert) donnée. Le système peut être observé dans son contexte au moyen d'un ensemble de variables de sortie qui peuvent être influencées, à travers le système, par un ensemble de variables d'entrée.

Pour déterminer si le système accomplit les fonctions requises, la sortie effective est comparée avec la sortie requise. Les écarts peuvent être éliminés par l'application de deux méthodes différentes: modification de l'entrée *ou* modification des fonctions (de transfert).

On peut donc définir le terme:

exploitation – ensemble d'actions qui modifient l'entrée

En outre, deux raisons peuvent justifier la modification des fonctions (de transfert):

- a) l'ensemble a été modifié par rapport à celui qui a été conçu ou construit pour constituer le système. On peut alors définir le terme:

maintenance – ensemble d'actions permettant de rétablir les fonctions (de transfert) de l'ensemble original;

- b) l'ensemble n'a jamais eu les caractéristiques que l'on attendait, ou ne suffit plus pour atteindre le but souhaité. On peut alors définir le terme:

modification – ensemble d'actions modifiant l'ensemble original de fonctions (de transfert).

Remarque – D'autres indications peuvent aussi être à l'origine des modifications.

A.5.7 Concepts de modificateur

A.5.7.1 Modificateur de temps et de conditions

La définition de la valeur d'un paramètre de distribution ou d'une autre caractéristique quantitative (mesure) peut être faite avant, pendant ou après l'instant ou l'intervalle de temps pour lesquels l'indication doit être valable. Elle peut aussi se rapporter à d'autres conditions que celles pour lesquelles les observations ont été faites.

Lorsque les conditions d'une affirmation doivent être élucidées, elle doit être accompagnée de l'un des modificateurs suivants:

(Valeur) vraie, (valeur) prévue, (valeur) estimée, (valeur) extrapolée.

A.5.7.2 Modificateurs statistiques

Il s'agit des modificateurs suivants: fractile, (espérance) moyenne.

A.6 Guide et symboles mathématiques

(A rédiger)

A.7 *Index alphabétique*

Apparition d'un dérangement	A.1.1.2
Capacité d'écoulement du trafic	2.7
Caractéristique	A.5.3
Caractéristiques de propagation	2.8
Délai logistique	A.2.4.8
Délai technique	A.2.4.12
Dérangement	A.5.1 et A.1.1.1
Dérangement brusque	A.1.2.3
Dérangement complet	A.1.2.1
Dérangement dégradant les fonctions	A.1.2.6
Dérangement empêchant l'accomplissement des fonctions	A.1.2.5
Dérangement intermittent	A.1.2.9
Dérangement partiel	A.1.2.2
Dérangement permanent	A.1.2.8
Dérangement permettant l'accomplissement des fonctions	A.1.2.7
Dérangement progressif	A.1.2.4
Disponibilité	A.3.2.1
Disponibilité asymptotique	A.3.2.4
Disponibilité d'un circuit loué	A.3.3.2
Disponibilité d'une communication à établir	A.3.3.1
Disponibilité de l'équipement	2.9
Disponibilité du service	2.6
Disponibilité instantanée	A.3.2.2
Disponibilité moyenne	A.3.2.3
Dispositif	A.5.5
Durée administrative pour la maintenance corrective	A.2.4.2
Durée de dérangement non détecté	A.2.4.1
Durée de disponibilité	A.3.4.5
Durée d'indisponibilité	A.3.4.5
Durée d'indisponibilité externe	A.3.4.6
Durée d'indisponibilité interne	A.3.4.6
Durée de maintenance	A.2.4.3
Durée de maintenance active	A.2.4.4
Durée de maintenance corrective; durée de réparation	A.2.4.6
Durée de maintenance corrective active; durée de réparation active	A.2.4.9
Durée de maintenance préventive	A.2.4.5
Durée de maintenance préventive active	A.2.4.7
Durée de relève d'un dérangement	A.2.4.11
Durée de réparation; durée de maintenance corrective	A.2.4.6
Durée de réparation active; durée de maintenance corrective	A.2.4.9
Durée de vérification	A.2.4.13
Durée de vie utile	A.3.7.7
Durée du diagnostic d'un dérangement	A.2.4.10
Durée non requise	A.3.4.1
Durée requise	A.3.4.1
Etat de dérangement	A.1.1.3
Etat de disponibilité	A.1.1.5
Etat d'indisponibilité	A.1.1.6
Exploitation	A.5.6
Facilité d'utilisation du service	2.3
Fiabilité	A.3.5.1
Fiabilité d'une communication (téléphonique) établie	A.3.6.1

Fiabilité d'un équipement	2.10
Fiabilité du service	2.5
Identification d'un dérangement	A.2.1.4
Indisponibilité	A.3.2.1
Indisponibilité asymptotique	A.3.2.4
Indisponibilité instantanée	A.3.2.2
Indisponibilité moyenne	A.3.2.3
Intensité de dérangement	A.3.5.5
Intensité instantanée de dérangement	A.3.5.6
Intensité moyenne de dérangement	A.3.5.7
Interruption de (service de) transmission	A.1.3.1
Ligne de maintenance	A.2.1.3
Logistique de maintenance	2.12
Logistique du service	2.2
Maintenabilité	2.11 et A.2.3.1
Maintenance	A.5.6 et A.2.1.1
Maintenance affectant les fonctions	A.2.2.6
Maintenance corrective; réparation	A.2.2.2
Maintenance dégradant les fonctions	A.2.2.8
Maintenance dirigée	A.2.2.3
Maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions	A.2.2.7
Maintenance non programmée	A.2.2.5
Maintenance permettant l'accomplissement des fonctions	A.2.2.9
Maintenance préventive	A.2.2.1
Maintenance programmée	A.2.2.4
Mesure	A.5.3
Mode de dérangement	A.1.1.4
Mode fonctionnel	A.4.1.5
Modification	A.5.6
Moyenne des temps de bon fonctionnement	A.3.7.6
Moyenne des temps de fonctionnement avant la première défaillance	A.3.7.4
Niveau de maintenance	A.2.1.2
Période de dérangement par usure	A.3.7.10
Période d'intensité constante de dérangement	A.3.7.9
Période initiale de dérangement	A.3.7.8
Probabilité d'exécution correcte du service	A.3.1.1
Protection contre les dérangements	A.4.1.4
Qualité de service	2.1
Qualité de transmission (d'un service)	2.4
Redondance	A.4.1.1
Redondance active	A.4.1.2
Redondance en attente	A.4.1.3
Réparation; maintenance corrective	A.2.2.2
Système	A.5.6
Taux de dérangement	A.3.5.2
Taux de réparation	A.2.3.2
Taux instantané de dérangement	A.3.5.3
Taux instantané de réparation	A.2.3.3
Taux moyen de dérangement	A.3.5.4
Taux moyen de réparation	A.2.3.4
Temps de bon fonctionnement	A.3.7.3
Temps de fonctionnement avant défaillance	A.3.7.2
Temps de fonctionnement avant la première défaillance	A.3.7.1

Temps de fonctionnement moyen avant défaillance	A.3.7.5
Temps de fonctionnement	A.3.4.4
Temps de latence	A.3.4.3
Temps de non fonctionnement	A.3.4.4
Temps libre	A.3.4.2
Temps moyen entre interruptions	A.3.6.2

Références

- [1] Avis du CCIR *Objectif de disponibilité d'un circuit fictif de référence et d'un conduit numérique fictif de référence*, Vol. IX, Avis 557, UIT, Genève, 1978.
- [2] Publication CEI n° 271.

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

Avis G.111

ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE CORRIGÉS (ERC) DANS UNE COMMUNICATION INTERNATIONALE

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968,
à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Préambule

Les § 1 à 5 du présent Avis s'appliquent en général à toutes les communications téléphoniques internationales, qu'elles soient entièrement analogiques, mixtes analogiques et numériques ou entièrement numériques. Cependant, le § 6 s'appliquera chaque fois que les aspects spécifiques des communications mixtes analogiques et numériques ou entièrement numériques auront fait l'objet de consignes particulières.

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

1 ERC nominaux des systèmes nationaux (anciennement partie A)

1.1 Définition des ERC des systèmes nationaux

Les ERC à l'émission et à la réception du système national sont calculés jusqu'à une extrémité virtuelle analogique et à partir de l'autre extrémité (points a et b de la figure 1/G.111).

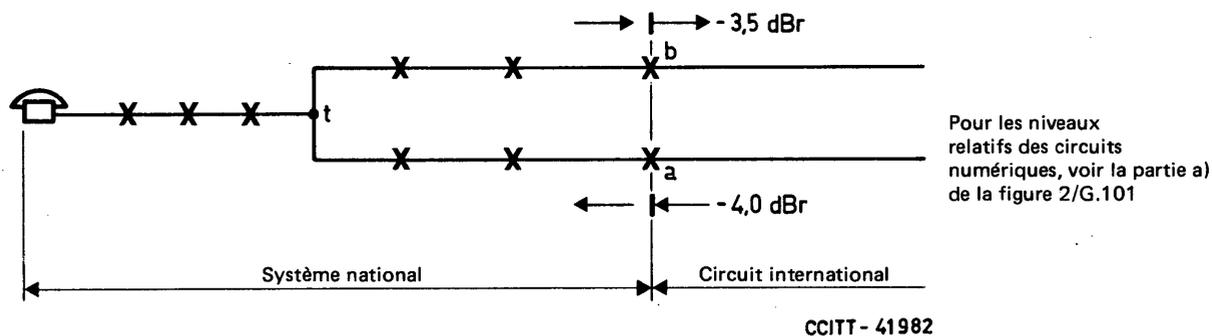
On trouvera la définition de l'équivalent de référence corrigé (ERC) et des explications sur ses propriétés dans l'annexe A.

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

- à l'émission: –3,5 dBr;
- à la réception: –4,0 dBr (circuits analogiques);
–3,5 dBr (circuits numériques).

La valeur nominale de l'affaiblissement de transmission à la fréquence de référence entre extrémités virtuelles de circuit est donc 0,5 dB pour les circuits analogiques et 0 dB pour les circuits numériques.

Remarque – Le niveau relatif en un point d'un circuit à quatre fils est déterminé en se référant aux spécifications du système de transmission sur lequel est établi ce circuit, les performances de ce système (bruit, diaphonie, limitation, linéarité, etc.) étant évaluées en un point de niveau relatif zéro. Par exemple, la puissance moyenne nominale des signaux à l'heure chargée, au point de niveau relatif zéro, est indiquée dans l'Avis cité en [1]. Pour plus de détails, voir le § 5 de l'Avis G.101.



Extrémités virtuelles analogiques du circuit international

Remarque – Les valeurs indiquées pour les niveaux relatifs sont celles qui caractérisent le circuit international. Les valeurs des niveaux relatifs du circuit national ne sont pas indiquées, car elles dépendent du plan de transmission national. Les extrémités virtuelles analogiques n'ont en général aucune existence physique, mais elles constituent une notion nécessaire dans la planification des systèmes nationaux.

FIGURE 1/G.111

Définition des extrémités virtuelles analogiques

1.2 Valeurs recommandées

On trouvera dans l'Avis G.121 les objectifs pour les ERC nominaux (à l'émission et à la réception) du système national.

2 Equivalent nominal de la chaîne internationale (anciennement partie B)

L'affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles de chaque circuit international analogique doit en principe être égal à 0,5 dB à 800 Hz ou 1000 Hz. Toutefois, certains circuits peuvent être exploités avec un affaiblissement plus grand (voir le § 2.1 de l'Avis G.131) et certains circuits analogiques peuvent être exploités avec un affaiblissement nul (voir la remarque 3 du § 5 de l'Avis G.101). Les circuits numériques sont exploités avec un affaiblissement nominal de 0 dB (voir le § 6).

Au point de vue de la transmission, le nombre de circuits internationaux que l'on peut interconnecter en chaîne n'est pas strictement limité, pourvu que chacun de ces circuits ait un affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles de 0,5 dB en position de transit et que ces circuits soient interconnectés en quatre fils. Il est bien entendu que la qualité de transmission sera d'autant meilleure que le nombre de circuits interconnectés sera plus petit (voir le § 3 de l'Avis G.101).

Remarque – Des renseignements sur le nombre réel de circuits compris dans les communications internationales sont fournis dans ce § 3 de l'Avis G.101.

3 ERC et effets directionnels dans une communication complète (anciennement partie C)

3.1 ERC nominaux pour chaque sens de transmission

Le § A.3 indique comment on calcule l'ERC d'une communication complète. En particulier, si la distorsion d'affaiblissement de la chaîne à quatre fils atteint les limites de l'Avis G.132, l'ERC nominal d'une communication internationale est la somme de:

- l'ERC nominal du système émetteur national (voir le § 4 de l'Avis G.121);
- l'équivalent nominal de la chaîne internationale (voir le § 2 du présent Avis);
- l'ERC nominal du système récepteur national (voir le § 4 de l'Avis G.121).

3.2 Valeurs moyennes, pondérées, en fonction du trafic, de la répartition des ERC totaux

Des essais subjectifs ont montré que le domaine préféré des ERC totaux est, pour les communications téléphoniques, environ de 4 à 16 dB et que, à l'intérieur de ce domaine, la valeur préférée est d'environ 7 dB.

Compte tenu du fait que les longues communications téléphoniques internationales demandent ordinairement un affaiblissement de transmission assez élevé pour lutter contre les échos et assurer la stabilité, il a été provisoirement convenu que l'objectif à long terme pour la valeur moyenne pondérée en fonction du trafic de la répartition de l'ERC total des communications internationales est compris entre 13 et 16 dB.

Fixer un objectif pour la valeur moyenne est une nécessité si on veut que la majorité des abonnés bénéficient d'une bonne qualité de transmission.

Remarque 1 – Les objectifs à long terme ne peuvent être atteints pour le moment. Un objectif approprié à court terme est le domaine de 13 à 25,5 dB pour les valeurs moyennes, pondérées en fonction du trafic, de l'ERC total:

Remarque 2 – Dans les objectifs pour ERC total, on a tenu compte de l'affaiblissement de transmission de 0,5 dB de chacun des circuits de la chaîne internationale (voir le § 2) en adoptant comme nombre moyen de circuits internationaux d'une communication internationale la valeur 1,1 d'après le résultat d'une étude faite par la Commission d'études XIII en 1975, (voir le § 3 de l'Avis G.101).

En conséquence, les domaines de valeurs mentionnés ci-dessus ne comprennent pas de tolérances pour les communications internationales qui comprennent:

- plus d'un circuit international d'affaiblissement 0,5 dB;
- un seul circuit international d'affaiblissement supérieur à 0,5 dB, dans le cas admis par le § 2.1 de l'Avis G.131.

Remarque 3 – Le § 1 de l'Avis G.121 indique, pour des systèmes nationaux, des valeurs fondées sur les objectifs du présent Avis.

Remarque 4 – Pour la planification des systèmes futurs de télécommunication internationaux et nationaux, il convient de s'efforcer d'obtenir la gamme préférée d'ERC totaux 4 à 16 dB, en particulier lorsqu'il est envisagé d'utiliser des systèmes numériques.

3.3 *Différence entre les affaiblissements de transmission dans les deux sens de transmission*

Dans une communication internationale entre centraux locaux, l'asymétrie introduite par l'ensemble des deux systèmes nationaux ne doit pas dépasser 8 dB, compte tenu des dispositions du § 2.2 de l'Avis G.121. Les circuits internationaux pourraient, dans les circonstances pratiques définies dans les remarques générales du § 4 de l'Avis G.101, introduire une asymétrie supplémentaire. Cette asymétrie supplémentaire ne sera acceptable qu'à condition d'être faible.

4 **Variation en fonction du temps et influence du bruit de circuit** (anciennement partie D)

4.1 *Variations en fonction du temps*

Les valeurs d'ERC calculées pour les systèmes nationaux (§ 4 de l'Avis G.121) ne comprennent pas les variations en fonction du temps de l'affaiblissement des différentes parties du système national. Le § 3 de l'Avis G.151 indique les objectifs recommandés par le CCITT pour les variations d'affaiblissement des circuits internationaux et des circuits nationaux de prolongement par rapport aux valeurs nominales.

4.2 *Influence du bruit de circuit*

Voir l'Avis G.113.

5 **Limites pratiques de ERC entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné** (anciennement partie E)

Ces limites sont à l'étude; les valeurs d'équivalent de référence recommandées par l'ancien plan de transmission figurent en [2] et en les appliquant, il convient de tenir compte du texte cité en [3].

Les valeurs d'équivalent de référence pour des communications complètes qui figurent dans le tableau cité en [4] et qui sont reproduites dans le tableau indiqué en [5] ne correspondent pas au plan de transmission actuellement recommandé par le CCITT.

6 **Incorporation de processus numériques MIC aux communications internationales**

6.1 *Communications avec chaîne numérique à quatre fils s'étendant jusqu'aux centraux locaux*

Au fur et à mesure que le réseau national se développe, une communication téléphonique internationale peut avoir la configuration indiquée par la figure 2/G.111, dans laquelle l'interface analogique/numérique se situe au central local. Dans une communication de ce type, l'affaiblissement nominal de transmission introduit par la chaîne à quatre fils de circuits numériques nationaux et internationaux est égal à 0 dB. Par conséquent, la chaîne à quatre fils ne contribue généralement pas à la limitation des échos ni à la régulation de la stabilité. Cependant, une partie de l'affaiblissement nécessaire pour améliorer la stabilité et limiter les échos se situe au central local comme l'indiquent les compléments de ligne R et T à la réception et à l'émission, la différence étant fournie par l'affaiblissement d'équilibrage au termineur deux fils/quatre fils. (Voir aussi l'Avis G.122.)

Pour objectif, il est recommandé à titre provisoire, dans le § 6 de l'Avis G.121 que l'affaiblissement de transmission à introduire par la combinaison des compléments de ligne R et T de la figure 2/G.111, soit fixé à 6 ou 7 dB¹⁾. En ce qui concerne l'affaiblissement pour la stabilité et l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho aux terminaux deux fils/quatre fils, ces affaiblissements peuvent être très faibles et doivent souvent faire l'objet de dispositions particulières visant à les augmenter. Cependant, on estime que l'affaiblissement localisé de 6 ou 7 dB à introduire suffit, dans la plupart des cas, à assurer le maintien de la stabilité ainsi que, s'il est associé à un affaiblissement d'équilibrage pour l'écho adéquat, la limitation des échos.

Parmi les autres considérations de transmission à prendre en compte dans la planification des communications nécessitant des centraux locaux à quatre fils dans un réseau mixte analogique et numérique, figurent la charge du système et la diaphonie.

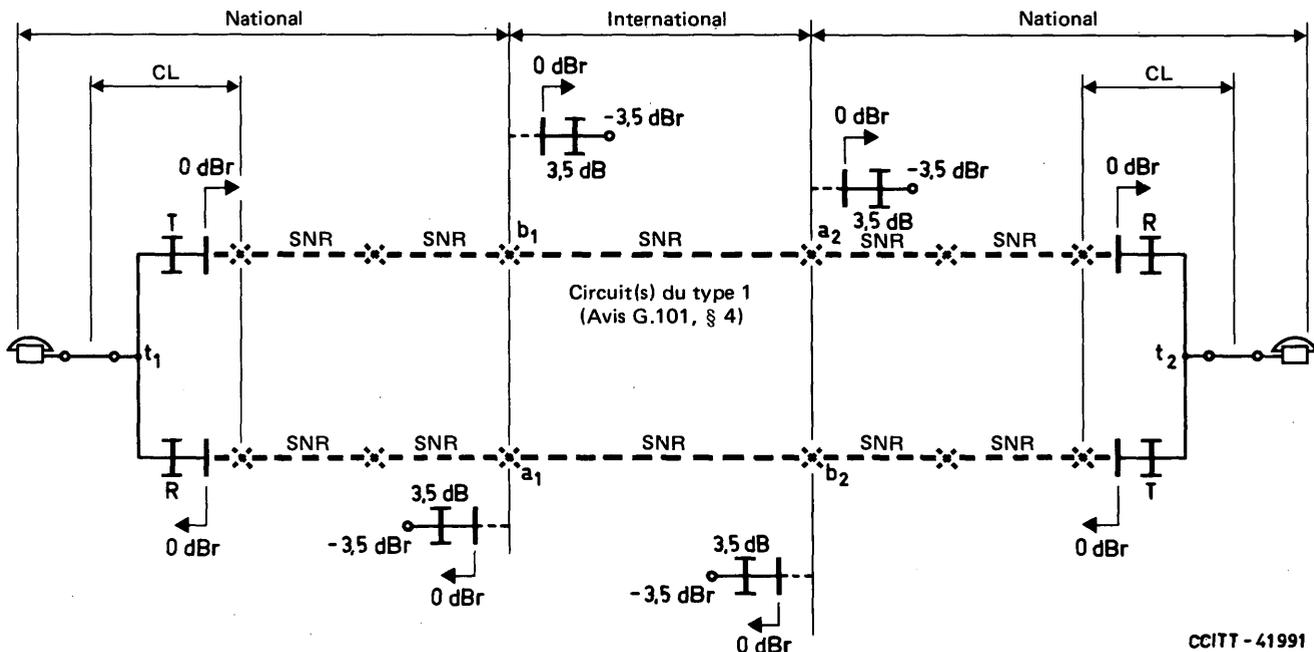
Les valeurs respectives des affaiblissements introduits par les compléments de ligne R et T de la figure 2/G.111 peuvent être laissées au choix des Administrations nationales, dans le cadre des contraintes mentionnées ci-dessus. Dans ces limites, les plans de transmission nationaux doivent fixer les valeurs à attribuer aux compléments de ligne R et T. Cet aspect est traité de façon plus approfondie au § 6 de l'Avis G.121.

De plus, la figure 2/G.111 représente des compléments de ligne R et T du type analogique. Il n'est pas toujours indispensable qu'il en soit ainsi étant donné que, dans certaines conditions, il pourrait être plus pratique, ou indispensable, d'introduire l'affaiblissement requis au moyen de compléments de ligne numériques. Mais lorsqu'on utilise de tels compléments, il faut tenir compte de la dégradation qui en résulte pour les services à données numériques ou les autres services qui exigent que l'intégrité des bits soit préservée de bout en bout, conformément aux indications du § 4.4 de l'Avis G.101 et du § 4 de l'Avis G.103.

6.2 *Communications mixtes analogiques et numériques*

Pour assurer une transmission satisfaisante sur les communications internationales au cours de la période d'exploitation mixte analogique et numérique, il faudra probablement modifier les plans de transmission nationaux en vigueur ou en élaborer de nouveaux de façon à prévoir des circuits aux prolongements nationaux convenables. Tous les Avis pertinents du CCITT doivent être respectés. Les consignes relatives aux prolongements nationaux avec chaînes à quatre fils s'étendant aux centraux locaux à quatre fils figurent au § 6 de l'Avis G.121.

¹⁾ *Remarque* — Lorsque la correction d'impédance ou des réseaux d'équilibrage améliorés, par exemple, permettent d'admettre un affaiblissement d'équilibrage suffisamment important, certaines Administrations estiment possible de retenir d'autres valeurs pour la somme des compléments de ligne R et T [6].



CCITT - 41991

SNR	Séquence numérique de référence		
—	Transmission analogique	— —	Codeur analogique à numérique ou décodeur numérique à analogique
- - -	Transmission numérique	0 dBr →	Décodeur idéal numérique à analogique avec niveau relatif de 0 dBr à la sortie
R T	Compléments de lignes analogiques (représentant un affaiblissement nominal entre le commutateur quatre fils et le point deux fils, y compris l'affaiblissement du terminer deux fils/quatre fils)	— —	Codeur idéal analogique à numérique avec niveau relatif de 0 dBr à l'entrée
- - x - -	Commutation numérique	← 0 dBr	
a, b	Extrémités virtuelles analogiques	CL	Central local

FIGURE 2/G.111

Exemple d'une communication internationale dans laquelle la chaîne numérique à quatre fils s'étend jusqu'à un central local avec lignes d'abonné analogiques à deux fils

ANNEXE A

(à l'Avis G.111)

Définition et propriétés des ERC

A.1 Introduction

A.1.1 Dans l'ancienne rédaction de l'Avis G.111 [7], on admettait que la «valeur de planification de l'équivalent de référence total d'une communication complète» est la somme des valeurs nominales suivantes:

- les équivalents de référence, q , des systèmes locaux qui interviennent, respectivement à l'émission et à la réception,
- les affaiblissements de transmission, x , (à 800 ou 1000 Hz) de la chaîne de circuits et de centraux qui assurent l'interconnexion des deux systèmes locaux.

En pratique, les équivalents de référence des systèmes locaux sont déterminés par des essais subjectifs, conformément à l'Avis P.72 [8], en comparant le trajet 3 ou 4 de la figure A-1/G.111 (où x_3 et x_4 ont été fixés à des valeurs prises au hasard entre 24 et 34 dB) au système de référence NOSFER (trajet 2) et en réglant x_2 pour obtenir la même impression de sonie.

A.1.2 Si on associait à un système local un circuit d'affaiblissement x et sans distorsion, on constaterait que l'équivalent de référence du système augmente d'une quantité inférieure à x . Par suite, les «valeurs de planification» obtenues par addition ne correspondent à aucune quantité bien définie physiquement, que l'on puisse déterminer directement par des essais subjectifs, ou par des calculs à partir de mesures objectives.

A.1.3 Cette situation a causé de nombreuses difficultés dans l'étude de la Question 15/XII [9]. Des essais effectués au Laboratoire du CCITT ont montré que ces difficultés sont liées à la méthode de détermination des équivalents de référence, selon l'Avis P.72 [8], où le niveau des sons vocaux reçus varie avec l'équivalent de référence que l'on cherche à déterminer.

A.1.4 A titre de première étape dans l'étude de la Question 19/XII (11/XVI) [10], la VII^e Assemblée plénière du CCITT (Genève, 1980) a approuvé la révision des Avis G.111 et G.121 sur la base des «équivalents de référence corrigés» définis au § A.2. On a indiqué entre parenthèses les paragraphes des Avis révisés auxquels s'appliquent les paragraphes de la présente annexe.

TABLEAU A-1/G.111
Valeurs de $y = 0,0082 q^2 + 1,148 q + 0,48$ en fonction de q

q (dB)	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4
y (dB)	-10,20	-9,20	-8,20	-7,16	-6,11	-5,06	-4,00
q (dB)	-3	-2	-1	0	1	2	3
y (dB)	-2,90	-1,80	-0,66	0,48	1,64	2,80	4,00
q (dB)	5	6	7	8	9	10	11
y (dB)	6,40	7,66	8,90	10,19	11,45	12,78	14,10
q (dB)	13	14	15	16	17	17,5	18
y (dB)	16,79	18,16	19,55	20,95	22,37	23,08	23,80

Remarque – Cette formule est valable pour un système récepteur et pour un système (émetteur ou complet) comportant un microphone linéaire; dans le cas d'un microphone à charbon, l'expérience montre qu'on doit diminuer y de 1,5 dB.

A.2 Définition des équivalents de référence corrigés (ERC) (§ 1.1 de l'Avis G.111)

Si l'on fixe x_2 à 25 dB dans le NOSFER (trajet 2 de la figure A-1/G.111) en appliquant toutes les autres prescriptions de l'Avis P.72 [8], on peut déterminer les «équivalents R25» d'un système émetteur (trajet 3), d'un système récepteur (trajet 4) ou d'un système complet (trajet 6). Dans ce cas, l'indice d'un circuit sans distorsion est, par définition, égal à son affaiblissement x , ce qui simplifie considérablement la planification. Toutefois, il ne semble pas justifié pour le moment d'introduire une nouvelle méthode d'essais subjectifs, alors qu'on dispose de nombreuses valeurs d'équivalent de référence, q , déjà déterminées conformément à l'Avis P.72 [8].

On appelle «équivalent de référence corrigé» (ERC) d'un système local, ou d'un système complet, la quantité y , avec:

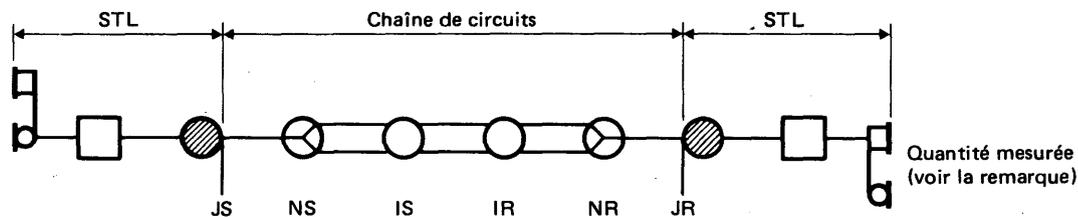
$$y = 0,0082 q^2 + 1,148 q + 0,48 \text{ dB} \quad (\text{A-1})$$

qui peut aussi s'écrire:

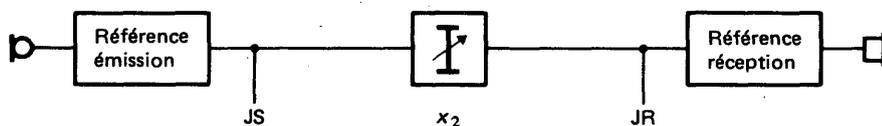
$$y = 0,0082 (q + 69,98)^2 - 39,7 \text{ dB.}$$

Cette formule a été déduite d'essais où l'on a comparé au NOSFER, dans un très large intervalle de variation de q , le SRI-2, qui transmet une bande de fréquences comparable à celle d'un système commercial. On a constaté qu'elle donne avec une bonne approximation l'indice R25 pour des types variés de systèmes locaux (postes d'abonné avec leur ligne) comportant, comme le SRI-2, un microphone linéaire.

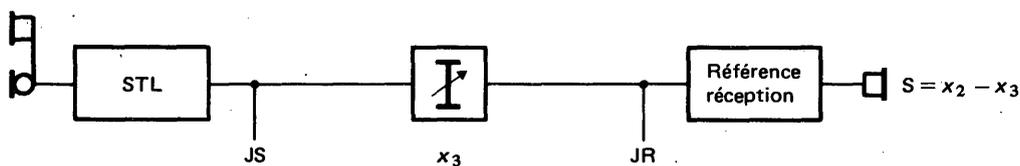
Le tableau A-1/G.111 donne les valeurs y de l'ERC pour les valeurs entières de q , dans le domaine utile à la planification des réseaux.



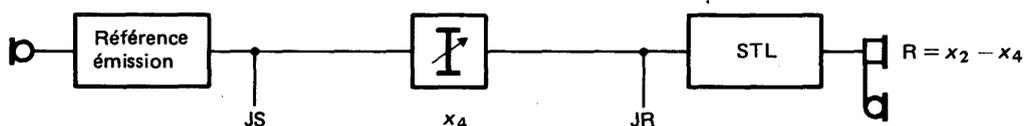
Trajet 1 – Communication complète



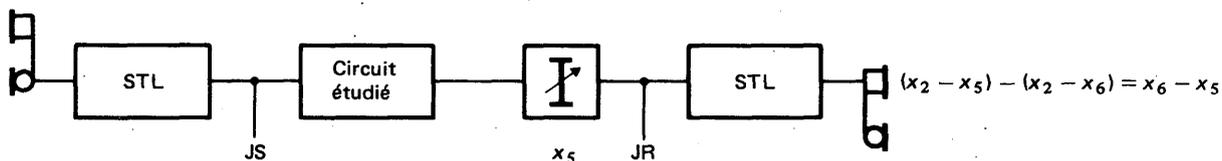
Trajet 2 – Système de référence (NOSFER)



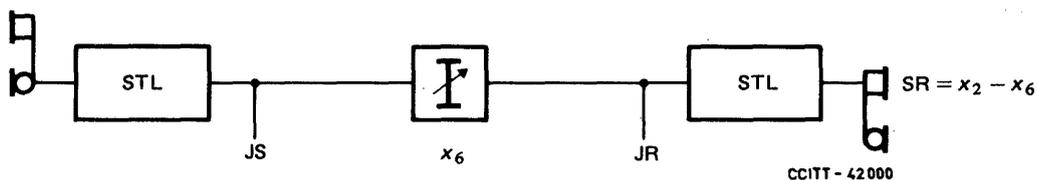
Trajet 3 – Pour la détermination d'un indice à l'émission



Trajet 4 – Pour la détermination d'un indice à la réception



Trajet 5 – Pour la détermination de l'indice d'un circuit



Trajet 6 – Système complet

CCITT - 42000

STL Système téléphonique local étudié (poste téléphonique + ligne + pont d'alimentation)

Remarque – Les x sont obtenus par équilibrage du trajet concerné avec le NOSFER. Les quantités mesurées sont:

- a) des équivalents de référence si l'on fait varier x_2 pour obtenir l'équilibre,
- b) des équivalents R25 si x_2 est réglé à 25 dB.

FIGURE A-1/G.111

Communications et systèmes considérés pour la définition des équivalents de référence et des ERC

A.3 Méthode de planification

A.3.1 Additivité dans les essais en laboratoire

Soient S et R les indices d'un système local à l'émission et à la réception (trajets 3 et 4 de la figure A-1/G.111), SR l'indice déterminé pour le système complet (trajet 6). Posons $D = SR - (S + R)$. La différence D est petite pour les indices de force des sons, par rapport au SRI, ou pour les quantités mesurées par exemple avec l'OREM-B. Elle est d'environ -3 à -4 dB pour les équivalents de référence, les équivalents R25 et les ERC. Ceci s'explique parce que, quand on compare au NOSFER un système commercial à largeur de bande restreinte, ce dernier est pénalisé quand on détermine S et quand on détermine R , donc deux fois quand on forme $S + R$, alors qu'il ne l'est qu'une fois quand on détermine SR .

A.3.2 Effet des filtres

Si maintenant on veut étudier le cas d'une communication réelle à grande distance (trajet 1 de la figure A-1/G.111), il faut tenir compte de l'effet des filtres inclus dans les équipements à courants porteurs. Des essais n'ont été effectués à ce sujet que pour l'équivalent de référence. Entre diverses combinaisons de systèmes locaux, émetteur et récepteur, on a inséré 1, 2 ou 3 filtres du type utilisé dans le SRAEN et dont la caractéristique est conforme à la figure 2/P.44 [11].

La caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence de chaque filtre satisfait au graphique cité en [12], l'ensemble de trois filtres en cascade satisfait à la figure 1/G.132 qui représente un objectif souhaitable pour une chaîne de 12 circuits à courants porteurs en tandem et généralement atteint pour une chaîne de 6 circuits et 7 centres internationaux. Or, d'après les renseignements contenus dans le § 3 de l'Avis G.101, la chaîne à quatre fils comprend au maximum 6 circuits dans 96,3% des communications internationales et 8 circuits dans 99,9% d'entre elles.

Les résultats dépendent des postes utilisés et leur analyse est assez complexe. Le résultat moyen est résumé dans la ligne « D (pour q)» du tableau A-2/G.111. On peut en déduire par le calcul la ligne « D (pour y)» de ce tableau.

TABLEAU A-2/G.111
Valeurs moyennes (en dB) de $D = SR - (S + R)$, en présence de filtres du type SRAEN

Nombre de filtres en cascade	0	1	2	3
D (pour q)	- 3	- 0,58	+ 0,49	+ 0,93
D (pour y)	- 3,9	- 1,5	- 0,4	0
Augmentation de q et de y	2,4	1,1	0,4	

A.3.3 Application aux communications internationales (§ 2 et 3.1 de l'Avis G.111)

D'après ce qui précède et d'après la définition exacte de b donnée dans l'annexe C à l'Avis G.121, l'ERC total est:

$$Y_c = a + b + c + \Sigma x_i + c' + b' + d' + D \quad (\text{A-2})$$

où a et d sont les ERC à l'émission et à la réception d'un système local, b l'ERC d'un circuit local, c la somme des affaiblissements (à 800 ou 1000 Hz) des circuits nationaux à grande distance, des centraux et du terminateur, Σx_i la somme des affaiblissements des circuits internationaux, D la valeur appropriée déduite du tableau A-2/G.111; c' , b' , d' se rapportent au pays de l'abonné qui écoute.

Remarque — L'ERC b tient compte de la distorsion d'affaiblissement du circuit local. Par contre, on doit prendre en compte globalement la distorsion d'affaiblissement de la chaîne à quatre fils en choisissant la valeur de D , car la dernière ligne du tableau A-2/G.111 montre qu'on n'obtient pas des augmentations égales de y quand on insère successivement 1, 2 et 3 filtres du même type; si d'autres filtres ou circuits à coupure brusque se trouvent hors de la chaîne à quatre fils, on doit aussi en tenir compte dans la valeur de D .

A.3.4 *ERC d'un système national* (§ 3.1 de l'Avis G.111 et § 4 de l'Avis G.121)

Si l'on considère le cas où la distorsion d'affaiblissement de la chaîne à quatre fils atteint la limite de l'Avis G.132, ce qui correspond à peu près à 97 à 99% des communications internationales ou à 3 filtres de type SRAEN dans le tableau A-2/G.111, (voir le § A.3.2), on a $D = 0$ et la formule (A-2) peut s'écrire:

$$Y_c = SN + \sum x_i + RN' \quad (A-3)$$

où *par convention*

$$SN = a + b + c \quad (A-4)$$

et

$$RN' = d' + b' + c' \quad (A-5)$$

sont appelés les ERC (à l'émission et à la réception) des systèmes nationaux.

Pour des communications internationales moins complexes, la notion d'ERC d'un système national reste utile pour la planification; si l'on veut évaluer l'ERC d'une communication, il faut prendre la valeur appropriée de D en utilisant les renseignements statistiques qui figurent par exemple dans le § 3 de l'Avis G.101 et l'annexe A de l'Avis G.113.

Les valeurs de q pour un système local (avec un type déterminé de poste d'abonné) sont généralement déterminées avec la ligne la plus longue permise par le plan de transmission et l'on calcule alors y par la formule (A-1). On peut calculer l'effet sur l'ERC de lignes ayant des constitutions diverses, ou le mesurer objectivement par une des méthodes décrites dans l'annexe C à l'Avis G.121.

A.3.5 *Communications nationales* (§ 2 de l'Avis G.120)

On peut calculer leur ERC d'après les mêmes principes. A noter que, pour une communication locale, $D = -3,9$ dB, mais il faut aussi tenir compte des désadaptations d'impédance qui peuvent être importantes.

ANNEXE B

(à l'Avis G.111)

Valeurs des ERC et valeurs des ER précédemment recommandées

Les valeurs des ERC recommandées dans l'Avis G.111 et les valeurs des ER précédemment recommandées sont indiquées dans le tableau B-1/G.111.

TABLEAU B-1/G.111

		ERC	ER précédemment recommandés
Gamme des valeurs préférées pour une communication (§ 3.2 de l'Avis G.111)	minimum	4	6
	préférée	7	9
	maximum	16	18
Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic pour une communication :			
	objectifs à long terme (§ 3.2 de l'Avis G.111)	minimum maximum	13 18
	objectifs à court terme (§ 3.2 de l'Avis G.111)	maximum	23

Références

- [1] Avis du CCITT *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits de référence pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.2, Avis G.223, § 1.
- [2] Avis du CCITT *Equivalents de référence dans une communication téléphonique*, Livre rouge, tome V, Avis P.11, p. 10, remarque 1, UIT, Genève, 1962.
- [3] *Ibid.*, remarque 2.
- [4] *Ibid.*, p. 9, tableau.
- [5] *Livre orange* du CCITT, tome III, appendice à la section 1, tableau, UIT, Genève, 1977.
- [6] CCITT – Question 5/XVI, annexe 7, contribution COM XVI-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [7] Avis du CCITT *Equivalents de référence dans une communication internationale*, Livre orange, tome III, Avis G.111, UIT, Genève, 1977.
- [8] Avis du CCITT *Mesure des équivalents de référence et des équivalents relatifs*, tome V, Avis P.72.
- [9] CCITT – Question 15/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [10] *Ibid.*, Question 19/XII (11/XVI).
- [11] Avis du CCITT *Description et réglage du système de référence pour la détermination des AEN (SRAEN)*, tome V, Avis P.44, figure 2/P.44.
- [12] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, figure 1/G.232, graphique B.

Avis G.113

RÉDUCTIONS DE QUALITÉ DE TRANSMISSION

(Genève, 1980)

1 Réduction de la qualité de transmission

1.1 Les objectifs en matière de distorsion d'affaiblissement pour une chaîne à 4 fils de longueur maximum sont donnés dans l'Avis G.132 et ceux qui concernent les caractéristiques de bruit de ces communications figurent au § 2 du présent Avis. Etant donné que des communications moins complexes (qui sont les plus nombreuses) donnent lieu à une distorsion d'affaiblissement et à un bruit moindres, les valeurs maximum, moyenne et minimum de l'équivalent de référence corrigé spécifiées dans l'Avis G.121 assurent une qualité de transmission suffisante pour les communications internationales.

1.2 Si l'on prévoit des valeurs de distorsion d'affaiblissement et de bruit très différentes de celles que spécifie le CCITT pour les systèmes et les équipements, on trouvera des directives relatives aux modifications possibles de la qualité de transmission ainsi que des indications de pondération possible de ces modifications dans l'Avis P.11 et annexes [1].

2 Objectif de fonctionnement du réseau pour le bruit de circuit sur des communications téléphoniques complètes

Le CCITT émet l'avis que l'objectif de fonctionnement du réseau pour la valeur moyenne, exprimée en décibels et prise sur un grand nombre de communications mondiales (comprenant chacune six circuits internationaux), de la distribution de la valeur moyenne pendant une minute de la puissance de bruit ne doit pas dépasser -43 dBm_{0p}, rapportée à l'entrée du premier circuit de la chaîne des circuits internationaux.

3 Dégradation de la transmission due aux processus numériques

L'incorporation de processus numériques non intégrés dans les communications téléphoniques internationales, en particulier au cours de la période d'exploitation mixte analogique et numérique, peut aboutir à une accumulation sensible de dégradations de transmission. Il est donc nécessaire de veiller à ce que les dégradations cumulatives n'atteignent pas des proportions telles que la qualité globale de transmission s'en trouve sérieusement altérée.

3.1 Distorsion de quantification

Du point de vue de la distorsion de quantification, il est recommandé à titre provisoire qu'une communication téléphonique internationale ne comporte pas plus de 14 unités de distorsion de quantification.

Dans le cas de communications téléphoniques qui comportent des processus numériques non intégrés, on peut se contenter d'additionner les unités de distorsion de quantification qui ont été assignées aux processus numériques individuels pour déterminer la distorsion de quantification globale. On trouvera au § 3.2 l'énumération de certaines sources de distorsion de quantification et l'indication des unités qui leur sont assignées à titre provisoire.

S'agissant du concept de l'unité de distorsion de quantification, il est considéré qu'un couple de codecs MIC à 8 bits (conversions A/N + N/A, loi A ou loi μ) conforme aux Avis du CCITT introduit 1 unité (voir le supplément n° 21 à la fin du présent fascicule).

3.2 Sources de distorsion de quantification

Les unités de distorsion de quantification qui sont assignées, à titre provisoire, à divers processus numériques sont indiquées au tableau 1/G.113. Les informations générales concernant les valeurs ainsi attribuées figurent dans le supplément n° 21 à la fin du présent fascicule.

TABLEAU 1/G. 113
Sources de distorsion de quantification

Processus numérique	Distorsion de quantification	Observations
Couple de codecs MIC à 8 bits (conformément à l'Avis G.711 [2], loi A ou μ)	1 unité	Voir la remarque 1
Couple de codecs MIC à 7 bits (loi A ou μ)	4 unités	Voir la remarque 1
Complément de ligne numérique (mots MIC à 8 bits, loi A ou μ)	1 unité	Voir la remarque 2
Convertisseur loi A/loi μ ou loi μ /loi A (conformément à l'Avis G.711 [2])	1 unité	
Paire de transmultiplexeurs (fondé sur MIC à 8 bits, loi A ou μ)	1 unité	Voir la remarque 1
MICDA à kbit/s	5 à 6 unités	Voir la remarque 3
Transcodage 8-7-8 bits (loi A ou μ)	3 unités	

Remarque 1 – A des fins de planification générales, la moitié de la valeur indiquée peut être assignée soit du côté émission, soit du côté réception.

Remarque 2 – La dégradation indiquée est essentiellement la même pour tous les compléments de ligne numériques assurant un affaiblissement de 1 à 8 dB. Fait exception le complément de ligne « 6 dB, loi A » qui introduit une dégradation négligeable des signaux jusqu'à environ -30 dBm0 et qui donc apporte 0 unité de distorsion de quantification.

Remarque 3 – La pénalité de 5 à 6 unités de distorsion de quantification pour les codecs de signaux vocaux faisant appel à une technique de codage du type MIC différentiel adaptatif (MICDA) à 32 kbit/s, repose sur des informations préliminaires fournies par la Commission d'études XII.

Remarque 4 – Une remarque générale à formuler au sujet du tableau 1/G.113, concernant les unités de distorsion de quantification assignées aux différents processus numériques, est que les valeurs indiquées ont été établies pour un niveau moyen de signal gaussien d'environ -20 dBm0. Les cas traités dans le supplément n° 21 sont conformes à cette hypothèse.

3.3 *Effet des erreurs aléatoires sur les bits*

A l'étude.

3.4 *Distorsion d'affaiblissement et distorsion de temps de propagation de groupe*

Dans une recommandation provisoire formulée au § 3.1, il est spécifié que la distorsion totale de quantification introduite par les processus numériques non intégrés dans les communications téléphoniques internationales doit être limitée à 14 unités au maximum. Si cette recommandation provisoire est suivie, il semble que les distorsions cumulatives d'affaiblissement d'une part, de temps de propagation de groupe d'autre part, introduites dans ces communications par les processus numériques non intégrés resteront également dans des limites acceptables.

3.5 *Règle provisoire de planification*

Comme corollaire de la relation indiquée au § 3.4 au sujet de la distorsion de quantification, de la distorsion d'affaiblissement et de la distorsion de temps de propagation de groupe, on peut recommander une règle de planification provisoire au sujet de l'incorporation de processus numériques non intégrés dans les communications téléphoniques internationales. Cette règle provisoire s'exprime à l'aide de nombres d'unités de dégradation de transmission identiques aux nombres d'unités de distorsion de quantification assignées aux processus numériques spécifiques, conformément aux indications du tableau 1/G.113. Cette règle de planification provisoire est la suivante:

Le nombre d'unités de dégradation de la transmission dans une communication téléphonique internationale ne doit pas dépasser: $5 + 4 + 5 = 14$ unités.

Conformément à cette règle, chacune des deux portions nationales d'une communication téléphonique internationale peut introduire jusqu'à 5 unités de dégradation de transmission, tandis que la portion internationale peut en introduire 4 au maximum.

Remarque — Il est reconnu que, au cours de la période d'exploitation mixte analogique et numérique, certains pays risquent d'avoir pendant quelque temps des difficultés pour limiter leur contribution nationale à 5 unités de dégradation de transmission au maximum. Pour tenir compte de l'existence de ces pays, on peut admettre, de façon temporaire, un assouplissement de la règle de planification provisoire en stipulant que la portion nationale d'une communication téléphonique internationale peut introduire jusqu'à 7 unités de dégradation de transmission. Théoriquement, cela pourrait amener à des communications téléphoniques internationales sur lesquelles la dégradation globale de transmission atteindrait 18 unités. Outre que ces communications introduiraient une pénalité complémentaire de transmission en ce qui concerne le service téléphonique, elles pourraient aussi exercer un effet défavorable sur les données analogiques à débit élevé (par exemple au-dessus de 4800 bit/s). Les Administrations qui estiment nécessaire d'admettre pour la contribution nationale une dégradation supérieure à 5 unités (mais limitée en tout état de cause à 7 unités) devront tout mettre en œuvre pour respecter la limite des 5 unités dans les plus brefs délais.

3.6 *Limites de la règle de planification provisoire*

Dans le § 3.5, il est admis que, pour estimer la dégradation de la transmission résultant de la présence dans les communications téléphoniques internationales de processus numériques non intégrés, il y a équivalence entre les unités de dégradation de transmission et les unités de distorsion de quantification, de sorte qu'il suffit de procéder à une simple addition de ces deux types d'unités.

Dans le cas de circuits téléphoniques internationaux qui comportent des processus numériques en cascade dans un environnement entièrement numérique, l'addition des unités individuelles de distorsion de quantification risque de ne pas refléter correctement la distorsion cumulative de quantification (et, par conséquent, l'accumulation des unités de dégradation de transmission). Tel pourrait être le cas du fait que les valeurs individuelles de la puissance de distorsion de quantification produite par les divers processus numériques ne sont pas nécessairement dénuées de corrélation; dans certaines circonstances, l'addition des unités individuelles de distorsion de quantification risque donc de conduire à un total différent de celui qu'on observe en pratique. Ce phénomène est expliqué de façon plus détaillée dans le supplément n° 21 aux Avis de la série G.

Bien que, dans certaines conditions, la règle $5 + 4 + 5 = 14$ donnée au § 3.5 puisse fournir des résultats qui ne sont qu'approximatifs, elle semble néanmoins convenir aux fins de la planification dans la majorité des cas, notamment lorsque des processus numériques non intégrés sont en cause.

**Renseignements donnés à des fins de planification sur la distorsion
d'affaiblissement et la distorsion de temps de propagation de groupe
introduites par les circuits et les centraux
du réseau téléphonique à commutation**

A.1 Les renseignements fournis dans les tableaux A-1/G.113 à A-6/G.113 proviennent de mesures ¹⁾ effectuées sur un équipement moderne. Les caractéristiques des communications effectivement écoulées sur le réseau téléphonique à commutation seront en principe moins bonnes que n'indiquent les calculs réalisés sur la base des données des tableaux, et cela pour plusieurs raisons:

- défaut d'adaptation et réflexion,
- présence de lignes d'abonné non chargées,
- présence de circuits de jonction chargés à faible fréquence de coupure,
- présence d'équipements plus anciens.

A.2 La fréquence de référence est de 800 Hz pour la distorsion d'affaiblissement. Elle a été estimée dans chaque cas pour la distorsion de temps de propagation de groupe (c'est pour cette fréquence que le temps de propagation de groupe a sa plus faible valeur).

A.3 Les résultats indiqués pour les circuits ne tiennent pas compte des termineurs de signalisation de ligne tandis que les distorsions provoquées par ces équipements sont parfois incorporées dans les données relatives aux centraux.

TABLEAU A-1/G.113
Central local et centre primaire à deux fils

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	1,69	1,20	0,56	0,07
300	0,63	0,81	0,28	0,05
400	0,30	0,43	0,23	0,05
600	0	0,28	0,11	0,03
800	0	0	0,05	0,02
1000	- 0,05	0,11	0,03	0,01
2000	- 0,04	0,35	0	0
2400	- 0,29	0,45	0	0
2800	- 0,45	0,50	0	0
3000	- 0,24	0,65	0	0
3400	- 0,29	0,63	0	0

Remarque - On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 2000 Hz.

¹⁾ Fournies par AT&T, Telecom Australia, l'Italie, British Telecom, NTT et la Suisse.

TABLEAU A-2/G.113

Centraux à quatre fils

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	0,32	0,14	0,40	0,02
300	0,16	0,28	0,14	0,02
400	0,13	0,21	0,14	0,03
600	0,02	0	0,07	0,02
800	0	0	0,03	0,01
1000	0	0	0,02	0,01
2000	0,01	0,14	0	0
2400	0,06	0,21	0	0
2800	0,02	0,02	0	0
3000	0,10	0,07	0	0
3400	0,20	0,50	0	0

Remarque – On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 2000 Hz.

TABLEAU A-3/G.113

Circuits de jonction

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	4,29	1,95	3,05	0,36
300	0,86	0,49	1,42	0,18
400	0,36	0,31	0,78	0,09
600	0,09	0,17	0,34	0,06
800	0	0,03	0,16	0,02
1000	-0,03	0,04	0,08	0,02
2000	0,14	0,20	0,02	0,01
2400	0,33	0,29	0,06	0,03
2800	0,58	0,35	0,18	0,06
3000	0,88	0,55	0,31	0,11
3400	2,21	1,06	0,92	0,26

Remarque 1 – On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 1500 Hz.

Remarque 2 – Les circuits de jonction faisant partie de l'étude étaient, selon les cas, à lignes métalliques ou du type MRF ou MIC.

Remarque 3 – A 200 Hz, les circuits MIC présentent parfois une distorsion d'affaiblissement un peu plus faible que la valeur indiquée ci-dessus.

Remarque 4 – Les valeurs indiquées pour les circuits de jonction incluent celles des termineurs deux fils/quatre fils.

TABLEAU A-4/G.113

Circuits établis sur un groupe primaire direct à 12 voies

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	1,56	0,92	5,42	0,22
300	0,39	0,43	2,97	0,35
400	0,11	0,30	1,45	0,22
600	0,05	0,18	0,76	0,10
800	0	0	0,44	0,05
1000	- 0,01	0,11	0,26	0,02
2000	- 0,03	0,19	0,01	0,01
2400	0,04	0,21	0,06	0,02
2800	0,13	0,33	0,21	0,04
3000	0,16	0,43	0,45	0,04
3400	1,03	0,56	1,97	0,20

Remarque 1 – On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 1800 Hz.

Remarque 2 – Les données concernent un équipement de modulation de voie MRF à espacement de 4 kHz, qui constitue la principale source de distorsion dans les circuits téléphoniques établis sur des groupes primaires directs à 12 voies, c'est-à-dire des circuits qui comportent une seule section.

TABLEAU A-5/G.113

Circuits établis sur un groupe primaire direct à 16 voies

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	2,80	1,63	9,74	0,40
300	0,04	0,19	4,39	0,27
400	- 0,07	0,20	2,49	0,09
600	0,02	0,09	1,02	0,56
800	0	0	0,47	0,35
1000	0,09	0,08	0,19	0,28
2000	0,06	0,12	0,03	0,14
2400	0,03	0,14	0,36	0,31
2800	0,03	0,16	1,59	1,06
3000	- 0,01	0,28	4,29	0,38

Remarque 1 – On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 1200 Hz.

Remarque 2 – Les données concernent un équipement de modulation de voie MRF à espacement de 3 kHz, qui constitue la principale source de distorsion dans les circuits téléphoniques établis sur des groupes primaires directs à 16 voies, c'est-à-dire des circuits qui comportent une seule section.

TABLEAU A-6/G.113
Circuits comprenant trois sections (4 kHz + 3 kHz + 4 kHz)

Fréquence (Hz)	Distorsion d'affaiblissement		Distorsion de temps de propagation de groupe	
	Valeur moyenne	Ecart-type	Valeur moyenne	Ecart-type
	(dB)	(dB)	(ms)	(ms)
200	5,92	2,09	20,58	0,51
300	0,82	0,64	10,33	0,56
400	0,15	0,47	5,39	0,32
600	0,12	0,27	2,54	0,58
800	0	0	1,35	0,36
1000	0,07	0,17	0,71	0,28
2000	0	0,29	0,05	0,14
2400	0,11	0,33	0,48	0,31
2800	0,29	0,49	2,01	1,06
3000	0,31	0,67	5,19	0,38

Remarque 1 – Ce tableau a été établi à partir des tableaux A-4/G.113 et A-5/G.113, il se rapporte à des circuits internationaux où l'acheminement sur la section intermédiaire se fait à l'aide d'un équipement de voie à espacement de 3 kHz, par exemple une section de circuit en câble sous-marin.

Remarque 2 – On peut admettre que la distorsion de temps de propagation de groupe est obtenue par rapport au temps de propagation de groupe à la fréquence d'environ 1400 Hz.

Références

- [1] Avis du CCITT *Effet des dégradations de la transmission*, tome V, Avis P.11 et annexes.
- [2] Avis du CCITT *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.711.

Avis G.114

TEMPS DE PROPAGATION MOYEN DANS UN SENS

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et Genève, 1980)

Les temps dont il est question dans le présent Avis sont les moyennes des temps de propagation dans les deux sens de transmission d'une communication. Lorsque les deux sens de transmission sont établis sur deux supports différents (par exemple au moyen d'une voie par satellite pour un sens et d'un circuit terrestre pour l'autre), les deux valeurs de temps à partir desquelles est établie la moyenne peuvent différer de façon considérable.

1 Limites pour une communication (anciennement partie A)

Dans une communication téléphonique internationale, il est nécessaire de limiter le temps de propagation entre deux abonnés. A mesure que le temps de propagation augmente, les difficultés des abonnés augmentent et le taux d'accroissement de ces difficultés augmente également. Des renseignements pertinents, particulièrement en ce qui concerne l'alinéa b) ci-après, figurent dans les références de [1] à [10].

En conséquence, à titre d'objectif de fonctionnement du réseau, le CCITT *recommande* d'appliquer les limites suivantes pour le temps de propagation moyen dans un sens lorsqu'il existe des sources d'écho et que l'on utilise des dispositifs de protection contre les échos (suppresseurs ou compensateurs d'écho, par exemple):

a) 0 à 150 ms, acceptable.

Remarque — On peut employer les supprimeurs d'écho spécifiés dans l'Avis G.161 du Livre bleu [11] pour les temps de propagation ne dépassant pas 50 ms (voir le § 2.2 de l'Avis G.131);

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

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

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

Remarque 1 — Les valeurs ci-dessus concernent seulement le temps de propagation entre deux abonnés. Cependant, pour d'autres applications (par exemple, dans l'Avis G.131), le temps de propagation moyen dans un seul sens d'un trajet d'écho doit être estimé. Les valeurs indiquées au § 2 du présent Avis peuvent être utilisées dans leur évaluation.

Remarque 2 — Il est fort probable que la qualité de fonctionnement assurée par des compensateurs d'écho placés aux deux extrémités d'une communication à temps de propagation long sera supérieure à celle obtenue avec des types de supprimeurs d'écho courants.

Remarque 3 — Il convient de noter que, bien qu'un supprimeur d'écho et un compensateur d'écho soient compatibles sur la même communication (leur interfonctionnement est satisfaisant), on tire parti au maximum des avantages offerts par les compensateurs d'écho que s'ils sont placés à chacune des deux extrémités. En effet, une Administration qui remplace unilatéralement ses supprimeurs d'écho par des compensateurs d'écho apportera peu d'avantages à ses propres abonnés sur les communications internationales s'il y a un supprimeur d'écho à l'autre extrémité.

2 Valeurs pour les circuits (anciennement partie B)

Lorsqu'on établit le plan général d'interconnexion à l'intérieur des limites du § 1, il faut tenir compte du temps de propagation dans un sens aussi bien sur les circuits de prolongement nationaux que sur les circuits internationaux. Le temps de propagation sur les circuits et sur les communications est le total de divers éléments, par exemple le temps de propagation de groupe dans les câbles et dans les filtres utilisés dans les modulateurs-démodulateurs MRF de types divers. La transmission et la commutation numériques jouent aussi un rôle dans le temps de propagation. Les valeurs conventionnelles de planification indiquées au § 2.1 peuvent être utilisées pour évaluer le temps de propagation total d'assemblages spécifiés pouvant constituer des circuits ou des communications.

2.1 Valeurs de planification conventionnelles du temps de propagation

A titre provisoire, les valeurs de planification conventionnelles du tableau 1/G.114 peuvent être utilisées pour le temps de propagation.

2.2 Circuits nationaux de prolongement

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

$$12 + (0,004 \times \text{distance en kilomètres}) \text{ ms.}$$

Dans cette formule, le coefficient 0,004 repose sur l'hypothèse que les circuits interurbains nationaux seront établis sur des lignes à grande vitesse de propagation (250 km/ms). Le terme constant de 12 ms tient compte des équipements terminaux et de la présence probable dans le réseau national d'une certaine quantité de câbles chargés (par exemple, trois couples d'équipements de modulation de voie plus environ 160 km de câbles à charge H 88/36). Pour un pays d'étendue moyenne, le temps de propagation dans un sens sera inférieur à 18 ms.

2.3 Circuits internationaux

Les circuits internationaux utiliseront des systèmes à grande vitesse de propagation (câbles terrestres ou faisceau hertzien, câbles sous-marins ou systèmes par satellite, par exemple). Les valeurs de planification indiquées au § 2.1 peuvent être utilisées.

TABLEAU 1/G.114

Moyen de transmission	Temps de propagation dans un seul sens	Observations
Paire coaxiale terrestre ou faisceau hertzien; transmission MRF, voie MIC	4 μ s/km	Permet un retard dans les répéteurs et les régénérateurs
Paire coaxiale sous-marine	6 μ s/km	
Voie par satellite à une altitude de 14 000 km à une altitude de 36 000 km	110 ms 260 ms	} Seulement entre stations terriennes
Modulateur ou démodulateur de voies MRF	0,75 ms ^{a)}	
Codeur ou décodeur MIC	0,3 ms ^{a)}	} La moitié du total des temps de propagation dans les deux sens de transmission
Transmultiplexeur	1,5 ms	
Centre à commutation numérique (numérique à numérique)	0,45 ms ^{b)}	

a) Ces valeurs autorisent une distorsion de temps de propagation de groupe autour des fréquences où la puissance vocale est maximale et un retard pour les équipements de multiplexage intermédiaires d'ordre supérieur et les équipements de transfert.

b) Il s'agit là d'une valeur moyenne; en fonction de la charge de trafic cette valeur pourra être plus élevée, sans toutefois dépasser 0,75 ms dans 95 cas sur 100.

Compte tenu de la valeur du temps de propagation moyen dans un sens pour des circuits établis sur des systèmes par satellite à grande altitude, il est souhaitable d'imposer certaines restrictions d'acheminement pour l'utilisation de ces circuits. L'Avis Q.13 [12] contient des renseignements détaillés sur ces restrictions.

Références

- [1] *Livre rouge* du CCITT, tome V bis, annexe E (Etats-Unis), UIT, Genève, 1965.
- [2] *Ibid.*, annexe F (Royaume-Uni).
- [3] *Ibid.*, annexe 4 à la Question 6/XII (Italie).
- [4] *Livre blanc* du CCITT, tome V, suppléments n^{os} 1 à 6, UIT, Genève, 1969.
- [5] BARSTOW, (J. M.): Results of user reaction tests on communication via Early Bird satellite, *Progress in Astronautic Aeronautics*, 19, 1966, Academic Press, New York et Londres.
- [6] HELDER, (G. K.): Customer evaluation of telephone circuits with delay, *Bell System Technical Journal*, 45, septembre 1966, pp. 1157-1191.
- [7] RICHARDS, (D. L.): Transmission performance of telephone connections having long propagation times, *Het PTT-Bedrijf*, XV, n^o 1/2, mai 1967, pp. 12-24.
- [8] KARLIN, (J. E.): Measuring the acceptability of long delay transmission circuits used during the *Early Bird* transatlantic tests in 1965, *Het PTT-Bedrijf*, mai 1967, pp. 25-31.
- [9] DE JONG, (C.): Observations on telephone calls between the Netherlands and the USA, *Het PTT-Bedrijf*, mai 1967, pp. 32-26.
- [10] HUTTER, (J.): Customer response to telephone circuits routed via a synchronous-orbit satellite, *POEEJ*, volume 60, octobre 1967, p. 181.
- [11] Avis du CCITT *Caractéristiques d'un demi-supprimeur d'écho différentiel commandé à distance*, Livre bleu, tome III, Avis G.161, UIT, Genève, 1965.
- [12] Avis du CCITT *Plan d'acheminement international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.13.

DISSYMMÉTRIE PAR RAPPORT À LA TERRE DU POINT DE VUE DE LA TRANSMISSION

(Genève, 1980)

1 Objectif

On trouvera dans le présent Avis un ensemble complet de mesures usuelles relatives aux divers paramètres de symétrie applicables aux réseaux à un seul accès et à deux accès, mesures conçues pour pouvoir être effectuées en exploitation ou en usine au moyen d'appareils relativement simples (par exemple: oscillateurs usuels de transmission, appareils de mesure de niveau), associés à un pont de mesure spécial. Les caractéristiques souhaitables de ces ponts de mesure sont également examinées, mais il n'est ni nécessaire, ni même souhaitable, de les spécifier officiellement; les conditions requises peuvent être satisfaites de diverses manières.

Les définitions et les méthodes sont conçues de façon que les résultats obtenus sur des éléments d'équipements mesurés (ou spécifiés) séparément (par exemple: ponts d'alimentation, paires en câble, entrées à fréquence vocale d'équipements de modulation de voie, etc.) puissent être valablement combinés (sans que ce soit nécessairement par une simple addition de décibels), de sorte qu'il soit possible de prévoir la qualité de fonctionnement d'une chaîne constituée par de tels éléments en cascade (ou, du moins, de déterminer des limites caractérisant cette qualité de fonctionnement). La qualité de fonctionnement selon cette acception a trait aux propriétés qu'affectent les conditions de dissymétrie (par exemple: niveau de bruit impulsif, sensibilité aux influences longitudinales, écart diaphonique, etc.).

L'objectif à long terme consiste à proposer, si nécessaire, des normes justifiées pour les paramètres de symétrie des lignes et des équipements. Ces propositions, si elles étaient acceptées, pourraient constituer la base d'Avis du CCITT concernant des clauses de spécification.

2 Principes d'un système de nomenclature

De multiples termes différents sont utilisés dans les écrits traitant de la dissymétrie par rapport à la terre; certains sont contradictoires ou, à certains égards, impropres. Les appellations descriptives des quantités utilisées dans le présent Avis constituent – nous l'espérons – une amélioration par rapport à certaines des appellations existantes, et les principes suivants ont été adoptés:

- a) Une idée fondamentale est celle de *conversion selon le mode*. Ainsi, une terminaison médiocre (non équilibrée) donnera naissance à un signal transversal non désiré quand elle sera excitée par un signal longitudinal, et la mesure de cet effet est ici désignée par *rapport de conversion longitudinale* et par *affaiblissement de conversion longitudinale* (ACL) quand elle est exprimée en unités de transmission.
- b) Quand on a affaire à un système à n accès dans lequel, par exemple, une excitation longitudinale appliquée à un seul accès produit un signal transversal apparaissant à un autre accès, l'appellation comprend le mot *transfert*, ce qui donne, par exemple, *rapport de transfert de conversion longitudinale* avec l'affaiblissement correspondant (ATCL).
- c) L'impédance du trajet longitudinal présentée par un objet à mesurer est un paramètre capital et nous avons utilisé le terme *rapport d'impédance longitudinale*; son expression en décibels est désignée par *affaiblissement d'impédance longitudinale* (AIL) pour caractériser la mesure particulière proposée ici.
- d) Les dispositifs actifs qui sont des sources de signaux (par exemple: un oscillateur, la sortie d'un amplificateur) sont en outre caractérisés par l'importance du signal longitudinal non désiré qui se trouve dans l'émission. Le mot *sortie* est alors introduit, ce qui donne *tension de sortie longitudinale* et, corrélativement, *niveau de sortie longitudinale* (NSL). Quand de tels signaux non désirés sont exprimés sous forme de proportion par rapport au signal (transversal) utile, le mot essentiel est *équilibre des signaux*, ce qui donne *rapport d'équilibre des signaux de sortie*, dont l'expression en décibels est l'*équilibre des signaux de sortie*. Cette convention a été adoptée par la Commission d'études IV dans l'Avis O.121 [1].
- e) Des dispositifs qui réagissent de façon continue à des signaux (par exemple: appareils de mesure de niveau, entrée d'un amplificateur) et qui, par suite de mécanismes internes (c'est-à-dire: même si leurs impédances d'entrée sont parfaitement équilibrées), peuvent en principe être soumis à des signaux longitudinaux non désirés sont caractérisés par des mesures contenant les mots *perturbations à l'entrée*. On obtient ainsi *rapport de perturbation longitudinale à l'entrée*, l'expression correspondante en décibels étant *affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée*. Nous ne revenons pas sur le terme, établi de longue date et bien défini, *rapport d'affaiblissement dans le mode commun* et nous avons, d'autre part, évité le terme «*coefficient de sensibilité*», qui est utilisé dans les Directives [2] et lors des travaux de la Commission d'études V dans un sens assez particulier.

- f) Pour les dispositifs de réception dont le fonctionnement ne varie pas de manière linéaire avec le niveau du signal d'entrée (par exemple un appareil de mesure du temps de propagation de groupe ou un modem pour données), le principe essentiel est le niveau *de seuil* de la perturbation auquel, ou au-delà duquel la dégradation du fonctionnement devient inacceptable. On obtient ainsi la *tension de seuil de perturbation longitudinale* et le *niveau* correspondant.

3 Résumé des termes descriptifs utilisés

3.1 Réseaux à un seul accès

- a) Coefficient de réflexion transversale (affaiblissement d'adaptation transversale: AT);
- b) rapport (affaiblissement: ACT) de conversion transversale;
- c) rapport (affaiblissement: ACL) de conversion longitudinale;
- d) rapport (affaiblissement: AIL) d'impédance longitudinale;
- e) tension (niveau: NST) de sortie transversale;
- f) tension (niveau: NSL) de sortie longitudinale.

(Les tensions e) et f) sont des signaux parasites sans corrélation avec les signaux utiles.)

3.2 Réseaux à deux accès

On applique à chacun des accès les mesures applicables aux réseaux à un seul accès:

- a) coefficient de réflexion transversale (affaiblissement d'adaptation transversale: AT);
- b) rapport (affaiblissement: ACT) de conversion transversale;
- c) rapport (affaiblissement: ACL) de conversion longitudinale;
- d) rapport (affaiblissement: AIL) d'impédance longitudinale;
- e) tension (niveau: NST) de sortie transversale;
- f) tension (niveau: NSL) de sortie longitudinale.

De plus, les paramètres de transfert suivants sont mesurés dans chaque sens de transmission:

- g) rapport (affaiblissement: ATT) de transfert transversal;
- h) rapport (affaiblissement: ATCT) de transfert de conversion transversale;
- i) rapport (affaiblissement: ATL) de transfert longitudinal;
- j) rapport (affaiblissement: ATCL) de transfert de conversion longitudinale.

3.3 Générateurs de signaux

- a) Rapport d'équilibre du signal de sortie (équilibre du signal de sortie).

Cette mesure s'ajoute aux six mesures citées au § 3.1 pour les réseaux à un seul accès.

3.4 Récepteurs de signaux

- a) Rapport (affaiblissement) de perturbation longitudinale à l'entrée;
- b) tension (niveau) de seuil de perturbation longitudinale.

Ces mesures s'ajoutent aux six mesures indiquées au § 3.1 pour les réseaux à un seul accès. Si le signal utile est longitudinal (par exemple, dans un système de signalisation) et si la tension perturbatrice est transversale, on remplacera le mot *longitudinal* par le mot *transversal* dans les termes descriptifs.

4 Définitions et méthodes de mesure correspondant à des dispositions de mesure optimales

Les définitions illustrées dans le présent § 4 correspondent à des ponts de mesure de caractéristiques optimales, utilisant des enroulements à prise médiane d'inductance infinie sans affaiblissement, des générateurs de tension à impédance nulle et des voltmètres à impédance infinie.

Cet ensemble de mesures compatibles a pour caractéristique importante que le pont de mesure fournit simultanément des terminaisons de référence définies de Z ohms pour les trajets transversaux et de $Z/4$ ohms pour les trajets longitudinaux. A partir de là, on peut calculer, à l'aide des mesures spécifiées, la qualité de fonctionnement des éléments en cascade, compte tenu du fait que ces éléments ne présentent pas en général les impédances de référence existant dans les conditions de mesure.

Une impédance de référence non réactive simplifie le calcul mathématique et permet de réaliser un objectif important, car elle facilite l'utilisation des appareils de mesure de transmission disponibles pour obtenir des résultats de mesure en service et en usine.

La configuration du pont de mesure utilisé aux pages suivantes est indiquée sur la figure 1/G.117.

Les sources transversale et longitudinale E_T et E_L sont mises en œuvre selon les besoins pour les mesures; dans certains cas, aucune de ces sources n'émet, et le pont de mesure fournit alors seulement des terminaisons passives Z et $Z/4$.

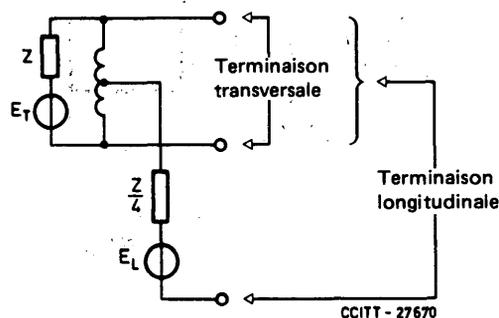
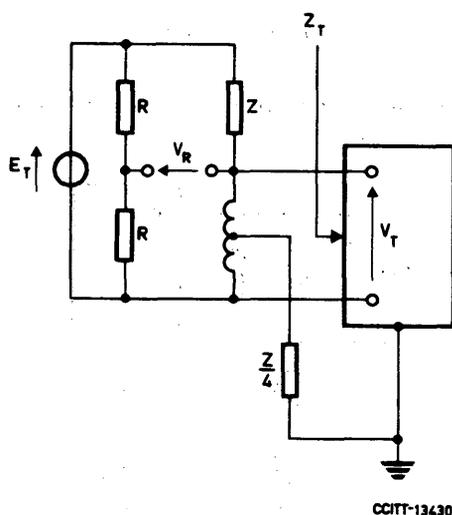


FIGURE 1/G.117

4.1 Réseaux à un seul accès

4.1.1 Coefficient (affaiblissement d'adaptation) de réflexion transversale (voir la figure 2/G.117)



$$\text{Coefficient de réflexion transversale } \rho = \frac{Z - Z_T}{Z + Z_T} = \frac{\text{tension réfléchie}}{\text{tension incidente}} = \frac{2V_R}{E_T}$$

et

$$\text{Affaiblissement d'adaptation transversale (AT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_T}{2V_R} \right| \text{ dB}$$

Remarque 1 – La valeur de R n'est théoriquement pas prise en compte. Le diviseur de tension traversant le générateur à impédance nulle est seulement nécessaire pour produire la moitié de la tension du générateur, qui est numériquement égale à la tension incidente requise pour la définition.

Remarque 2 – Les ponts classiques de mesure de l'affaiblissement d'adaptation ne terminent pas le trajet longitudinal sur $Z/4$. Cela n'a pas d'importance quand l'affaiblissement d'adaptation est inférieur d'environ 20 dB à l'affaiblissement de conversion longitudinale de l'objet à mesurer. En pareil cas, la puissance réfléchie est nettement plus grande que celle qui est dirigée sur le trajet longitudinal, et l'erreur est négligeable.

Remarque 3 – Si l'on connaît la valeur de Z_T , ρ n'est évidemment pas nécessaire. Si l'on mesure V_T , ρ peut être calculé au moyen de l'expression :

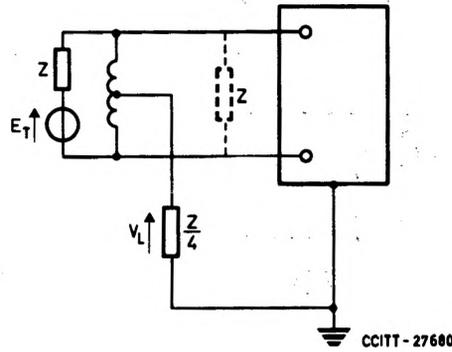
$$\rho = 1 - \frac{2V_T}{E_T}$$

ce qui n'est pas très commode lorsque l'affaiblissement d'adaptation est important.

Remarque 4 – Le mot transversal peut être supprimé de la désignation quand le contexte est clair.

FIGURE 2/G.117

4.1.2 Rapport (affaiblissement) de conversion transversale (voir la figure 3/G.117)



Rapport de conversion transversale $k = \frac{2V_L}{E_T}$

et

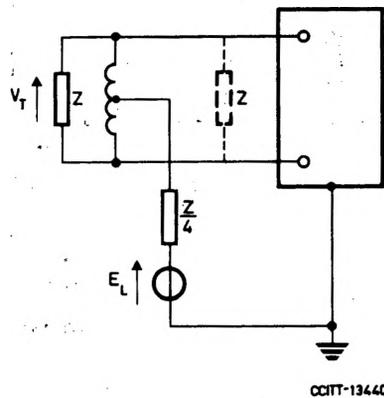
Affaiblissement de conversion transversale (ACT) = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{k} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_T}{2V_L} \right|$ dB

Remarque 1 – Dans un réseau bilatéral de caractéristiques passives et linéaires, cette mesure est identique au double du rapport de conversion longitudinale c . En revanche si l'on utilise, par exemple, des amplificateurs, $k = 0,5c$

Remarque 2 – La composante en tirets est nécessaire pour un dipôle uniquement utilisé pour relier en pont le circuit de transmission. Cette observation s'applique en principe à tous les diagrammes (sauf à ceux qui concernent l'affaiblissement d'adaptation) et elle ne sera plus formulée explicitement par la suite.

FIGURE 3/G.117

4.1.3 Rapport (affaiblissement) de conversion longitudinale (voir la figure 4/G.117)



Rapport de conversion longitudinale, $c = \frac{V_T}{E_L}$

et

Affaiblissement de conversion longitudinale (ACL), = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{c} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_T} \right|$ dB

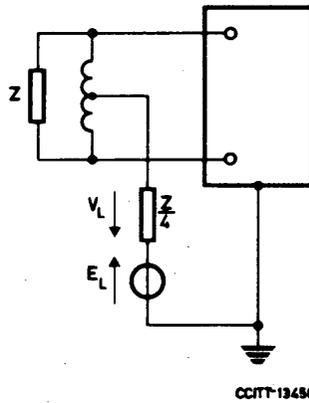
Remarque 1 – Cette mesure est désignée également :

- a) Rapport d'équilibre d'impédance (Avis O.121 [1])
- b) Rapport tension longitudinale/tension transversale [3]
- c) Symétrie longitudinale (Avis G.712 [4])
- d) Degré de dissymétrie [2]
- e) Dissymétrie (Avis K.10 [5])
- f) Degré de symétrie longitudinale [6]

Remarque 2 – Le rapport de conversion longitudinale est applicable à un dispositif quelconque à un seul accès, même s'il s'agit d'une source de signaux (par exemple : oscillateur, bornes de sortie). En pareils cas, la tension transversale V_T doit être mesurée d'une manière sélective s'il est nécessaire de mesurer cet affaiblissement pour un générateur de signaux en marche. Voir le § 5.2.

FIGURE 4/G.117

4.1.4 Rapport (affaiblissement) d'impédance longitudinale (voir la figure 5/G.117)



CCITT-13450

Rapport d'impédance longitudinale, $q = \frac{E_L}{V_L}$

et

Affaiblissement d'impédance longitudinale (AIL) = $20 \log_{10} |q| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_L} \right|$ dB

Remarque 1 – Cette mesure supplémentaire est nécessaire si l'on désire prévoir la qualité de fonctionnement d'éléments en série.

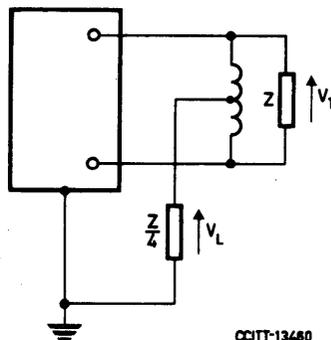
Remarque 2 – Si les objets à mesurer sont pratiquement isolés de la terre (par exemple, un appareil de mesure portatif à double isolation non relié volontairement à la terre), la valeur de V_L est très faible et le rapport (et l'affaiblissement) correspondant est très grand. Mais en pareils cas, le couplage introduit entre les trajets longitudinal et transversal est très faible et cet effet n'est donc pas important.

Remarque 3 – A la suite d'études antérieures sur les effets de la diaphonie en câble provoquée par des terminaisons déséquilibrées, on trouve en [3] une proposition (du British Telecom) qui fait appel à la mesure d'une tension en circuit ouvert. Cela suscite des difficultés pratiques dans le cas où l'équipement à mesurer, bien équilibré, est isolé de la terre, si l'on excepte de petites capacités éparses, de quelques picofarads. Pour cette raison, la mesure proposée en [3] ne convient que pour des réseaux dont le point médian est à dessein relié à la terre et ne présentant par rapport à la terre que des impédances (relativement) faibles, par exemple: ponts d'alimentation dans les centraux téléphoniques.

Nous ne faisons pas explicitement appel à cette mesure dans le présent document, où elle est remplacée par la fonction impédance longitudinale, qui n'impose aucune exigence particulière à l'impédance d'entrée des appareils de mesure; il y a toutefois une diminution de sensibilité.

FIGURE 5/G.117

4.1.5 Tension (niveau) de sortie transversale et longitudinale (voir la figure 6/G.117)



CCITT-13460

Tension de sortie transversale = V_T

Niveau de sortie transversale (NST) = $20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{1 \text{ volt}} \right|$ dBV

Tension de sortie longitudinale = V_L

Niveau de sortie longitudinale (NSL) = $20 \log_{10} \left| \frac{V_L}{1 \text{ volt}} \right|$ dBV

Remarque 1 – Ces mesures concernent les signaux parasites qui n'ont aucun rapport avec le signal utile. Par exemple, un système de signalisation à courant continu dans un trajet longitudinal peut produire des signaux transversaux non désirés. De même, la sortie d'un amplificateur peut produire un bruit longitudinal non désiré, et une paire en câble peut débiter des signaux longitudinaux non désirés résultant de l'induction ou du rayonnement.

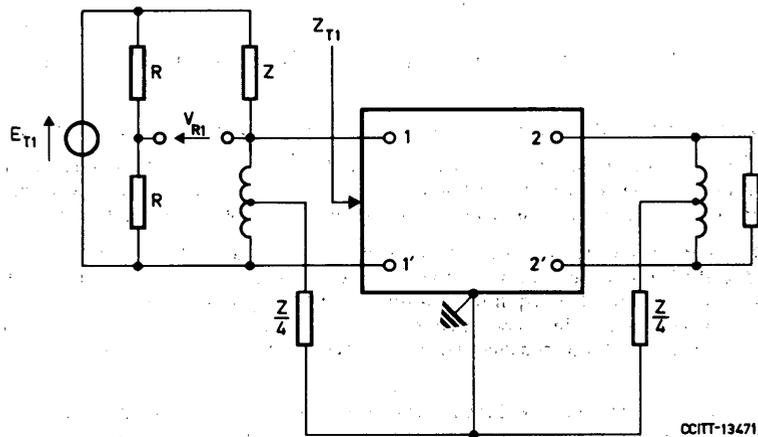
Remarque 2 – Les tensions sont exprimées sous la forme d'un niveau par rapport à 1 V efficace, mais elles peuvent être mesurées avec un compteur de bruit impulsif et sont alors exprimées en d'autres termes. Néanmoins, dans ce dernier cas, il n'est pas possible d'utiliser des méthodes algébriques linéaires d'analyse. (Ces méthodes linéaires sont en cours de mise au point par le British Telecom.)

FIGURE 6/G.117

On applique, dans ces réseaux, des principes semblables à ceux qui ont été décrits pour les réseaux à un seul accès, mais les signaux peuvent maintenant être transférés d'un accès à l'autre. Les deux accès sont désignés par les indices 1 et 2 et font l'objet des mesures suivantes:

- des mesures dans lesquelles l'excitation et la réponse ont lieu du même côté du réseau; ces mesures sont déjà définies pour un réseau à un seul accès; elles sont désignées par l'indice 1 ou 2 selon le cas;
- des mesures dans lesquelles l'excitation et la réponse ont lieu des deux côtés du réseau. La désignation contient le mot transfert et le symbole deux indices, dont l'ordre indique le sens de transmission.

4.2.1 Coefficient (affaiblissement d'adaptation) de réflexion transversale (voir la figure 7/G.117)



Coefficient de réflexion transversale du côté 1 = $\rho_1 = \frac{Z - Z_{T1}}{Z + Z_{T1}} = \frac{2V_{R1}}{E_{T1}}$

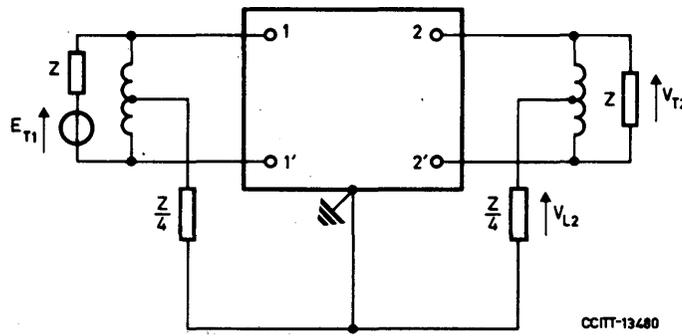
et

Affaiblissement d'adaptation transversale du côté 1 (AT_1) = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho_1} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{T1}}{2V_{R1}} \right|$ dB
 de même du côté 2 (AT_2).

Remarque - Z_{T1} est l'impédance que présente le côté 1 quand le côté 2 est terminé par un pont de mesure comme le montre la figure.

FIGURE 7/G.117

4.2.2 Rapport (affaiblissement) de transfert transversal et rapport (affaiblissement) de transfert de conversion (voir la figure 8/G.117)



$$\text{Rapport de transfert transversal de 1 vers 2} = g_{12} = \frac{2V_{T2}}{E_{T1}}$$

et

$$\text{Affaiblissement de transfert transversal de 1 vers 2 (ATT}_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{g_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{T1}}{2V_{T2}} \right| \text{ dB.}$$

$$\text{Rapport de transfert de conversion transversale de 1 vers 2} = t_{12} = \frac{2V_{L2}}{E_{T1}}$$

et

$$\text{Affaiblissement de transfert de conversion transversale de 1 vers 2 (ATCT}_{12}) = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{t_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{T1}}{2V_{L2}} \right| \text{ dB.}$$

En intervertissant 1 et 2, on obtient les définitions pour les rapports et affaiblissements de transfert ATT_{21} et $ATCT_{21}$ dans l'autre sens de transmission.

Remarque – Dans l'exemple illustré, l'affaiblissement de transfert est numériquement égal à l'affaiblissement d'insertion. Si les impédances de référence sont différentes aux deux extrémités du réseau, la relation entre l'affaiblissement de transfert et l'affaiblissement composite [7] est la suivante :

$$\text{affaiblissement de transfert} = \text{affaiblissement composite} + 10 \log_{10} \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right| \text{ dB}$$

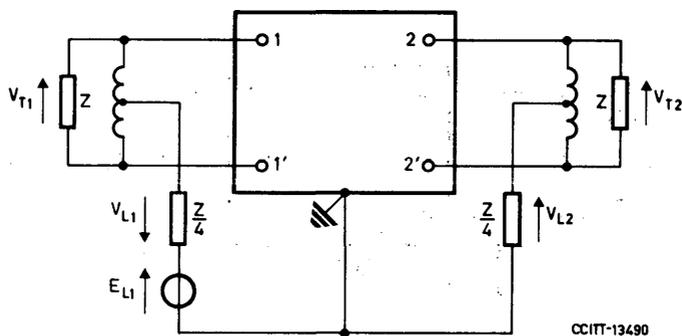
dans laquelle Z_1 et Z_2 sont les impédances de référence aux extrémités du réseau. A cet égard, on notera que les différences de niveau relatif dans un système de transmission donnant lieu à des modifications d'impédance sont automatiquement exprimées en fonction de l'affaiblissement (ou gain) composite. Le coefficient de correction de l'affaiblissement transductique [8] fait intervenir l'angle de phase des impédances de référence généralement dissemblables, puisque la définition de l'affaiblissement transductique est fondée sur des rapports de puissance réelle (et non sur des puissances apparentes qui sont utilisées pour les affaiblissements d'insertion et composite).

$$\text{Affaiblissement de transfert} = \text{affaiblissement transductique} + 10 \log_{10} \left| \frac{Z_1}{Z_2} \right| + \log_{10} \left| \frac{\cos \theta_1}{\cos \theta_2} \right| \text{ dB}$$

θ_1 et θ_2 sont les angles de phase de Z_1 et Z_2 .

FIGURE 8/G.117

4.2.3 Rapport (affaiblissement) de transfert longitudinal et rapport (affaiblissement) de transfert de conversion (voir la figure 9/G.117)



Rapport de transfert longitudinal de 1 vers 2 = $m_{12} = \frac{V_{L2}}{E_{L1}}$

et

Affaiblissement de transfert longitudinal de 1 vers 2 (ATL₁₂) = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{m_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{L2}} \right|$ dB.

Rapport de transfert de conversion longitudinale de 1 vers 2 = $h_{12} = \frac{V_{T2}}{E_{L1}}$

et

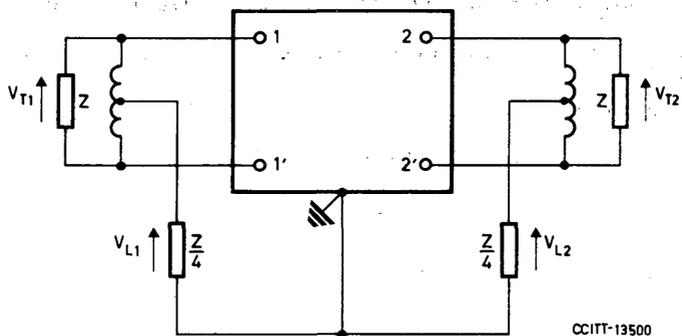
Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale de 1 vers 2 (ATCL₁₂) = $20 \log_{10} \left| \frac{1}{h_{12}} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_{L1}}{V_{T2}} \right|$ dB.

En intervertissant 1 et 2 on obtient les définitions pour le rapport et l'affaiblissement de transfert ATL₂₁ et ATCL₂₁ dans l'autre sens de transmission.

Remarque – Il aurait été plus conforme à la théorie traditionnelle de la transmission de définir cette quantité en fonction de la demi-force électromotrice en circuit ouvert. Mais les Avis du CCITT qui concernent les paramètres d'équilibre impliquant une excitation longitudinale sont déjà donnés en fonction de la force électromotrice en circuit ouvert. On n'estime pas utile d'introduire un «écart» de 6 dB entre la pratique actuelle et ces nouvelles propositions.

FIGURE 9/G.117

4.2.4 Tension (niveau) de sortie transversale et longitudinale (voir la figure 10/G.117)



Tension de sortie transversale du côté 1 = V_{T1}

et

Niveau de sortie transversale du côté 1 (NST₁) = $20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{1 \text{ volt}} \right|$ dBV.

Tension de sortie longitudinale du côté 1 = V_{L1}

et

Niveau de sortie longitudinale du côté 1 (NSL₁) = $20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{1 \text{ volt}} \right|$ dBV,

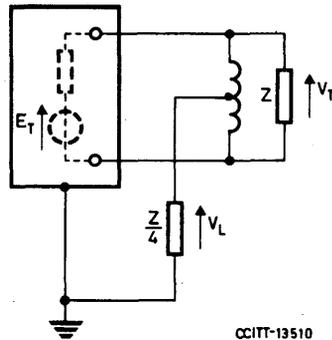
et de même du côté 2, NST₂ et NSL₂.

FIGURE 10/G.117

4.3 Générateurs de signaux

Outre les six mesures définies pour les réseaux à un seul accès, une mesure est nécessaire pour vérifier le volume des signaux parasites par rapport aux signaux utiles produits par le générateur sur le circuit auquel il est connecté. Il s'agit du:

4.3.1 Rapport d'équilibre du signal de sortie (équilibre du signal de sortie) (voir la figure 11/G.117)



$$\text{Rapport d'équilibre du signal de sortie, } b = \frac{V_L}{V_T}$$

et

$$\text{Equilibre du signal de sortie} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{b} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_L} \right| \text{ dB}$$

Remarque 1 – Cette mesure est une version généralisée des quantités désignées par les termes:

- a) rapport d'équilibre des signaux d'un générateur (Avis O.121 [1]),
- b) déséquilibre de la force électromotrice de sortie [9].

Remarque 2 – Cette mesure se rapporte aussi indirectement et d'une manière complexe aux coefficients de sensibilité définis en [2] pour l'induction électromagnétique et électrostatique, si l'on considère une paire en câble comme une source simultanée de signaux transversaux en corrélation avec des tensions longitudinales induites.

Remarque 3 – L'objet à mesurer fournit la source des signaux, et un générateur distinct n'est pas nécessaire.

Remarque 4 – La définition concerne particulièrement les générateurs de signaux transversaux (par exemple: oscillateurs de transmission), mais elle peut s'appliquer par extension à un générateur de signaux longitudinaux (par exemple: un système de signalisation basse fréquence utilisant le circuit fantôme mis à la terre). En pareil cas, le rapport peut être inversé de manière que l'expression en décibels conserve une valeur positive.

Remarque 5 – Les autres quantités (affaiblissement d'adaptation, affaiblissement de conversion longitudinale, affaiblissement d'impédance longitudinale et les tensions de sortie transversale et longitudinale sans corrélation) doivent être mesurées d'une manière sélective afin que les valeurs obtenues correspondent aux conditions de fonctionnement.

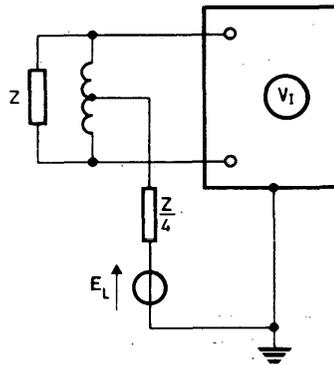
FIGURE 11/G.117

4.4 Récepteurs de signaux

Outre les six mesures déjà définies pour les réseaux à un seul accès, il faut prévoir des mesures supplémentaires pour vérifier la sensibilité des récepteurs de signaux aux signaux non désirés. Deux cas sont importants. Le premier concerne les récepteurs à réponse linéaire variant en fonction du niveau du signal utile, par exemple: l'indication d'un décibelmètre. En pareil cas, les signaux parasites se traduisent par une *imprécision* des mesures.

Le deuxième cas concerne les récepteurs tels que les modems de données, les appareils de mesure du temps de propagation de groupe, et les récepteurs de signalisation, dont les signaux non désirés entraînent un *fonctionnement erroné* ou incorrect. Nous définissons alors ces deux mesures supplémentaires.

4.4.1 Rapport (affaiblissement) de perturbation longitudinale à l'entrée (voir la figure 12/G.117)



CCITT-13521

$$\text{Rapport de perturbation longitudinale à l'entrée} = s = \frac{V_I}{E_L}$$

et

$$\text{Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée} = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{s} \right| = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_I} \right| \text{ dB,}$$

où V_I est la tension indiquée par l'appareil de mesure soumis aux essais.

Remarque 1 – Il s'agit d'une version généralisée des quantités désignées :

- a) rapport d'équilibre des signaux du récepteur (Avis O.121 [1]),
- b) équilibre (Avis P.53 [10]).

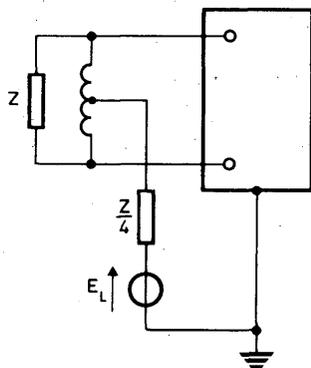
Remarque 2 – L'appareil de mesure fournit lui-même une des tensions requises par la définition.

Remarque 3 – Cette mesure s'apparente au rapport d'affaiblissement dans le mode commun, mais d'une manière complexe. En particulier, la différence n'est pas de 6 dB. Cela est dû au fait que pour mesurer le rapport d'élimination longitudinale les bornes transversales d'entrée sont mises en court-circuit et qu'ainsi aucun signal transversal ne peut engendrer un signal longitudinal supplémentaire, au moyen du déséquilibre de l'impédance d'entrée. Le § 5 fournit des précisions à cet égard.

Remarque 4 – Ce concept peut être étendu si nécessaire aux récepteurs donnant une réponse linéaire aux signaux longitudinaux perturbée par des signaux transversaux. La désignation est alors : rapport (affaiblissement) de perturbation transversale à l'entrée, et il faut modifier la disposition des circuits.

FIGURE 12/G.117

4.4.2 Tension (niveau) de seuil de perturbation longitudinale (voir la figure 13/G.117)



CCITT-13530

Objet dont il faut mesurer le seuil de mauvais fonctionnement, par exemple une terminaison de signalisation ou un modem pour données.

$$\text{Tension de seuil de perturbation longitudinale} = E_L$$

et

$$\text{Niveau de seuil de perturbation longitudinale} = 20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{1 \text{ volt}} \right| \text{ dBV,}$$

où E_L est la tension à partir de laquelle se produit un mauvais fonctionnement de l'appareil de mesure.

Remarque 1 – Le terme « mauvais fonctionnement » devra être défini. Pour un modem pour données, il pourra être défini en fonction du taux d'erreur.

Remarque 2 – La tension de seuil peut être spécifiée comme une valeur efficace, ou comme une tension impulsive mesurée par un compteur d'impulsions, ou en fonction de sa forme d'onde (rectangulaire ou triangulaire, par exemple).

Remarque 3 – Ce concept peut être étendu aux signaux transversaux non désirés qui dégradent le fonctionnement des récepteurs longitudinaux si nécessaire, à condition d'apporter des modifications appropriées au circuit de mesure et à la désignation de la mesure.

FIGURE 13/G.117

5 Autres définitions de mesure

5.1 La CEI décrit une méthode de mesure de la force électromotrice d'une source longitudinale et de son impédance qui est illustrée dans la figure 14/G.117.

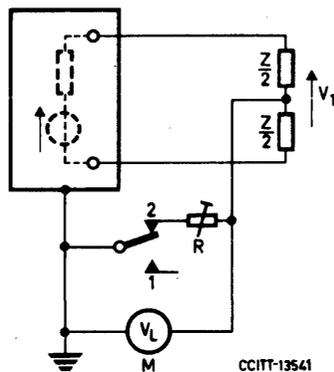


FIGURE 14/G.117

A la position 1, M indique $V_{L(o/c)}$ et à la position 2, M indique $V_{L(R)}$, selon la CEI:

$$\text{Equilibre de la tension de sortie} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_{L(o/c)}} \right| \text{ dB}$$

et l'impédance interne de la source longitudinale Z_L est évaluée ainsi:

$$Z_L \approx \frac{V_{L(o/c)}}{V_{L(R)}} \cdot R$$

à condition que R ait été réglé (ou choisi) pour obtenir au moins une différence de 20 dB entre $V_{L(o/c)}$ et $V_{L(R)}$, soit: $V_{L(o/c)} \geq 10 V_{L(R)}$. L'approximation et la condition impliquent que:

$$Z_M \gg Z_L \gg g_R \gg Z/4$$

où

$$g = \frac{V_{L(o/c)}}{V_{L(R)}} \geq 10$$

Z_M = impédance de l'appareil

et

Z_L = impédance longitudinale de l'objet à mesurer.

Il est donc difficile d'obtenir des appareils dont l'impédance soit nettement plus grande que l'impédance longitudinale par rapport à la terre (ou à la masse) des sources symétriques isolées de la terre (ou à la masse) que représentent des appareils portatifs de mesure de la transmission.

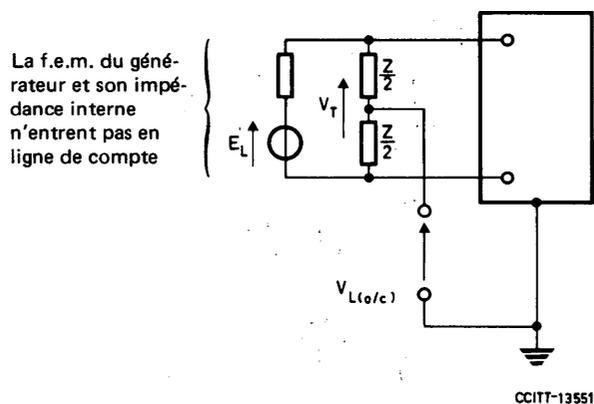
Néanmoins, si l'impédance longitudinale est aussi élevée, la dissymétrie ne doit pas poser de problème.

5.2 La mesure L_2 , définie en [3], est illustrée par la figure 15/G.117.

Cette mesure est utilisée pour les études de la diaphonie en câble et s'applique à des dispositifs (par exemple: pont d'alimentation) dont la prise médiane a été volontairement mise à la terre. Elle ne s'applique pas aux dispositifs quasiment isolés de la terre.

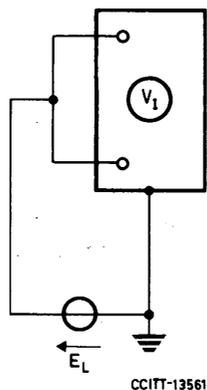
5.3 *Rapport d'élimination dans le mode commun*

Cette quantité concerne les récepteurs de signaux; elle est mesurée conformément au principe indiqué dans la figure 16/G.117, les bornes d'entrée étant en court-circuit puis alimentées ensemble.



$$L_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{V_T}{V_{L(o/c)}} \right| \text{ dB}$$

FIGURE 15/G.117



Rapport d'élimination dans le mode commun = $\left| \frac{E_L}{V_1} \right|$

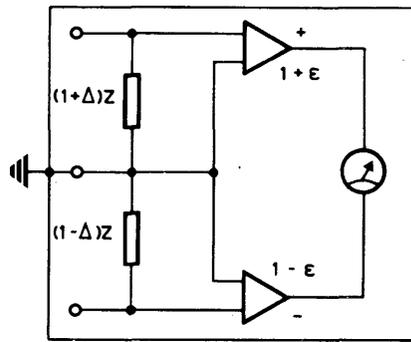
et

Elimination dans le mode commun = $20 \log_{10} \left| \frac{E_L}{V_1} \right| \text{ dB}$

Remarque – V_1 est la tension indiquée par l'appareil de mesure soumis aux essais.

FIGURE 16/G.117

Il est évident que cette mesure s'apparente un peu au rapport de sensibilité dans le mode commun à l'entrée, mais vu l'absence de signal transversal (en raison du court-circuit) aucun mécanisme de conversion transversale/longitudinale n'intervient dans l'objet à mesurer. Il n'y a donc pas, en général, de relation simple entre les deux mesures, comme il ressort de l'illustration de la figure 17/G.117 montrant un appareil de mesure dans lequel l'impédance d'entrée est dissymétrique et où les rapports de gain des deux moitiés de l'amplificateur différentiel sont également légèrement différents. Pour autant que ε et $\Delta \ll 1$, les divers paramètres d'équilibre sont ceux qui sont indiqués; en particulier le rapport d'élimination dans le mode commun n'est pas deux fois plus élevé que le rapport de perturbation longitudinale à l'entrée, autrement dit il n'y a pas une différence de 6 dB entre les valeurs en décibels de ces deux rapports.



CCITT-13570

Rapport d'élimination dans le mode commun = 2ϵ

Rapport de perturbation longitudinale à l'entrée = $\epsilon + \frac{\Delta}{2}$ ($\epsilon, \Delta \ll 1$)

Rapport d'impédance longitudinale = 0.5 ($\Delta \ll 1$)

Rapport de conversion longitudinale = $\frac{\Delta}{2}$ ($\Delta \ll 1$)

FIGURE 17/G.117

Appareil de mesure faisant à la fois l'objet d'un déséquilibre passif et d'un déséquilibre interne actif

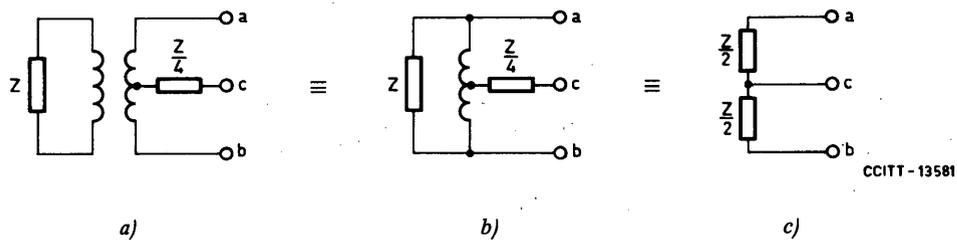
6 Ponts de mesure

6.1 Les conditions fondamentales requises d'un pont de mesure permettant de faire dans la pratique des mesures quantitatives sont les suivantes:

- Les impédances présentées aux signaux transversaux et longitudinaux doivent être définies et vérifiées.
Pour que puisse être atteint l'objectif quantitatif de l'étude décrite au § 1 (consistant à prédire la qualité de fonctionnement d'éléments en série mesurés séparément), les impédances du pont de mesure doivent être proches de la résistance nominale de référence, par exemple: un affaiblissement d'adaptation de 30 dB par rapport à 600 ohms (résistance transversale) et à 150 ohms (résistance longitudinale). Quand on utilise d'autres valeurs, il est difficile d'utiliser les résultats des mesures pour les études quantitatives. Cette normalisation n'est pas nécessaire pour une évaluation qualitative de l'équilibre.
- L'équilibrage inhérent au pont de mesure doit être nettement plus élevé que celui de l'objet à mesurer; on obtient ainsi une précision absolue suffisante et partant, de petites différences acceptables entre les résultats des mesures faites par des appareils différents sur un même objet. Une précision absolue de ± 1 dB doit être l'objectif à atteindre, de manière que les différences ne dépassent pas 2 dB. En règle générale, une précision absolue de ± 1 dB peut être obtenue si l'affaiblissement de conversion longitudinale du pont de mesure est supérieur de 20 dB à celui de l'objet à mesurer.
- Il faut prévoir des possibilités de simuler les diverses conditions de maintien/d'alimentation en courant continu rencontrées dans la pratique, de telle sorte que les divers équipements téléphoniques (par exemple: appareils téléphoniques, bornes de signalisation en ligne) puissent être mesurés dans des conditions semblables à celles que l'on rencontre dans l'exploitation normale.
- Il faut prévoir des possibilités d'insertion d'une excitation longitudinale et transversale selon les besoins et de mesurer les réponses.

6.2 Les correspondances électriques illustrées dans la figure 18/G.117 montrent comment la bobine d'induction à prise médiane peut être remplacée par des résistances à prise médiane. La figure 19/G.117 montre les dispositions spéciales permettant de mesurer les rapports d'impédance longitudinale et de transfert de conversion transversale.

Des moyens équivalents pour mesurer le rapport d'impédance longitudinale q sont indiqués à la figure 19/G.117. Des dispositions analogues peuvent être mises en œuvre pour mesurer le rapport de transfert de conversion transversale.



Remarque 1 – Dans le schéma *a)*, les parties déséquilibrées du dispositif de mesure sont, au moyen du transformateur, isolées de la partie équilibrée. En particulier, l'appareil de mesure n'a nullement besoin de présenter un exceptionnel degré d'équilibrage par rapport à la terre.

Remarque 2 – Dans les schémas *a)* et *b)*, l'enroulement ou transformateur doit être à noyau de fer et sa prise doit être exactement en son milieu (c'est-à-dire: enroulement à deux fils), de façon que les deux demi-enroulements, étroitement couplés, soient parfaitement symétriques par rapport au noyau. L'inductance de l'enroulement-transformateur doit être telle que $\omega L \gg |Z|$ pour toutes les fréquences d'essai.

L'élément matériellement constitué $Z/4$ fournit une impédance commode, entre les extrémités de laquelle la tension constitue une mesure du courant longitudinal.

Des précautions spéciales sont nécessaires en pratique pour maintenir des conditions types en courant continu et qui, en même temps, ne saturant pas le transformateur.

Remarque 3 – Pour des fréquences très basses, les montages *a)* et *b)* peuvent être inutilisables et il peut être plus commode d'utiliser le montage *c)*, une petite résistance (par exemple, 1 ohm) étant insérée dans la branche longitudinale, de sorte que l'on peut obtenir une mesure du courant longitudinal sans modifier sensiblement les conditions du circuit. Les deux éléments $Z/2$ du point à résistance doivent être équilibrés avec précision. On en trouvera un exemple à la partie *b)* de la figure 19/G.117.

FIGURE 18/G.117

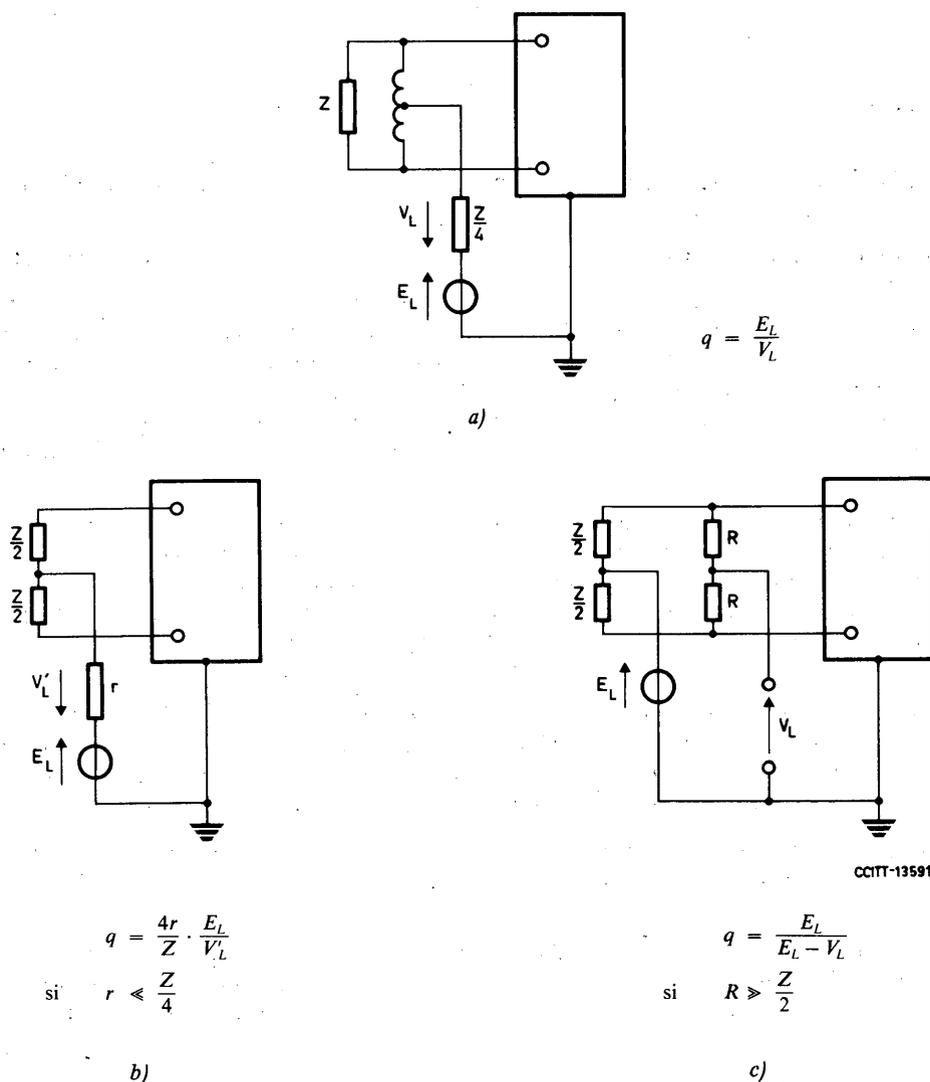


FIGURE 19/G.117

6.3 L'équilibrage inhérent au montage de mesure peut être vérifié en remplaçant l'équipement mesuré par un second pont de mesure (voir la figure 20/G.117). L'affaiblissement de conversion longitudinale du montage de mesure doit être supérieur de 20 dB à celui qui doit être mesuré sur le spécimen.

Cet équilibrage doit être également obtenu quand les connexions des points a et b sont permutées comme indiqué sur cette figure. Cela permet une précision de l'ordre de ± 1 dB. L'enroulement ou transformateur doit être à noyau de fer et sa prise doit être exactement en son milieu (c'est-à-dire: enroulement à deux fils), de façon que les deux demi-enroulements, étroitement couplés, soient parfaitement symétriques par rapport au noyau. L'inductance de l'enroulement ou transformateur doit être telle que $\omega L \gg |Z|$ pour toutes les fréquences d'essai importantes.

La figure 21/G.117 montre le schéma de principe d'un pont de mesure réalisable dans la pratique.

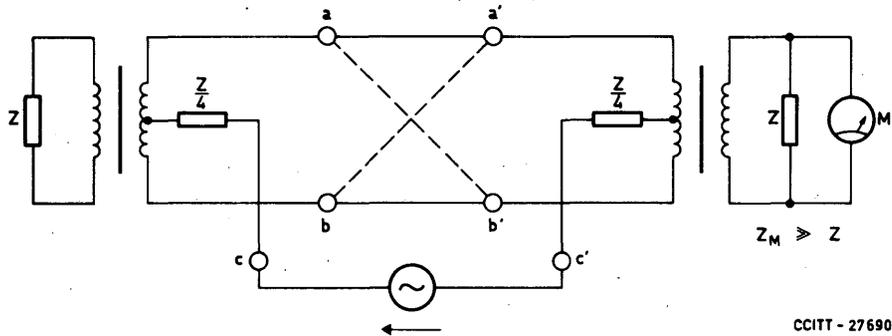


FIGURE 20/G.117
Vérification de l'équilibrage du pont de mesure

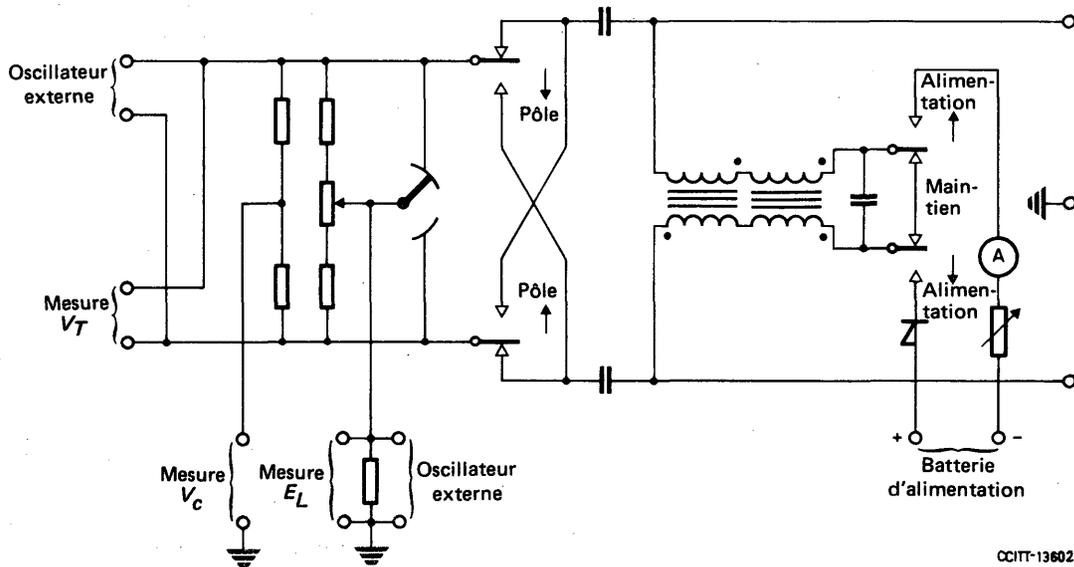


FIGURE 21/G.117
Schéma de principe d'un pont de mesure réalisable dans la pratique

Références

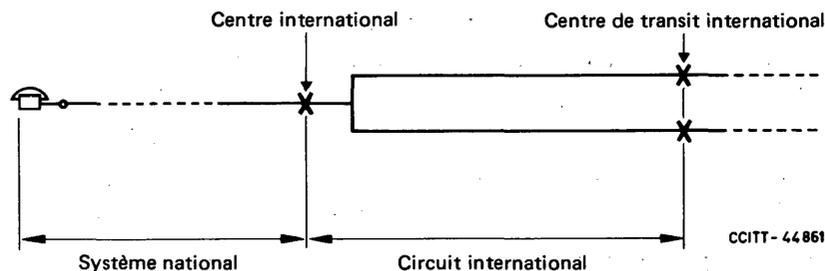
- [1] Avis du CCITT *Définitions et méthodes de mesure relatives au degré de dissymétrie par rapport à la terre d'un appareil d'essai en transmission*, tome IV, fascicule IV.4, Avis O.121.
- [2] CCITT *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques*, chapitre XVI, UIT, Genève, 1978.
- [3] CCITT – Question 4/XVI, annexe 2, période d'études 1968-1972, *Livre vert*, UIT, Genève, 1973.
- [4] Avis du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC aux fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.712.

- [5] Avis du CCITT *Dissymétrie des installations de télécommunications*, tome IX, Avis K.10.
- [6] Norme IEEE 455-1976.
- [7] Définition du CCITT: *Affaiblissement (ou gain) composite*, tome X, fascicule X.1 (Termes et définitions).
- [8] Définition du CCITT: *Affaiblissement (ou gain) transductique*, tome X, fascicule X.1 (Termes et définitions).
- [9] Publication CEI 268.
- [10] Avis du CCITT *Psophomètres (Appareils pour la mesure objective des bruits de circuit)*, tome V, Avis P.53.

1.2 Caractéristiques générales des systèmes nationaux faisant partie de communications internationales

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

Les principes exposés dans ces Avis s'appliquent également au cas où un circuit international est commuté en deux fils à une de ses extrémités dans un centre international, cas qui peut se présenter pendant la période de mise en application du plan de transmission du CCITT. La figure suivante illustre ce cas.



Avis G.120

CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES RÉSEAUX NATIONAUX ¹⁾

1 Application dans les réseaux nationaux des Avis du CCITT relatifs à la qualité de la transmission téléphonique (anciennement partie A)

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

- 1.1 Les systèmes émetteur et récepteur nationaux doivent satisfaire aux limites recommandées:
 - dans l'Avis G.121 pour l'équivalent de référence;
 - dans l'Avis G.133 pour la distorsion de temps de propagation de groupe;
 - dans l'Avis G.122 pour l'affaiblissement d'équilibrage et les affaiblissements des circuits;
 - dans l'Avis G.123 pour les bruits de circuit.

Remarque – Il est également intéressant de se reporter aux Avis P.12 [2] et G.113.

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

Les circuits chargés doivent satisfaire à l'Avis G.124 [3] et les circuits à courants porteurs à l'Avis G.123.

¹⁾ Ancien Avis P.21 [1].

1.3 Les circuits interurbains nationaux doivent avoir des caractéristiques qui permettent de satisfaire aux Avis G.131, G.132 et G.134 pour les autres caractéristiques de la chaîne à quatre fils formée par les circuits téléphoniques internationaux et par les circuits interurbains nationaux de prolongement.

1.4 Les centres internationaux doivent satisfaire à l'Avis Q.45 [4].

Les centraux automatiques nationaux à quatre fils doivent satisfaire aux limites de bruit du § 3 de l'Avis G.123.

Les centraux téléphoniques interurbains manuels doivent satisfaire à l'Avis P.22 [5].

Des indications sur la qualité de transmission des centraux locaux automatiques se trouvent dans le manuel du CCITT cité en [6].

2 Plan national de transmission (anciennement partie B)

Chaque Administration est libre de choisir la méthode de spécification de la qualité de transmission qu'elle juge appropriée et de fixer les limites correspondantes pour assurer une qualité satisfaisante aux communications nationales, étant entendu qu'en outre l'Avis relatif aux équivalents de référence corrigés (Avis G.121) devrait être satisfait par les communications internationales.

Remarque – Pour satisfaire à cette double condition, relative aux communications nationales et aux communications internationales, chaque Administration doit établir un plan national de transmission, c'est-à-dire à fixer des limites pour chaque partie du réseau national.

Dans le manuel du CCITT cité en [6], on trouvera des descriptions de plans de transmission appliqués dans divers pays et quelques indications sur des méthodes qui peuvent être appliquées pour établir un tel plan.

En particulier, si une Administration désire appliquer la méthode de l'équivalent de référence corrigé à ses communications nationales, elle trouvera des informations utiles dans l'annexe A à l'Avis G.111.

Références

- [1] Avis du CCITT *Application dans les réseaux nationaux des Avis du CCITT relatifs à la qualité de la transmission téléphonique*, Livre rouge, tomes V et V bis, Avis P.21, UIT, Genève, 1962 et 1965; modifié à Mar del Plata, 1968, devenu Avis P.20 (G.120) *Caractéristiques de transmission des réseaux nationaux*, Livre blanc, tome V (tome III), UIT, Genève, 1969.
- [2] Avis du CCITT *Affaiblissement équivalent pour la netteté (AEN)*, tome V, Avis P.12.
- [3] Avis du CCITT *Caractéristiques des circuits interurbains en câbles chargés susceptibles d'écouler des conversations internationales*, Livre orange, tome III, Avis. G.124, UIT, Genève, 1976.
- [4] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [5] Avis du CCITT *Centraux téléphoniques interurbains manuels*, Livre orange, tome V, Avis P.22, UIT, Genève, 1976.
- [6] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.

ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE CORRIGÉS (ERC) DES SYSTÈMES NATIONAUX

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Préambule

Les § 1 à 5 du présent Avis s'appliquent à toutes les communications téléphoniques internationales, qu'elles soient entièrement analogiques, mixtes analogiques et numériques ou entièrement numériques. Cependant, le § 6 s'appliquera chaque fois que les aspects spécifiques des communications mixtes analogiques et numériques ou entièrement numériques auront fait l'objet de consignes particulières.

Tous les ERC à l'émission et à la réception spécifiés dans le présent Avis sont des valeurs nominales comme l'explique le § 4 du présent Avis et sont rapportés aux extrémités virtuelles analogiques correspondantes d'un circuit international dans le CT3.

La définition des extrémités virtuelles analogiques des circuits internationaux peut être trouvée à la figure 1/G.111.

1 Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic, des répartitions des ERC à l'émission et à la réception (anciennement partie A)

Fixer un objectif pour la valeur moyenne est une nécessité si l'on veut que la majorité des abonnés bénéficient d'une bonne qualité de transmission. La transmission ne sera pas satisfaisante si l'on prend pour chaque communication les valeurs maximales autorisées au § 2 du présent Avis.

Il a été provisoirement convenu que, compte tenu des objectifs à long terme pour les ERC totaux indiqués dans le § 3.2 de l'Avis G.111 et de la nécessité de régler la puissance moyenne appliquée aux systèmes de transmission MRF à grande distance, il convient de subdiviser comme suit l'objectif global à long terme pour les systèmes nationaux d'émission et de réception:

ERC à l'émission: de 11,5 à 13 dB

ERC à la réception: de 2,5 à 4 dB.

(Ce sont des valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic. Si la distribution du trafic ne peut pas être prévue avec suffisamment de précision, on peut admettre que tous les abonnés produisent la même quantité de trafic.)

Remarque – Dans certains réseaux, les objectifs à long terme ne peuvent pas être atteints pour le moment. On a provisoirement adopté des objectifs à court terme appropriés aux domaines ci-dessus:

ERC à l'émission: de 11,5 à 19 dB

ERC à la réception: de 2,5 à 7,5 dB.

Ils correspondent à l'objectif à court terme spécifié dans le § 3.2 de l'Avis G.111, pour les valeurs moyennes, pondérées en fonction du trafic, de l'ERC total, c'est-à-dire le domaine de 13 à 25,5 dB.

Les valeurs moyennes à court terme ont été déterminées dans l'hypothèse d'une distribution statistique normale (gaussienne). Il pourrait se faire qu'une distribution réelle ne soit pas normale, mais asymétrique. En pareils cas, on peut accepter que les valeurs moyennes tombent un peu à l'extérieur des limites indiquées, à condition que la distribution, considérée dans son ensemble, conduise à des conditions de transmission équivalentes à celles d'une distribution normale dont la valeur moyenne se situerait à l'intérieur de l'intervalle indiqué.

2 Valeurs maximales des ERC à l'émission et à la réception (anciennement partie B)

2.1 Valeurs pour chaque sens de transmission

Il a été décidé que les systèmes émetteur et récepteur nationaux servant à établir toutes les communications réelles de départ ou d'arrivée dans un pays d'étendue moyenne (au sens du § 2.2 de l'Avis G.101) doivent dans chaque cas satisfaire aux deux objectifs suivants:

- l'ERC du système émetteur entre un abonné et le premier circuit international ne doit pas dépasser 25 dB (valeur nominale maximale);
- l'ERC du système récepteur entre les deux mêmes points ne doit pas dépasser 14 dB (valeur nominale maximale).

Dans un pays de grande étendue, ces limites sont portées respectivement à 25,5 dB et 14,5 dB si un quatrième circuit national fait partie de la chaîne à quatre fils, 26 dB et 15 dB si cinq circuits nationaux font partie de la chaîne à quatre fils.

Les nombres inscrits dans des rectangles sur les figures 1/G.121 et 2/G.121 sont des valeurs recommandées par le CCITT. Les autres ne sont données qu'en tant qu'exemples de disposition possibles, sous réserve de l'Avis G.122.

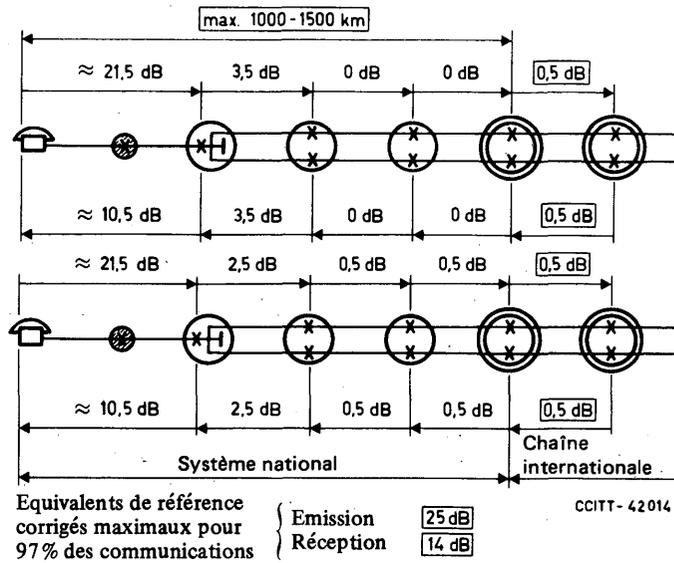


FIGURE 1/G.121
Exemples de répartition des équivalents de référence corrigés maximaux dans un pays de moyenne étendue, pour une communication internationale

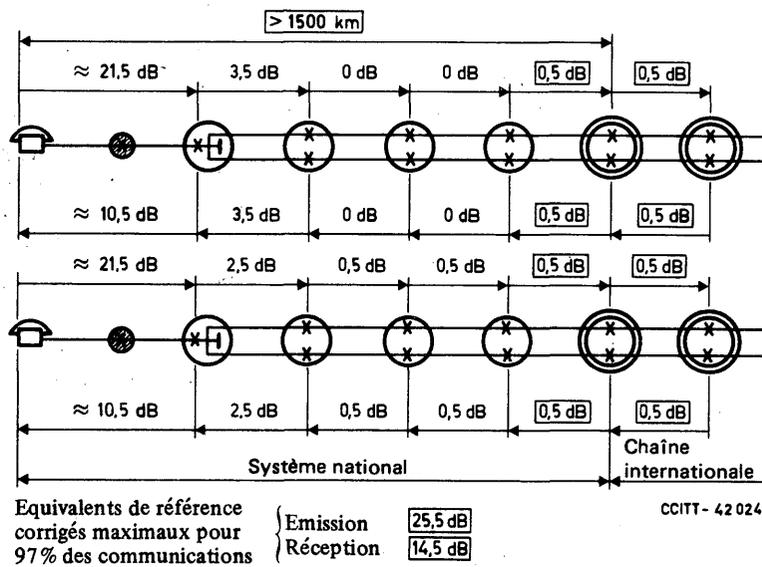
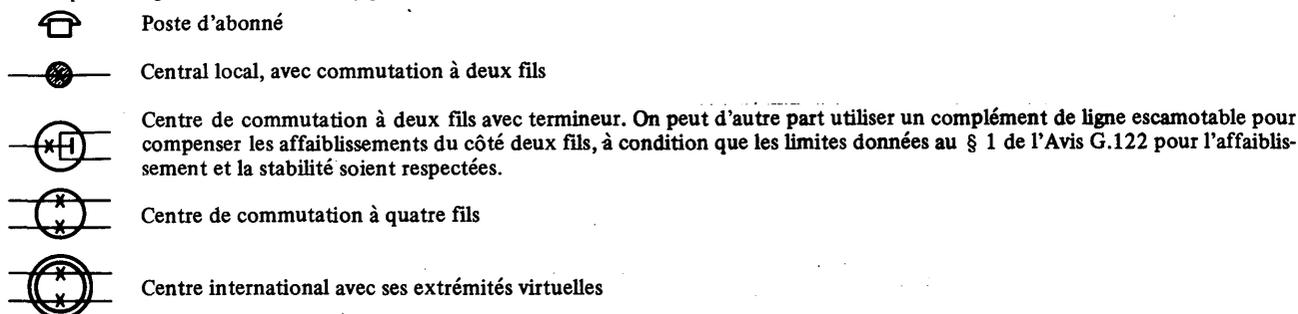


FIGURE 2/G.121
Exemples de répartition des équivalents de référence corrigés maximaux dans un pays de grande étendue, pour une communication internationale

Remarques et légende concernant les figures 1/G.121 et 2/G.121:



CCITT - 42029

Remarque 1 – Ces valeurs maximales d'ERC ont été obtenues à partir des anciens Avis (tome III du Livre orange, Genève 1977), en considérant quelques répartitions typiques des équivalents de référence et les convertissant en ERC. Si l'on dépasse les nouvelles limites d'ERC de 1 ou même 1,5 dB dans des réseaux existants, ceci n'est pas inquiétant, car ces calculs de planification ont une précision limitée et, dans l'avenir immédiat, on ne peut pas éviter certaines discordances dues aux inexactitudes de la méthode des équivalents de référence. Par contre, si dans d'autres cas il apparaît une marge de 2 ou 3 dB, il ne faut pas se hâter d'augmenter l'affaiblissement permis pour les lignes d'abonné; on doit d'abord examiner s'il ne faut pas profiter de cette marge pour améliorer les valeurs pondérées en fonction du trafic qui font l'objet du § 1 du présent Avis.

Remarque 2 – Les nombres inscrits dans les rectangles sont les valeurs recommandées par le CCITT. Les autres ne sont donnés qu'en tant qu'exemples de dispositions possibles, sous réserve de l'Avis G.122. Ils impliquent un choix particulier de niveaux relatifs dans chaque centre. Dans la pratique, on peut adopter toutes sortes de niveaux de commutation, et il en peut résulter pour certains circuits particuliers des affaiblissements de circuit différents dans les deux sens de transmission. De plus, les affaiblissements entre les points deux fils et les extrémités virtuelles (c'est-à-dire les affaiblissements $a-t$ et $t-b$ de la figure 1/G.111) peuvent ne pas être égaux, comme on le voit dans les exemples du tableau A-1/G.121.

2.2 Différence entre les affaiblissements des deux sens de transmission dans les réseaux nationaux

Il est recommandé que la valeur absolue de la différence entre les affaiblissements $t-b$ et $a-t$ (voir l'Avis G.122) ne dépasse pas 4 dB, de manière que, théoriquement, aucune différence supérieure à 8 dB ne puisse apparaître dans une communication internationale.

Il convient de noter les points suivants:

- 1) Compte tenu de ce que la plupart des Administrations allouent les affaiblissements de leurs circuits nationaux de prolongement à peu près de la même façon (voir l'annexe A), les communications établies dans la pratique ne devraient pas présenter de différences très supérieures à 3 dB.
- 2) Pour ce qui est de la transmission de la parole, il résulte clairement d'études faites au cours de la période 1968-1972 par plusieurs Administrations que, pour les communications dont les ERC globaux tombent dans la gamme constatée en pratique, il n'y a pas grand inconvénient à ce qu'il y ait une différence raisonnable entre les ERC globaux dans les deux sens de transmission.

Le document cité en [1] est un résumé des résultats d'essais effectués par diverses Administrations au sujet des effets subjectifs d'une telle dissymétrie.

- 3) En élaborant leurs plans nationaux de transmission, il convient que les Administrations tiennent compte des besoins en matière de transmission de données entre modems conformes aux Avis pertinents (par exemple, aux Avis V.2 [2], V.21 [3] et V.23 [4]). L'annexe B donne certains renseignements sur ce point.

3 ERC minimaux (anciennement partie C)

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

A titre provisoire, une valeur minimale de l'ERC de 7 dB, rapportée à l'extrémité virtuelle analogique à l'émission du circuit international, est recommandée afin de limiter la valeur de crête de la puissance vocale appliquée au système international de transmission. Il est à noter que la fixation de cette limite n'entraîne aucune conséquence sur la limitation de la puissance moyenne à long terme transmise sur le système.

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

4 Détermination des ERC nominaux d'un système national (anciennement partie D)

4.1 Définitions

Les ERC d'un système national sont définis au § 3.4 de l'annexe A à l'Avis G.111.

Dans les Avis G.111 et G.121, on considère uniquement les valeurs nominales d'ERC.

Par «valeur nominale», on entend ici «valeur conventionnelle, qui n'a pas été réellement mesurée ou calculée, mais est admise par hypothèse aux fins de planification». Par exemple, les systèmes locaux d'abonné, qui participent effectivement à des communications internationales, ne sont pas mesurés; on mesure, ou plutôt, on calcule les ERC de systèmes locaux typiques, comme il est indiqué au § 4.2.

Il résulte de ces définitions que l'ERC nominal d'un système national est la somme des valeurs suivantes:

- l'ERC nominal (à l'émission ou à la réception) du système local (voir le § 4.2),
- l'ERC nominal des circuits locaux (voir l'annexe C),
- la somme des affaiblissements nominaux (à 800 ou 1000 Hz) des circuits nationaux de prolongement, des centraux et du termineur deux fils/quatre fils.

4.2 ERC nominaux d'un système local

On calcule normalement ces ERC, par la formule donnant $y(q)$ dans le § A.2 de l'Avis G.111, à partir des équivalents de référence q déterminés sur des systèmes locaux (formés d'un poste du type considéré, d'une ligne artificielle et d'une maquette de pont d'alimentation) par des essais subjectifs conformes à l'Avis P.72 [5].

Remarque 1 – Les ERC des systèmes locaux doivent être fondés sur les valeurs moyennes des efficacités des transducteurs d'un grand nombre de postes téléphoniques en état de fonctionnement. Pour ce qui est des microphones à charbon, la valeur moyenne de leur efficacité dans le réseau national est bien représentée par la valeur de l'efficacité correspondant à la longue période de stabilité de leur durée utile.

Pour ce qui est des différences systématiques entre l'efficacité réelle et l'efficacité moyenne, toutes différences systématiques éventuelles seront automatiquement prises en considération si l'efficacité moyenne est obtenue par mesure d'un échantillon de postes en fonctionnement. Cependant, si cette valeur moyenne est calculée, il faut incorporer aux calculs cette différence systématique.

Les valeurs moyennes de l'efficacité ne tiennent pas compte des variations fortuites introduites par les méthodes subjectives appliquées lors de l'évaluation des équivalents de référence.

Remarque 2 – Les valeurs des ERC nominaux ne tiennent pas compte des variations dans le temps subies par les divers circuits et équipements qui relient le central local au centre international. Le § 3 de l'Avis G.151 expose les objectifs correspondant aux variations dans le temps des affaiblissements de transmission des circuits de prolongement nationaux par rapport à leurs valeurs nominales.

Remarque 3 – Souvent les équivalents de référence d'un système local n'ont été déterminés qu'avec un seul type et une seule longueur de ligne. Pour tenir compte de l'effet d'autres lignes, on peut utiliser une des méthodes décrites dans l'annexe C.

5 Equivalent de référence de l'effet local¹⁾ (anciennement partie E)

On doit éviter tout ce qui pourrait réduire encore la qualité de transmission des communications qui atteignent les limites d'équivalent de référence et de bruit. Des essais ont montré que, dans ces conditions défavorables, il serait souhaitable que l'équivalent de référence de l'effet local (pour la parole) soit au moins égal à 17 dB. En fait, on ne peut atteindre cette valeur qu'en employant des réseaux additionnels qui augmentent le coût de la ligne et ne sont justifiés que dans le cas d'abonnés qui doivent souvent échanger des conversations dans ces conditions très défavorables. Dans la plupart des cas, on devrait s'attendre à rencontrer des valeurs allant de 7 à 10,5 dB.

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

Remarque 2 – Même si la valeur de 17 dB est atteinte, le bruit de salle aux niveaux prévus peut encore avoir une influence défavorable. Voir l'Avis G.113.

¹⁾ Voir le § 6 de l'appendice à la section 1.

6 Incorporation de processus numériques MIC aux circuits de prolongement nationaux

6.1 Effet sur les plans de transmission nationaux

L'incorporation de processus numériques MIC dans les circuits de prolongement nationaux peut rendre obligatoire la modification des plans de transmission nationaux existants ou leur remplacement par de nouveaux plans.

Les plans de transmission nationaux adoptés doivent être compatibles avec les plans de transmission nationaux existants dans le contexte analogique et permettre une exploitation mixte, analogique et numérique. En outre, ces plans doivent permettre un passage sans heurt à une exploitation entièrement numérique.

6.2 Considérations d'affaiblissement de transmission

Quand la portion nationale de la chaîne à quatre fils est entièrement numérique entre le centre local et le central international, l'affaiblissement de transmission que doit assurer ce circuit en vue du maintien de la stabilité et de la limitation des échos sur une communication internationale, peut être placé dans le central local. Les modalités d'introduction de l'affaiblissement requis seront fixées par le plan de transmission national adopté. Trois configurations possibles parmi de nombreuses autres sont indiquées à la figure 3/G.121 pour les circuits de prolongement nationaux de ce type.

Dans les cas 1 et 2 de la figure 3/G.121, le complément de ligne R représente l'affaiblissement de transmission entre le point à 0 dBr au décodeur numérique à analogique et le côté deux fils du terminer deux fils/quatre fils. De même, le complément de ligne T représente l'affaiblissement de transmission entre le côté deux fils du terminer deux fils/quatre fils et le point à 0 dBr au codeur analogique à numérique. Dans la pratique, on peut rencontrer d'autres niveaux que 0 dBr, pouvant entraîner des modifications des valeurs des compléments de ligne R et T.

Il est recommandé que l'affaiblissement de transmission introduit par la combinaison des compléments de ligne R et T dans le cas 1 de la figure 3/G.121 soit provisoirement fixé à 6 ou 7 dB²⁾. Cependant, les valeurs de R et T peuvent être choisies compte tenu des affaiblissements et des niveaux nationaux, à condition de toujours tenir compte des Avis du CCITT relatifs aux communications internationales.

Dans le cas 2 de la figure 3/G.121, il est possible – moyennant un affaiblissement d'équilibrage suffisamment élevé – de satisfaire aux Avis relatifs aux équivalents de référence corrigés, à la stabilité et à l'écho, sans imposer une valeur particulière à la somme des valeurs de R et T. Il n'en demeurera pas moins nécessaire de respecter les dispositions relatives à la différence d'affaiblissement (voir le § 6.3), ce qui suppose que:

$$R - T = 3 \text{ à } 11 \text{ dB.}$$

Cependant, un central local conçu selon ces principes et situé à l'extrémité d'un prolongement national qui contient des sections analogiques asymétriques, ne peut pas admettre la totalité de la tolérance d'asymétrie.

Il pourrait être souhaitable de réduire la gamme de 3 à 11 dB; ce point est à l'étude (voir la Question 5/XVI [6]).

Les compléments de ligne R et T qui sont représentés sur la figure 3/G.121 sont également indiqués en tant que compléments de ligne analogiques. L'introduction de ce type de complément de ligne n'est pas forcément obligatoire dans toutes les conditions. Dans certaines situations, il pourrait être plus pratique d'assurer l'affaiblissement nécessaire, au central local ou en un autre point du circuit de prolongement national, au moyen de compléments de ligne numériques. Mais lorsqu'on emploie des compléments de ligne numériques, il faut tenir compte de l'effet défavorable qu'ils exercent sur les services à données numériques ou les autres services qui exigent que l'intégrité des bits soit préservée de bout en bout, comme l'indiquent les § 4.4 de l'Avis G.101 et 4 de l'Avis G.103.

Dans la disposition du cas 3 de la figure 3/G.121, on admet qu'il y a commutation numérique à 4 fils au central local, associé à une ligne locale numérique à 4 fils et d'un «poste téléphonique numérique» à 4 fils également.

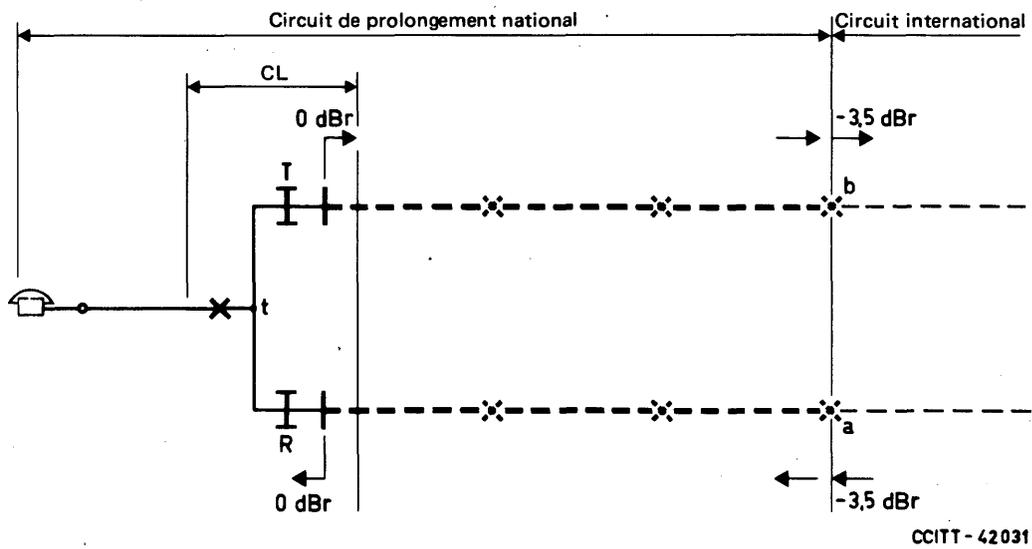
Dans les trois cas représentés par la figure 3/G.121, les équivalents de référence corrigés à l'émission et à la réception, calculés en direction et en provenance des extrémités virtuelles analogiques au centre international, sont fournis par des relations suivantes:

$$\begin{aligned} \text{ERC à l'émission} &= \text{ERC}_0 \text{ à l'émission} + 3,5 \text{ dB} \\ \text{ERC à la réception} &= \text{ERC}_0 \text{ à la réception} - 3,5 \text{ dB.} \end{aligned}$$

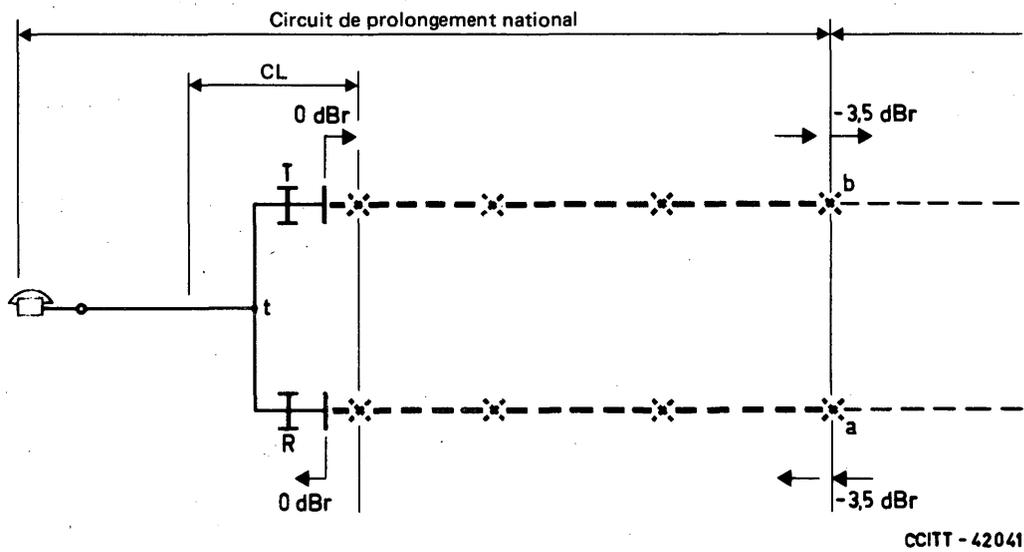
²⁾ Lorsque la correction d'impédance ou des réseaux d'équilibrage améliorés, par exemple, permettent d'admettre un affaiblissement d'équilibrage suffisamment important, certaines Administrations estiment possible de retenir d'autres valeurs pour la somme des compléments de ligne R et T [7].

Dans ces relations, les quantités ERC_0 à l'émission et à la réception sont calculées en direction et en provenance des points à 0 dBr au codeur analogique à numérique et au décodeur numérique à analogique. Dans le cas 3, le codeur analogique à numérique et le décodeur numérique à analogique sont englobés à l'intérieur du poste téléphonique (autrement dit, la longueur de la ligne locale analogique est nulle).

La stabilité et l'écho sur les communications internationales sont régis par l'Avis G.122.

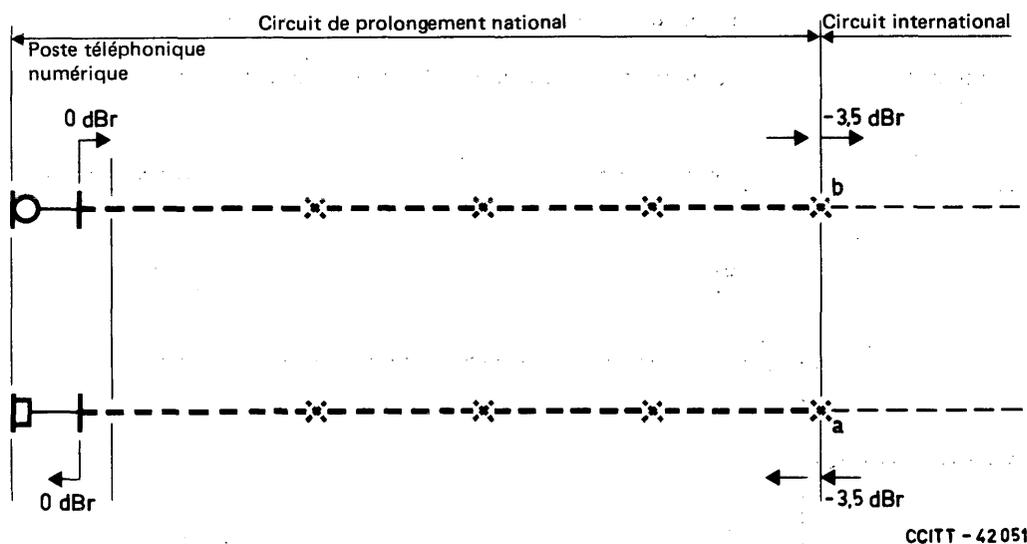


a) Cas 1 – Commutation analogique à deux fils au centre local et lignes d'abonné analogiques à deux fils



Remarque – Il n'existe pas de point de commutation à deux fils entre la ligne locale d'abonné et le termineur au centre local

b) Cas 2 – Commutation numérique à quatre fils au centre local mais lignes d'abonné analogiques à deux fils



c) Cas 3 – Commutation à quatre fils au centre local, ligne numérique d'abonné à quatre fils et poste téléphonique numérique

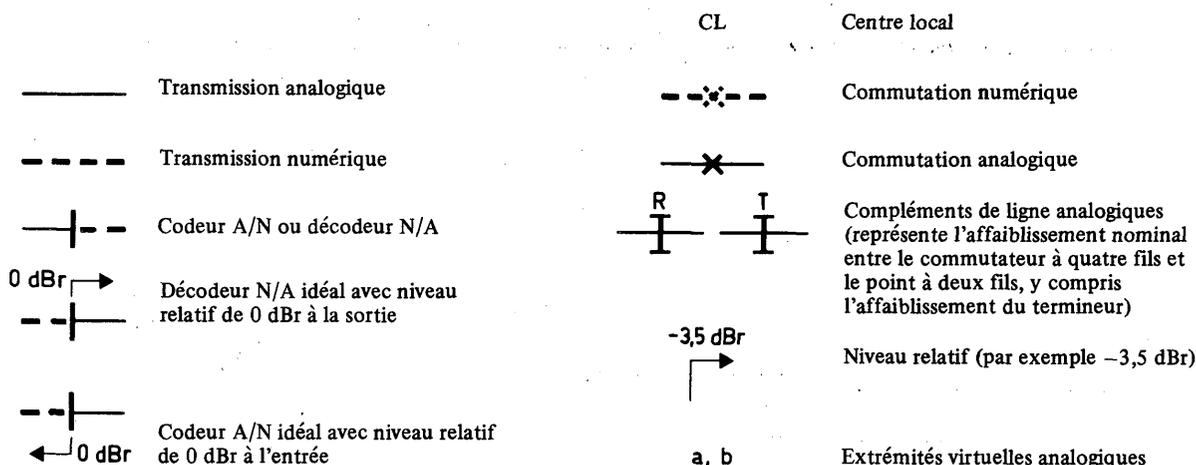


FIGURE 3/G.121

Exemples de circuits de prolongement nationaux dans lesquels la chaîne numérique à quatre fils aboutit à un centre local à quatre fils

6.3 Différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission

Conformément au § 6 de l'Avis G.111, la différence d'affaiblissement entre les deux sens de transmission sur une communication internationale ne doit pas dépasser 8 dB. Cette stipulation s'applique à tous les types de communications, qu'elles soient entièrement analogiques, entièrement numériques ou mixtes, analogiques et numériques.

Pour satisfaire à la stipulation qui précède, il faut que des circuits de prolongement nationaux comme ceux que représente la figure 3/G.121 ne présentent pas une différence supérieure à 4 dB entre l'affaiblissement $t-b$ et l'affaiblissement $a-t$; en d'autres termes, il faut que: $|\text{affaiblissement } (t-b) - \text{affaiblissement } (a-t)| \leq 4 \text{ dB}$.

Bien qu'on puisse admettre des différences d'affaiblissement entre les deux sens de transmission allant jusqu'à 8 dB dans le cas du service téléphonique international, ces différences risquent d'avoir une influence néfaste lorsqu'il faut transmettre des données analogiques sur des communications affectées d'un tel écart. Les informations du § 2.2 et celles de l'annexe B visent en principe les communications entièrement analogiques, mais elles sont également applicables à des communications mixtes, analogiques et numériques, et à des communications entièrement numériques.

**Calcul de la différence nominale d'affaiblissement
entre les deux sens de transmission**

A.1 Soit une communication internationale entre centres primaires de deux pays, établie sur un circuit international de la manière indiquée à la figure A-1/G.121.

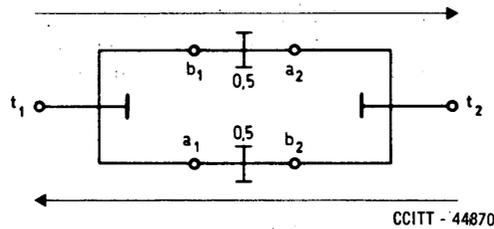


FIGURE A-1/G.121

L'affaiblissement nominal total dans chaque sens de transmission est:

$$1 \rightarrow 2 = t_1 b_1 + 0,5 + a_2 t_2 \quad (\text{dB})$$

et

$$2 \rightarrow 1 = t_2 b_2 + 0,5 + a_1 t_1 \quad (\text{dB})$$

où a et b sont définis conformément à l'Avis G.122, en sorte que la différence entre les deux sens de transmission est:

$$(t_1 b_1 - a_1 t_1) - (t_2 b_2 - a_2 t_2) = d_1 - d_2$$

formules dans lesquelles d signifie $d_1 = t_1 b_1 - a_1 t_1$ ou $d_2 = t_2 b_2 - a_2 t_2$.

A.2 La valeur en décibels des affaiblissements $a_1 t_1$ et $b_1 t_1$ ou $a_2 t_2$ et $b_2 t_2$ pour chaque pays est indiquée dans le tableau A-1/G.121 en même temps que la valeur de leur différence d . On constate qu'une différence nominale maximale ($d_1 - d_2$) de 3 dB entre les deux sens de transmission peut se présenter sur des communications entre deux pays pour lesquels $d_2 = 0$ dB (par exemple, les Pays-Bas) et pays dans lesquels $d_1 = 3$ dB (par exemple, l'Amérique du Nord). Il convient aussi d'observer que, dans la plupart des cas, la valeur de la différence nominale est $d = 0$ dB, en sorte que la valeur de la différence nominale ($d_1 - d_2$) pour des communications entre les pays en cause est également de 0 dB.

TABLEAU A-1/G.121

	$a_1 t_1$ ou $a_2 t_2$	$t_1 b_1$ ou $t_2 b_2$	$d = t_1 b_1 - a_1 t_1$ ou $t_2 b_2 - a_2 t_2$	$s = t_1 b_1 + a_1 t_1$ ou $t_2 b_2 + a_2 t_2$
* Australie	-0,5	0,5	1,0	0,0
Belgique	3,5	3,5	0,0	7,0
* Danemark	1,9	1,9	0,0	3,8
République féd. d'Allemagne	3,5	3,5	0,0	7,0
* France	2,2	2,2	0,0	4,4
Hong kong	1,5	3,0	1,5	4,5
Japon	4,0	4,0	0,0	8,0
* Pays-Bas	3,5	3,5	0,0	7,0
* Nouvelle-Zélande	-1,5	1,5	3,0	0,0
* Amérique du Nord	-0,5	2,5	3,0	2,0
* Norvège	0,5	3,5	3,0	4,0
* Suède	3,5	3,5	0,0	7,0
Suisse	3,5	3,5	0,0	7,0
Royaume-Uni (le centre local est directement relié au CT3)	0,5	3,5	3,0	4,0
Royaume-Uni (tous les autres cas)	3,5	3,5	0,0	7,0
U.R.S.S.	0,0	0,0	0,0	0,0

Remarque - Dans les pays dont le nom est marqué d'un astérisque, une gamme de valeurs est appropriée et les valeurs nominales minimales de $a_1 t_1$ et $t_1 b_1$ ou $a_2 t_2$ et $t_2 b_2$ sont indiquées dans chaque cas. La différence nominale demeure alors constante pour toutes les valeurs de la gamme. La somme indiquée pour ces pays est la valeur nominale minimale. Par Amérique du Nord, on entend l'AT & T et la Canadian Telecommunications Carriers Association. Les valeurs sont indiquées en décibels.

A.3 On peut également calculer au moyen de ce tableau la différence nominale d'affaiblissement entre les deux sens de transmission dans le cas de liaisons internationales entre centraux locaux comme entre résidences d'abonnés (c'est-à-dire les postes téléphoniques étant déconnectés), mais les résultats ne seront corrects que si les circuits locaux nationaux à deux fils commutés, etc., sont nominalelement symétriques, ce qui est généralement le cas.

A.4 La dernière colonne du tableau indique la somme $t_1 b_1 + a_1 b_1$ ou $t_2 b_2 + a_2 b_2$, qui représente la composante de l'affaiblissement

$$a_1 - t_1 - b_1 \quad \text{ou} \quad a_2 - t_2 - b_2$$

pouvant être attribuée au plan de transmission national, et si, par exemple, on désire connaître l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ du point de vue de la stabilité (ou de l'écho, voir la figure 1/G.122), il faut ajouter à la valeur indiquée par la dernière colonne la valeur de l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité (ou pour l'écho) en t .

ANNEXE B

(à l'Avis G.121)

Influence des plans de transmission téléphonique sur la transmission de données

(Contribution de l'Administration des Pays-Bas)

L'introduction du «gain différentiel» aura souvent pour effet que l'équivalent d'un circuit sera plus élevé dans un sens et moins élevé dans l'autre, la somme des deux étant maintenue constante pour des raisons de stabilité. Cela signifie que, dans une communication internationale présentant une combinaison défavorable de gains différentiels à ses deux extrémités, il peut fort bien y avoir un affaiblissement supplémentaire de 4 dB dans un sens de transmission.

Un calcul rapide, fondé sur les Avis en vigueur et tenant compte des facteurs suivants:

- valeurs maximales des équivalents des circuits dans les réseaux nationaux, estimées d'après les plans de transmission nationaux [8];
- un nombre raisonnable de circuits internationaux;
- variations de l'équivalent des circuits internationaux et des prolongements nationaux (Avis G.151);
- les niveaux d'émission et de réception pour l'équipement de transmission de données, ainsi que la gamme d'affaiblissements pour la configuration considérée (voir les Avis V.2 [2], V.21 [3] et V.23 [4]),

montre que, dans certains cas, l'équivalent maximal que l'on peut s'attendre à trouver sur une communication internationale est tel que la transmission de données peut se heurter à des difficultés.

L'introduction du gain différentiel aura une influence défavorable sur cet état de choses.

ANNEXE C

(à l'Avis G.121)

ERC d'une ligne d'abonné, d'un circuit de jonction ou d'un circuit local

C.1 *Définitions; essais subjectifs*

C.1.1 Supposons que l'on ait déterminé par des essais subjectifs:

Q équivalent de référence global d'une certaine ligne et d'un poste d'abonné;

Q_0 équivalent de référence du même poste, sans ligne.

Par définition, l'effet de cette ligne sur l'ERC (c'est-à-dire la part due à la ligne dans l'ERC du système local) est:

$$y_L = y(Q) - y(Q_0) \quad (C-1)$$

où la fonction $y(q)$ est définie dans l'annexe A à l'Avis G.111.

Remarque — L'effet de la ligne peut être différent à l'émission et à la réception, entre autres raisons parce que l'effet du courant d'alimentation sur l'efficacité est différent. Il est possible, si on le désire, d'évaluer séparément l'effet du courant d'alimentation.

C.1.2 On peut déterminer directement par des essais subjectifs l'ERC d'un circuit de jonction ou d'un circuit local en comparant le trajet 5 de la figure A-1/G.111 au trajet 6 par l'intermédiaire du trajet 2 où $x_2 = 25$ dB.

C.1.3 Les Administrations peuvent avoir besoin, pour les plans de transmission des réseaux locaux, de calculer l'ERC de diverses lignes d'abonné. Le CCITT conseille aux Administrations qui ne disposent pas elles-mêmes de nombreux résultats d'essais subjectifs d'appliquer les méthodes de mesure objective ou de calcul décrites ci-après. Il est entendu que, dans tous les cas, les Administrations qui disposent des moyens nécessaires pour évaluer l'ERC des divers types de lignes qu'elles utilisent, en présence des types d'appareils téléphoniques employés dans leur réseau, peuvent continuer à appliquer les méthodes simples de calcul qu'elles ont déjà mises au point.

C.2 *Mesure objective de l'ERC*

C.2.1 Si l'on appelle:

I l'indication de l'OREM-B quand on mesure un poste d'abonné muni d'une ligne,

I_0 la valeur correspondante sans ligne, on a sensiblement:

$$y_L = I - I_0 \quad (C-2)$$

Cette relation est satisfaite en pratique avec une précision suffisante pour les besoins de la planification [9].

Remarque — Cette méthode doit être appliquée avec précaution aux postes téléphoniques ayant un microphone à charbon parce qu'il est possible, avec ce type d'appareil de mesure, de commettre une erreur sur la mesure de l'effet du courant d'alimentation. Dans un tel cas, on doit mesurer séparément cet effet au moyen de courants vocaux.

C.2.2 On peut aussi mesurer avec l'OBDM, ou l'OREM-B, l'ERC de circuits de jonction ou de circuits locaux; les résultats sont en bon accord avec les essais subjectifs [10].

C.3 *Calcul à partir de l'affaiblissement d'insertion*

C.3.1 *Remarques générales*

Remarque 1 — Dans le cas d'une ligne d'abonné, si l'on emploie une des méthodes décrites au § C.3, on doit évaluer séparément l'effet du courant en ligne (qui circulerait en pratique) sur l'efficacité du microphone et sur le régulateur (si celui-ci existe).

Remarque 2 — Ces méthodes sont valables pour une ligne d'abonné, un circuit de jonction ou un circuit local; bien entendu, l'affaiblissement d'insertion doit être mesuré ou calculé entre les impédances appropriées.

C.3.2 *Cas d'une ligne aérienne*

L'impédance caractéristique de la ligne est alors en grande partie résistive et la théorie de la transmission permet de calculer sans difficulté l'affaiblissement d'insertion de la ligne. On trouvera en [11] une méthode de calcul appropriée. Le document cité en [12] fournit aussi des renseignements relatifs à ce point. En général, cet affaiblissement d'insertion présente, dans la bande de fréquences utile pour la téléphonie, une valeur à peu près constante, qui donne une estimation suffisamment précise de l'ERC.

Si l'affaiblissement d'insertion varie d'une façon appréciable en fonction de la fréquence, il suffit d'appliquer la méthode décrite au § C.3.4 ci-après.

C.3.3 *Cas d'une ligne homogène en câble (chargé ou non chargé)*

(Voir le § C.3.4.)

C.3.4 *Méthode graphique pour calculer la part due à la ligne, dans l'ERC*

C.3.4.1 La part qui, dans l'ERC, est due aux paires en câble présentant une notable distorsion d'affaiblissement peut être évaluée de façon approximative par un calcul graphique simple:

- a) L'affaiblissement d'insertion est mesuré ou calculé (sur la base des paramètres du câble et de l'impédance de terminaison) en fonction de la fréquence.
- b) L'affaiblissement d'insertion est représenté par une courbe sur un diagramme qui indique la fréquence selon une échelle logarithmique et l'affaiblissement (en décibels) selon une échelle linéaire.

- c) La valeur moyenne de l'affaiblissement d'insertion dans la bande de fréquences de 200 à 4000 Hz est calculée numériquement à l'aide d'une division appropriée de la bande, ou bien en traçant une droite horizontale de telle sorte que la surface comprise entre cette droite et la courbe soit la même de part et d'autre de la droite (voir toutefois le § C.3.4.3).
- d) Si la paire en câble est correctement terminée, la valeur moyenne de l'affaiblissement d'insertion constitue une bonne approximation de la part de l'ERC qui est due à cette paire.

C.3.4.2 Pour une ligne d'abonné aérienne, cette évaluation doit se faire en terminant la ligne, côté abonné, sur une résistance représentant le module de l'impédance du poste d'abonné mesuré à 800 Hz.

C.3.4.3 Il en est de même dans le cas des câbles chargés, sous réserve que leur impédance caractéristique ne diffère pas sensiblement de l'impédance du poste d'abonné. Si l'on constate qu'il y a une désadaptation considérable, cette méthode ne sera pas utilisée sous cette forme.

Cette méthode de calcul peut n'être pas applicable aux câbles chargés dont la fréquence de coupure est nettement inférieure à 3400 Hz.

C.4 Calcul à partir de l'affaiblissement sur images

C.4.1 Les formules et valeurs de K indiquées ci-après sont valables pour des lignes homogènes en câble non chargé. La remarque 1 du § C.3.1 est encore valable.

C.4.2 Cas d'une ligne d'abonné

On peut représenter par une formule du type suivant, et avec une précision suffisante pour les besoins de la planification des réseaux, la part y_L de l'ERC due à une ligne d'abonné (ligne homogène en câble non chargé):

$$y_L = K A_{800} \quad (C-3)$$

où A_{800} est l'affaiblissement sur images de la ligne à 800 Hz, et K une constante, indépendante de la longueur de la ligne d'abonné mais qui dépend quelque peu du diamètre d des conducteurs.

Les Administrations qui ne disposent pas de résultats de mesures faites dans leur réseau pourront utiliser les valeurs de K données par le tableau C-1/G.121.

Cette méthode est décrite en détail en [13].

TABLEAU C-1/G.121
Coefficient K pour des lignes en câble non chargé, à conducteurs de cuivre

d (mm)		0,32	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	1	1,27
K	Pour ligne d'abonné	1,43	1,27	1,17	1,13	1,12	1,11	1,11	1,12	1,17
	Sur 600 Ω		1,28	1,15	1,10		1,06	1,05		

C.4.3 Cas d'un circuit de jonction ou d'un circuit local

Des essais subjectifs et des mesures par la méthode décrite au § C.2 sur des câbles non chargés terminés sur 600 ohms, ont montré [10] que l'on pouvait utiliser dans ce cas une formule de la forme de celle de l'équation (C-3). La dernière ligne du tableau C-1/G.121 donne les valeurs de K.

C.5 Cas de lignes non homogènes en câble

L'expérience montre que l'on peut déterminer sans erreur appréciable la part de l'ERC due à une telle ligne en ajoutant les parts, mesurées ou calculées comme il est indiqué aux § C.2, C.3 ou C.4 relatives aux diverses sections homogènes (en câble chargé ou non chargé) dont elle se compose.

ANNEXE D
(à l'Avis G.121)

Valeurs des ERC et valeurs des ER précédemment recommandées

Les valeurs des ERC recommandées dans le présent Avis et les valeurs des ER précédemment recommandées sont indiquées dans le tableau D-1/G.121.

TABLEAU D-1/G.121

		ERC	ER précédemment recommandés
Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic pour le système national: (§ 1 de l'Avis G.121)	objectifs à long terme		
	– émission	minimum 11,5	10
		maximum 13	13
	– réception	minimum 2,5	2,5
		maximum 4	4,5
	objectifs à court terme		
– émission	maximum 19	16	
– réception	maximum 7,5	6,5	
Valeurs maximales pour le système national (§ 2.1 de l'Avis G.121)	émission	25	21
	réception	14	12
Valeurs minimales pour le système national à l'émission (§ 3 de l'Avis G.121)		7	6

Références

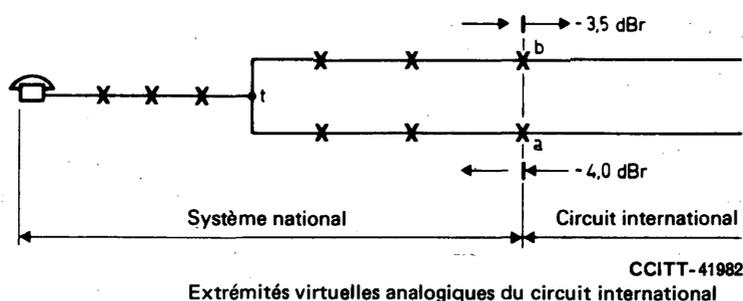
- [1] *Influence sur la qualité d'une transmission téléphonique de l'asymétrie entre les deux sens de transmission, exprimée sous forme d'un équivalent de référence.* CCITT, Livre vert, tome V, supplément n° 7, UIT, Genève, 1973.
- [2] Avis du CCITT *Niveaux de puissance pour la transmission de données sur des circuits téléphoniques*, tome VIII, fascicule VIII.1, Avis V.2.
- [3] Avis du CCITT *Modem à 300 bit/s duplex normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*, tome VIII, fascicule VIII.1, Avis V.21.
- [4] Avis du CCITT *Modem à 600/1200 bauds normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*, tome VIII, fascicule VIII.1, Avis V.23.
- [5] Avis du CCITT *Mesure des équivalents de référence et des équivalents relatifs*, tome V, Avis P.72.
- [6] CCITT – Question 5/XVI, contribution COM XVI-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [7] *Ibid.*, annexe 7.
- [8] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [9] CCITT 1977-1980, contribution COM XII-N° 78 (France).
- [10] CCITT 1964-1968, contribution COM XII-N° 15 (Suède).
- [11] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, annexe III.3, UIT, Genève, 1976.
- [12] *Ibid.*, annexe IV.3.
- [13] *Ibid.*, section 3 de l'annexe 6 (Australie) au chapitre V.

**INFLUENCE DES RÉSEAUX NATIONAUX SUR LA STABILITÉ ET LES AFFAIBLISSEMENTS
DE L'ÉCHO DANS LES SYSTÈMES NATIONAUX**

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Les informations fournies dans le présent Avis sont valables pour des communications téléphoniques internationales entièrement analogiques. Les renseignements concernant le maintien de la stabilité et la limitation des échos sur des communications entièrement numériques ou mixtes, analogiques et numériques, figurent aux § 6 de l'Avis G.111 et 6 de l'Avis G.121.

La partie nationale d'une communication internationale se présente, par rapport aux extrémités virtuelles analogiques *a* et *b* du premier circuit international, selon le schéma de la figure 1/G.122.



Remarque – Pour les niveaux relatifs des circuits numériques, voir la figure 2/G.101 a).

FIGURE 1/G.122

Définition des extrémités virtuelles

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

- il conditionne la marge de la chaîne à quatre fils à l'égard de l'instabilité; à ce point de vue, la valeur de l'affaiblissement *a-t-b* dans la bande de 0 à 4 kHz constitue la valeur caractéristique;
- il conditionne la protection contre les échos qui peuvent circuler sur la chaîne à quatre fils, et il convient de noter que le fonctionnement des supprimeurs d'écho conçus pour les communications à long temps de propagation est perturbé lorsque l'affaiblissement *a-t-b* est faible. Du point de vue de l'écho, la valeur moyenne non pondérée du rapport de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz doit être provisoirement considérée comme étant la quantité qui caractérise l'affaiblissement *a-t-b*.

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

$$\text{Coefficient de réflexion} = \left| \frac{Z_2 - Z_B}{Z_2 + Z_B} \right|$$

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

L'introduction des circuits numériques à quatre fils dans les circuits de prolongement nationaux entraîne généralement une réduction de l'affaiblissement moyen et de la variabilité du circuit de prolongement. Voir le § 6 de l'Avis G.121.

Les caractéristiques définies dans cet Avis représentent les objectifs de fonctionnement du réseau.

1 Affaiblissement du trajet *a-t-b* au point de vue de la stabilité; affaiblissement des circuits nationaux de prolongement (anciennement partie A)

1.1 Pour assurer une stabilité adéquate aux communications internationales, il convient que l'affaiblissement mesuré ou calculé entre les extrémités virtuelles *a* et *b* de la figure 1/G.122 le long du trajet *a-t-b* dans le réseau national, ait une valeur au moins égale à

$$6 + \sum_{i=1}^n x_i$$

où x_i désigne la somme des affaiblissements nominaux dans les deux sens de transmission du i ème circuit, n étant le nombre de circuits de la portion nationale de la chaîne à quatre fils. La valeur de x_i est en principe comprise entre 0 et 2 dB et doit être choisie de façon que le risque d'un affaiblissement pour la stabilité (*a-b*) égal ou inférieur à 0 dB n'excède pas 6×10^{-3} quand le calcul est fait conformément aux conventions du document cité en [1].

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

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

Remarque 1 — La stabilité des communications téléphoniques internationales en dehors de la bande des fréquences effectivement transmises (c'est-à-dire au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 3400 Hz) dépend des affaiblissements suivants aux fréquences considérées:

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

Remarque 2 — En fixant à 6×10^{-3} le risque pour que l'affaiblissement pour la stabilité (*a-b*) ne dépasse pas 0 dB (conformément aux conventions du document cité en [1]), on obtiendrait du même coup un risque suffisamment réduit pour que la stabilité du bouclage sur la communication complète tombe à 3 dB ou moins, valeur satisfaisante pour la transmission de données au moyen du réseau à commutation, si l'on considère que l'affaiblissement d'équilibrage sera celui qui correspond à une ligne d'abonné terminée par un modem, normalement plus élevé que l'affaiblissement pour la stabilité inconditionnel.

On trouvera dans le tableau 1/G.122 (voir aussi [2]) une estimation de l'affaiblissement supplémentaire minimal susceptible de se produire aux fréquences supérieures et inférieures à celles de la bande de 300 à 3400 Hz.

TABLEAU 1/G.122

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

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

Il convient de noter que ces valeurs minimales supposent:

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

1.2 Pour le calcul (par exemple, pour vérifier si un plan de transmission particulier est acceptable), on peut supposer que la valeur moyenne de l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ pour la distribution des communications réelles est de $(10 + n)$ dB dans la bande de 300 à 3400 Hz (aux fréquences extérieures à cette bande, cette valeur peut être augmentée des quantités indiquées dans le tableau 1/G.122) et que les valeurs de cet affaiblissement dans toute la bande sont distribuées autour de la valeur moyenne avec un écart type de $\sqrt{(6,25 + 4n)}$ dB. La distribution effective n'est pas normale, mais on peut admettre qu'elle l'est, pour faciliter les calculs. Cette hypothèse comporte une grande marge de sécurité; c'est en se fondant sur elle que les graphiques de la figure 1/G.131 ont été établis.

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

- 1) somme des valeurs nominales des affaiblissements $a-t$ et $t-b$;
- 2) variation de ces affaiblissements en fonction du temps comme indiqué dans le § 3 de l'Avis G.151, en supposant une corrélation unité entre les variations dans les deux sens pour le même circuit;
- 3) écart, par rapport à la valeur nominale, de la valeur moyenne des affaiblissements des circuits;
- 4) moyenne et écart type de la distribution des affaiblissements d'équilibrage au terminateur t , cette distribution étant en principe déterminée pour toutes les communications réelles établies dans le réseau national.

1.3 Lorsqu'elles auront à formuler de nouveaux plans nationaux d'acheminement et de transmission pour des communications internationales, les Administrations seront encouragées à prendre comme objectif, pour l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ avec la distribution des communications réelles, une valeur moyenne d'au moins $(10 + n)$ dB.

1.4 Si l'on représente par s la somme

$$\sum_{i=1}^n x_i$$

dont il est question au § 1.1, on peut respecter la limite qui y est recommandée en imposant, par exemple, les conditions simultanées suivantes au réseau national:

- 1) la somme des affaiblissements nominaux dans chaque sens de transmission $a-t$ et $t-b$, mesurés entre l'entrée à deux fils du terminateur t et l'une ou l'autre des extrémités virtuelles du circuit international, a ou b , doit être au moins égale à $(4 + s)$ dB. Il n'est pas nécessaire que les deux quantités $a-t$ et $t-b$ soient égales, ce qui autorise l'emploi d'un gain différentiel sur le réseau national. Cette dernière pratique peut être nécessaire pour satisfaire aux clauses du § 2 de l'Avis G.121, mais elle entraîne que les équivalents en service terminal de la chaîne à quatre fils complétée par les terminateurs peuvent être différents pour les deux sens de transmission. Lorsqu'on choisit la valeur nominale de l'affaiblissement $t-b$, on doit dans tous les cas garder présent à l'esprit le § 3 de l'Avis G.121, relative à l'équivalent de référence à l'émission minimal à imposer à chaque chaîne nationale pour éviter tout risque de surcharge dans le réseau international;
- 2) l'affaiblissement d'équilibrage du point de vue de la stabilité, au terminateur t , doit avoir une valeur au moins égale à 2 dB dans toutes les conditions de terminaison rencontrées en exploitation normale.

1.5 L'objectif recommandé au § 1.3 pourrait être atteint si, en plus de la condition prévue au § 1.4, la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage du point de vue de la stabilité au terminateur était au moins égale à 6 dB, ces valeurs se rapportant à la répartition des communications réelles.

Remarque 1 – Le manuel cité en [3] décrit quelques méthodes proposées, et dans certains cas utilisées avec succès, pour améliorer l'affaiblissement d'équilibrage.

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

Remarque 3 – L'attention est attirée sur la remarque 3 du § 5 de l'Avis G.101 relative à l'affaiblissement nominal des circuits à quatre fils de faible longueur.

Remarque 4 – L'attention est attirée sur l'Avis Q.32 [4] relatif aux mesures à adopter pour assurer la stabilité des communications internationales pendant les périodes d'établissement et de libération d'une communication.

2 Affaiblissement du trajet $a-t-b$ au point de vue de l'écho

2.1 On a admis provisoirement que l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ au point de vue de l'écho a une valeur moyenne au moins égale à $(15 + n)$ dB avec un écart type, par rapport à la valeur moyenne, de $\sqrt{(9 + 4n)}$ dB, n étant le nombre de circuits à quatre fils de la chaîne nationale.

2.2 L'affaiblissement d'écho ($a-b$) s'obtient à partir de l'intégrale de la caractéristique de transfert de puissance $A(f)$ pondérée par une pente négative de 3 dB/octave comprise entre 300 et 3400 Hz, de la manière suivante:

$$\text{Affaiblissement d'écho } L_e = 3,85 - 10 \log_{10} \left[\int_{300}^{3400} \frac{A(f)}{f} df \right] \text{ dB.}$$

Remarque 1 — La méthode susmentionnée remplace une méthode utilisée précédemment dans laquelle l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ du point de vue de l'écho était provisoirement défini comme étant l'expression, en unités de transmission, de la valeur moyenne non pondérée du rapport de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz. On a estimé que la nouvelle méthode s'adaptait mieux à l'opinion subjective pour les communications individuelles. Cependant, une Administration a fait savoir que les distributions d'affaiblissement de trajet d'écho pour un échantillon important de communications réelles, calculées à l'aide des deux méthodes, ont presque des moyennes et un écart type identiques. En conséquence, les données rassemblées à l'aide de l'ancienne méthode sont encore considérées comme utiles pour les études de planification.

Remarque 2 — Il a été démontré qu'un signal de bruit blanc n'est pas nécessairement le meilleur moyen de mesurer le niveau de l'écho résiduel après la suppression, car un compensateur d'écho n'aboutit pas exactement au même résultat avec ce genre de signal qu'avec un signal vocal réel. Il peut être préférable d'utiliser le signal téléphonique conventionnel (Avis G.227 [5]) ou mieux encore, un signal vocal artificiel [6]. Le signal de bruit pondéré recommandé ci-dessus est un compromis satisfaisant.

2.3 La limite provisoire indiquée au § 2.1 peut être réalisée dans les conditions suivantes, données à titre d'exemple: la valeur moyenne de la somme des affaiblissements $a-t$ et $t-b$, au point de vue de l'écho, serait au moins égale à $(4 + n)$ dB, avec un écart type par rapport à la moyenne ne dépassant pas $2\sqrt{n}$ dB; l'affaiblissement d'équilibrage au point de vue de l'écho, au termineur t , serait au moins égal à 11 dB avec un écart type par rapport à la moyenne ne dépassant pas 3 dB.

ANNEXE A

(à l'Avis G.122)

Mesure de l'affaiblissement de la stabilité ($a-b$) et de l'affaiblissement de l'écho ($a-b$)

L'affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) et l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$) tels qu'ils sont respectivement définis dans les § 1.1 et 1.2 peuvent être mesurés au moyen d'un appareil placé au centre international, conformément au principe décrit à la figure A-1/G.122.

En ce qui concerne la mesure de l'écho, la réponse combinée des filtres d'émission et de réception doit être telle que la définition provisoire donnée au § 2.2 du texte de l'Avis soit effectivement appliquée — de telle manière, par exemple, que la différence entre un affaiblissement d'écho mesuré et un affaiblissement d'écho calculé à partir de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne dépasse pas 0,25 dB.

La répartition de la réponse totale entre l'émission et la réception n'a aucun caractère critique, et l'on peut utiliser toute division raisonnable pourvu que:

- l'on évite, dans les systèmes de transmission nationaux, des perturbations excessives entre voies, dues au spectre illimité du signal transmis;
- les signaux non désirés pouvant donner lieu à des erreurs, bourdonnements, bruit de circuit, résidu de la porteuse, par exemple, soient interdits à l'entrée du récepteur.

Des arrangements appropriés (non représentés sur le dessin) sont nécessaires pour l'accès (manuel ou automatique) aux commutateurs quatre fils au centre international, de même que pour assurer qu'il est dûment tenu compte des niveaux de transmission aux points effectifs de commutation.

En ce qui concerne la mesure de la stabilité, si l'on fait usage d'un oscillateur à balayage, il convient de prendre garde au risque de fonctionnement intempestif des systèmes nationaux de signalisation.

Dans ces deux mesures, on peut obtenir des résultats anormaux s'il y a des supprimeurs d'écho dans les circuits de prolongement nationaux.

Pour mesurer l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$), la sortie du filtre d'émission est tout d'abord connectée à l'entrée du filtre de réception; le niveau approprié est alors réglé et il en est pris note. L'appareil est ensuite connecté comme indiqué à la figure A-1/G.122 et il est pris note de la nouvelle indication qui s'inscrit sur le cadran. L'affaiblissement ainsi établi est l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$).

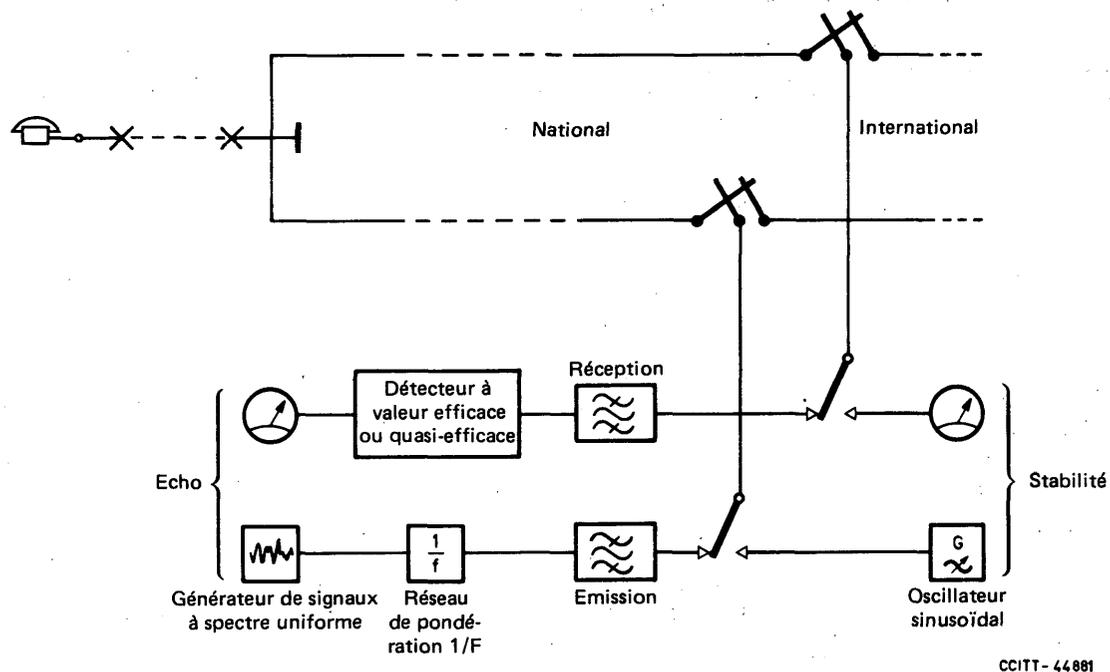


FIGURE A-1/G.122

Principe de la mesure de l'affaiblissement sur le trajet a-t-b aux points de vue de la stabilité et de l'écho

ANNEXE B

(à l'Avis G.122)

Explication des termes relatifs au trajet a-t-b

(Contribution de British Telecom et de l'Australie)

B.1 Affaiblissement d'adaptation

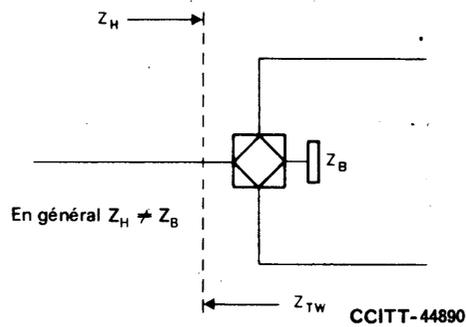
L'affaiblissement d'adaptation est une grandeur qui indique le degré d'adaptation entre deux impédances. Il a pour expression:

$$\text{Affaiblissement d'adaptation de } Z_1 \text{ par rapport à } Z_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2} \right| \text{ dB}$$

Le terme «affaiblissement d'adaptation» ne devrait être utilisé que pour les circuits à deux fils, transmettant des signaux simultanément dans les deux sens.

B.2 Affaiblissement d'équilibrage

Le préambule à l'Avis G.122 donne de l'affaiblissement d'équilibrage une définition précise, illustrée par la figure B-1/G.122.



$$\text{Affaiblissement d'équilibrage} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ dB}$$

FIGURE B-1/G.122

Il importe que la partie en deux fils se prête à l'étude projetée: si l'on étudie par exemple l'écho de la parole, le poste téléphonique doit être en position de conversation.

Dans le cas particulier, qui se présente d'ailleurs très souvent, où les impédances sur chaque trajet de la partie en quatre fils sont aussi égales à Z_B (par exemple, 600 ohms), l'équipement terminal présente au point en deux fils une impédance sensiblement égale à Z_B . La figure B-2/G.122 illustre ce cas.

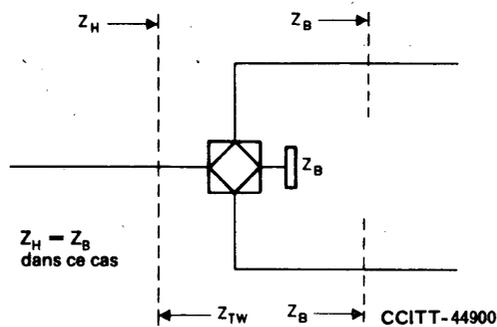


FIGURE B-2/G.122

Il faut toujours utiliser le terme «affaiblissement d'équilibrage» et non «affaiblissement d'adaptation» pour désigner la partie de l'affaiblissement du trajet *a-t-b* imputable au degré d'adaptation entre Z_B et Z_{TW} .

B.3 Affaiblissement du trajet a-t-b

Il peut y avoir des risques de confusion dans la mesure où cette notion peut s'appliquer à des systèmes qui ne comportent pas matériellement de point «t», par exemple dans certaines simulations en laboratoire de communications de grande longueur dans lesquelles l'écho est introduit par un circuit unidirectionnel asservi qui «enjambe» les deux circuits à quatre fils. Il est nécessaire de mentionner le point «t» dans l'Avis puisque celui-ci s'applique à des réseaux téléphoniques publics, réels, à commutations.

On se trouve généralement en présence de l'un des deux cas suivants:

Cas 1: Le point «t» existe (figure B-3/G.122).

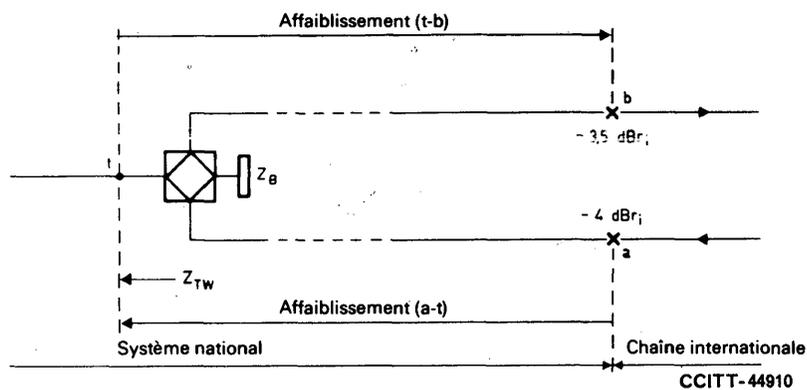


FIGURE B-3/G.122

L'affaiblissement du trajet $a-t-b$ peut être calculé comme suit:

$$\text{Affaiblissement (a-t)} + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{affaiblissement (t-b)}$$

Ce schéma est tracé en fonction des extrémités virtuelles du circuit international et des niveaux relatifs correspondant à ces extrémités. L'indice i dans l'abréviation dB_i signifie que ces niveaux relatifs sont définis par rapport à un point à 0 dB du circuit international.

Il est évident que l'on peut, dans la pratique, utiliser tout autre couple de niveaux relatifs appropriés (différant de $0,5 \text{ dB}$ dans le sens convenable), par exemple les niveaux de commutation réellement utilisés dans un centre international.

Cas 2: Il n'existe pas de point «t» (figure B-4/G.122).

Cette hypothèse concerne tout particulièrement les dispositifs utilisés pour les essais en laboratoire.

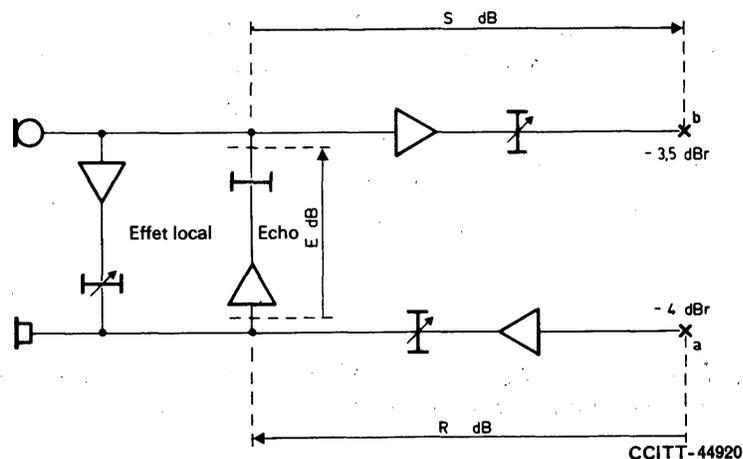


FIGURE B-4/G.122

Dans ce cas, on peut calculer l'affaiblissement du trajet $a \llcorner t \gg b$ comme suit: $(R + E + S)$ dB (en admettant que la réaction acoustique sur le circuit téléphonique à quatre fils est négligeable).

Dans les deux cas, il est théoriquement possible de mesurer directement l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ en appliquant les principes décrits dans l'annexe A, c'est-à-dire en injectant un signal au point a et en mesurant le résultat obtenu au point b , de sorte que l'on obtient dans tous les cas:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{affaiblissement} \\ \text{du trajet } a-t-b \end{array} \right\} \equiv \left\{ \begin{array}{l} \text{affaiblissement du} \\ \text{trajet entre } a \text{ et } b \end{array} \right\}$$

ou, plus simplement:

$$\text{affaiblissement } (a-t-b) \equiv \text{affaiblissement } (a-b)$$

B.4 Affaiblissements du point de vue de la stabilité et de l'écho

Les grandeurs considérées ci-dessus sont fonction de la fréquence; elles donnent une courbe distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence. Lorsqu'il faut définir une telle courbe avec une seule valeur numérique, on utilise généralement des expressions explicatives, par exemple «affaiblissement du trajet $a-t-b$ du point de vue de la stabilité (ou de l'écho)». On pourrait en fait utiliser des expressions plus courtes: affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) et affaiblissement pour l'écho ($a-b$).

Le texte du présent Avis définit comme suit ces descriptions à numéro unique: l'affaiblissement de la stabilité ($a-b$) est la plus faible valeur (mesurée ou calculée) dans la bande de 0 à 4 kHz (voir le § 1), et l'affaiblissement de l'écho ($a-b$) est une intégrale pondérée de la fonction d'affaiblissement en fonction de la fréquence dans la bande de 300 à 3400 Hz, conformément à la définition figurant au § 2.

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho est disponible sous la forme d'un graphique ou sous celle d'un tableau, il est souhaitable d'appliquer, pour le calcul de l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$) d'autres méthodes que celles suggérées pour les mesures en service spécifiées dans l'annexe A.

Remarque — Lors de l'évaluation de l'affaiblissement pour l'écho à partir de données présentées sous forme de graphiques ou de tableaux, il convient de prendre un nombre de fréquences ponctuelles suffisant pour s'assurer que l'influence de la forme de la caractéristique d'amplitude en fonction de la fréquence est correctement préservée. Plus cette forme est irrégulière, plus il convient de prendre de fréquences pour un niveau de précision déterminé.

Données graphiques (règle du trapèze)

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho est disponible sous forme graphique (ou lorsque les données ont été mesurées de manière appropriée), l'affaiblissement pour l'écho peut être calculé comme suit au moyen de la règle du trapèze:

- 1) Diviser la bande de fréquences (300 Hz à 3400 Hz) en N sous-bandes d'égale largeur sur une échelle logarithmique de fréquences.
- 2) A chacune des $(N + 1)$ fréquences aux lisières des sous-bandes, relever la valeur de l'affaiblissement pour l'écho pour chacune de ces fréquences considérées et exprimer cette valeur sous la forme d'un rapport entre les puissances d'entrée et de sortie A_i .
- 3) Calculer ensuite la valeur de l'affaiblissement pour l'écho en se servant de la formule suivante:

$$L_e = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \left(\frac{A_0}{2} + A_1 + A_2 \dots + A_{N-1} + \frac{A_N}{2} \right) \right]$$

Données présentées sous forme de tableaux

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho n'est disponible qu'aux fréquences discrètes $N + 1$, lesquelles sont espacées de manière non uniforme sur une échelle logarithmique de fréquences, il convient de procéder comme suit:

On trouve dans le texte une approximation de la formule de calcul de l'affaiblissement pour l'écho:

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} \sum_{i=1}^N (A_i + A_{i-1}) (\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1})$$

dans laquelle

A_0 est le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence $f_0 = 300$ Hz,

A_i le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence f_i et

A_N le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence $f_N = 3400$ Hz.

Remarque 1 – Cette approximation consiste à considérer, par hypothèse, que, dans le cadre de la sous-bande f_{i-1} à f_i , le rapport des puissances demeure constant et qu'il a la valeur: $A(f) = (A_i + A_{i-1})/2$.

Remarque 2 – Dans la formule d'approximation, la constante 3,24 résulte d'une combinaison de la constante 3,85 utilisée dans la définition et d'autres constantes résultant de l'approximation.

Comme le montre l'exemple du tableau B-1/G.122, la somme des termes du produit de la formule d'approximation peut être facilement calculée:

TABLEAU B-1/G.122

f_i (Hz)	$\log_{10} f_i$	$\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1}$	Affaiblissement (dB)	Rapport A_i	$A_i + A_{i-1}$	(3) × (6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
300	2,477		∞	0		
		0,222			0,124	0,0275
500	2,699		9,05	0,124		
		0,204			0,402	0,0820
800	2,903		5,56	0,278		
		0,097			0,636	0,0617
1000	3,000		4,46	0,358		
		0,176			0,838	0,1475
1500	3,176		3,19	0,48		
		0,125			0,970	0,1213
2000	3,301		3,09	0,49		
		0,097			0,881	0,0855
2500	3,398		4,08	0,391		
		0,079			0,571	0,0451
3000	3,477		7,45	0,180		
		0,055			0,180	0,0099
3400	3,532		∞	0		
Total						0,5804

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} 0,5804 = 5,6 \text{ dB}$$

B.5 Equivalent de référence du trajet d'écho

L'Avis G.131 porte sur des trajets complets d'écho de la parole; il est commode de définir ces trajets en termes d'équivalent de référence. On peut donc, conventionnellement, considérer l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho comme la contribution de cet affaiblissement à l'équivalent de référence total du trajet de l'écho de bouche à oreille. Ainsi qu'il est indiqué au § 2, on peut utiliser naturellement, lorsqu'il est déjà connu, l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$) en lieu et place de la somme des trois grandeurs suivantes: affaiblissement du trajet ($a-t$), affaiblissement d'équilibrage pour l'écho au point t et affaiblissement du trajet ($t-b$).

Ainsi, l'équivalent de référence total nominal du trajet de l'écho, ou «équivalent de référence pour l'écho», peut être calculé comme le montre la figure B-5/G.122:

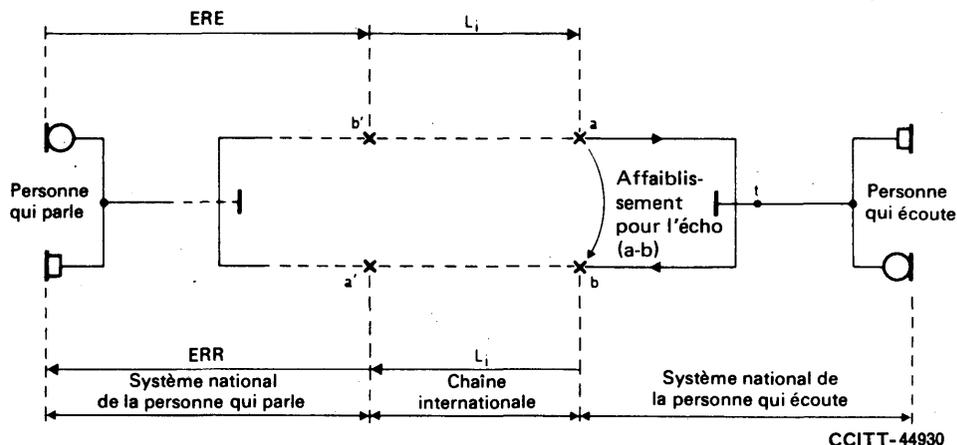


FIGURE B-5/G.122

Équivalent de référence pour l'écho

- = ERE + ERR du système national de la personne qui parle,
- + deux fois la valeur de l'affaiblissement de la chaîne internationale (c'est-à-dire $2 L_i$ à 800 ou 1000 Hz),
- + affaiblissement pour l'écho ($a-b$) du système national de la personne qui écoute (valeur moyenne calculée conformément aux dispositions de cet Avis).

B.6 Définitions utiles – Résumé

affaiblissement d'adaptation – S'applique à un circuit bidirectionnel à deux fils, définition classique.

affaiblissement d'équilibrage – Partie de l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ pouvant être attribuée à l'adaptation entre l'impédance «deux fils» et l'impédance d'équilibrage de l'équipement terminal. Cette définition n'est applicable que s'il existe un point « t ».

affaiblissement du trajet $a-t-b$ – Peut être considéré comme l'affaiblissement ($a-b$), qu'il existe matériellement ou non un point « t ».

affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) – La plus petite valeur de l'affaiblissement ($a-b$) dans la bande de 0 à 4 kHz.

affaiblissement pour l'écho ($a-b$) – Valeur moyenne de l'affaiblissement ($a-b$), calculée conformément à la définition figurant au § 2 du présent Avis.

affaiblissement d'équilibrage pour l'écho – Valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage, calculée conformément au § 2 du présent Avis.

équivalent de référence pour l'écho – Somme des grandeurs suivantes: équivalent de référence à l'émission et équivalent de référence à la réception du système national de la personne qui parle, double de l'affaiblissement sur la chaîne internationale et affaiblissement pour l'écho ($a-b$) du système national de la personne qui écoute.

Références

- [1] *Calcul de la stabilité des communications internationales établies conformément au plan de la transmission et de commutation*, CCITT, Livre vert, tome III.2, supplément n° 1, UIT, Genève, 1973.
- [2] Avis du CCITT *Équipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 2.
- [3] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [4] Avis du CCITT *Réduction, par des méthodes de commutation, des risques d'instabilité*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.32.
- [5] Avis du CCITT *Signal téléphonique conventionnel*, tome III, fascicule III.2, Avis G.227.
- [6] CCITT – Question 8/XII, annexe 2, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

BRUITS DE CIRCUIT DANS LES RÉSEAUX NATIONAUX

*(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)***1 Bruits induits par des lignes électriques (anciennement partie A)**

L'objectif pour la qualité de fonctionnement du réseau relatif à la force électromotrice psophométrique correspondant aux bruits dus à l'induction magnétique et/ou à l'influence électrique de l'ensemble des lignes électriques agissant sur une ou plusieurs parties de la chaîne des lignes téléphoniques¹⁾ qui relie le poste d'abonné au centre international dont il dépend ne devrait pas dépasser 1 millivolt, cette valeur étant déterminée aux bornes de «ligne»¹⁾ du poste d'abonné (considéré à la réception) dans l'hypothèse que les installations de télécommunication insérées dans cette chaîne sont symétriques par rapport à la terre, cette symétrie étant aussi parfaite que possible, conformément à la technique la plus moderne de construction des appareils.

Même dans le cas de lignes¹⁾ parfaitement symétriques, l'introduction d'installations présentant un déséquilibre trop important par rapport à la terre peut faire apparaître un bruit inadmissible aux bornes du récepteur de l'abonné.

Dans la pratique, on peut généralement déterminer, dans chaque réseau national, des centres de commutation tels qu'un certain nombre de lignes¹⁾ y aboutissant (lignes¹⁾ en câble établies conformément aux spécifications du CCITT) sont pratiquement exemptes de bruit dû à l'action de lignes électriques voisines. Il suffit alors d'effectuer les calculs des forces électromotrices psophométriques provenant de l'ensemble des lignes électriques agissant sur une ou plusieurs parties de la chaîne des lignes¹⁾ téléphoniques qui relie un tel centre au poste d'abonné.

2 Bruits provenant des systèmes de transmission (anciennement partie B)**2.1 Systèmes analogiques****2.1.1 Circuits de très grande longueur (d'environ 2500 à 25 000 km)**

Si un circuit de prolongement de plus de 2500 km est utilisé dans un pays de grande étendue, il doit satisfaire à toutes les recommandations applicables à un circuit international de même longueur (Avis G.153). Cela implique que l'objectif pour les projets d'équipement relatif au bruit de ligne dans les voies utilisées pour fournir ce circuit, ne dépasse pas 2 pW0p/km.

2.1.2 Circuits dont la longueur est inférieure à 2500 km

Ces circuits doivent être conformes aux spécifications de l'Avis G.152. Cela implique que, suivant les objectifs de bruit indiqués dans l'Avis G.222 [1], les bruits introduits sur la ligne ne doivent pas dépasser, en moyenne, 3 pW0p/km et la puissance psophométrique correspondant au bruit produit par les divers équipements de modulation doit être conforme aux dispositions de l'Avis cité en [2].

Compte tenu de la structure particulière d'un circuit réel, il convient d'appliquer les Avis pertinents: Avis G.226 [3] (CCITT) [pour les systèmes en câbles], Avis 395-2 [4] (CCIR) [pour les systèmes à faisceaux hertziens], afin d'évaluer les conditions de bruit.

Remarque 1 – Le bruit admissible produit par l'équipement n'est pas lié au fait que les circuits font partie d'une chaîne internationale à quatre fils ou qu'ils lui sont reliés par une commutation en deux fils. Toutefois, les puissances du bruit de circuit permettent de penser que les communications fictives de référence indiquées dans l'Avis G.103 sont, ou seront à l'avenir, suffisamment représentatives des communications. Elles permettent également de penser que la longueur totale des circuits reliant le central local au centre primaire n'est pas excessive. L'attention des Administrations est appelée sur une conclusion des études effectuées par le CCITT pendant la période d'études 1964-1968, selon laquelle si l'augmentation du pourcentage d'opinion «médiocre» ou «mauvaise» sur la qualité des communications, en raison du bruit introduit sur les circuits reliant le central local au centre primaire, ne doit pas dépasser la moitié de celui qui est causé par la présence, dans la communication, de toutes les autres sources de bruit de circuit, il convient alors de limiter le bruit introduit par chacun de ces circuits à environ 500 pW0p (moyenne pour toutes les voies du système pendant une heure quelconque).

Remarque 2 – Dans les conditions ci-dessus et en se fondant sur les valeurs maximales de bruit admises pour des couples de modulateurs de voie (200 pW0p), des modulateurs de groupe primaire (80 pW0p) et des modulateurs de groupe secondaire (60 pW0p), on peut considérer qu'une puissance totale de bruit de 500 pW0p ne sera pas dépassée dans un circuit reliant le central local au centre primaire (figure 1/G.103) lorsque sa longueur est inférieure à environ 50 à 100 km.

¹⁾ Le mot «ligne» est utilisé dans ce § 1 pour désigner la ligne d'abonné, le circuit local ou le circuit interurbain.

Remarque 3 – Dans les cas où ces circuits fonctionnent avec des compresseurs-extenseurs conformes aux dispositions de l'Avis G.162, les puissances de bruit admises doivent s'entendre avec effet du gain de compresseur-extenseur compris.

2.2 *Systèmes numériques*

Les circuits établis sur des systèmes MIC satisfaisant aux dispositions des Avis de la série G.700, et notamment de l'Avis G.712, présenteront [5] une qualité acceptable au point de vue du bruit qui sera dans une large mesure indépendante de leur longueur.

3 **Bruit dans un central automatique national à quatre fils**²⁾ (anciennement partie C)

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

Les conditions auxquelles doit satisfaire le bruit dans un central automatique national à quatre fils sont définies par référence à une «connexion à travers ce central». On entend par cette expression la paire de fils correspondant à un sens de transmission et reliant le point d'entrée d'un circuit qui arrive au central au point de sortie d'un autre circuit qui en part. Ces points d'entrée et de sortie sont ceux définis dans l'Avis Q.45 (points A et D de la figure 1/Q.45 [8]) et ne sont pas nécessairement les mêmes que les points d'accès pour les essais définis dans l'Avis M.640 [9].

3.2 *L'objectif pour les projets d'équipement relatif à la puissance moyenne de bruit au cours de l'heure chargée*

La puissance moyenne du bruit au cours d'une longue période pendant l'heure chargée ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

- 1) bruit de pondération psophométrique: -67 dBm0p (200 pW0p)
- 2) bruit non pondéré: -40 dBm0 (100 000 pW0) mesuré au moyen d'un appareil ayant une courbe de réponse uniforme dans toute la bande de 30 à 20 000 Hz.

Remarque – Les mesures doivent être faites sur un nombre suffisant de communications différentes de manière à représenter les divers trajets possibles au travers du centre.

3.3 *L'objectif pour les projets d'équipement relatif au bruit impulsif au cours de l'heure chargée*

Le nombre des comptages d'impulsions de bruit pendant cinq minutes ne doit pas dépasser 5 à un niveau de seuil de -35 dBm0 (pour la méthode de mesure, voir l'Avis cité en [10]).

Remarque – La figure 3/Q.45 [11] montre le nombre maximal d'impulsions de bruit acceptable pour une période de cinq minutes.

4 **Limite pour le bruit dû à un système national** (Indications données aux fins de la planification) (anciennement partie D)

Les puissances de bruit indiquées dans le texte ci-après sont des valeurs nominales.

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

La puissance psophométrique du bruit appliquée par le système émetteur national en un point de niveau relatif zéro du premier circuit international ne doit pas dépasser la plus petite des deux quantités $(4000 + 4L)$ ou $(7000 + 2L)$ pWp, L étant la longueur totale en kilomètres des systèmes MRF à grande distance de la chaîne nationale. Les quantités correspondantes rapportées à l'extrémité virtuelle d'émission sont $(1800 + 1,8L)$ et $(3100 + 0,9L)$ pWp.

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

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

²⁾ Conformément à l'Avis Q.31 [6] les limites recommandées sont les mêmes que dans l'Avis Q.45 [7].

Limite pour le bruit dû à un système national

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

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

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

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

La figure A-1/G.123 représente la chaîne fictive de référence établie dans ce cas pour le système émetteur national³⁾. On admet que le circuit reliant le central local au centre primaire est établi sur un système MRF à courants porteurs, dont la longueur ne dépasse pas 250 km, et qu'il est exploité avec un affaiblissement nominal de 3 dB. La puissance maximale de bruit sur ce circuit est de 2000 pW0. On suppose également que le circuit reliant le centre primaire au centre secondaire est établi sur un système MRF à courants porteurs du même type.

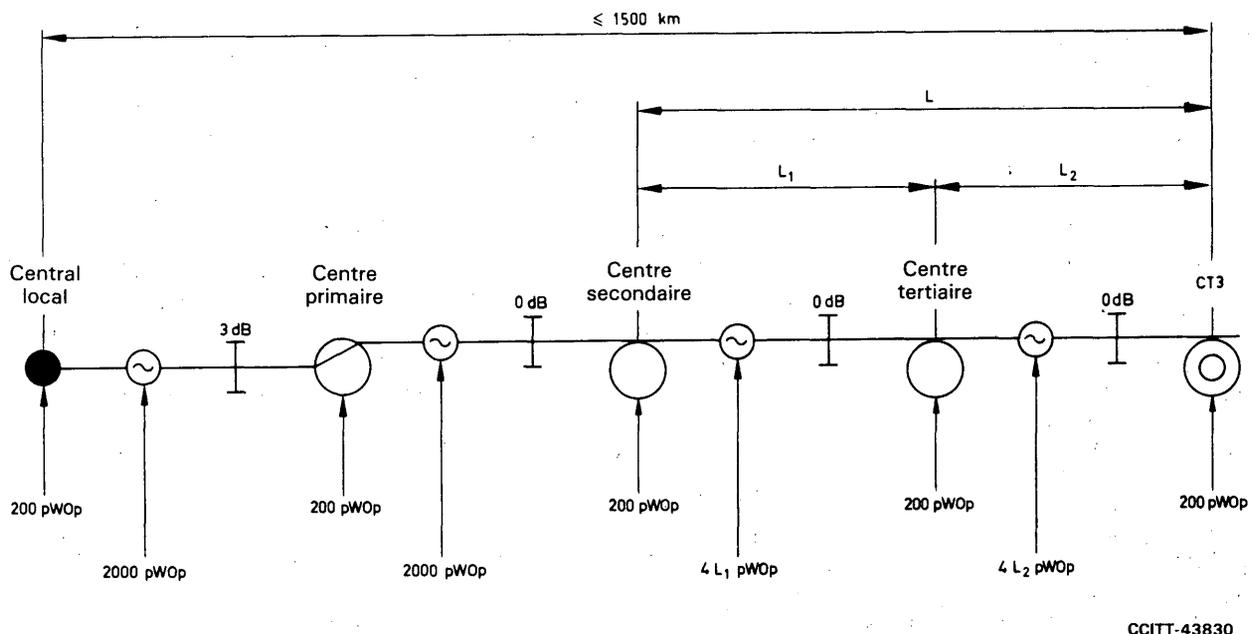


FIGURE A-1/G.123

³⁾ Note du secrétariat du CCITT — Les valeurs de bruit qui apparaissent sur cette figure sont des valeurs maximales; voir aussi la partie correspondante de la figure 1/G.103.

On suppose que le taux de bruit en ligne, pour les deux circuits interurbains à grande distance, est de 4 pW/km et que la longueur de ligne totale correspondant à ces deux circuits ($L_1 + L_2$ dans la figure A-1/G.123) est voisine de la limite de 1500 km qui définit arbitrairement un «pays d'étendue moyenne» dans l'Avis G.121. On suppose donc que la distance couverte par les deux systèmes à courte distance ne représente qu'une faible proportion de la longueur totale du système émetteur national complet.

Conformément au § 3 du présent Avis ou de l'Avis Q.31 [6], on suppose que chaque central introduit une puissance de bruit de 200 pWp.

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

$$200 + 4L_2 + 200 + 4L_1 + 200 + 2000 + 200 + \frac{1}{2}(2000) + \frac{1}{2}(200) = 3900 + 4L \text{ pW0},$$

où $L = L_1 + L_2$. Ce résultat peut être arrondi, pour des raisons de commodité, à $4000 + 4L \text{ pW0}$.

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

A.5 Pays de grande étendue

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

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

La règle applicable aux pays de grande étendue est indiquée dans la figure A-2/G.123, où la droite $4000 + 4L$ passe par le point de coordonnées (1500 km, 10 000 pW). On trace une droite dont la pente est de 2 pW/km et qui passe par le même point; son ordonnée à l'origine est de 7000 pW. La formule applicable aux pays de grande étendue est en conséquence $7000 + 2L \text{ pW0}$. (Pour simplifier, on n'a pas tenu compte de l'affaiblissement nominal de 0,5 dB pour le dernier circuit national.)

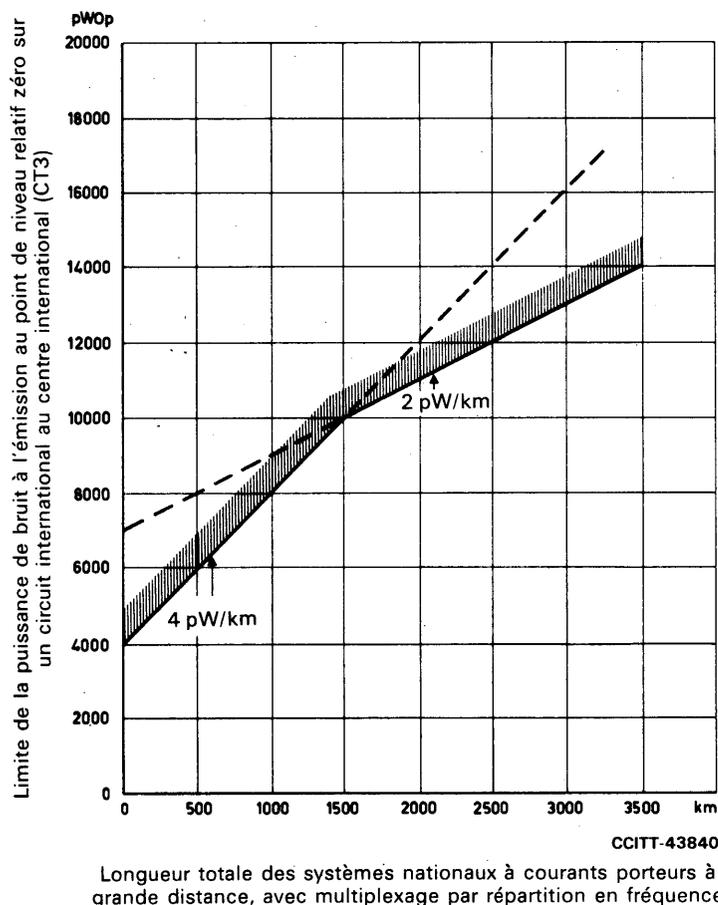


FIGURE A-2/G.123

Références

- [1] 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.
- [2] *Ibid.*, § 4.
- [3] Avis du CCITT *Bruit sur une liaison réelle*, tome III, fascicule III.2, Avis G.226.
- [4] Avis du CCIR *Bruit dans la partie radioélectrique de circuits à établir sur des liaisons réelles utilisant des faisceaux hertziens de téléphone à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 395-2, UIT, Genève, 1978.
- [5] Avis du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC aux fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.712.
- [6] Avis du CCITT *Bruit dans un canal automatique national à quatre fils*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.31.
- [7] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [8] *Ibid.*, figure 1/Q.45.
- [9] Avis du CCITT *Connexions en quatre fils établies par commutation et mesures sur circuits à quatre fils*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.640.
- [10] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45, annexe A.
- [11] *Ibid.*, figure 3/Q.45.

Avis G.125

CARACTÉRISTIQUES DES CIRCUITS NATIONAUX ÉTABLIS SUR DES SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

Les circuits à courants porteurs qui sont susceptibles de faire partie de communications internationales doivent, en ce qui concerne la distorsion d'affaiblissement, permettre de satisfaire aux recommandations de l'Avis G.132. Ces circuits doivent transmettre tous les types de signaux (par exemple, parole, données, fac-similé) que l'on peut normalement s'attendre à rencontrer, compte tenu des Avis, sur une telle partie de communication.

Les recommandations relatives à la qualité des circuits nationaux du point de vue des bruits se trouvent dans l'Avis G.123 (bruits de circuit dans les réseaux nationaux).

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

La présente sous-section indique les caractéristiques globales recommandées pour la chaîne à quatre fils définie au § 2 de l'Avis G.101.

Avis G.131

STABILITÉ ET ÉCHOS

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Stabilité de la transmission téléphonique (anciennement partie A)

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

- les variations de l'affaiblissement des circuits en fonction du temps et selon les circuits (voir le § 3 de l'Avis G.151);

- la distorsion d'affaiblissement des circuits (voir le § 1 de l'Avis G.151);
- la répartition des affaiblissements d'équilibrage pour la stabilité (voir le § 1 de l'Avis G.122).

On a calculé la stabilité de communications internationales et à l'aide des résultats obtenus on a établi un graphique (figure 1/G.131) montrant la proportion de communications (parmi toutes les communications possibles) qui présenteront probablement une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3 dB en fonction du nombre de circuits dont se compose la chaîne à quatre fils et des valeurs moyennes de l'affaiblissement d'équilibrage que l'on peut supposer. Bien entendu, la proportion de communications réellement établies qui présenteront une stabilité inférieure ou égale aux valeurs considérées sera beaucoup plus petite.

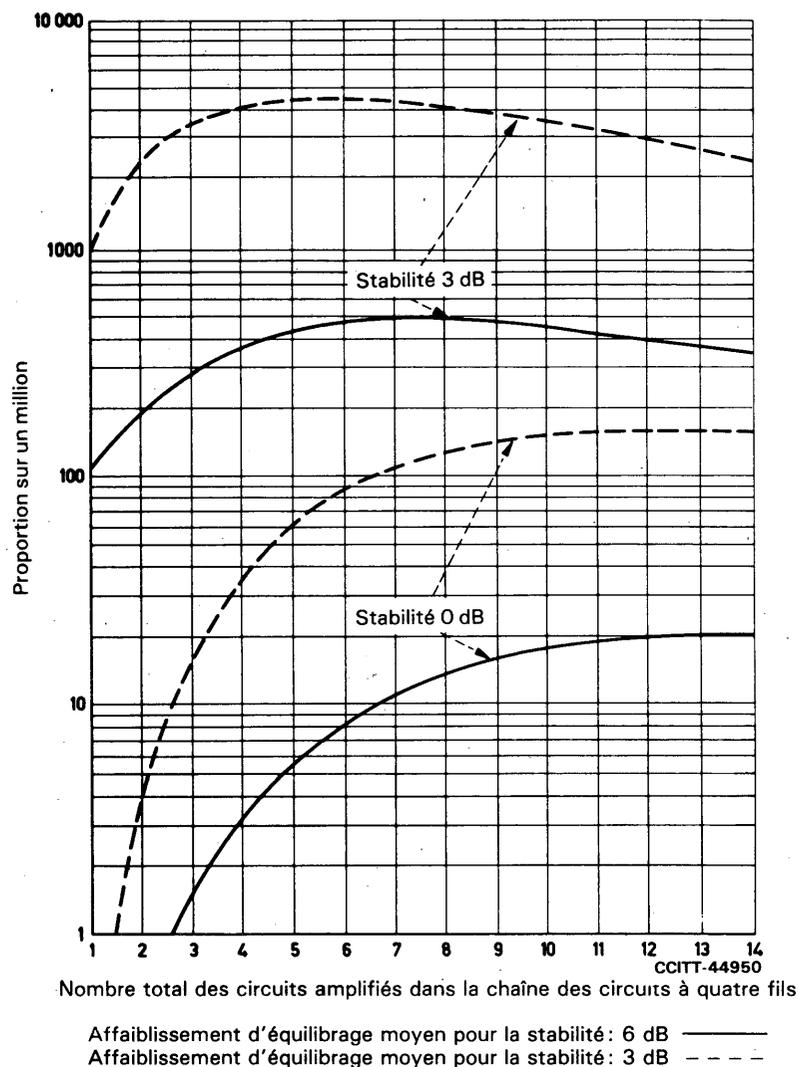


FIGURE 1/G.131

Proportion de communications possibles présentant une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3 dB

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

Les présents calculs reposent sur les hypothèses simplificatrices suivantes:

- a) les circuits nationaux sont ajoutés à la chaîne internationale en respectant le § 1, de l'Avis G.122;
- b) l'écart type de l'affaiblissement parmi les circuits internationaux établis sur des groupes primaires équipés de régulation automatique du gain est de 1 dB. Ceci concorde avec les hypothèses du § 1.2 de l'Avis G.122 et les résultats de la 10^e série de mesures de la Commission d'études IV indiquent que l'on se rapproche de l'objectif visé (1,1 dB était l'écart type des données relevées, et la proportion des groupes primaires internationaux non régulés décroît de manière significative);
- c) les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission sont en corrélation complète;
- d) l'écart de la valeur moyenne de l'affaiblissement par rapport à la valeur nominale est nul. On ne dispose que de peu de renseignements, jusqu'ici, sur les circuits internationaux dont la maintenance s'effectue entre bornes à quatre fils;
- e) on n'a pas tenu compte des variations et distorsions introduites par les centraux nationaux et internationaux;
- f) la variation de l'affaiblissement des circuits à des fréquences autres que la fréquence de mesure est la même qu'à la fréquence de mesure;
- g) on n'a pas tenu compte de la distorsion d'affaiblissement. Cela semble justifiable parce que de faibles valeurs d'affaiblissement d'équilibrage se présentent aux extrémités de la bande transmise et sont, de la sorte, associées à des valeurs plus élevées de l'affaiblissement;
- h) toutes les distributions sont gaussiennes.

Compte tenu de ces hypothèses, on peut conclure que les Avis du CCITT constituent un tout logique et que, s'ils sont observés et si la norme de maintenance fixée pour la variation d'affaiblissement des circuits est maintenue, il ne devrait pas y avoir de problèmes d'instabilité dans le plan de transmission. Il est évident également que ceux des réseaux qui ne peuvent présenter un affaiblissement d'équilibrage meilleur que 3 dB en moyenne, avec un écart type de 1,5 dB, présentent peu de risques de compromettre sérieusement la stabilité des communications internationales en ce qui concerne l'amorçage d'oscillations. Cependant, la distorsion au voisinage immédiat du point d'amorçage et les effets d'écho qui peuvent en résulter ne justifient pas que l'on se satisfasse de cette situation.

Les détails des calculs sont donnés dans le document cité en [1].

2 Limitation des échos (anciennement partie B)

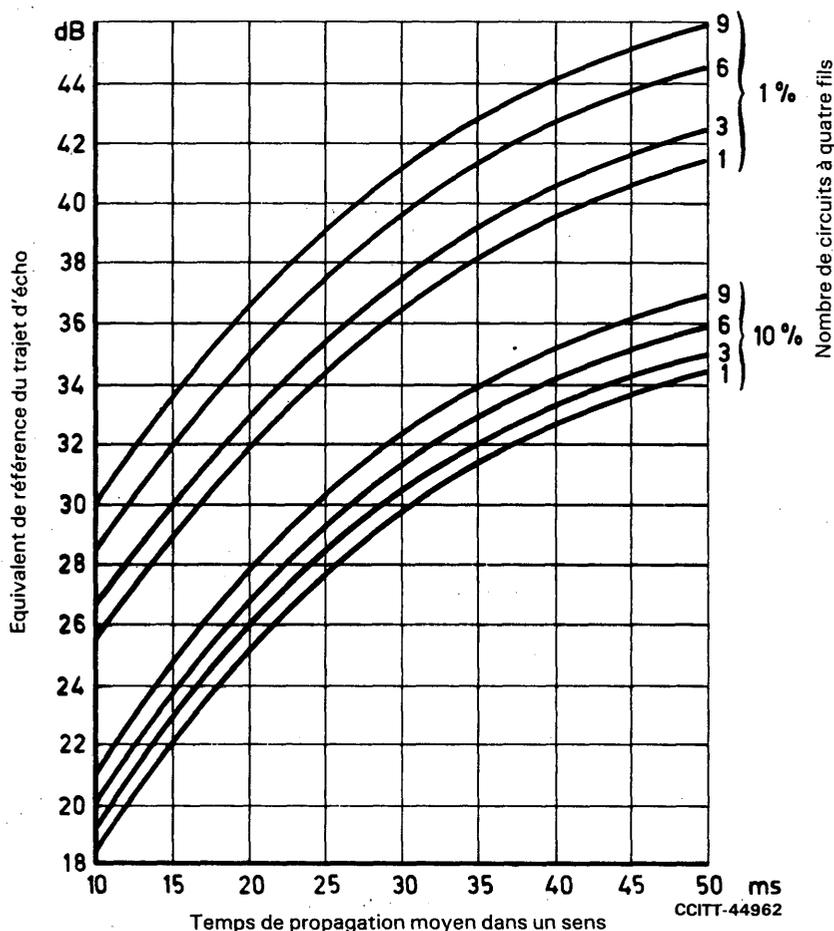
Les circuits principaux d'un réseau téléphonique moderne qui écoule des communications internationales sont des circuits à courants porteurs à grande vitesse de transmission sur paires symétriques ou coaxiales ou sur faisceaux hertziens; aucun dispositif de réduction d'écho tel que le supprimeur d'écho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

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

2.1 Réglage de l'équivalent

Les courbes de la figure 2/G.131 indiquent la valeur minimale de l'équivalent de référence nominal ¹⁾ du trajet d'écho qu'il faut introduire pour ne pas être obligé de recourir à un supprimeur d'écho. L'équivalent de référence est indiqué en fonction du temps de propagation moyen dans un sens. La façon dont ces courbes ont été obtenues est expliquée dans le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule et un exemple de leur application figure dans l'annexe A au présent Avis.

¹⁾ Alors que la figure 2/G.131 est fondée sur les valeurs nominales de l'affaiblissement des circuits locaux et des circuits interurbains, elle se réfère aux valeurs minimales de l'équivalent de référence à l'émission et de l'équivalent de référence à la réception des systèmes d'abonnés (voir aussi le § 1.7 de l'appendice à la section 1 des Avis de la série G).



Remarque 1 – Les pourcentages indiqués correspondent à la probabilité de rencontrer un écho gênant.

Remarque 2 – L'équivalent de référence du trajet d'écho est ici défini par 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 terminal, et les bornes de la ligne à deux fils du termineur 2 fils/4 fils, à l'extrémité correspondant à l'abonné qui écoute;
- de la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, et
- des équivalents de référence 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.

FIGURE 2/G.131

Courbes de tolérance à l'écho

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

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

- jusqu'à une longueur d'artère de 500 km: 0,5 dB;
- pour une longueur d'artère comprise entre 500 et 1000 km: 1,0 dB;
- en plus chaque fois que la longueur augmente de 500 km, ou pour la dernière fraction inférieure à 500 km: 0,5 dB.

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

2.2 Dispositifs de réduction d'écho

Le type préféré de supprimeur d'écho est un demi-supprimeur d'écho différentiel terminal commandé à distance. Plusieurs types de demi-supprimeurs d'écho sont en service dans le réseau international: l'un qu'il ne convient d'employer que pour des communications dans lesquelles le temps de propagation moyen dans un sens ne dépasse pas 50 ms (appelé supprimeur d'écho pour court temps de propagation), les autres convenant à des communications qui ont des temps de propagation moyens dans un sens quelconque et en particulier nettement supérieurs à 50 ms (supprimeurs d'écho pour long temps de propagation, comme ceux qui sont utilisés sur les circuits établis sur des systèmes à satellites). Les caractéristiques des supprimeurs d'écho pour courts temps de propagation sont spécifiées dans l'Avis cité en [2]. Les caractéristiques des supprimeurs d'écho, que l'on peut utiliser dans des communications ayant un temps de propagation soit court, soit long, figurent dans l'Avis cité en [3]. L'Avis G.164 décrit des supprimeurs d'écho avec de nouvelles fonctions. On peut aussi réduire l'écho avec un autre type de dispositif: le compensateur d'écho dont les caractéristiques figurent dans l'Avis G.165. On étudie actuellement les règles régissant l'utilisation des compensateurs d'écho. En attendant les résultats de cette étude, il convient d'appliquer les principes généraux des règles figurant aux § 2.3 et 2.4.

2.3 Règles régissant la limitation des échos

On ne traitera ici que du cas de la téléphonie. Pour la transmission de données, comme d'ailleurs pour toutes les formes de transmission télégraphique, le supprimeur d'écho est une source d'ennuis. Il est recommandé que les supprimeurs d'écho puissent être neutralisés par l'envoi d'une tonalité afin de permettre la transmission de données [4]. L'Avis Q.115 [5] assure la compatibilité avec les systèmes de signalisation utilisés dans le service téléphonique avec commutation.

2.3.1 Règles idéales

Les conditions techniques fondamentales auxquelles un *schéma idéal* devrait satisfaire sont indiquées par les règles de A à D.

2.3.1.1 Règle A

La probabilité pour qu'une communication internationale entre deux centraux locaux donnés soit jugée «insatisfaisante» en raison de l'écho dû aux paroles de la personne qui parle devrait être inférieure à 1% lorsqu'on admet, pour l'appareil et la ligne téléphoniques de la personne qui parle, les équivalents de référence les plus petits possible à l'émission et à la réception.

Remarque – Les communications entre deux centraux locaux donnés peuvent passer par des nombres différents de circuits à quatre fils, selon la procédure d'acheminement et l'heure du jour. La figure 2/G.131 permet de vérifier si la règle A est observée pour les différentes proportions du trafic total qui passent respectivement par 1, 2, 3 ... 9 circuits à quatre fils (voir le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule).

2.3.1.2 Règle B

Une chaîne de circuits nécessitant un supprimeur ne devrait jamais comprendre plus que ce qui correspond à un supprimeur complet (c'est-à-dire deux demi-supprimeurs). Lorsqu'il y a plusieurs supprimeurs d'écho complets, il y a risque de mutilation et peut-être même de blocage de la conversation.

2.3.1.3 Règle C

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

2.3.1.4 Règle D

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

2.3.2 Règles pratiques

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

2.3.2.1 Règle E

Pour des communications faisant intervenir les plus longs prolongements nationaux à quatre fils dans chacun des deux pays, on peut, par accord entre les Administrations intéressées, tolérer une probabilité, pour que les communications soient jugées «insatisfaisantes» en raison de l'écho, non plus de 1% (règle A), mais de 10%. Cette règle E ²⁾ n'est valable que dans le cas où il serait nécessaire [d'après la règle A ²⁾] d'utiliser un supprimeur d'écho seulement pour ces communications et où il n'y a pas besoin pour les communications entre les régions situées au voisinage immédiat des deux centres internationaux intéressés.

2.3.2.2 Règle F

Dans le cas où l'on estime ne pas pouvoir respecter la règle D, on peut monter le supprimeur d'écho au centre international ou dans un centre de transit national approprié. Toutefois, chaque demi-supprimeur d'écho doit être suffisamment voisin du poste d'abonné respectif pour que le retard aux extrémités ne dépasse pas la valeur maximale recommandée dans l'Avis cité en [6]. Pour les pays d'étendue moyenne, cette recommandation signifie que, normalement, les demi-supprimeurs d'écho situés aux extrémités de départ et d'arrivée se trouveront dans le pays d'origine et dans le pays de destination de la communication.

2.3.2.3 Règle G

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

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

2.3.2.4 Règle H

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

2.3.2.5 Règle J

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

Lorsqu'un centre international d'arrivée est accessible d'un centre international de départ par plus d'une artère et que:

- 1) une artère au moins nécessite des supprimeurs d'écho et une artère au moins n'en nécessite pas, et lorsque de plus
- 2) le centre de départ n'est pas en mesure de déterminer quelle artère sera utilisée,

il convient en tout état de cause d'insérer des supprimeurs d'écho.

2.3.2.6 Règle K

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

²⁾ L'Avis Q.115 [5] contient une étude au sujet de l'application des règles A et E aux relations entre le Royaume-Uni et l'Europe.

2.3.2.7 Règle L

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

2.4 Introduction des supprimeurs d'écho dans une communication

Les procédés suivants ont été envisagés:

- 1) prévoir un ensemble de supprimeurs à la disposition de plusieurs faisceaux de circuits, un supprimeur quelconque de cet ensemble étant associé à tout circuit sur lequel on a besoin d'un supprimeur (voir l'Avis Q.115 [5]);
- 2) monter les supprimeurs en permanence sur les circuits, avec possibilité de les éliminer par commutation (ou de les neutraliser) lorsque leur présence est inutile [7];
- 3) diviser les circuits d'une artère internationale en deux faisceaux dont l'un est muni de supprimeurs et l'autre non; pour une communication donnée, utiliser selon les besoins un circuit d'un faisceau ou de l'autre. Cependant, on ne doit pas oublier le fait bien connu que des circuits peuvent ne pas être utilisés avec un bon rendement lorsqu'ils sont divisés en faisceaux séparés;
- 4) imaginer des schémas selon lesquels on divise le pays de départ et le pays d'arrivée en zones correspondant à des distances radiales moyennes croissantes à partir du centre international. Il est alors possible de déterminer les longueurs nominales des prolongements nationaux en examinant les premiers chiffres de l'indicatif et les circuits d'origine.

Quelle que soit la méthode utilisée, on doit prendre dûment en considération la dernière phrase du § 2.1. Le CCITT étudie actuellement des méthodes permettant d'obtenir les affaiblissements de circuit voulus. La nature et le volume du trafic écoulé sur une communication donnée sont également des facteurs économiques qui influent finalement sur le choix de la méthode à adopter.

Le CCITT étudie actuellement quels sont les Avis qu'il est nécessaire de formuler pour garantir que l'insertion de supprimeurs d'écho dans les communications internationales est conforme, dans l'ensemble, aux règles pratiques énoncées au § 2.3.2.

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

ANNEXE A

(à l'Avis G.131)

Application des dispositions du § 2 de l'Avis G.131

La règle A du § 2.3.1.1 de l'Avis G.131 demande, pour chaque couple de pays, l'évaluation des conditions d'écho pour chacun des couples possibles de centraux locaux; le point correspondant à l'équivalent de référence du trajet d'écho en fonction du temps de propagation moyen dans un sens se trouve-t-il, pour ce couple de centraux, au-dessus ou au-dessous de la courbe appropriée de 1% de la figure 2/G.131?

Les variables du problème sont indiquées dans le tableau A-1/G.131 et illustrées par la figure A-1/G.131.

Pour deux centraux donnés, on connaît ou l'on peut estimer les valeurs de ces huit caractéristiques; sur la figure 2/G.131, on peut déterminer le point correspondant à l'équivalent de référence [1) + 2) + 3) + 4) du tableau A-1/G.131] en fonction du temps de propagation moyen dans un sens [5) + 6) + 7) du tableau A-1/G.131] et pour un nombre donné de circuits dans la chaîne à quatre fils par rapport à la courbe à 1%.

TABLEAU A-1/G.131

Caractéristiques nécessaires à la détermination de l'écho

Équivalent de référence au trajet d'écho, égal à la somme des caractéristiques suivantes :

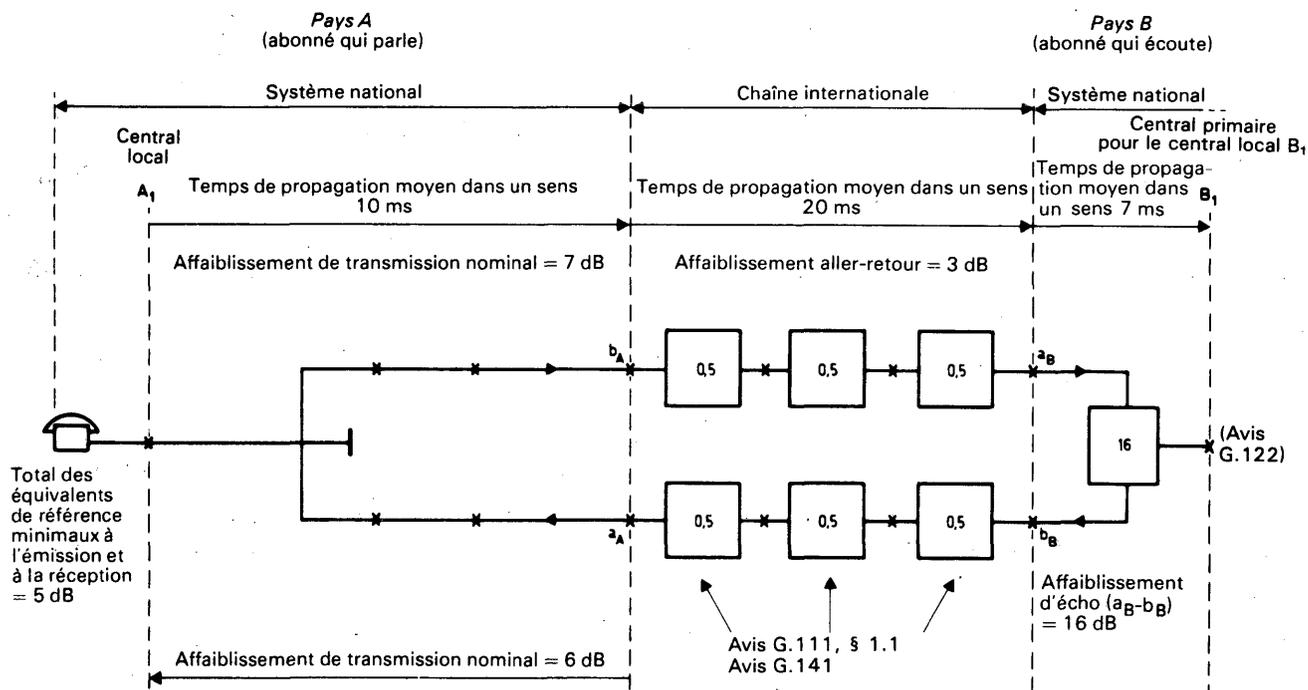
- 1) minimum de la somme des valeurs des équivalents de référence à l'émission et à la réception du système local du pays A (extrémité où se trouve la personne qui parle);
- 2) affaiblissement de transmission nominal, dans les deux sens de transmission, entre le central local et les extrémités virtuelles (a_A et b_A) de la chaîne de circuits nationaux du pays A qui relie ce central au central international;
- 3) affaiblissement de transmission nominal, dans les deux sens de transmission, de la chaîne de circuits internationaux;
- 4) affaiblissement d'écho ($a_B - b_B$) du système national du pays B (extrémité où se trouve la personne qui écoute).

Temps de propagation moyen dans un sens, égal à la moitié de la somme des temps de propagation sur les éléments de transmission suivants :

- 5) trajets, dans les deux sens de transmission, entre l'appareil téléphonique situé dans le pays A et les extrémités virtuelles a_A et b_A ;
- 6) chaîne de circuits internationaux, dans les deux sens de transmission;
- 7) trajet $a_B - b_B$ dans le pays B.

Une autre caractéristique dont on a besoin est la suivante :

- 8) nombre des circuits composant la chaîne à quatre fils (voir la figure 3/G.101).



CCITT-44971

FIGURE A-1/G. 131

Exemple d'application de la figure 2/G.131

Dans le cadre du présent Avis, on peut admettre que, à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, la principale réflexion se produit au termineur quatre fils/deux fils; on peut supposer que ce termineur se trouve dans le central primaire associé au central local de l'abonné qui écoute. Les composantes de 4) du tableau A-1/G.131 sont alors les affaiblissements $a-t$ et $t-b$, plus l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'accès deux fils du termineur. Cet affaiblissement sera égal à la valeur moyenne sur toutes les lignes d'abonnés demandeurs qui peuvent aboutir à l'accès deux fils du termineur en passant par le central local de l'abonné qui écoute. (La figure 2/G.131 est fondée sur un écart type de 3 dB pour l'affaiblissement d'équilibrage.) Si l'on ignore cette valeur moyenne, on peut admettre que le point 4) du tableau A-1/G.131 satisfait aux conditions du § 2 de l'Avis G.122, c'est-à-dire que la valeur moyenne est de $(15 + n)$ dB, n représentant le nombre de circuits dans la chaîne nationale à quatre fils pour l'abonné qui écoute.

Pour deux centraux locaux donnés, les communications successivement établies peuvent emprunter des nombres variables de circuits à quatre fils; le trafic total peut alors être considéré comme une quantité de paquets de proportions diverses passant par 1 à 9 circuits à quatre fils. Chaque «paquet» peut être évalué à l'aide de la figure 2/G.131; les résultats seront combinés afin de vérifier si la règle A est observée pour la totalité du trafic.

A titre d'exemple, la figure A-1/G.131 montre une application des dispositions du § 2 de l'Avis G.131, où l'on admet que le trajet $a-t-b$ pour l'abonné qui écoute est conforme aux dispositions du § 2 de l'Avis G.122. Pour simplifier, on a admis que la totalité du trafic s'écoule dans les conditions données. Dans le cas de cet exemple, les valeurs sont les suivantes:

Pays A de l'abonné qui parle

Distance du central local A_1 au centre international	1600 km
Temps de propagation moyen dans un sens, du central local A_1 au centre international	10 ms ⁴⁾
Total des équivalents de référence minimaux et simultanés à l'émission et à la réception du système local	5 dB
Affaiblissement du central local au centre international (b_A)	7 dB
Affaiblissement du centre international au central local (a_A)	6 dB
Nombre de circuits à quatre fils	2

Chaîne internationale de A à B

Nombre de circuits	3 ³⁾
Longueur	3200 km
Temps de propagation moyen dans un sens	20 ms ⁴⁾
Affaiblissement aller-retour, soit $2 \times 3 \times 0,5$ dB	3 dB

Pays B de l'abonné qui écoute

Affaiblissement moyen d'écho ($a_B - b_B$), soit $(15 + 1)$ dB	16 dB (Avis G.122)
Distance du centre international au <i>centre primaire</i> associé au central local B_1 (c'est-à-dire jusqu'au point de réflexion principale)	1120 km
Temps de propagation moyen dans un sens pour la distance ci-dessus	7 ms ⁴⁾
Nombre de circuits à quatre fils	1
Nombre total de circuits à quatre fils = $2 + 3 + 1 = 6$	
Total du temps de propagation moyen dans un sens = $10 + 20 + 7 = 37$ ms	(A-1)
Equivalent de référence total du trajet d'écho = $5 + 7 + 6 + 3 + 16 = 37$ dB	(A-2)

³⁾ Nombre exceptionnellement grand, choisi uniquement pour illustrer le principe de l'addition des affaiblissements.

⁴⁾ En supposant que la vitesse de propagation est de 160 km/ms.

Si l'on reporte les valeurs (A-1) et (A-2) sur la figure 2/G.131, le point trouvé se situe au-dessous de la courbe 1% pour six circuits à quatre fils, ce qui indique une probabilité de plus de 1% pour que la communication soit jugée «insatisfaisante». La conclusion est également applicable à d'autres nombres possibles de circuits à quatre fils.

Conclusion

Il convient:

- a) d'utiliser un supprimeur d'écho sur la communication,
- ou
- b) d'accroître l'affaiblissement sur le trajet d'écho (tout en observant les limitations prévues dans l'Avis G.121).

Références

- [1] *Calcul de la stabilité des communications internationales établies conformément au plan de transmission et de commutation*, Livre vert, tome III, supplément n° 1, UIT, Genève, 1973.
- [2] *Avis du CCITT Définitions relatives aux supprimeurs d'écho et caractéristiques d'un demi-supprimeur d'écho différentiel commandé à distance*, Livre bleu, tome III, Avis G.161, section B, UIT, Genève, 1964.
- [3] *Avis du CCITT Supprimeurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III, Avis G.161, sections B et C, UIT, Genève, 1977.
- [4] *Ibid.*, section C.
- [5] *Avis du CCITT Commande des supprimeurs d'écho*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.115.
- [6] *Avis du CCITT Supprimeurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III, Avis G.161, § B, b), UIT, Genève, 1977.
- [7] *CCITT – Insertion et neutralisation des supprimeurs d'écho*, Livre bleu, tome VI, Question 2/XI, annexe 3, UIT, Genève, 1966.

Avis G.132

DISTORSION D'AFFAIBLISSEMENT

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

Les objectifs de qualité de fonctionnement du réseau relatifs aux limites admissibles de la variation, en fonction de la fréquence, de l'équivalent en service terminal d'une chaîne mondiale à quatre fils de 12 circuits (internationaux et nationaux de prolongement) établis chacun sur une seule liaison en groupe primaire, en supposant que des circuits radioélectriques sur ondes décimétriques ou des équipements à 3 kHz ne sont pas employés, sont représentés sur la figure 1/G.132.

Remarque 1 – Les objectifs pour les projets imposés aux équipements terminaux à courants porteurs par l'Avis cité en [1] sont tels que, pour une chaîne de 6 circuits en tandem (circuits internationaux et prolongements nationaux) dont chacun est muni d'un seul couple d'équipements de modulation de voie, la distorsion d'affaiblissement serait, dans la plupart des cas, inférieure à 9 dB entre 300 et 3400 Hz. Si la chaîne comporte 12 circuits en tandem, on peut s'attendre que, dans la plupart des cas, la distorsion d'affaiblissement ne dépasse pas 9 dB entre environ 400 et 3000 Hz. Pour ce qui concerne la chaîne internationale, voir le § 1 de l'Avis G.141.

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

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

Remarque 4 – Les Commissions d'études IV et XVI procèdent actuellement à des études dont le but est de voir comment cet objectif est atteint dans la pratique, dans quelle mesure on doit pouvoir s'attendre qu'il le soit dans l'avenir (compte tenu de la remarque 2) et quelles sont les modifications qu'il sera éventuellement nécessaire d'apporter en conséquence aux Avis relatifs aux équipements.

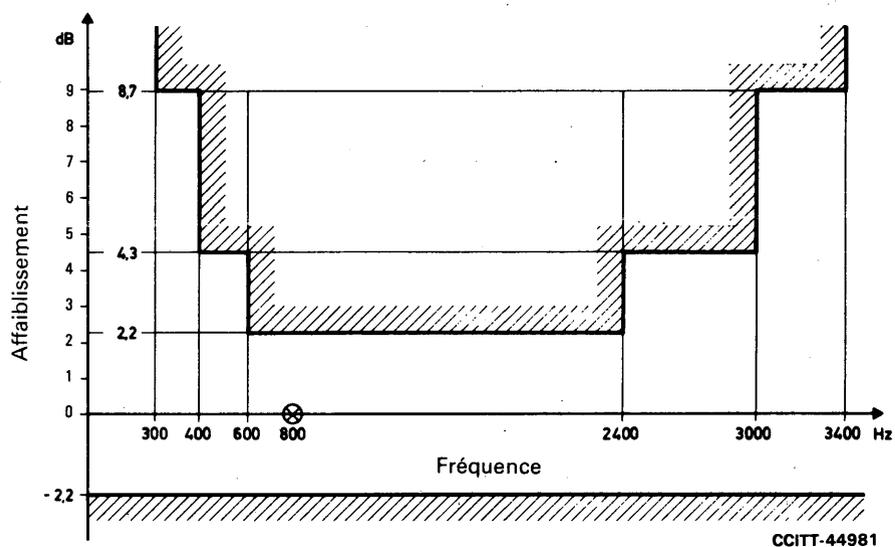


FIGURE 1/G.132

Variation admissible de l'affaiblissement, par rapport à sa valeur pour 800 Hz
(objectif pour la chaîne mondiale à quatre fils de 12 circuits en service terminal)

Références

- [1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 1.
- [2] CCITT – Question 2/XII, contribution COM XII-N° 1, de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.133

DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE

(Genève, 1964; modifié à Genève, 1980)

Les objectifs pour la qualité de fonctionnement du réseau relatifs aux différences admissibles, pour une chaîne mondiale de 12 circuits établis chacun sur une seule liaison en groupe primaire, entre la valeur minimale du temps de propagation de groupe, dans toute la bande des fréquences transmises, et le temps de propagation de groupe aux limites inférieure et supérieure de cette bande de fréquences, sont indiqués dans le tableau 1/G.133.

La distorsion de temps de propagation de groupe est importante dans une bande de fréquences où l'affaiblissement est inférieur à 10 dB par rapport à la valeur à 800 Hz. Ce sera normalement le cas pour des fréquences supérieures à environ 260 ou 320 Hz et inférieures à environ 3150 ou 3400 Hz respectivement pour les limites inférieure et supérieure de la bande de fréquences comme indiqué dans le tableau 1/G.133.

TABLEAU 1/G.133

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

DIAPHONIE LINÉAIRE ¹⁾*(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)***1 Diaphonie linéaire entre différentes chaînes de circuits à quatre fils (anciennement partie A)**

En tant qu'objectif pour la qualité de fonctionnement du réseau, l'écart diaphonique entre deux chaînes de circuits à quatre fils comprenant des circuits nationaux et internationaux est limité par le § 4.1 de l'Avis G.151 en ce qui concerne les circuits et par l'Avis Q.45 [1] en ce qui concerne les centres internationaux.

2 Diaphonie linéaire entre les voies d'aller et de retour d'une chaîne de circuits à quatre fils (anciennement partie B)

En tant qu'objectif pour la qualité de fonctionnement du réseau, l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission d'une chaîne de circuits à quatre fils est limité par le § 4.2 de l'Avis G.151 en ce qui concerne les circuits, et par l'Avis Q.45 [1] en ce qui concerne les centres internationaux.

ANNEXE A

(à l'Avis G.134)

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

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

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

A.2 Les méthodes dont on dispose pour mesurer la diaphonie sont les suivantes ²⁾:

- a) mesures à une fréquence unique (par exemple 800 Hz ou 1000 Hz);
- b) mesures à plusieurs fréquences (par exemple 500, 1000 et 2000 Hz), en prenant la moyenne des courants ou tensions mesurés;
- c) mesures faites avec un bruit erratique à spectre uniforme ou avec un signal constitué d'une série d'harmoniques rapprochés, dont la forme soit celle d'une courbe de densité de puissance vocale; ces mesures doivent être effectuées conformément aux dispositions de l'Avis cité en [3];
- d) mesures à la voix et à l'oreille, dans lesquelles la source perturbatrice est constituée par des courants vocaux, la diaphonie étant mesurée à l'écoute et son niveau étant comparé à celui d'une source de référence dont le niveau peut être réglé par un réseau d'affaiblissement étalonné.

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

¹⁾ Les méthodes recommandées pour la mesure de la diaphonie sont décrites dans l'annexe de cet Avis.

²⁾ Il s'agit ici de la (ou des) fréquence(s) de mesure à employer: la mesure de la diaphonie à une fréquence donnée est décrite dans le document cité en [2].

A.3.1 *Diaphonie dans les centraux*

La diaphonie doit être mesurée à la fréquence 1100 Hz – ce qui, d'après l'expérience de certaines Administrations, équivaut à une mesure faite avec un générateur du signal téléphonique conventionnel (Avis G.227 [4]) et un psophomètre.

A.3.2 *Diaphonie sur un circuit téléphonique international ou sur une chaîne de circuits téléphoniques internationaux*

On doit mesurer la diaphonie en utilisant un bruit erratique à spectre uniforme ou un signal constitué d'une série d'harmoniques rapprochés, dont la forme soit celle de la courbe de densité de puissance vocale de l'Avis G.227 [4]; les mesures doivent être effectuées conformément aux dispositions de l'Avis cité en [3].

Remarque 1 – Au cas où l'on éprouverait des difficultés à effectuer les mesures selon les méthodes des § A.2, a) ou A.2, b), il est recommandé de faire des essais à la voix et à l'oreille.

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

Références

- [1] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [2] *Mesure de la diaphonie*, Livre vert, tome IV.2, supplément n° 2.4, UIT, Genève, 1973.
- [3] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 9.2.
- [4] Avis du CCITT *Signal téléphonique conventionnel*, tome III, fascicule III.2, Avis G.227.

Avis G.135

ERREUR SUR LA FRÉQUENCE RESTITUÉE

(Mar del Plata, 1968)

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

A partir de cet objectif, le CCITT a recommandé que les fréquences porteuses des voies et des groupes de divers rangs aient les précisions indiquées dans les clauses correspondantes de l'Avis G.225 [1].

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

Des calculs indiquent que, si ces clauses sont respectées dans le cas de la chaîne à quatre fils faisant partie de la communication fictive de référence définie par la figure 1/G.103¹⁾, il y a une probabilité d'environ 1% pour que l'écart de fréquence entre l'origine et l'extrémité de cette chaîne dépasse 3 Hz et une probabilité inférieure à 0,1% pour qu'il dépasse 4 Hz.

Références

- [1] Avis du CCITT *Recommandations relatives à la précision des fréquences porteuses*, tome III, fascicule III.2, Avis G.225.
- [2] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 16 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.235.
- [3] Rapport du CCIR *Influence de l'effet Doppler et des discontinuités dues à la commutation dans le service fixe par satellite*, Vol. IV, Rapport 214-3, UIT, Genève, 1978.

¹⁾ En fait, la chaîne considérée pour ces calculs comprenait 16 couples d'équipements de modulation et démodulation de voie (au lieu de 12) pour tenir compte de la présence de câbles sous-marins avec des équipements conformes à l'Avis G.235 [2]. Toutefois, on n'a pas tenu compte de la dérive de fréquence par effet Doppler qui serait due à la présence d'un satellite non stationnaire; des valeurs de cette dérive sont indiquées dans le Rapport 214-3 du CCIR.

1.4 Caractéristiques générales de la chaîne à quatre fils formée par les circuits internationaux ; transit international

Avis G.141

AFFAIBLISSEMENTS, NIVEAUX RELATIFS ET DISTORSION D'AFFAIBLISSEMENT

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968,
à Genève, 1972 et 1980)

Les parties A et B qui figuraient dans les versions précédentes du présent Avis traitaient respectivement des «Conventions et définitions» et de l'«Interconnexion de circuits internationaux dans un centre de transit». Ces dernières informations ont été modifiées et constituent maintenant une partie du § 5 de l'Avis G.101.

1 Distorsion d'affaiblissement (anciennement partie C)

1.1 Conditions entièrement analogiques

Les objectifs des projets recommandés pour les équipements terminaux à courants porteurs par l'Avis cité en [1] sont tels que pour une chaîne de 6 circuits, dont chacun est muni d'un seul couple d'équipements de modulation de voie conforme audit Avis, l'objectif pour la qualité de fonctionnement du réseau relatif à la distorsion d'affaiblissement indiquée à la figure 1/G.132, sera satisfait dans la plupart des cas. La distorsion apportée par les sept centres internationaux est donc comprise.

Remarque — Pour évaluer la distorsion d'affaiblissement de la chaîne internationale, on ne doit pas ajouter les limites indiquées pour les circuits internationaux dans le § 1 de l'Avis G.151 à celles indiquées pour les centres internationaux dans l'Avis Q.45 [2]. En effet, d'une part, certains équipements des centraux seraient comptés deux fois si l'on procédait à cette addition; d'autre part, les limites de spécification de l'Avis Q.45 [2] s'appliquent à la plus mauvaise connexion à travers un central international, et les limites du § 1 de l'Avis G.151 au plus mauvais circuit international. En fait, les spécifications des divers équipements sont telles que la qualité moyenne sera sensiblement meilleure que celle que l'on pourrait estimer par une telle addition.

1.2 Conditions dans un environnement mixte, analogique et numérique

Au cours de la période d'exploitation mixte analogique et numérique, il est prévu que la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence de l'équipement analogique terminal à courants porteurs à utiliser dans les communications téléphoniques internationales continuera d'être régie par les Avis actuels qui se rapportent à ce type d'équipement.

Quand il faut inclure dans des communications téléphoniques internationales des processus numériques MIC non intégrés, il est recommandé que la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence des filtres passe-bande associés à ces processus satisfasse à la version la plus exigeante de la figure 1/G.712 [3]. Ce dernier Avis s'applique spécifiquement au cas où des processus numériques MIC non intégrés sont associés à des circuits locaux, à des circuits interurbains et à des circuits internationaux.

S'agissant de l'incorporation de processus numériques MIC non intégrés aux réseaux téléphoniques locaux, la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence à imposer aux filtres passe-bande qu'ils comportent est encore à l'étude.

Références

- [1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 1.
- [2] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [3] Avis du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC aux fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.712, figure 1/G.712.

CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES CENTRAUX

(Genève, 1980)

Le présent Avis comprend deux parties. La première, le § 1, se rapporte aux caractéristiques de transmission, aux fréquences vocales, des centres internationaux analogiques. Les informations correspondantes figurent dans l'Avis Q.45 [1], dont le texte est reproduit ci-après. La seconde partie, le § 2, traite de considérations de transmission aux fréquences vocales dont il faut tenir compte dans la conception des centraux numériques et lors de leur incorporation au réseau. Les centraux numériques qui sont visés comprennent les centraux locaux et les centres de transit (nationaux et internationaux). Les considérations de transmission portent principalement sur les propriétés que doivent posséder les centraux numériques pour pouvoir fonctionner dans des conditions de réseau différentes et variables en ce qui concerne la proportion des installations entièrement analogiques, entièrement numériques ou mixtes, analogiques et numériques.

1 Centres internationaux analogiques

Les objectifs pour la mise en service relatifs aux caractéristiques de transmission qui doivent être respectées par un centre international analogique, quel qu'il soit, figurent dans l'Avis Q.45 [1].

2 Centraux numériques

2.1 Processus numériques – effet sur la transmission

Les centraux numériques (MRT) comportent nécessairement, dans une mesure variable, des processus numériques tels que des codeurs analogiques à numériques, des décodeurs numériques à analogiques et des processus numériques de recodage, par exemple des convertisseurs de lois de compression-extension et des compléments de ligne numériques. La place qu'on peut accorder à de tels processus numériques dans un central numérique est imposée par l'environnement du réseau dans lequel le central doit fonctionner (environnement entièrement analogique ou entièrement numérique ou encore mixte, analogique et numérique).

Les processus numériques du type de ceux qui sont indiqués ci-dessus entraînent des pénalités de transmission. Ces pénalités peuvent être exprimées en «unités de dégradation de la transmission».

L'accumulation d'unités de dégradation de transmission qui est admise sur une communication téléphonique internationale est assujettie à une limite. Des précisions sur la règle de planification qui découle de cette limite sont indiquées dans les § 4 de l'Avis G.101 et 3 de l'Avis G.113, ainsi que les pénalités introduites par les divers processus numériques.

Selon le § 3 de l'Avis G.113, il est recommandé, à titre provisoire, que la dégradation cumulative admise sur une communication internationale ne dépasse pas 14 unités. Sur ce total, 5 unités au maximum peuvent être introduites par chacun des circuits de prolongement nationaux et 4 unités au maximum par la portion internationale. Etant donné qu'un seul codec (codeur et décodeur) MIC à 8 bits provoque une dégradation de la transmission égale à 1 unité, il est clair que les processus numériques MIC non intégrés qui font intervenir des conversions analogiques/numériques (par exemple, des codecs) ou les processus numériques qui comportent un recodage de l'information (par exemple, des compléments de ligne numériques) ne doivent pas pouvoir proliférer sans contrôle. La figure 1/G.142 représente quelques-uns des trajets de transmission susceptibles d'être établis à travers un central numérique ainsi que les «unités de dégradation de la transmission» attribuables aux processus numériques présents sur ces trajets.

2.2 Affaiblissement de transmission à travers un central numérique

Dans un central numérique, la fonction de commutation numérique à quatre fils doit introduire un affaiblissement de transmission nominal égal à 0 dB. De la sorte, lorsque, conformément à la figure 1/G.142 (cas 1), un signal sinusoïdal d'essai à 0 dBm0 est appliqué aux bornes analogiques d'un codeur idéal connecté à l'entrée d'un commutateur numérique, une séquence numérique de référence (SNR) doit être transmise sans altération à travers le commutateur et engendrer un signal sinusoïdal à 0 dBm0 aux bornes analogiques d'un décodeur connecté à la sortie du commutateur numérique.

A l'exception de l'affaiblissement de transmission considéré ci-dessus (et peut-être de l'affaiblissement éventuel dû au câblage du central), tous les affaiblissements de transmission qui sont introduits par un central numérique, sous forme numérique ou analogique, doivent être régis par le plan de transmission en vigueur (voir le § 2.4).

Sur les trajets numériques d'un réseau entièrement numérique, les niveaux relatifs n'ont ni signification ni utilité réelle. Cependant, aussi longtemps qu'une part importante du réseau téléphonique mondial sera du type analogique, il sera nécessaire et utile d'affecter aux centraux numériques des niveaux relatifs.

Les niveaux relatifs affectés à un central numérique s'appliquent à ses extrémités virtuelles analogiques. Ces extrémités sont des points théoriques, conformément aux explications du § 5.1 de l'Avis G.101. Le concept de l'application de niveaux relatifs aux extrémités virtuelles analogiques d'un central numérique est traité dans les § 4.2 et 5.2 de l'Avis G.101.

Conformément au § 5.2 de l'Avis G.101, le niveau relatif à l'émission dans un central numérique international doit être de $-3,5$ dBr. Dans le cas de centraux numériques faisant partie des circuits de prolongement nationaux, les niveaux relatifs à l'émission doivent être régis par le plan de transmission national en vigueur.

En ce qui concerne le niveau relatif à la réception dans un central numérique, il dépend de l'affaiblissement de transmission des circuits qui se terminent dans le central. Dans le cas d'un central numérique international, il est souhaitable que le niveau relatif à la réception soit fixé à $-3,5$ dBr, ce qui permettrait d'éviter l'introduction de compléments de ligne numériques. Pour les exceptions, voir la remarque générale du § 4.2 de l'Avis G.101. Dans le cas des circuits de prolongement nationaux, les niveaux relatifs à la réception doivent, comme ceux à l'émission, être déterminés sur la base du plan de transmission national en vigueur.

2.4 *Maintien de la stabilité et limitation des échos*

Les spécifications concernant le maintien de la stabilité et la limitation des échos dans les communications internationales, à l'intérieur de réseaux entièrement numériques ou mixtes, analogiques et numériques, sont traitées dans l'Avis G.122. Conformément à cet Avis, c'est principalement aux circuits de prolongement nationaux que revient le soin d'assurer cette régulation. Les dispositifs à prendre pour ce faire sont traités au § 6 de l'Avis G.121.

Le § 6 de l'Avis G.121 constitue le cadre général à l'intérieur duquel les plans de transmission nationaux individuels doivent prévoir les caractéristiques nécessaires pour assurer le maintien requis de la stabilité et la limitation requise des échos. Dans le cas d'un circuit de prolongement national numérique à quatre fils (on entend par là entièrement numérique jusqu'au centre local mais avec des lignes d'abonné analogiques à deux fils), le maintien de la stabilité et la limitation des échos peuvent être entièrement assurés au central local. Quand le circuit de prolongement national est du type mixte, analogique et numérique, il arrive que, dans certains plans de transmission nationaux, les éléments permettant d'assurer la stabilité et la limitation des échos sont répartis entre les différentes parties du circuit de prolongement national, mais, là encore, le rôle primordial revient généralement au central local. La figure 1/G.142 fournit des exemples de quelques-unes des dispositions qu'on peut rencontrer dans un central numérique.

La disposition du cas 1 de la figure 1/G.142 concerne la terminaison d'un circuit numérique en un central numérique qui peut être national ou international. Dans ce cas particulier, le circuit doit être exploité sans introduire un affaiblissement complémentaire au central.

La disposition du cas 2 de la figure 1/G.142 traite également de la terminaison d'un circuit numérique à un central numérique national ou international. Cependant, dans ce cas, le plan de transmission correspondant exige que l'affaiblissement soit associé au circuit dans le central, par l'intermédiaire de compléments de ligne numériques. On se reportera au § 2.6 en ce qui concerne l'emploi des compléments de ligne numériques.

La disposition du cas 3 de la figure 1/G.142 traite de la terminaison d'une ligne d'abonné à deux fils à un central local numérique. Les compléments de ligne désignés par les lettres R et T sont des symboles destinés à représenter le réglage de l'affaiblissement ou du niveau effectué dans la portion analogique. Le § 6 de l'Avis G.121 traite du choix approprié des valeurs de R et T.

La disposition du cas 4 de la figure 1/G.142 est analogue à celle du cas 3, à cette différence près que les affaiblissements R et T sont représentés comme étant fournis dans la portion numérique. On se reportera au § 2.6 en ce qui concerne l'emploi des compléments de ligne numériques.

La disposition des cas 5, 6 et 7 de la figure 1/G.142 concerne la terminaison de circuits analogiques à un central numérique national ou international. Dans le cas 5, un complément de ligne analogique (L) est utilisé pour assurer l'affaiblissement requis sur le circuit, conformément au plan de transmission correspondant. Le cas 6 est analogue au cas 5, avec cette différence que le complément de ligne (L) utilisé pour obtenir l'affaiblissement nécessaire sur le circuit est numérique. Le cas 7 est, lui aussi, analogue au cas 5, mais le complément de ligne analogique (L) ainsi que le codeur A/N et le décodeur N/A constituent une partie de l'équipement de transmission associé au circuit, au lieu d'être incorporés dans l'équipement du système de commutation. Bien qu'ils ne soient pas représentés sur la figure 1/G.142, les codeurs A/N, les décodeurs N/A, les termineurs deux fils/quatre fils et les compléments de ligne qui interviennent dans les cas 2, 3 et 4 peuvent également être des éléments constitutifs de l'équipement de transmission du central, du côté émission, et non d'un équipement incorporé au système de commutation.

Sur les communications locales entre abonnés desservis par le même central local numérique, la commutation de lignes d'abonnés à deux fils, comme celles qui sont représentées sur la figure 1/G.142, cas 3, suppose une disposition de l'équipement qui présente l'allure d'un répéteur aux fréquences vocales (voir la figure 2/G.142). Or, comme on le sait, une telle disposition doit comporter un affaiblissement suffisant dans la boucle pour assurer une marge de stabilité convenable. Pour obtenir cet affaiblissement, on peut parfois admettre un certain affaiblissement deux fils/deux fils. L'affaiblissement pourrait être confirmé par le plan de transmission national, car il assure une distribution appropriée de l'équivalent de référence corrigé pour les appels locaux. Mais lorsque l'affaiblissement deux fils/deux fils doit être comparable à celui qui s'observe généralement dans les centraux analogiques, c'est-à-dire de l'ordre de 0 dB, il faut prévoir aux termineurs deux fils/quatre fils des affaiblissements d'équilibrage convenables. Cela peut amener à augmenter les valeurs existantes de l'affaiblissement d'équilibrage en ces points. Les méthodes utilisables à cette fin sont en cours d'examen dans le cadre de la Commission d'études XII.

L'augmentation des affaiblissements d'équilibrage dont il est fait état ci-dessus devrait en outre être bénéfique pour le maintien de la stabilité et la limitation des échos sur les communications nationales, au-delà du central local, et sur les communications internationales.

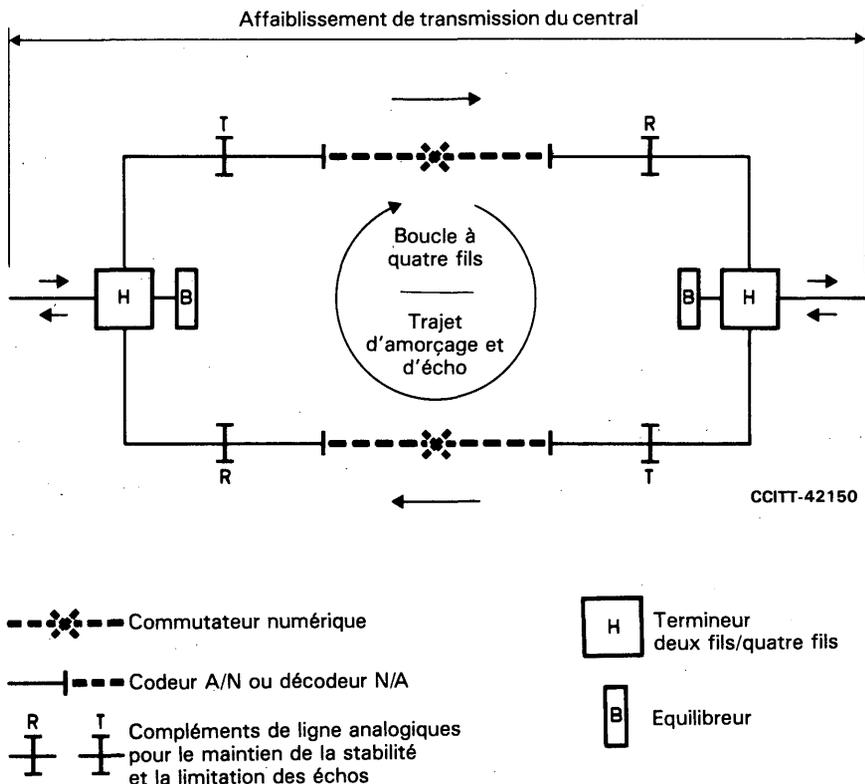


FIGURE 2/G.142

Configuration d'un central local numérique sur les connexions deux fils/deux fils

2.6 Compléments de ligne numériques

L'emploi d'un complément de ligne numérique pour obtenir l'affaiblissement de transmission nécessaire sur un trajet numérique entraîne une pénalité du point de vue de la transmission. Cette pénalité doit être incorporée dans le nombre d'«unités de dégradation de la transmission» qui est attribué aux portions nationale et internationale des communications internationales (voir le § 3 de l'Avis G.113). En outre, comme certains compléments de ligne numériques font appel à des processus numériques de recodage, l'emploi de ces compléments sur les trajets où l'intégrité des bits doit être préservée constitue une solution peu satisfaisante. Cette considération peut avoir son importance quand on envisage des réseaux à fins multiples. Par conséquent, lorsqu'il faut introduire des compléments de ligne numériques, il convient de prendre des dispositions permettant de mettre ces compléments de ligne hors circuit.

2.7 Temps de transmission

Les délais de transmission à travers les centraux numériques peuvent avoir de l'importance. Par exemple, ces délais peuvent entraîner une diminution de la longueur des connexions à partir de laquelle un dispositif de réduction d'écho (par exemple un supprimeur ou un compensateur d'écho) devient indispensable. Les temps de transmission aux centraux locaux numériques (ou aux autocommutateurs privés numériques) peuvent également, dans certains cas, perturber l'adaptation d'impédance entre les lignes d'abonnés et le central (ou l'autocommutateur privé), au risque d'affecter l'effet local pour l'abonné. Il convient donc de réduire au minimum les temps de transmission à travers les centraux numériques. Voir le § 2 de l'Avis G.114 pour de plus amples détails concernant le délai introduit par divers éléments des équipements et des systèmes numériques.

A titre d'information aux fins de la planification de la transmission, les temps de transmission susceptibles d'être rencontrés dans les centraux numériques sont indiqués ci-après :

2.7.1 Pour les centraux numériques (nationaux ou internationaux) (voir le tableau 1/G.142)

TABLEAU 1/G.142

Temps de transmission dans les deux sens

Interconnexion	Temps moyen	Temps dont la probabilité de non-dépassement est égale à 95%
Numérique-numérique	$\leq 900 \mu s$	1500 μs
Numérique-analogique	$\leq 1500 \mu s$	2100 μs
Analogique-analogique	$\leq 2100 \mu s$	2700 μs

2.7.2 Pour les centraux locaux numériques

Les temps de transmission susceptibles d'être rencontrés dans les centraux locaux numériques sont à l'étude.

Référence

- [1] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.

Avis G.143

BRUIT DE CIRCUIT ET UTILISATION DE COMPRESSEURS-EXTENSEURS

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972 et 1980)

1 Objectif de bruit pour la téléphonie (anciennement partie A)

1.1 Principe

Compte tenu des objectifs de qualité de fonctionnement du réseau relatifs au bruit attribué aux réseaux nationaux (Avis G.123), il est désirable que l'objectif de qualité de fonctionnement du circuit relatif à la puissance psophométrique moyenne, sur une heure quelconque, du bruit total engendré par une chaîne de 6 circuits internationaux, dont certains peuvent dépasser 2500 km de longueur, sur une communication utilisée pour des conversations téléphoniques internationales, ne dépasse pas une valeur de 50 000 picowatts rapportée au point de niveau relatif zéro du premier circuit de cette chaîne (niveau de -43 dBm0p).

Bien entendu, on peut s'attendre à une valeur inférieure pour le bruit total lorsque la chaîne internationale ne comprendra qu'un petit nombre de circuits internationaux ne dépassant pas 2500 km de longueur et conformes aux dispositions de l'Avis G.152 (en particulier, l'objectif de qualité de transmission du circuit en ce qui concerne le bruit de ces circuits doit être fixé de telle sorte que la puissance psophométrique moyenne ne dépasse pas, au cours d'une heure quelconque, une valeur de 10 000 pW en un point de niveau relatif zéro du circuit, niveau de -50 dBm0p). Cependant, comme on établira des communications de plus de 25 000 km, le CCITT recommande, à titre d'objectif, de fournir, sur les sections d'une longueur supérieure à 2500 km, des équipements de ligne ayant pour objectif de qualité de fonctionnement de circuit, un bruit qui ne dépasse pas beaucoup L picowatts sur un circuit de L kilomètres utilisé pour le trafic international ([1]). Il n'y aurait d'ailleurs que des avantages à adopter le même objectif pour les sections plus courtes, chaque fois que l'on peut le faire raisonnablement.

Remarque 1 – La question des objectifs de bruit pour la maintenance est traitée dans l'Avis M.580 [2]. Le tableau 4/M.580 est reproduit ci-après.

TABLEAU 4/M.580

Objectifs de bruit pour la maintenance de circuits de téléphonie publique

Distance (km)	< 320	321 à 640	641 à 1600	1601 à 2500	2501 à 5000	5001 à 10 000	10 001 à 20 000
Bruit (dBm0p)	-55	-53	-51	-49	-46	-43	-40

Remarque 2 – A strictement parler, l'objectif de bruit pour les systèmes de télécommunications par satellite (voir le § 3 de l'Avis G.153) ne peut être exprimé sous la forme d'un nombre de picowatts par kilomètre (voir également la remarque de l'Avis M.580 [2]).

1.2 *Bruit produit par les équipements*

On peut évaluer l'objectif pour les projets d'équipement relatif au bruit produit par les équipements de modulation contenu dans la chaîne la plus longue (voir la figure 1/G.103) des circuits internationaux de la communication fictive de référence en supposant qu'ils comprennent:

- 6 couples de modulation de voie, ou 8 à 10 si des équipements à 3 kHz sont utilisés sur des artères transocéaniques;
- 12 à 14 couples de modulation de groupe primaire;
- 18 à 24 couples de modulation de groupe secondaire;

pour l'ensemble desquels il suffit largement de supposer une qualité de fonctionnement de circuit correspondant à une puissance psophométrique totale de 5000 à 7000 pW0p (au point de niveau relatif zéro sur le premier circuit de la chaîne à quatre fils).

L'objectif pour les projets d'équipement de -67 dBm0p pour la puissance psophométrique horaire moyenne en chaque point de commutation international (Avis Q.45 [3]) est équivalent à environ 2000 pW0p au point de niveau relatif zéro sur le premier circuit de la chaîne à quatre fils.

On peut donc constater que l'objectif pour les projets d'équipement relatif au bruit produit par les équipements ne contribue pas de façon substantielle à l'objectif pour la qualité de fonctionnement du réseau relatif au bruit total engendré par la chaîne internationale.

1.3 *Division de l'objectif global de qualité de fonctionnement du circuit en matière de bruit*

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

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

1.4 Circuits exploités avec des concentrateurs de communications¹⁾

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

2 Emploi de compresseurs-extenseurs syllabiques²⁾ (anciennement partie B)

Pendant longtemps encore, on continuera à établir des circuits internationaux (et nationaux) sur des systèmes de transmission existants conçus en fonction de normes différentes, par exemple 4 pW/km, ainsi qu'il est indiqué dans l'Avis G.152. De plus, le bruit de circuit produit par des systèmes de transmission peut s'élever au-dessus des valeurs atteintes au début, à cause des effets du vieillissement et de changements de charge du système. Il est donc nécessaire de pouvoir appliquer un critère simple aux fins de la planification pour déterminer si, en ce qui concerne la puissance de bruit, un circuit international est approprié pour établir des communications téléphoniques mondiales à plusieurs circuits, ou s'il peut être rendu apte à cet emploi par l'installation de compresseurs-extenseurs syllabiques²⁾.

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

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

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

Si le niveau de la puissance psophométrique moyenne horaire du bruit de circuit sur un circuit international de longueur nettement supérieure à 2500 km (par exemple, 5000 km minimum) est inférieur à -44 dBm0p (en un point de niveau relatif zéro de ce circuit), aucun compresseur-extenseur n'est nécessaire.

Si le niveau de puissance du bruit de circuit est égal ou supérieur à -44 dBm0p (40 000 pW0p), il convient d'installer un compresseur-extenseur.

Il reste naturellement entendu que les circuits de longueur inférieure ou égale à 2500 km doivent dans tous les cas respecter les objectifs généraux de bruit de l'Avis G.222 [4] sans utiliser de compresseurs-extenseurs.

Remarque 1 – Cette règle a été élaborée en vue de permettre la planification du réseau téléphonique international en utilisant les circuits actuellement disponibles. Elle ne doit en aucun cas être interprétée comme un assouplissement des objectifs, pour les projets de construction, recommandés dans le § 1 du présent Avis. On ne doit pas non plus l'appliquer pour la maintenance (voir la remarque 1 du § 1.1).

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

Remarque 3 – Conformément aux spécifications de l'Avis cité en [5], les circuits donnant lieu à un niveau de puissance de bruit égal ou supérieur à -37 dBm0p sont mis hors service.

3 Limites de bruit pour la télégraphie (anciennement partie C)

Les limites de bruit pour la télégraphie sont données dans l'Avis H.22 [6].

4 Limites de bruit pour la transmission de données (anciennement partie D)

Les objectifs qui suivent sont acceptables pour la transmission de données à des débits binaires ne dépassant pas 1200 bit/s. On rencontrera sans doute sur beaucoup de circuits et de communications des valeurs meilleures que les limites suivantes:

4.1 Circuits loués pour transmission de données

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

¹⁾ Par exemple TASI (Time Assignment Speech Interpolation) ou CELTIC (Concentrateur exploitant les temps d'inoccupation des circuits); voir l'Avis G.163.

²⁾ Les compresseurs-extenseurs instantanés associés à certains systèmes de transmission sont considérés comme une partie intégrante de ces systèmes.

Dans le cas de communications établies par commutation, on peut admettre une limite pour les circuits intercontinentaux (s'il faut prévoir l'emploi de compresseurs-extenseurs) qui serait de -36 dBm_{0p} sans compresseur-extenseur.

Références

- [1] *Livre rouge* du CCITT, tome V bis, annexes B et C, UIT, Genève, 1965.
- [2] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580.
- [3] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [4] 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.
- [5] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580, § 6.
- [6] Avis du CCITT *Conditions imposées aux liaisons internationales pour télégraphie harmonique (à 50, 100, ou 200 bauds)*, tome III, fascicule III.4, Avis H.22.

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

Avis G.151

OBJECTIFS GÉNÉRAUX DE QUALITÉ DE FONCTIONNEMENT APPLICABLES À TOUS LES CIRCUITS INTERNATIONAUX ET NATIONAUX DE PROLONGEMENT MODERNES

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972 et 1980)

1 Distorsion d'affaiblissement (anciennement partie A)

Les objectifs de qualité de fonctionnement du circuit relatifs à la distorsion d'affaiblissement de chacun des circuits internationaux et des circuits nationaux de prolongement doivent être tels que les objectifs de qualité de fonctionnement du réseau énoncés dans l'Avis G.132 soient respectés. L'Avis G.232 [1] donne les objectifs pour les projets d'équipements terminaux de modulation de voie à fréquences porteuses espacées de 4 kHz qui permettent en général d'atteindre ce but.

Il résulte des Avis cités ci-dessus que la bande des fréquences effectivement transmises par un circuit téléphonique, suivant la définition adoptée par le CCITT (c'est-à-dire la bande où la distorsion d'affaiblissement, par rapport à la valeur pour 800 Hz, ne dépasse pas 9 dB) sera un peu plus large que la bande de 300 à 3400 Hz; pour un seul couple d'équipements de modulation et de démodulation de voie de ce type, la distorsion d'affaiblissement à 300 Hz et à 3400 Hz ne dépassera jamais 3 dB et sa moyenne sur un grand nombre d'équipements ne dépassera pas 1,7 dB (voir les graphiques de l'Avis cité en [2]). Même les circuits de constitution plus compliquée, ainsi que ceux qui utilisent des équipements terminaux à voies espacées de 3 kHz conformes à l'Avis G.235 [3], doivent satisfaire aux limites de la figure 1/G.151; pour que ces limites soient respectées, on insère des égaliseurs au moment de l'établissement des circuits, si cela est nécessaire (voir l'Avis M.580 [4]).

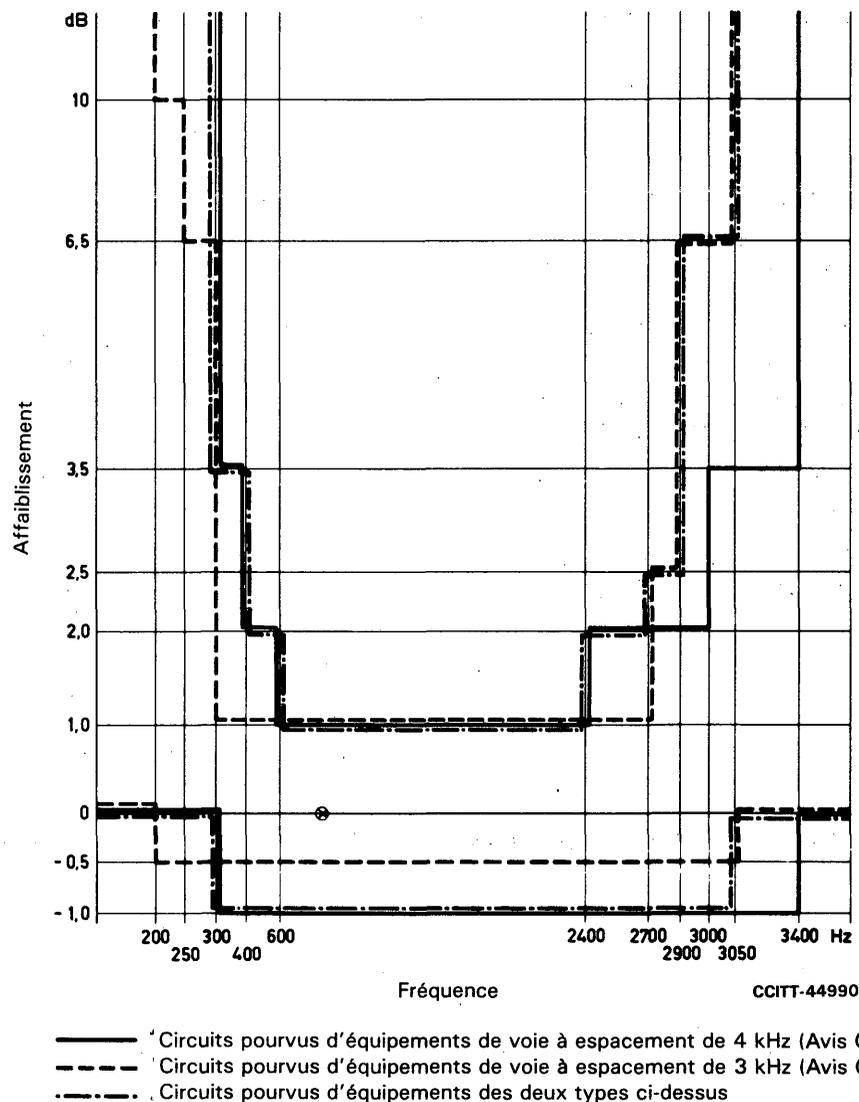


FIGURE 1/G.151

Limites de réglage de circuits pourvus d'équipements de voie à 3 kHz et 4 kHz

Remarque 1 – Le CCITT a examiné s'il était possible de recommander de façon précise une fréquence inférieure à 300 Hz comme limite inférieure de la bande des fréquences effectivement transmises, compte tenu des considérations suivantes:

- 1) Des résultats d'essais subjectifs effectués par certaines Administrations indiquent qu'il est possible d'améliorer la qualité de transmission si la limite inférieure de la bande des fréquences transmises est portée de 300 Hz à 200 Hz. Ces essais indiquent une amélioration notable de la force des sons vocaux reçus, ainsi que de la qualité de transmission jugée d'après des essais d'opinion; l'amélioration de la netteté est par contre très faible.
- 2) Par contre, une telle extension aurait probablement les inconvénients suivants:
 - a) elle augmenterait quelque peu le prix de revient des équipements;
 - b) elle produirait quelques difficultés pour l'équilibrage aux termineurs de la chaîne à quatre fils, si l'on veut exploiter les circuits à quatre fils sans dépasser les affaiblissements nominaux recommandés dans le nouveau plan de transmission;
 - c) elle augmenterait la sensibilité éventuelle aux interférences, qu'il s'agisse de bruit subjectif ou bien de perturbations introduisant des interférences dans les équipements à courants porteurs (voir l'Avis cité en [5]) ou affectant le gain des compresseurs-extenseurs;

- d) l'amélioration de la force des sons vocaux entraînerait un risque de surcharge des systèmes à courants porteurs;
- e) cette extension rendrait impossible l'utilisation des systèmes de signalisation hors bande reconnus par le CCITT.

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

Remarque 2 – Tout en appliquant les recommandations, les Administrations peuvent, par entente mutuelle, décider de transmettre des signaux à des fréquences inférieures à 300 Hz sur des circuits internationaux. Bien entendu, chaque Administration peut décider de transmettre des signaux à des fréquences inférieures à 300 Hz sur ses circuits nationaux de prolongement si, dans ces conditions, elle est en mesure d'appliquer le plan de transmission du CCITT aux communications internationales.

2 Temps de propagation de groupe (anciennement partie B)

Les objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au temps de propagation de groupe des circuits internationaux et des circuits nationaux de prolongement devraient être tels que les objectifs de qualité de fonctionnement du réseau énoncés dans les Avis G.114 et G.133 soient respectés.

3 Variation d'affaiblissement en fonction du temps (anciennement partie C)

Le CCITT recommande les objectifs pour la qualité de fonctionnement du circuit suivants [on a employé l'objectif a) pour évaluer la stabilité des communications internationales – voir le § 1 de l'Avis G.131]:

- a) L'écart type de la variation d'affaiblissement d'un circuit ne doit pas dépasser 1 dB. Cet objectif peut être atteint dès maintenant pour les circuits établis sur une seule liaison en groupe primaire équipée de régulateurs automatiques, et doit l'être pour chaque circuit national, régulé ou non. Pour les autres circuits internationaux, cet écart type ne doit pas dépasser 1,5 dB.
- b) L'écart entre la valeur moyenne et la valeur nominale de l'affaiblissement de chaque circuit ne doit pas dépasser 0,5 dB.

4 Diaphonie linéaire ¹⁾ (anciennement partie D)

4.1 Entre circuits

L'objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit relatif à l'écart télédiaphonique ou paradiaphonique correspondant seulement à la diaphonie intelligible, mesuré en basse fréquence au central interurbain entre deux circuits complets, en position de service terminal, ne doit pas être inférieur à 65 dB.

Remarque 1 – Quand un niveau de bruit minimal d'au moins 4000 pW_{0p} est sans cesse présent dans un système (ce qui peut, par exemple, être le cas dans des systèmes à satellite), on peut accepter un écart diaphonique réduit à 58 dB entre les circuits.

Remarque 2 – Les câbles à paires coaxiales conformes aux Avis G.622 [6] et G.623 [7] permettent déjà de satisfaire à cette condition si l'on admet que les bandes de fréquences où la diaphonie provient du câble et celles où la diaphonie provient des équipements ne sont pas les mêmes. Par ailleurs, les systèmes à modulation par répartition en fréquence (MRF) établis sur des câbles à paires symétriques ne permettent pas toujours de respecter une limite plus stricte que 58 dB.

Remarque 3 – Lorsque la longueur d'une section homogène d'un système de transmission réel est notablement supérieure à celle d'une section homogène du circuit fictif de référence (CFR), l'écart minimum de 65 dB n'est pas toujours respecté dans tous les cas pour toutes les voies du système.

4.2 Entre les voies d'aller et de retour d'un circuit à quatre fils

4.2.1 Circuits téléphoniques ordinaires (voir la remarque 1 ci-après)

Etant donné que tous les circuits téléphoniques ordinaires peuvent être utilisés également comme supports de télégraphie harmonique, l'objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit relatif à l'écart paradiaphonique entre les deux sens de transmission doit être au moins égal à 43 dB.

¹⁾ Les méthodes recommandées pour mesurer la diaphonie sont décrites dans l'annexe A à l'Avis G.134.

4.2.2 *Circuits utilisés avec un concentrateur de communications*

Pour les circuits ou sections de circuit utilisés pour interconnecter des équipements terminaux munis de concentrateurs de communications, la paradiaphonie entre couples de voie apparaîtra sous forme de diaphonie entre circuits; l'objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit relatif à l'écart paradiaphonique total entre les concentrateurs de communications ne doit pas être inférieur à 58 dB (voir les remarques 2 et 4 ci-après).

4.2.3 *Circuits utilisés avec des supprimeurs d'écho modernes, par exemple circuits par satellite à haute altitude*

L'objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit relatif à l'écart paradiaphonique de tout circuit équipé de demi-supprimeurs d'écho terminaux, de construction moderne, commandés de l'extrémité éloignée, ne doit pas être inférieur à 55 dB. Cette clause vise à empêcher l'annihilation de l'effet de blocage introduit par des supprimeurs d'écho modernes (voir les remarques 2, 3 et 4 ci-après).

Remarque 1 – Le § 4.2.1 se rapporte à des circuits téléphoniques non équipés de supprimeurs d'écho modernes conçus pour de longs temps de propagation (ou n'impliquant pas l'utilisation de tels supprimeurs d'écho). Les circuits qui peuvent faire partie de communications avec commutation à long temps de propagation, et qui de ce fait sont compris entre des demi-supprimeurs d'écho terminaux de construction moderne, doivent autant que possible satisfaire aux normes plus élevées du présent § 4.2.3.

Remarque 2 – L'équipement de modulation de voie constitue le principal trajet de diaphonie entre les voies d'aller et de retour, sur les circuits ou sections de circuit établis sur des systèmes à courants porteurs munis d'équipements modernes de modulation et de transmission en ligne (à ce sujet, voir la remarque 4). On notera que les trajets de diaphonie entre l'entrée et la sortie haute fréquence, et également entre l'entrée et la sortie aux fréquences vocales des équipements de modulation de voie, contribuent à l'écart diaphonique entre les voies d'aller et de retour des circuits et sections de circuit. Il convient de tenir compte de ces deux trajets lorsqu'on envisage des circuits ou sections de circuit utilisés entre des équipements terminaux à concentrateurs de communications ou entre des supprimeurs d'écho modernes. Les cas suivants peuvent se présenter:

Concentrateurs de communications

Les trajets à haute fréquence et à basse fréquence contribuent tous deux à l'écart diaphonique.

Supprimeurs d'écho

- 1) Circuit comprenant une section entre demi-supprimeurs d'écho commandés de l'extrémité éloignée: c'est le trajet à haute fréquence qui prédomine.
- 2) Circuit comprenant plus d'une section entre les supprimeurs: aux points où les équipements de modulation de voie sont interconnectés aux fréquences vocales, le trajet de diaphonie aux fréquences vocales de l'un des équipements est en parallèle avec le trajet de diaphonie à haute fréquence de l'autre, de sorte qu'il importe de tenir compte des deux trajets.
- 3) Plus d'un circuit entre les supprimeurs: cette situation existe lorsque les demi-supprimeurs d'écho adjacents intermédiaires sont déconnectés par commutation (ou neutralisés); la diaphonie entre les voies d'aller et de retour se produit alors de la même manière que dans le cas 2 ci-dessus, les circuits remplaçant les sections de circuit.

Remarque 3 – Si des équipements de modulation de voie satisfaisant tout juste à l'Avis cité en [8] sont utilisés pour un circuit composé de trois sections de circuit, et si l'on admet que les contributions des trajets de diaphonie s'additionnent en valeurs efficaces, l'écart diaphonique aura dans ces conditions une valeur approximative de 60 dB.

Remarque 4 – Si des équipements de modulation de voie utilisés pour un circuit composé de trois sections de circuit satisfont tout juste à l'Avis cité en [9] et si l'on admet que les contributions des divers trajets de diaphonie s'additionnent en valeurs efficaces, l'écart diaphonique le plus faible entre les voies d'aller et de retour aura une valeur approximative de 56 dB, c'est-à-dire plus mauvaise de 2 dB que la valeur spécifiée pour les concentrateurs de communications au § 4.2.2. Cependant, ces hypothèses sont exagérément défavorables, et il est peu vraisemblable que des difficultés se présentent dans la pratique. La limite indiquée pour les supprimeurs d'écho au § 4.2.3 est aussi observée.

Remarque 5 – Certains systèmes de transmission en ligne à paires symétriques donnent lieu, sur des circuits dérivés, à des valeurs particulièrement faibles de l'écart diaphonique entre les voies d'aller et de retour. On doit, autant que possible, éviter d'employer de tels systèmes pour fournir des circuits ou des sections de circuit à utiliser avec des concentrateurs de communications ou avec des supprimeurs d'écho modernes.

Remarque 6 – Il convient de prêter attention à la dissymétrie des parties audiofréquences des équipements de modulation de voie MRF si la diaphonie de 65 dB ne doit pas être réduite par la diaphonie dans le câblage de la station en raison de la dissymétrie de l'équipement de terminaison de câble.

5 Distorsion de non-linéarité (anciennement partie E)

L'expérience a montré que les circuits téléphoniques établis sur des systèmes faisant l'objet de recommandations actuelles du CCITT – et dont les éléments, pris séparément, satisfont aux conditions de non-linéarité correspondantes – sont convenables, en ce qui concerne la distorsion de non-linéarité, tant pour la transmission téléphonique que pour celle de la télégraphie harmonique.

Remarque – Dans les circuits téléphoniques à courants porteurs, on peut négliger la distorsion de non-linéarité produite par les amplificateurs de ligne et par les étages de modulation autres que les équipements de modulation et démodulation de voie. Pour cette raison, le texte précédent s'applique à des circuits de longueur quelconque.

6 Erreur sur la restitution des fréquences (anciennement partie F)

Voir l'Avis G.135.

7 Perturbations à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation et d'autres fréquences peu élevées (anciennement partie G)

Les signaux acheminés par des systèmes de transmission sont parfois modulés par des signaux perturbateurs provenant des sources d'alimentation en énergie à la fréquence du secteur, des tensions induites par les courants de traction ferroviaire ou d'autres sources. Cette modulation parasite peut prendre la forme d'une modulation d'amplitude ou de phase, ou encore d'une modulation mixte d'amplitude et de phase. Cette perturbation peut être caractérisée par le niveau de la composante latérale indésirable la plus intense lorsqu'une onde sinusoïdale est appliquée avec une puissance de 1 mW au point de niveau relatif zéro (0 dBm0) sur un circuit téléphonique. L'objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit relatif au niveau maximal admissible des composantes latérales indésirables sur un circuit complet, de type téléphonique, ne doit pas dépasser -45 dBm0 (ce qui revient à dire que l'affaiblissement minimal des composantes latérales doit être de 45 dB). Cet objectif pour la qualité de fonctionnement du circuit s'applique à tous les signaux perturbateurs à fréquence basse, soit inférieure ou égale à 400 Hz environ.

Remarque 1 – Ce niveau a été jugé acceptable pour les circuits de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude ou de fréquence, pour la transmission de fac-similé, de la parole, la signalisation téléphonique et les transmissions de données.

Remarque 2 – Pour les limites acceptables aux circuits pour transmissions radiophoniques, voir l'Avis cité en [10].

Remarque 3 – Les principales sources de perturbations dues au secteur sont:

- a) le ronflement résiduel aux bornes des batteries d'accumulateurs qui est transmis directement aux équipements par les circuits d'alimentation;
- b) le courant alternatif de téléalimentation de certains systèmes, qui agit soit par les filtres d'aiguillage de l'alimentation, soit par l'intermédiaire des rubans d'acier des paires coaxiales;
- c) les tensions alternatives induites dans le circuit de téléalimentation en courant continu de certains systèmes;
- d) les modulations parasites d'amplitude et de phase des divers porteurs, provenant de la cause a), et aggravées dans les étages multiplicateurs de fréquence des producteurs de porteurs.

Remarque 4 – La modulation a pour effet qu'un signal d'entrée de fréquence f Hz, par exemple, engendre à la sortie des signaux correspondant aux fréquences f , $f \pm 50$, $f \pm 100$, $f \pm 150$ Hz, etc.

8 Brouillage par fréquence unique dans les circuits téléphoniques

Le niveau de brouillage par fréquence unique dans un circuit téléphonique ne doit pas être supérieur à -73 dBm0p. (Valeur provisoire en attendant les résultats des études de la Commission d'études XII.) Il ne faut tenir compte de la pondération psophométrique que lorsque la fréquence de brouillage est bien définie.

Références

- [1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232.
- [2] *Ibid.*, figure 1/G.232, graphiques A et B.
- [3] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 16 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.235.
- [4] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580.

- [5] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 6.
- [6] Avis du CCITT *Caractéristiques des paires coaxiales du type 1,2/4,4 mm en câble*, tome III, fascicule III.2, Avis G.622.
- [7] Avis du CCITT *Caractéristiques des paires coaxiales du type 2,6/9,5 mm en câble*, tome III, fascicule III.2, Avis G.623.
- [8] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, § 9.1.
- [9] *Ibid.*, § 9.3.
- [10] Avis du CCITT *Caractéristiques de fonctionnement des circuits pour transmissions radiophoniques du type à 15 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.21, § 3.1.7.

Avis G.152

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DES CIRCUITS À GRANDE DISTANCE NE DÉPASSANT PAS UNE LONGUEUR DE 2500 km

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972 et 1980)

Le présent Avis s'applique à tous les circuits internationaux modernes dont la longueur ne dépasse pas 2500 km, ainsi qu'aux circuits interurbains nationaux situés dans un pays d'étendue moyenne et qui peuvent faire partie de la chaîne à quatre fils d'une communication internationale.

Il est entendu que, si un circuit de prolongement de plus de 2500 km est utilisé dans un pays de grande étendue, il doit satisfaire à toutes les recommandations applicables à un circuit international de même longueur.

1 Circuits établis sur câble terrestre ou sous-marin, ou sur faisceau hertzien en visibilité directe (anciennement partie A)

Les circuits considérés sont établis sur des systèmes tels que les objectifs de bruit de l'Avis G.222 [1] sont applicables à un circuit ayant la constitution d'un circuit fictif de référence de 2500 km.

Il en résulte en particulier que, pour un circuit de L kilomètres ($L \leq 2500$), l'objectif de qualité de fonctionnement de circuit en matière de puissance psophométrique moyenne du bruit au cours d'une heure quelconque doit être de l'ordre de $4L$ picowatts, en excluant les circuits très courts et ceux qui ont une constitution très compliquée, ce dernier cas étant traité dans l'Avis G.226 [2].

2 Circuits établis sur faisceau hertzien transhorizon (anciennement partie B)

Le CCIR a défini un circuit fictif de référence et fixé des objectifs de qualité de fonctionnement de circuit en matière de bruit dans ses Avis 396-1 [3] et 397-3 [4].

3 Circuits établis sur lignes en fils aériens (anciennement partie C)

L'Avis cité en [5] contient des objectifs relatifs au bruit.

Remarque – L'Avis M.580 [6] traite des objectifs relatifs au bruit pour la maintenance (voir la remarque 1 du § 1.1 de l'Avis G.143).

Références

- [1] 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.
- [2] Avis du CCITT *Bruit sur une liaison réelle*, tome III, fascicule III.2, Avis G.226.
- [3] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 396-1, UIT, Genève, 1978.
- [4] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 397-3, UIT, Genève, 1978.

- [5] Avis du CCITT *Caractéristiques générales des systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens*, tome III, fascicule III.2, Avis G.311, § 8.
- [6] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580.

Avis G.153

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DES CIRCUITS INTERNATIONAUX DE LONGUEUR SUPÉRIEURE À 2500 km

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972 et 1980).

Ces circuits doivent satisfaire aux clauses générales de l'Avis G.151 et en outre, suivant le type du système sur lequel ils sont établis, aux clauses particulières des § 1, 2, 3 et 4 du présent Avis.

Remarque 1 – Certains circuits, qui ne satisfont pas aux objectifs de bruit du présent Avis, peuvent néanmoins être utilisés pour la téléphonie (si on les munit de compresseurs-extenseurs), pour la télégraphie ou pour la transmission de données (§ 2, 3 et 4 de l'Avis G.143; le tableau 1/G.153 résume ces recommandations).

Remarque 2 – L'Avis M.580 [1] traite des objectifs de bruit pour la maintenance (voir la remarque 1 du § 1.1 de l'Avis G.143).

TABLEAU 1/G.153

Limites ou objectifs de bruit^{a)} pour des circuits de grande longueur assurant divers services^{b)}

Puissance psophométrique		Nature de l'objectif ou limite	
pW0p	dBm0p	Pour une communication, une chaîne de circuits ou un circuit loué	Pour un circuit pouvant faire partie d'une communication avec commutation
40 000	-44		Limite pour un circuit téléphonique utilisé sans compresseur-extenseur (Avis G.143, § 2)
50 000	-43	Objectif pour une chaîne de 6 circuits internationaux, obtenu en pratique par une combinaison de circuits avec un objectif pour la qualité de fonctionnement de circuit de 1, à 2 ou à 4 pW/km (Avis G.143, § 1)	
80 000	-41	Limite pour télégraphie harmonique à modulation de fréquence, selon normes CCITT (Avis H.22 [2])	
100 000	-40	Limite pour transmission de données sur circuit loué (Avis G.143, § 4.1)	
250 000	-36		Acceptable pour transmission de données sur le réseau à commutation (Avis G.143, § 4.2). Un circuit dépassant cette limite sans compresseur-extenseur ne peut pas être utilisé dans une chaîne de 6 circuits téléphoniques, même si on le munit d'un compresseur-extenseur (Avis G.143, § 2)
10 ⁶	-30	Tolérable pour un certain système de télégraphie synchrone (Avis H.22 [2])	

^{a)} On a seulement indiqué la puissance psophométrique moyenne sur une heure, rapportée au point de niveau relatif zéro du circuit international, ou du premier circuit de la chaîne.

^{b)} Les limites sont déterminées d'après les exigences minimales de qualité de fonctionnement de chaque service. Les objectifs de bruit sont des objectifs applicables lors de la mise en service des divers systèmes de transmission. Les objectifs de mise en service (qui sont souvent meilleurs que les limites de qualité de fonctionnement) sont récapitulés dans le tableau 1 bis au début du présent tome.

1 Circuits de plus de 2500 km en câble ou sur faisceau hertzien, ne comportant pas de longue section sous-marine (anciennement partie A)

Très souvent, des circuits de ce type, dont la longueur sera comprise entre 2500 km et environ 25 000 km, seront établis sur la majorité de leur parcours sur des systèmes sur câbles terrestres ou sur faisceaux hertziens en visibilité directe, déjà utilisés pour procurer des circuits internationaux dont la longueur ne dépasse pas 2500 km et dont les projets de construction ont été établis à partir des objectifs déjà recommandés par l'Avis G.222 [3].

D'autre part, il est à prévoir que le nombre de démodulations de voie ne sera guère supérieur à celui qui est envisagé dans la partie correspondante de la communication internationale la plus longue envisagée dans l'Avis G.103. Il y aura aussi des cas où l'on pourra établir de tels circuits sur des systèmes conçus d'après les circuits fictifs de référence nationaux du type mentionné dans l'Avis cité en [4]. Dans ces conditions, le CCITT émet les recommandations suivantes:

1.1 *Variation de l'affaiblissement en fonction du temps*

Il est recommandé d'employer une régulation automatique de niveau sur chacune des liaisons en groupe primaire sur lesquelles le circuit est établi. En outre, on devrait prendre toutes autres mesures qui peuvent être appliquées en vue de réduire les variations d'affaiblissement en fonction du temps.

1.2 *Objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au bruit de circuit*

Il est recommandé provisoirement d'établir les projets de construction des systèmes procurant de tels circuits internationaux, dont la longueur ne dépasse pas 25 000 km, à partir des objectifs de bruit actuellement recommandés pour des circuits fictifs de référence de 2500 km.

Il convient de rechercher chaque fois que possible des objectifs de bruit plus faibles, et il est reconnu que, dans certains pays de grande superficie, des systèmes faisant partie d'un circuit nettement plus long que 2500 km (par exemple de 5000 km) sont construits selon les principes évoqués dans l'Avis cité en [4]. Une autre solution consiste à obtenir des valeurs de bruit plus faibles moyennant un choix convenable des voies téléphoniques constituant les circuits. Les objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au bruit pendant de courtes périodes de temps pour des circuits de ce type d'une longueur atteignant environ 7500 km sont, à titre provisoire, les suivants:

La puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 50 000 pW (-43 dBm0p) pendant plus de 0,3% d'un mois quelconque et la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration de 5 ms, ne doit pas dépasser 10⁶ pW (-30 dBm0) pendant plus de 0,03% d'un mois quelconque. Ces objectifs sont dérivés des objectifs pour les circuits de longueur 2500 km (Avis G.222 [3]); pour des longueurs comprises entre 2500 et 7500 km, on prendra des valeurs intermédiaires proportionnelles.

Le CCITT n'est pas encore en état de recommander des objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au bruit pendant de courtes périodes de temps pour les circuits de ce type de longueur supérieure à 7500 km.

2 Circuits de plus de 2500 km comportant une longue section en câble sous-marin (anciennement partie B)

2.1 *Distorsion d'affaiblissement*

Un circuit de ce type peut comporter, pour des raisons d'économie, des équipements terminaux à voies espacées de 3 kHz, conformes à l'Avis G.235 [5].

Si l'on utilise des équipements terminaux à fréquences porteuses espacées de 4 kHz, ceux-ci doivent au moins satisfaire à l'Avis G.232 [6]. Quelques pays emploient des équipements terminaux améliorés pour les circuits affectés en permanence à l'exploitation intercontinentale.

2.2 *Objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au bruit de circuit sur la section sous-marine*

2.2.1 *Sans compresseur-extenseur*

L'objectif pour la qualité de fonctionnement de circuit applicable à un système en câble sous-marin de grande longueur conçu pour être exploité sans compresseur-extenseur et sans aucune limitation pour la téléphonie, la télégraphie harmonique et la transmission de données devrait être étudié en sorte que le bruit horaire moyen ne dépasse pas 3 pW/km sur la voie la plus mauvaise. Pour chaque sens de transmission, l'objectif pour la qualité de fonctionnement de circuit relatif à la valeur moyenne de bruit prise sur l'ensemble des voies utilisées pour les circuits les plus longs ne devrait pas dépasser 1 pW/km.

Remarque – Toutefois, il est désirable que les circuits d'un faisceau qui doit être exploité avec un concentrateur de communications ¹⁾ présentent tous à peu près le même niveau de bruit.

2.2.2 Avec compresseurs-extenseurs

A l'heure actuelle, le CCITT ne se propose pas d'étudier des systèmes avec des objectifs de bruit très différents de ceux du § 2.2.1 en comptant sur l'emploi *systématique* de compresseurs-extenseurs.

2.3 Objectifs pour la qualité de fonctionnement relatifs au bruit de circuit sur les autres sections

Les autres sections de ce circuit doivent satisfaire aux recommandations du § 1 du présent Avis.

3 Circuits établis sur des systèmes de télécommunications par satellite (anciennement partie C)

Le CCIR et le CCITT sont en train d'étudier dans quelle mesure des circuits établis sur des systèmes de télécommunications par satellite peuvent être incorporés au réseau mondial; certaines restrictions à l'emploi de tels circuits sont mentionnées dans l'Avis Q.13 [7].

En ce qui concerne le bruit, le CCIR a défini, dans son Avis 352-3 [8], un circuit fictif de référence et, dans son Avis 353-3 [9], la puissance de bruit admissible.

4 Circuits de plus de 2500 km sur lignes en fils aériens

Ce paragraphe n'est pas publié dans ce Livre, mais il figure à la partie D de l'Avis G.153 du *Livre orange*, UIT, Genève, 1977.

Références

- [1] Avis du CCITT *Etablissement et réglage d'un circuit international de téléphonie publique*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.580.
- [2] Avis du CCITT *Conditions imposées aux liaisons internationales pour télégraphie harmonique (à 50, 100 ou 200 bauds)*, tome III, fascicule III.4, Avis H.22.
- [3] 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.
- [4] *Ibid.*, § 3.
- [5] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 16 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.235.
- [6] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232.
- [7] Avis du CCITT *Plan d'acheminement international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.13.
- [8] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour la téléphonie et la télévision dans le service fixe par satellite*, Vol. IV, Avis 352-3, UIT, Genève, 1978.
- [9] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible dans le circuit fictif de référence pour la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans le service fixe par satellite*, Vol. IV, Avis 353-3, UIT, Genève, 1978.

1.6 Dispositifs associés à des circuits téléphoniques de grande longueur

Avis G.161

SUPPRESSEURS D'ÉCHO POUR CIRCUITS À TEMPS DE PROPAGATION COURT OU LONG

(Voir le tome III du *Livre orange*, UIT, Genève, 1977.)

¹⁾ Voir la note de bas de page ²⁾, § 2 de l'Avis G.143.

CARACTÉRISTIQUES DES COMPRESSEURS-EXTENSEURS POUR LA TÉLÉPHONIE

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

Ces caractéristiques sont applicables aux compresseurs-extenseurs de construction moderne, utilisables soit sur des circuits internationaux de grande longueur, soit sur des circuits nationaux et internationaux de longueur modérée.

Certaines des clauses qui suivent spécifient les caractéristiques conjuguées d'un compresseur et d'un extenseur dans le même sens de transmission d'un circuit à quatre fils. Les caractéristiques spécifiées de cette manière peuvent être le plus aisément atteintes si les compresseurs et les extenseurs sont de construction analogue; en certains cas, une étroite collaboration entre les Administrations intéressées pourra être nécessaire.

On doit encore observer que le matériel fabriqué jusqu'à présent et destiné aux circuits de longueur modérée, même s'il est entièrement satisfaisant pour ces circuits, peut ne pas répondre complètement aux clauses du présent Avis.

1 Définition et valeur du niveau inchangé

Le niveau inchangé est le niveau absolu en un point de niveau relatif zéro de la ligne située entre le compresseur et l'extenseur d'un signal à 800 Hz qui reste inchangé, que le circuit soit exploité avec le compresseur ou non. Le niveau inchangé est ainsi défini afin de ne pas imposer les valeurs du niveau relatif à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur.

Le niveau inchangé doit en principe être égal à 0 dBm0. Toutefois, pour tenir compte de l'augmentation de la puissance moyenne apportée par le compresseur, et pour éviter l'augmentation du bruit d'intermodulation et la surcharge qui risquent d'en résulter, on pourra, dans certains cas, réduire ce niveau inchangé d'une valeur pouvant atteindre 5 dB. Cette réduction du niveau inchangé entraîne, toutefois, une diminution de l'amélioration du rapport signal/bruit due au compresseur-extenseur. Cette réduction éventuelle devra se faire par accord direct entre les Administrations intéressées. En règle générale, aucune réduction n'est nécessaire pour les systèmes de moins de 60 voies.

Remarque — L'augmentation de la puissance moyenne dans la bande transmise déterminée par le compresseur dans la voie téléphonique résulte de la valeur du niveau inchangé, des temps d'établissement et de retour au repos, de la distribution des volumes vocaux et de la puissance moyenne de la parole transmise. Lorsqu'on adopte pour le niveau inchangé la valeur 0 dBm0, il semble que l'augmentation effective de la puissance moyenne reste de l'ordre de 2 ou 3 dB.

2 Taux de compression et d'extension**2.1 Définition et valeur préférée du taux de compression**

Le taux de compression d'un compresseur est défini par le rapport:

$$\alpha = \frac{n_e - n_{e0}}{n_s - n_{s0}}$$

où:

n_e est le niveau à l'entrée,
 n_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à 0 dBm0,
 n_s est le niveau à la sortie,
 n_{s0} est le niveau à la sortie correspondant à un niveau à l'entrée de n_{e0} .

La valeur préférée de α est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles, à condition que l'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre +10 °C et +40 °C.

2.2 Définition et valeur préférée du taux d'extension

Le taux d'extension d'un extenseur est défini par le rapport:

$$\beta = \frac{n'_s - n'_{s0}}{n'_e - n'_{e0}}$$

où:

n'_e est le niveau à l'entrée,
 n'_{e0} est le niveau à l'entrée correspondant à 0 dBm0,

n'_s est le niveau à la sortie,
 n'_{s0} est le niveau à la sortie qui correspond à un niveau à l'entrée n'_{e0} .

La valeur préférée de β est 2, bien que des valeurs inférieures soient admissibles, à condition que l'on obtienne une amélioration suffisante du bruit. Cette valeur ne dépassera pas 2,5 quel que soit le niveau du signal d'entrée et pour toutes températures comprises entre $+10^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$.

2.3 Intervalle de variation de niveau

L'intervalle de variation du niveau dans lequel on doit respecter les valeurs de α et de β adoptées doit s'étendre au moins:

de $+5$ à -45 dBm0 pour le niveau d'entrée du compresseur,
de $+5$ à -50 dBm0 pour le niveau nominal de sortie de l'extenseur.

2.4 Variation du gain du compresseur

Le niveau à la sortie du compresseur, mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau d'entrée de 0 dBm0, ne devrait pas varier de plus de $\pm 0,5$ dB par rapport à sa valeur nominale, pour une température comprise entre $+10^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$ et une variation de la tension d'alimentation de $\pm 5\%$ par rapport à sa valeur nominale.

2.5 Variation du gain de l'extenseur

Le niveau à la sortie de l'extenseur, mesuré à la fréquence de 800 Hz pour un niveau d'entrée de 0 dBm0, ne devrait pas varier de plus de ± 1 dB par rapport à sa valeur nominale, pour une température comprise entre $+10^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$ et une variation de la tension d'alimentation de $\pm 5\%$ par rapport à sa valeur nominale.

Remarque — Il est souhaitable, surtout pour les compresseurs-extenseurs destinés aux circuits de grande longueur, d'imposer des limites plus rigoureuses que les valeurs de $\pm 0,5$ dB et de ± 1 dB qui figurent aux § 2.4 et 2.5; les valeurs de $+0,25$ dB et de $+0,5$ dB respectivement sont à préférer.

2.6 Condition de stabilité

L'insertion d'un compresseur-extenseur ne doit pas diminuer de façon appréciable la marge de stabilité. Afin d'être sûr que cette condition soit remplie, dans une combinaison de l'extenseur et du compresseur appartenant au même circuit à quatre fils dans la même station, l'erreur du niveau de sortie du compresseur, par rapport à un niveau d'entrée quelconque dans l'extenseur, ne doit pas être supérieure à $+0,5$ dB. Cette erreur est rapportée au niveau qu'on a à la sortie du compresseur, pour un niveau à l'entrée de l'extenseur de 0 dBm0. Cette limite doit être respectée à toute fréquence comprise entre 200 et 4000 Hz et pour toute température comprise entre $+10^\circ\text{C}$ et $+40^\circ\text{C}$. Aucune limite négative n'est fixée pour l'erreur. Dans cet essai, on doit insérer, entre l'extenseur et le compresseur, une ligne dont le réglage est déterminé selon les indications données par la remarque 1.

Remarque 1 — Cette clause concerne l'influence d'un compresseur-extenseur sur le gain de la boucle d'un circuit à quatre fils et sur la stabilité.

Pour examiner ce problème, on considère une liaison constituée de trois circuits à quatre fils AB , BC et CD qui relient les stations terminales A et D (où se trouvent les termineurs) à travers les stations intermédiaires B et C . On suppose que le circuit BC est équipé d'un compresseur-extenseur. On désire établir des tolérances pour le gain de l'ensemble de l'extenseur et du compresseur qui se trouvent en C afin de limiter la réduction de la stabilité due à leur insertion. Pour faciliter l'examen de cette question, on suppose que la sortie de l'extenseur et l'entrée du compresseur se trouvent normalement en deux points ayant le même niveau relatif.

On a alors l'expression suivante pour l'affaiblissement entre la sortie de l'extenseur en C et l'entrée du compresseur en C :

$$a_s = a_0 + a_r + a_x + a_y$$

avec

a_0 est l'affaiblissement nominal de la chaîne de circuits entre les lignes à deux fils en A et D ;
 a_r est l'affaiblissement d'équilibrage au termineur en D ;
 a_x est l'écart de l'affaiblissement de la voie CD par rapport à sa valeur nominale;
 a_y est l'écart de l'affaiblissement de la voie DC par rapport à sa valeur nominale.

Les deux dernières grandeurs peuvent être positives ou négatives.

On peut conclure que, afin que la mesure du gain de l'ensemble d'un extenseur et d'un compresseur se trouvant dans la même station puisse déterminer d'une façon satisfaisante l'effet global sur la stabilité, on doit observer les conditions suivantes:

L'extenseur sera suivi du compresseur à travers une ligne d'affaiblissement dont le réglage tiendra compte de la gamme entière des valeurs de a_s qu'on trouve en pratique quand il y a danger d'instabilité. Pour inclure toutes les conditions pratiques, il faudrait probablement considérer une gamme très large.

Cependant, si l'on considère seulement le cas important d'un compresseur-extenseur terminal et un affaiblissement d'équilibrage égal à zéro, alors $a_s = a_0$, valeur recommandée en général pour le réglage de la ligne d'affaiblissement placée entre l'extenseur et le compresseur dans cet essai.

Toutefois, dans les cas particuliers où il est possible de déterminer avec précision les valeurs de a_r , a_x , a_y correspondant à la condition la plus probable d'amorçage, on peut spécifier la valeur exacte de a_s .

On a supposé que la sortie de l'extenseur et l'entrée du compresseur se trouvent normalement en des points ayant le même niveau relatif. Si cela n'est pas vrai et si le niveau relatif à la sortie de l'extenseur est supérieur de a_c dB au niveau relatif à l'entrée du compresseur, la valeur de réglage de la ligne d'affaiblissement doit être augmentée de a_c (qui peut être positif ou négatif).

Remarque 2 — Les connexions croisées entre les circuits de commande de l'extenseur et du compresseur peuvent présenter des avantages en ce qui concerne les échos sur le circuit; par conséquent, leur utilisation devrait être permise; cette utilisation, qui donne lieu à des inconvénients au point de vue de la signalisation et de la conversation bilatérale, sera certainement limitée à des cas exceptionnels. Par conséquent, il ne semble pas justifié d'émettre des recommandations particulières à ce sujet.

2.7 Tolérance sur les niveaux de sortie de l'ensemble compresseur-extenseur d'un même sens de transmission d'un circuit à quatre fils

Le compresseur et l'extenseur sont connectés en cascade. Un affaiblissement (ou un gain) est inséré entre la sortie du compresseur et l'entrée de l'extenseur; il est égal à l'affaiblissement (ou au gain) nominal entre ces points dans le circuit réel sur lequel ils seront utilisés. La figure 1/G.162 indique, en fonction du niveau du signal de 800 Hz, à l'entrée du compresseur, les limites admissibles de la différence entre le niveau à la sortie de l'extenseur et le niveau à l'entrée du compresseur. (Des valeurs positives indiquent que le niveau à la sortie de l'extenseur dépasse le niveau à l'entrée du compresseur.)

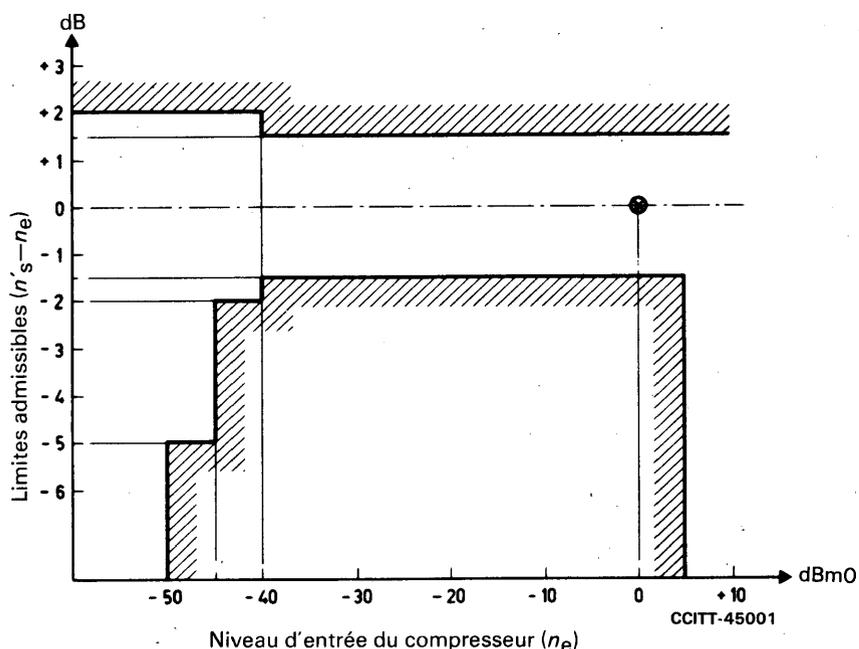


FIGURE 1/G.162

Ces limites doivent être observées pour toutes les combinaisons de température du compresseur et de l'extenseur entre +10 °C et +40 °C. Elles seront également respectées si l'essai est fait alors que l'affaiblissement (ou le gain) entre le compresseur et l'extenseur est augmenté ou diminué de 2 dB.

Remarque — La variation de gain (ou d'affaiblissement) de 2 dB, citée dans le § 2.7, est égale à deux fois l'écart type recommandé dans le § 3 de l'Avis G.151, comme objectif pour les circuits internationaux établis sur une seule liaison en groupe primaire.

3 Impédances et affaiblissements d'adaptation

Les impédances nominales du compresseur et de l'extenseur devraient être égales à 600 ohms (résistance pure).

L'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, à l'entrée et à la sortie du compresseur et de l'extenseur, ne devrait pas être inférieur à 14 dB, entre 300 et 3400 Hz et pour un niveau de mesure quelconque compris entre +5 et -45 dBm0 à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur.

4 Caractéristiques de fonctionnement aux différentes fréquences

4.1 *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande bloqué*

On considère le circuit de commande comme bloqué quand le courant (ou la tension) de commande obtenu en redressant le signal est remplacé par un courant (ou tension) continu provenant d'une source extérieure. Pour le blocage de la commande, la valeur de ce courant (ou de cette tension) doit être égale à la valeur du courant ou de la tension de commande que l'on obtient quand le niveau du signal d'entrée est de 0 dBm0 à 800 Hz.

Pour le compresseur et pour l'extenseur pris séparément, les variations d'équivalent en fonction de la fréquence doivent être comprises dans les limites d'un gabarit qui peut être déduit de la figure 1/G.132 en divisant par 8 les tolérances indiquées, la mesure étant faite avec un signal à niveau d'entrée constant correspondant au niveau 0 dBm0.

Ces gabarits doivent être tenus pour toute température comprise entre +10 °C et +40 °C:

4.2 *Caractéristiques de fonctionnement avec circuit de commande en fonctionnement normal*

Le gabarit donné au § 4.1 doit être tenu par le compresseur quand le circuit de commande est en fonctionnement normal, la mesure étant faite avec un niveau d'entrée constant correspondant au niveau de 0 dBm0.

Pour l'extenseur, dans les mêmes conditions de mesure, on appliquera un gabarit qui peut être déduit de la figure 1/G.132, en divisant par 4 les tolérances indiquées.

Ces gabarits doivent être tenus pour toute température comprise entre +10 °C et +40 °C.

5 Distorsion de non-linéarité

5.1 *Distorsion harmonique*

Le coefficient de distorsion harmonique, mesuré avec une onde sinusoïdale de fréquence 800 Hz, au niveau de 0 dBm0, doit être inférieur ou égal à 4%, pour le compresseur et l'extenseur pris séparément.

Remarque – Dans un compresseur, même parfait, le signal de sortie présente des valeurs de crête élevées lorsque le niveau du signal varie brusquement d'un niveau faible à un niveau plus élevé. Le cas le plus critique semble être celui de la signalisation à fréquence vocale, bien que ce même phénomène puisse également se produire pendant la transmission de la parole. Il peut être désirable, dans des cas exceptionnels, d'associer un limiteur d'amplitude au compresseur, afin d'éviter les perturbations produites par les réponses transitoires consécutives à des impulsions de signalisation à fréquence vocale.

5.2 *Mesures d'intermodulation*

Il est nécessaire d'ajouter, à la mesure de la distorsion harmonique, une mesure d'intermodulation, chaque fois que les compresseurs-extenseurs sont destinés à équiper des circuits internationaux (quel que soit le système de signalisation employé), de même que dans les cas où les compresseurs-extenseurs sont destinés à équiper des circuits nationaux pour lesquels on envisage l'utilisation de la signalisation à plusieurs fréquences, ou la transmission de données utilisant un système de transmission de type analogue.

Les produits d'intermodulation ayant un intérêt pour le fonctionnement des récepteurs de signaux à plusieurs fréquences sont ceux de troisième ordre des types $(2f_1 - f_2)$ et $(2f_2 - f_1)$, où f_1 et f_2 sont deux fréquences de signalisation.

Pour les mesures, on recommande pour les fréquences f_1 et f_2 les valeurs 900 Hz et 1020 Hz.

Il convient de prévoir deux conditions de mesure: la première, où le niveau de chacune des deux fréquences de mesure, f_1 et f_2 , est de -5 dBm0; la seconde, avec un niveau de -15 dBm0, pour chacune des deux fréquences de mesure. Ces niveaux doivent s'entendre à l'entrée du compresseur ou à la sortie de l'extenseur (niveaux non comprimés).

Les limites pour les produits d'intermodulation sont définies comme écart entre le niveau de chacune des deux ondes de mesure, à la fréquence f_1 ou f_2 , et le niveau des produits d'intermodulation, à la fréquence $(2f_1 - f_2)$ ou $(2f_2 - f_1)$.

La valeur de cet écart qui semble suffisante pour les exigences de la signalisation à plusieurs fréquences (y compris la signalisation de bout en bout sur trois circuits interconnectés, chacun muni d'un compresseur-extenseur) est 26 dB, pour le compresseur et pour l'extenseur considérés séparément.

Remarque 1 – Ces valeurs semblent convenables pour le système de signalisation n° 5, qui va être employé sur quelques longs circuits internationaux.

Remarque 2 – Les mesures effectuées sur l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur, en cascade, ne semblent pas à conseiller. En effet, on pourrait avoir un compresseur et un extenseur qui donnent individuellement des niveaux d'intermodulation assez élevés, mais qui, grâce à la bonne complémentarité des caractéristiques, donnent beaucoup moins d'intermodulation dans les mesures en cascade. La compensation qui se rencontre dans les mesures avec compresseur et extenseur en cascade peut, en effet, ne pas se rencontrer en pratique, soit à cause de la distorsion de phase possible de la ligne, soit parce que le compresseur et l'extenseur aux deux extrémités de la ligne peuvent présenter des caractéristiques moins complémentaires que celles du compresseur et de l'extenseur mesurés en cascade.

Par conséquent, la mesure devrait être effectuée séparément sur le compresseur et sur l'extenseur. Les deux signaux aux fréquences f_1 et f_2 doivent être appliqués en même temps, et les niveaux devront être mesurés à la sortie du compresseur et de l'extenseur avec un appareil sélectif.

6 Tensions parasites

La valeur efficace de la somme de toutes les tensions parasites, mesurée en un point de niveau relatif zéro, l'entrée et la sortie étant fermées sur des résistances de 600 ohms, devra être inférieure ou égale aux valeurs suivantes:

- à la sortie du compresseur: (10 mV non pondérée – 38 dBm0)
(7 mV pondérée – 41 dBm0p)
- à la sortie de l'extenseur: (0,5 mV pondérée – 84 dBm0p)

On a jugé inutile de spécifier une valeur de tension parasite non pondérée pour l'extenseur.

7 Réponse transitoire

On doit vérifier de la façon suivante la réponse transitoire globale de l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur qui doivent être utilisés dans le même sens de transmission sur un circuit à quatre fils muni d'un compresseur-extenseur:

Le compresseur et l'extenseur sont reliés en cascade, l'affaiblissement (ou le gain) approprié étant inséré entre eux comme il est indiqué dans le § 2.7.

Un signal en échelon de 12 dB, à la fréquence 2000 Hz, est appliqué à l'entrée du compresseur; en fait, on produit une variation de -16 à -4 dBm0 pour l'établissement et de -4 à -16 dBm0 pour le retour au repos. On observe l'enveloppe du signal à la sortie de l'extenseur. Le dépassement balistique (positif ou négatif) après l'application d'un échelon croissant de 12 dB, exprimé en pourcentage de la tension finale en régime permanent, mesure la distorsion transitoire globale de l'ensemble du compresseur et de l'extenseur pour l'établissement. Le dépassement balistique (positif ou négatif) après l'application d'un échelon décroissant de 12 dB, exprimé en pourcentage de la tension finale en régime permanent, mesure la distorsion transitoire globale de l'ensemble du compresseur et de l'extenseur pour le retour au repos. Les limites admissibles pour ces deux valeurs sont $\pm 20\%$. On doit respecter ces limites pour les mêmes conditions de température et de variation de l'affaiblissement (ou du gain) entre le compresseur et l'extenseur que pour la mesure qui fait l'objet du § 2.7.

En outre, on doit mesurer de la façon suivante les temps d'affaiblissement et de retour au repos du compresseur seul:

Utilisant respectivement pour l'établissement ou pour le retour au repos les mêmes échelons de 12 dB que ci-dessus, on définit le temps d'établissement comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 1,5 fois sa valeur en régime permanent. Le temps de retour au repos est défini comme le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où l'enveloppe de la tension de sortie atteint une valeur égale à 0,75 fois sa valeur en régime permanent.

Les valeurs recommandées sont les suivantes:

- le temps d'établissement ne doit pas dépasser 5 ms;
- le temps de retour au repos ne doit pas dépasser 22,5 ms.

On propose la mesure supplémentaire suivante pour vérifier l'influence du compresseur-extenseur sur certains systèmes de signalisation qui peuvent être sensibles à la distorsion de l'enveloppe du signal qui suit immédiatement l'application brusque d'un signal sinusoïdal.

La réponse transitoire globale de la combinaison d'un compresseur et d'un extenseur, qui doivent être utilisés dans le même sens de transmission d'un circuit à quatre fils, est mesurée avec un échelon croissant «infini», c'est-à-dire en appliquant une onde après une période où aucun signal n'est appliqué à l'entrée.

Le niveau de l'onde à appliquer est -5 dBm0.

A condition d'effectuer la mesure avec un intervalle entre impulsions au moins égal à 50 ms, on doit respecter pour le dépassement balistique de la tension finale V_1 les limites représentées par un trait continu dans la figure 2/G.162, et dans la plupart des cas respecter autant que possible les limites plus serrées, indiquées en trait interrompu dans la même figure.

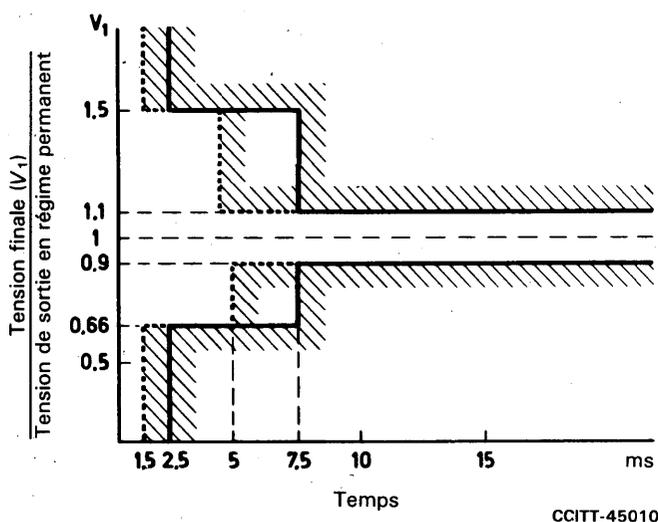


FIGURE 2/G.162

Ces limites doivent être respectées pour les mêmes conditions de température et d'affaiblissement (ou de gain) entre le compresseur et l'extenseur que pour les mesures effectuées avec des échelons de 12 dB.

Remarque 1 – Les mesures de distorsion transitoire décrites impliquent la mesure du dépassement balistique (positif ou négatif) de l'enveloppe du signal sinusoïdal appliqué. Il se peut que, du fait de faibles déséquilibres dans le dispositif d'affaiblissement variable, des composantes à très basse fréquence du courant de commande apparaissent à la sortie. Il ne s'agit pas d'une modulation de la fréquence du signal, mais il en résulte une forme d'onde dissymétrique et des difficultés pour déterminer le dépassement balistique (positif ou négatif) de l'enveloppe. S'il n'est pas désirable que ces composantes à basse fréquence aient une telle importance qu'elles augmentent de manière importante le danger de surcharge des équipements de ligne, elles n'ont aucune influence en ce qui concerne la transmission des courants vocaux et n'affectent nullement les récepteurs de signaux accordés. Néanmoins, il est désirable d'examiner si ces composantes peuvent affecter les circuits de garde de certains récepteurs de signaux. Si tel est le cas, il pourrait être nécessaire de spécifier une valeur maximale pour ces composantes et d'incorporer au présent Avis une mesure appropriée.

Pour simplifier la mesure de la véritable amplitude de l'enveloppe du signal, en présence de ces composantes de dissymétrie, il est possible et commode d'insérer à l'entrée de l'oscillographe de mesure un filtre passe-haut ayant une fréquence de coupure d'environ 300 Hz. Toutefois, un filtre qui est efficace pour supprimer les composantes de dissymétrie peut lui-même introduire une distorsion transitoire supplémentaire de l'enveloppe du signal. Pour éviter cette difficulté, on peut adopter la méthode de calcul suivante, avec laquelle on n'a pas besoin de filtre.

Soient, à un instant quelconque, $+E_1$ l'amplitude de l'enveloppe dans le sens positif et $-E_2$ son amplitude dans le sens négatif, la véritable amplitude de l'enveloppe est alors:

$$\frac{1}{2} [(+E_1) - (-E_2)] \equiv \frac{1}{2} [|E_1| + |E_2|]$$

et la composante de dissymétrie est

$$\frac{1}{2} [(+E_1) + (-E_2)] \equiv \frac{1}{2} [|E_1| - |E_2|].$$

Cette méthode est simple et permet de s'affranchir du problème de distorsion transitoire qui se pose lorsqu'on emploie un filtre; en outre, elle fournit des renseignements directs sur la dissymétrie qui, comme il a été indiqué ci-dessus, peut être importante.

Remarque 2 — En principe, les constantes de temps du circuit de commande de l'extenseur doivent être égales à celles du circuit de commande du compresseur dans le but d'éviter tout dépassement balistique, positif ou négatif, dans la réponse transitoire.

Remarque 3 — Si certaines Administrations préfèrent avoir recours à une méthode de mesure directe des temps d'établissement et de retour au repos de l'extenseur, on pourra se référer à la méthode suivante:

Pour définir les temps d'établissement et de retour au repos de l'extenseur, il est proposé d'appliquer à son entrée une variation brusque de niveau de -8 à -2 dBm0 pour la mesure du temps d'affaiblissement et de -2 à -8 dBm0 pour la mesure du temps de retour au repos. Le temps d'établissement est représenté par le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où la tension de sortie atteint une valeur égale à x fois la valeur finale. Le temps de retour au repos est représenté par le temps compris entre l'instant où l'on applique la variation brusque et l'instant où la tension de sortie atteint une valeur égale à y fois la valeur finale. Les temps ainsi mesurés doivent être compris entre les mêmes limites que celles qui ont été indiquées pour le compresseur. Compte tenu des différences entre les détails de construction des divers compresseurs-extenseurs actuellement en usage, il n'est pas possible de donner des valeurs précises pour x et y ; chaque Administration devra donc choisir les valeurs de x et y en relation avec le type de compresseur-extenseur adopté.

Les valeurs de x et de y valables pour un extenseur idéal sont respectivement 0,57 et 1,51: à titre d'exemple, l'Administration italienne a trouvé pour x la valeur 0,65 et pour y la valeur 1,35 pour un certain type de construction.

Certaines Administrations ont fait remarquer qu'il pourrait être préférable de spécifier pour tous les types d'extenseurs des valeurs fixes de x et de y , en laissant aux Administrations le choix des valeurs limites des temps d'établissement et de retour au repos, selon les différents types d'extenseur. Pour cette méthode de mesure, les valeurs conseillées pour x et y sont 0,75 et 1,5.

Remarque 4 — Les mesures de la réponse transitoire à l'échelon «infini» s'appliquent à l'ensemble d'un compresseur et d'un extenseur connectés en cascade; plusieurs Administrations ont d'autre part vérifié la possibilité de répondre aux limites de la figure 2/G.162, même pour une chaîne de trois compresseurs-extenseurs en cascade, en faisant intervenir aussi dans la liaison les équipements de modulation et de démodulation de voie. Ces équipements de modulation et de démodulation peuvent faire apparaître un phénomène transitoire indésirable dans l'onde en échelon à la sortie de l'extenseur; ce phénomène et l'intermodulation du troisième ordre qui y est associée peuvent avoir un effet sur la signalisation multifréquence.

Avis G.163

SYSTÈMES DE CONCENTRATION DES COMMUNICATIONS

(Mar del Plata, 1968)

1 Caractéristiques

Les références [1] et [2] donnent les caractéristiques du système TASI qui fonctionne actuellement sur les câbles sous-marins.

Les caractéristiques du système CELTIC sont exposées dans la référence [3].

L'ATIC (assignation dans le temps avec interpolation d'échantillons) est un système d'assignation dans le temps pour la transmission avec modulation par impulsions et codage. Une description de son principe de fonctionnement se trouve dans la référence [4] et un autre article, au sujet de son efficacité statistique, est cité sous la référence [5].

Remarque — L'utilisation de ces systèmes de concentration entraîne diverses restrictions; par exemple, elle peut obliger à employer un système de signalisation spécial et elle augmente la charge du système (voir l'Avis cité en [6]).

2 Possibilité d'interconnexion

Si l'on veut obtenir une qualité satisfaisante dans la transmission de la parole, lorsqu'on fait fonctionner en cascade plusieurs systèmes de concentration des communications du type TASI, il faut que chacun de ces concentrateurs introduise une très faible diminution de qualité de la parole à la pointe de l'heure chargée. Les systèmes TASI utilisés actuellement ont été conçus avec l'objectif suivant: la valeur moyenne de la perte de signaux vocaux à la pointe de l'heure chargée est d'environ 0,5%. De plus, le processus d'interpolation mis en œuvre dans le système TASI est conçu de telle manière qu'il y ait une très faible probabilité pour que la perte de signaux vocaux, dans toute émission de parole, dépasse la durée d'une syllabe moyenne (environ 250 ms). On a effectué des essais subjectifs [7] sur un certain nombre de systèmes TASI en exploitation; les résultats, fournis par des enquêtes auprès des usagers, montrent que la réduction de qualité imputable à un TASI convenablement chargé et faisant l'objet d'une maintenance appropriée est pratiquement imperceptible pour l'utilisateur. Ces essais n'ont pas été faits avec des concentrateurs fonctionnant en cascade.

En raison des problèmes d'ordre subjectif qui se posent, il faut appliquer une méthode qualitative — sans essais subjectifs — pour estimer la réduction de qualité de la parole introduite par des systèmes concentrateurs fonctionnant en cascade. Même dans un système comportant trois concentrateurs en cascade, l'heure chargée étant la même pour les trois, on peut faire en sorte que la probabilité de coupure excessive soit maintenue à une valeur satisfaisante; pour ce faire, il faut concevoir le système de telle façon que la réduction de qualité introduite par chaque concentrateur soit faible, ce qui est le cas du système TASI actuel. Si les concentrateurs en cascade sont installés dans des fuseaux horaires différents ou dans des zones dont les heures chargées ne coïncident pas, les concentrateurs les moins chargés introduiront une réduction additionnelle de qualité qui sera négligeable.

Si l'on admet que les concentrateurs actuels et futurs fonctionneront et seront conçus pour satisfaire à la condition d'une très faible réduction de qualité à la pointe de l'heure chargée, il est recommandé de ne pas imposer de restrictions, pour le moment, au fonctionnement en cascade des concentrateurs. De plus, il est recommandé de ne pas effectuer d'essais sur le mode de fonctionnement en cascade tant que celui-ci ne sera pas utilisé couramment dans la pratique. Lorsque le fonctionnement en cascade sera devenu pratique courante, on pourra effectuer des essais dans les conditions réelles d'exploitation pour déterminer l'influence de concentrateurs en cascade sur la transmission de la parole, et pour savoir s'il y a lieu d'ajuster le rapport: nombre de conversations simultanées/nombre de voies, pour réduire la coupure de la parole à une valeur négligeable.

On trouvera dans le document cité en [8] une estimation de la probabilité pour que le signal d'intervention (système de signalisation n° 5 du CCITT) subisse une mutilation pendant une certaine durée, dans un, deux ou trois systèmes TASI fonctionnant en cascade.

Références

- [1] FRASER (J. M.), BULLOCK (D. B.) et LONG (N. G.): Overall Characteristics of a TASI System, *Bell System Technical Journal*, Vol. XLI, n° 4, juillet 1962.
- [2] MIDEMA (H.) et SCHACHTMAN (M. G.): TASI Quality-Effect of Speech Detectors and Interpolation, *B.S.T.J.*, *ibid.*
- [3] DAYONNET (F. D.), JOUSSET (A.) et PROFIT (A.): Le CELTIC: Concentrateur exploitant les temps d'inactivité des circuits, *L'Onde électrique*, Vol. XLII, n° 426, pp. 675-687, septembre 1962.
- [4] LYGHOUNIS (E.): Il sistema ATIC, *Telecomunicazioni*, n° 26, pp. 21-29, mars 1968.
- [5] BONATTI (M.) et MOTOLESE (F.): Probabilità di attività delle giunzioni di un doppio fascio telefonico, *Telecomunicazioni*, n° 23, pp. 24-28, juin 1967.
- [6] Avis du CCITT *Systèmes à courants porteurs en câble sous-marin*, tome III, fascicule III.2, Avis G.371, § 3.
- [7] HELDER (G. K.): Customer Evaluation of Telephone Circuits with Delay, *B.S.T.J.*, Vol. XLV, n° 7, septembre 1966.
- [8] *Caractéristiques des équipements TASI intéressant la signalisation*, Livre vert, tome VI.4, supplément n° 2, UIT, Genève, 1973.

SUPPRESSEURS D'ÉCHO

(Genève, 1980)

1 Considérations générales

1.1 Application

Le présent Avis s'applique au projet de construction des supprimeurs d'écho utilisés sur des communications téléphoniques internationales ayant les caractéristiques suivantes:

1.1.1 Temps moyen de propagation dans un sens, entre abonnés, pouvant atteindre la valeur maximale considérée comme admissible dans l'Avis G.114. (La conception du supprimeur d'écho ne doit pas imposer, pour qu'il soit utilisable, une valeur plus faible pour le temps de propagation.)

1.1.2 Niveau du bruit de circuit aux bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) ou aux bornes d'entrée du côté réception ($E_{réc.}$) allant jusqu'à -40 dBm0p.

1.1.3 Temps de propagation aller et retour entre les bornes de sortie du côté réception ($S_{réc.}$) et les bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) du supprimeur d'écho allant jusqu'à 24 ms (y compris toute l'installation de transmission et de commutation).

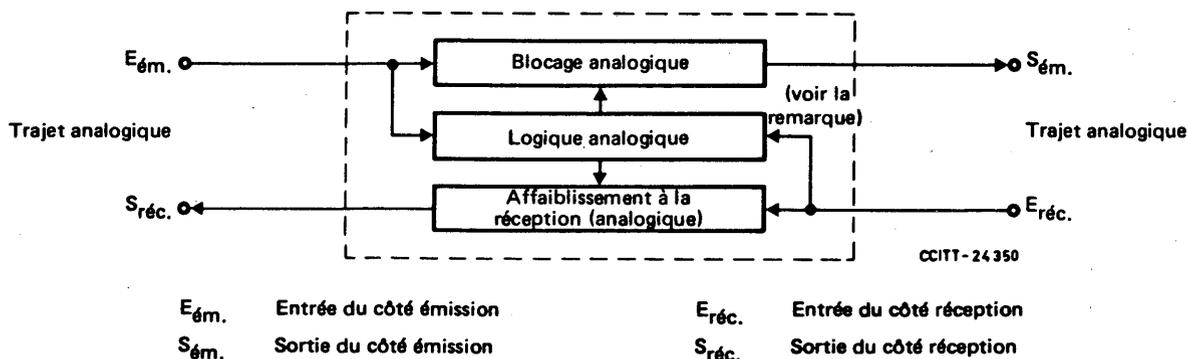
Remarque – L'Avis G.161 [1] indique 25 ms. Dans le présent Avis, la valeur de 24 ms, multiple de 2, est retenue parce qu'elle convient mieux au projet de construction des supprimeurs d'écho numériques.

1.1.4 Affaiblissement du trajet d'écho, en dB, (voir l'Avis cité en [2]) susceptible d'être tel que l'affaiblissement minimum entre les bornes de sortie du côté réception et les bornes d'entrée du côté émission du supprimeur d'écho sera égal à la différence entre les niveaux relatifs à ces deux accès majorée de 6 dB.

Les supprimeurs d'écho doivent être conçus de manière à fonctionner de façon satisfaisante dans toutes les conditions décrites ci-dessus.

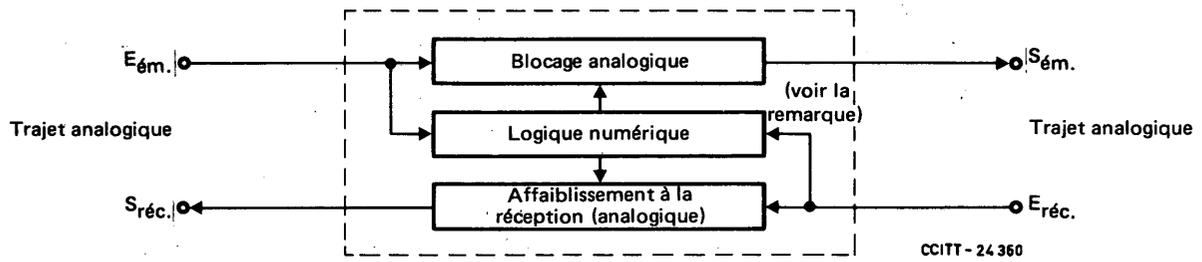
1.2 Caractéristiques de projet de construction

Les supprimeurs d'écho conformes aux caractéristiques données dans le présent Avis sont des demi-supprimeurs d'écho terminaux à fonctionnement différentiel et algorithme d'intervention assurant un état d'intervention partiel. Ils peuvent être en outre caractérisés par le fait que les trajets de transmission, les fonctions logiques et le traitement de la parole (suppression et affaiblissement à la réception) utilisent des techniques analogiques ou numériques. Les combinaisons que l'on rencontrera le plus probablement dans la pratique et dont traite particulièrement le présent Avis sont représentées aux figures 1/G.164, 2/G.164, 3/G.164 et 4/G.164 en tant que types A, B, C et D. Toutes les conditions du présent Avis s'appliquent de la même façon aux types A, B, C et D sauf exception indiquée. Les mêmes caractéristiques de conception s'appliquent aux variantes des supprimeurs d'écho à intervention adaptable dont il est question au § 1.5.2.



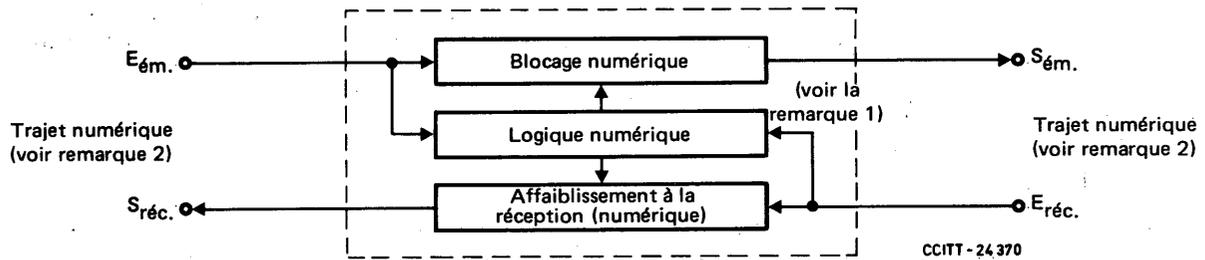
Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble "affaiblissement à la réception", selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

FIGURE 1/G.164
Supprimeur d'écho de type A



Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble « affaiblissement à la réception », selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

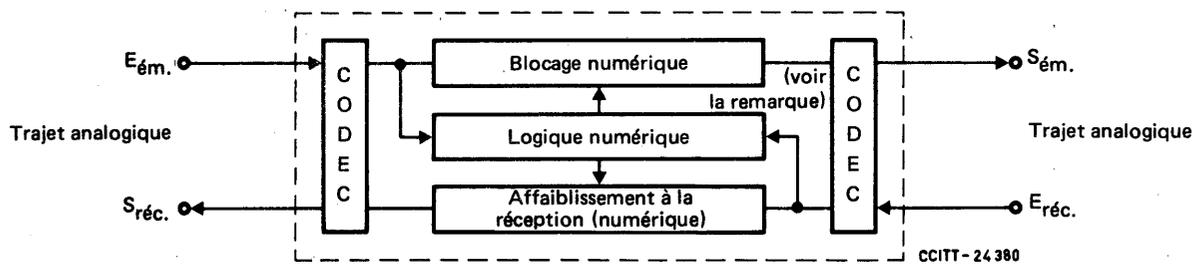
FIGURE 2/G.164
Suppresseur d'écho de type B



Remarque 1 – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble « affaiblissement à la réception », selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

Remarque 2 – Le trajet numérique peut être à n'importe quelle interface numérique, c'est-à-dire à 64 kbit/s, 1544 ou 2048 kbit/s ou à une interface quelconque d'ordre supérieur.

FIGURE 3/G.164
Suppresseur d'écho de type C



Remarque – Ces bornes d'entrée peuvent être connectées à l'une ou à l'autre des extrémités de l'ensemble « affaiblissement à la réception », selon la manière dont sont câblés les circuits logiques.

FIGURE 4/G.164
Suppresseur d'écho de type D

1.3 *Compatibilité*

Il est nécessaire que tous les dispositifs de protection contre l'écho utilisés sur les communications internationales soient compatibles entre eux. Les supprimeurs d'écho conçus conformément au présent Avis seront compatibles entre eux, ainsi qu'avec les supprimeurs d'écho conformes aux spécifications de l'Avis G.161 [1] et avec les compensateurs d'écho conçus selon les spécifications de l'Avis G.165. La compatibilité se définit comme suit:

Etant donné,

- 1) qu'un certain type de dispositif de protection contre l'écho (par exemple type I) a été conçu de manière à fonctionner de façon satisfaisante, sur toute connexion à un ou plusieurs circuits entièrement équipés d'un ou de plusieurs couples de tels dispositifs, et
- 2) qu'un autre type de dispositif de protection contre l'écho (par exemple type II) a été conçu de façon analogue,

on dit que le dispositif du type II est compatible avec celui du type I s'il est possible de remplacer un ou plusieurs des dispositifs de protection d'un type en un point quelconque de la communication par ceux de l'autre type sans que la qualité de la communication s'abaisse jusqu'à un niveau non satisfaisant.

En ce sens la compatibilité ne signifie pas que le même appareil d'essai ou les mêmes méthodes d'essai puissent nécessairement être utilisés pour tester les dispositifs de protection contre l'écho du type I ou du type II.

1.4 *Utilité des méthodes d'essai*

Des méthodes d'essai objectives sont très importantes pour permettre de mesurer les caractéristiques de fonctionnement essentielles des supprimeurs d'écho. En conséquence, des méthodes d'essai appropriées sont indiquées au § 5 du présent Avis.

1.5 *Variantes*

1.5.1 L'Avis G.161 [1] reste applicable au projet de construction des supprimeurs d'écho analogiques. Les supprimeurs d'écho analogiques doivent donc être conformes au présent Avis ou à l'Avis G.161 [1].

1.5.2 Les supprimeurs d'écho comportant une fonction d'intervention adaptable sont décrits à l'annexe A. Les caractéristiques de ces supprimeurs d'écho sont à l'étude.

1.6 *Mise en action/neutralisation*

Chaque supprimeur d'écho doit être équipé des dispositifs suivants:

- a) un dispositif qui permet la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre extérieure provenant du circuit interurbain. Ce dispositif aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal du supprimeur d'écho. Certains supprimeurs d'écho du type C peuvent être neutralisés directement par un signal numérique;
- b) un dispositif de neutralisation par tonalité ayant pour effet d'éviter l'application de l'affaiblissement de blocage et de l'affaiblissement à la réception lorsque les supprimeurs sont traversés par des signaux de neutralisation ayant certaines fréquences spécifiées. Le dispositif de neutralisation devrait donc agir sous l'effet de certaines fréquences spécifiées mais non sous l'effet des fréquences de la parole. (Voir le § 4.)

1.7 *Remarques explicatives*

1.7.1 Lorsqu'un supprimeur d'écho est dans le mode de suppression (ou de blocage), il introduit un affaiblissement important dans la voie de retour; cet affaiblissement non seulement supprime l'écho, mais empêche les paroles prononcées par l'autre interlocuteur de parvenir au premier lorsque les deux interlocuteurs viennent à parler simultanément (double parole). Pour éviter cet effet de «hachage» qui risque de se produire lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément, le supprimeur d'écho doit pouvoir alors fonctionner selon un autre mode. D'après la terminologie normalement utilisée, le second interlocuteur doit pouvoir «intervenir» ou annuler l'action de suppression lorsqu'il interrompt le premier.

1.7.2 L'intervention a donc pour résultat de transformer un circuit permettant la transmission de la parole dans un seul sens en un circuit permettant la transmission simultanée de la parole dans les deux sens et a nécessairement pour conséquence de laisser passer l'écho sans le supprimer. Afin de réduire l'importance de l'écho

renvoyé pendant l'intervention, on insère un affaiblissement dans la voie de réception. Cela a naturellement pour effet d'affaiblir les paroles reçues. Si l'action d'intervention est réglée de manière qu'elle réduise l'écho au minimum, les paroles de l'un ou des deux interlocuteurs qui parlent simultanément demeurent «hachées» dans une certaine mesure lorsque la commande du supprimeur d'écho passe de l'un des interlocuteurs à l'autre. De ce fait, la construction d'un supprimeur d'écho se fonde sur deux conditions fondamentales:

- 1) assurer une suppression suffisante de l'écho lorsqu'un seul des interlocuteurs parle;
- 2) assurer une intervention souple et directe lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément.

La seconde de ces conditions implique deux fonctions qui s'excluent mutuellement:

- a) éviter tout hachage des paroles lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément;
- b) supprimer l'écho pendant que les deux interlocuteurs parlent simultanément et immédiatement après.

1.7.3 On utilise un circuit différentiel pour reconnaître la condition dans laquelle il doit y avoir intervention. Le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est comparé à celui de la voie de réception pour déterminer s'il s'agit de l'écho de paroles prononcées par un interlocuteur ou des paroles prononcées par l'autre. Le niveau de l'écho est diminué de l'affaiblissement du trajet d'écho, l'écho étant lui-même retardé d'un temps égal au double du temps de propagation entre le supprimeur d'écho et le point de réflexion. (Le temps de propagation aller et retour sur le trajet d'écho est appelé «retard aux extrémités».) Pour la conception du circuit différentiel, il faut tenir compte à la fois de l'affaiblissement minimal du trajet d'écho et du retard maximal aux extrémités. Si le niveau des courants vocaux de la voie d'émission est inférieur au niveau de l'écho prévu (compte tenu des conditions les plus mauvaises pour l'affaiblissement du trajet d'écho et le retard aux extrémités), le blocage est maintenu. Si au contraire ce niveau dépasse celui de l'écho prévu, il se produit une intervention, et l'action de blocage est annulée.

1.7.4 Toutes sortes d'algorithmes de décision pour l'intervention sont possibles. Ils ont un objectif commun: assurer la fiabilité de l'intervention en cas de double parole, tout en protégeant contre une intervention intempestive due à l'écho ou à un bruit impulsif. Un processus en deux temps est recommandé:

- a) On introduit en premier lieu l'état d'intervention partielle. Cet état est caractérisé par la brièveté du temps de maintien de l'intervention. L'affaiblissement à la réception peut être inséré ou ne pas l'être mais, s'il est utilisé, le temps de maintien de l'intervention doit être également bref.
- b) Une fois que les conditions du signal donnant lieu à l'intervention ont persisté pendant une certaine durée, on applique l'intervention totale. Un affaiblissement à la réception doit être inséré et l'on doit appliquer un temps de maintien de l'intervention plus long.

2 Définitions relatives aux supprimeurs d'écho

2.1 supprimeur d'écho

E: echo suppressor

S: supresor de eco

Dispositif commandé par la voix, placé dans la partie à quatre fils d'un circuit et servant à insérer un affaiblissement dans le trajet de transmission afin de supprimer l'écho. Le trajet sur lequel agit le supprimeur d'écho peut être le trajet d'un circuit individuel ou le trajet de transmission d'un signal multiplex.

2.2 supprimeur d'écho complet

E: full echo suppressor

S: supresor de eco completo

Supprimeur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un quelconque des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens.

2.3 demi-supprimeur d'écho

E: half-echo suppressor

S: semisupresor de eco

Supprimeur d'écho dans lequel les signaux vocaux transmis dans l'un des deux sens de transmission commandent l'introduction de l'affaiblissement de blocage dans l'autre sens, cette action n'étant pas réciproque.

2.4 **suppresseur d'écho différentiel**

E: differential echo suppressor

S: supresor de eco diferencial

Suppresseur d'écho dont le fonctionnement est déterminé par la différence des niveaux des signaux transmis dans les deux sens de transmission.

2.5 **suppresseur d'écho à intervention partielle**

E: partial break-in echo suppressor

S: supresor de eco con intervención parcial

Suppresseur d'écho comportant des fonctions d'intervention partielle et d'intervention totale.

2.6 **suppresseur d'écho à intervention adaptable (voir l'annexe A)**

E: adaptive break-in echo suppressor

S: supresor de eco con intervención adaptativa

Suppresseur d'écho permettant l'ajustement automatique de la sensibilité d'intervention en fonction de l'affaiblissement du trajet d'écho.

2.7 **affaiblissement de blocage**

E: suppression loss

S: atenuación para la supresión

Valeur spécifiée minimale de l'affaiblissement qu'un suppresseur d'écho introduit dans la voie d'émission (du suppresseur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho.

2.8 **affaiblissement à la réception**

E: receive loss

S: atenuación en la recepción

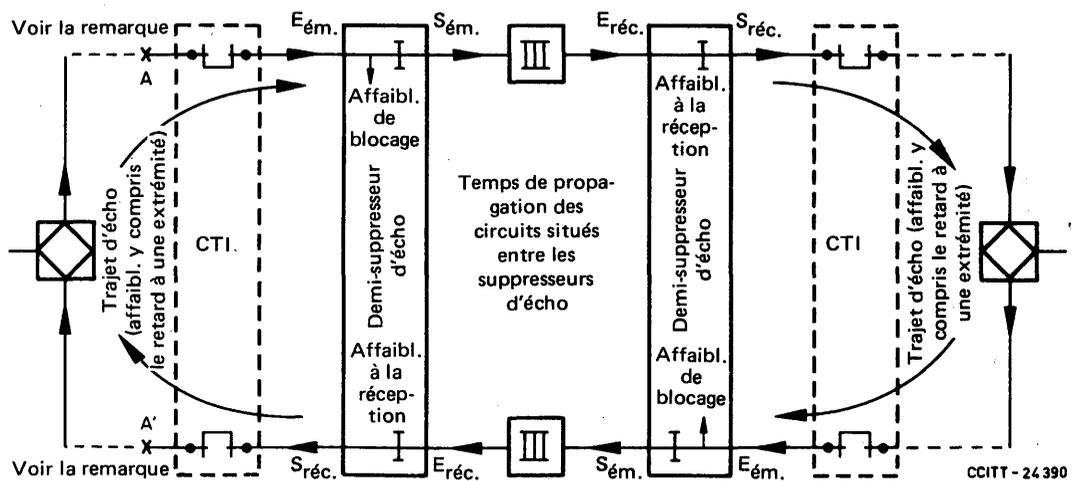
Valeur spécifiée de l'affaiblissement qu'un suppresseur d'écho introduit dans la voie de réception (du suppresseur d'écho), en vue de réduire l'effet des courants d'écho pendant l'intervention.

2.9 **suppresseur d'écho terminal (voir la figure 5/G.164)**

E: terminal echo suppressor

S: supresor de eco terminal

Suppresseur d'écho conçu de façon à fonctionner à une extrémité d'un circuit, ou aux deux extrémités.



CTI = centre de transit international

Remarque - Dans certaines applications, le suppresor d'écho est inséré au point A, A'.

FIGURE 5/G.164

2.10 temps de fonctionnement pour le blocage

E: suppression operate time

S: tiempo de funcionamiento para la supresión

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée du côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est introduit dans la voie d'émission du supprimeur d'écho.

2.11 temps de maintien pour le blocage

E: suppression hangover time

S: tiempo de bloqueo para la supresión

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée du côté émission et/ou réception, sont modifiés d'une façon déterminée et le moment où l'affaiblissement de blocage est retiré de la voie d'émission.

2.12 intervention partielle

E: partial break-in

S: intervención parcial

Etat temporaire d'intervention, présent au début de l'intervention, caractérisé par un bref temps de maintien de l'intervention. L'affaiblissement à la réception peut être inséré au cours de l'intervention partielle, à condition qu'il ait aussi le bref temps de maintien de l'intervention.

2.13 temps de fonctionnement pour l'intervention partielle

E: partial break-in operate time

S: tiempo de funcionamiento para la intervención parcial

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à faire cesser le blocage et le moment où le blocage cesse. L'insertion d'un affaiblissement dans la voie de réception peut se produire au moment où le blocage cesse ou légèrement plus tard.

2.14 intervention totale

E: full break-in

S: intervención total

Etat stable d'intervention, qui peut suivre l'état d'intervention partielle, une fois qu'il a été déterminé, avec une grande probabilité, que le signal qui a provoqué l'intervention est un signal de parole. Cet état est caractérisé par l'insertion de l'affaiblissement à la réception et par des temps de maintien de l'intervention plus longs.

2.15 temps de fonctionnement pour l'intervention totale

E: full break-in operate time

S: tiempo de funcionamiento para la intervención total

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une manière déterminée, de manière à faire cesser le blocage et à allonger le temps de maintien, et le moment où le temps de maintien plus long est appliqué. Le blocage cesse au même moment que pour l'intervention partielle. L'insertion d'un affaiblissement dans la voie de réception peut se produire au moment où le blocage cesse ou légèrement plus tard.

2.16 temps de maintien pour l'intervention

E: break-in hangover time

S: tiempo de bloqueo para la intervención

Intervalle de temps entre le moment où des signaux d'essai définis, appliqués aux bornes d'entrée d'émission et/ou de réception, sont modifiés d'une façon déterminée, de manière à rétablir le blocage et le moment où le blocage est rétabli. Le temps de maintien pour le retrait de l'affaiblissement dans la voie de réception peut être plus long que le temps de maintien pour le rétablissement du blocage.

2.17 sensibilité différentielle

E: differential sensitivity

S: sensibilidad diferencial

Différence, en dB, entre le niveau des signaux d'essai appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception, au moment où se produit l'intervention.

3 Caractéristiques des supprimeurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long

3.1 Qualité de transmission

Sauf avis contraire, les caractéristiques de qualité doivent être observées quand on applique des signaux en régime permanent au trajet d'émission et au trajet de réception séparément.

Les limites spécifiées ci-après pour les caractéristiques de transmission doivent être observées dans toute la gamme de températures de +10 °C à +40 °C ainsi que dans tout l'intervalle de variation de l'alimentation en énergie admis par les diverses Administrations.

Les supprimeurs d'écho des types A, B et D sont placés dans la partie à fréquences vocales d'un circuit à 4 fils ayant une impédance nominale de 600 ohms. Les voies d'émission (central vers ligne) et de réception (ligne vers central) ont des niveaux relatifs différents selon les réseaux nationaux, par exemple:

- 1) émission: -16 dBr; réception: +7 dBr;
- 2) émission: -4 dBr; réception: +4 dBr.

Les fréquences de tonalité d'essai sont 800 Hz ou 1000 Hz, valeur nominale. Pour éviter les sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz, les fréquences des tonalités d'essai doivent être comprises dans les intervalles 804-860 Hz et 1004-1020 Hz, respectivement.

3.1.1 Supprimeurs d'écho de types A et B

3.1.1.1 Affaiblissement d'insertion

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) d'un supprimeur d'écho en position de repos doit être de $0 \pm 0,3$ dB, pour un niveau de la fréquence de mesure inférieur à 0 dBm0.

3.1.1.2 Distorsion d'affaiblissement

La distorsion d'affaiblissement doit être telle que, si l'affaiblissement à 800 Hz (ou à 1000 Hz) est Q dB, l'affaiblissement à une fréquence quelconque de la bande de 300 à 3400 Hz soit compris entre $(Q + 0,3)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB et, à 200 Hz, entre $(Q + 1)$ dB et $(Q - 0,2)$ dB.

3.1.1.3 Distorsion de temps de propagation

La distorsion de temps de propagation, mesurée entre deux fréquences quelconques, ne doit pas dépasser 30 μ s dans la bande de 1000 à 2400 Hz, et 60 μ s dans la bande de 500 à 3000 Hz.

3.1.1.4 Impédance

Les valeurs d'impédance et d'affaiblissement d'adaptation sont applicables à tous les états de fonctionnement des supprimeurs d'écho.

- 1) La valeur nominale des impédances d'entrée et de sortie doit être de 600 ohms (non réactives).
- 2) L'affaiblissement d'adaptation par rapport à l'impédance nominale ne doit pas être inférieur à 20 dB dans la bande de 300 à 600 Hz ni à 25 dB dans la bande de 600 à 3400 Hz.
- 3) La dissymétrie d'impédance de chaque borne par rapport à la terre ne doit pas être inférieure à 50 dB dans toute la bande de 300 à 3400 Hz.

3.1.1.5 Surcharge

L'affaiblissement d'insertion à 800 Hz (ou à 1000 Hz) ne doit pas augmenter de plus de 0,2 dB lorsque le niveau de la fréquence de mesure passe de 0 dBm0 à +5 dBm0.

3.1.1.6 Distorsion harmonique

La puissance totale de distorsion harmonique, pour une onde sinusoïdale pure de 800 Hz (ou de 1000 Hz) à un niveau de 0 dBm0, ne doit pas dépasser -34 dBm0.

3.1.1.7 *Intermodulation*

Pour les fréquences $f_1 = 900$ Hz et $f_2 = 1020$ Hz appliquées simultanément chacune au niveau de -5 dBm0, la différence entre le niveau de sortie de l'une ou l'autre de ces deux fréquences et celui de l'un ou l'autre des produits d'intermodulation ($2f_1 - f_2$) ou ($2f_2 - f_1$) devrait être d'au moins 45 dB. Quand on utilise des compresseurs de parole pour assurer l'affaiblissement pendant l'intervention, cette limite est abaissée à 26 dB pendant l'état d'intervention, pour la voie de réception (voie de réception à l'état W).

3.1.1.8 *Réponse transitoire*

Si des dispositifs d'affaiblissement insérés dans la voie de réception fonctionnent au rythme des syllabes, leur réponse transitoire doit être conforme aux dispositions de l'Avis G.162, qui traite de la réponse transitoire globale d'un compresseur-extenseur.

3.1.1.9 *Bruit*

La puissance psophométrique moyenne introduite par un supprimeur d'écho ne doit pas dépasser -70 dBm0p. La puissance moyenne non pondérée de bruit introduite par un supprimeur d'écho dans une bande allant de 300 à 3400 Hz ne doit pas dépasser -50 dBm0.

3.1.1.10 *Diaphonie*

Quand un supprimeur d'écho est installé dans un circuit en service, l'affaiblissement diaphonique entre la voie d'émission et la voie de réception (et inversement) doit être tel que la puissance du signal sur la voie perturbée due à la diaphonie produite par la voie perturbatrice, ne dépasse pas -65 dBm0 pour un signal sinusoïdal transmis sur la voie perturbatrice avec une puissance au plus égale à $+5$ dBm0, dans la gamme de 300 à 3400 Hz.

3.1.1.11 *Signaux parasites dus aux supprimeurs d'écho*

Les diverses conditions de fonctionnement d'un supprimeur d'écho ne doivent pas provoquer l'apparition de signaux parasites appréciables tels que des impulsions formées dans le supprimeur et résultant d'états transitoires. En particulier, ces signaux ne doivent pas avoir une ampleur telle qu'ils puissent entraîner le fonctionnement intempestif ou l'intervention intempestive d'un autre supprimeur d'écho présent sur la communication. A cet égard, il faut tenir compte des communications comportant plusieurs circuits et plusieurs couples de supprimeurs d'écho en tandem.

Pour éviter tout fonctionnement intempestif des autres supprimeurs d'écho dans une chaîne de circuits, la tension (mesurée de zéro à la valeur de crête) des signaux transitoires, produits dans les voies de réception ou d'émission (bouclées sur 600 ohms) et dus à un fonctionnement des supprimeurs d'écho provoqué par des signaux sur la voie opposée, ne doit pas dépasser 20 mV en un point de niveau relatif zéro (-34 dBV0) après filtrage parasite dans la bande de 500 à 3000 Hz. De plus, la durée de ces signaux transitoires doit être telle qu'ils ne soient pas audibles en présence de niveaux de bruits normaux (par exemple -50 dBm0p).

3.1.2 *Supprimeur d'écho de type C*

3.1.2.1 *Considérations générales*

L'insertion d'un supprimeur d'écho de type C dans une voie de transmission numérique, entre des codes satisfaisant aux caractéristiques de qualité de l'Avis G.712 [3], ne doit pas avoir pour effet d'altérer cette qualité.

3.1.2.2 *Temps de propagation de groupe*

Le temps de propagation de groupe à travers le supprimeur d'écho ne doit pas dépasser 0,25 ms.

3.1.2.3 *Effet des compléments de ligne numériques*

L'insertion d'un affaiblissement dans le signal numérique de la voie de réception pendant l'état d'intervention peut augmenter la distorsion de quantification. Les supprimeurs d'écho du type C, qui maintiennent l'intégrité du bit de signalisation pour la signalisation voie par voie dans les systèmes conformes aux spécifications de l'Avis G.733 [4] en évitant le bit de plus faible poids, sont susceptibles de faire apparaître une plus forte augmentation de la distorsion de quantification pendant l'état d'intervention que les supprimeurs d'écho du type C utilisés dans les systèmes avec signalisation sur voie commune. Les limites admissibles sont à l'étude.

3.1.2.4 Effet des compresseurs numériques instantanés (les valeurs indiquées ci-après sont provisoires)

Lorsqu'on emploie un compresseur instantané sur la voie de réception du supprimeur pendant l'intervention, il ne doit pas produire une distorsion dépassant les limites suivantes:

a) Distorsion harmonique

Avec un signal d'entrée sinusoïdal de 0 dBm0 sur toute fréquence comprise entre 300 Hz et 1 kHz, la distorsion harmonique du troisième ordre ne doit pas dépasser -30 dBm0.

b) Distorsion d'intermodulation

Avec un signal d'entrée composé de deux signaux sinusoïdaux de même amplitude et de fréquence $f_1 = 900$ et $f_2 = 1020$ Hz à des niveaux compris entre -3 et -35 dBm0, les produits de distorsion à $(2f_1 - f_2)$ et $(2f_2 - f_1)$ ne doivent pas dépasser un niveau de -16 dB rapporté au niveau de sortie de chaque fréquence. Pour les niveaux d'entrée inférieurs à -35 dBm0, ce rapport doit être d'au moins -20 dB.

3.1.3 Supprimeurs d'écho de type D

3.1.3.1 Considérations générales

Les caractéristiques de qualité indiquées dans l'Avis G.712 [3] s'appliquent aux codecs.

3.1.3.2 Temps de propagation de groupe

Le temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser celui des codecs seuls de plus de 0,25 ms.

3.1.3.3 Effet des compléments de ligne numériques

Des compléments de ligne numériques insérés dans la voie de réception pendant l'état d'intervention peuvent augmenter la distorsion de quantification au-delà des limites spécifiées dans l'Avis G.712 [3]. Les limites admissibles sont à l'étude.

3.1.3.4 Effet des compresseurs numériques instantanés

Voir le § 3.1.2.4.

3.2 Caractéristiques lorsque des signaux d'entrée en régime permanent sont appliqués séparément à la voie d'émission et à la voie de réception

3.2.1 L'action d'un supprimeur d'écho présentant les caractères généraux décrits au § 1 est expliquée ci-après à l'aide du diagramme de fonctionnement théorique de la figure 6/G.164. Les combinaisons significatives des signaux d'entrée sont représentées par les zones X, Y, Z, W et V.

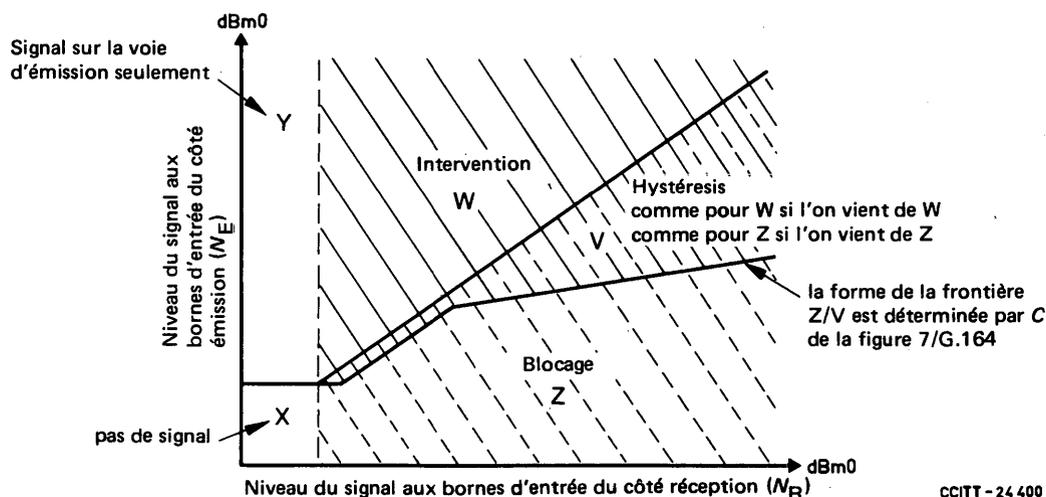


FIGURE 6/G.164

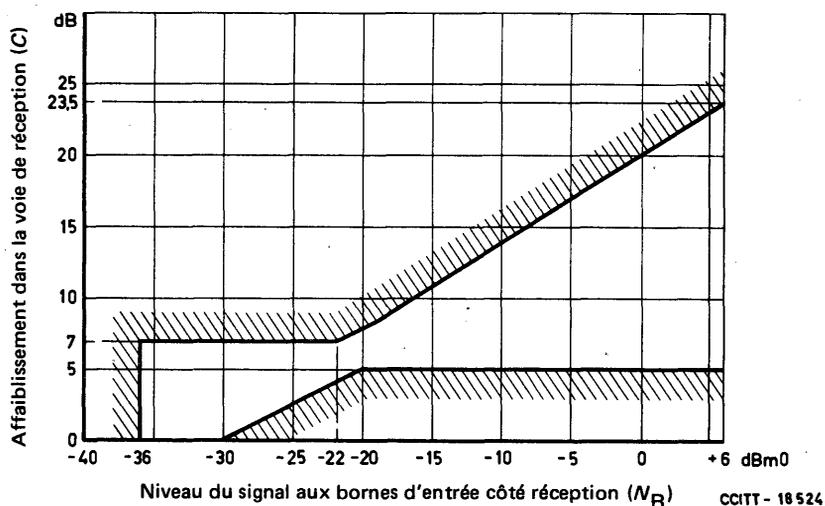
Diagramme explicatif du fonctionnement des supprimeurs d'écho dans des conditions idéales

3.2.2 La zone X correspond à l'absence de tout signal appréciable sur la voie d'émission ou sur la voie de réception. La zone Y correspond à la présence de signaux sur la seule voie d'émission. La zone Z représente les combinaisons de niveaux des signaux pour lesquelles le supprimeur d'écho doit assurer le blocage sur la voie d'émission. La zone W correspond à l'intervention, lorsque le blocage doit être annulé. La zone V correspond à l'hystérésis qui doit assurer le maintien de la position d'intervention si le signal sur la voie d'émission est tombé légèrement au-dessous du niveau minimal pour lequel l'intervention doit se produire. De ce fait, la zone V représente une condition bistable. Le tableau 1/G.164 indique les valeurs d'affaiblissement qu'il convient d'introduire dans les deux voies lorsque chacune des cinq zones X, Y, Z, W et V est occupée en permanence. La figure 7/G.164 indique les valeurs limites de l'affaiblissement à la réception, C, qu'il convient d'introduire dans la voie de réception pendant l'intervention. Les indications contenues dans les figures 6/G.164 et 7/G.164 et dans le tableau 1/G.164 sont valables pour des signaux en régime permanent, et dans le cas où des frontières entre les zones sont franchies très lentement.

TABLEAU 1/G.164
Explications pour le diagramme de fonctionnement de la figure 6/G.164

Zone	Affaiblissement dans la voie d'émission (dB)	Affaiblissement dans la voie de réception (dB)
X	0	0
Y	0	0 b)
W	0	Dans les limites indiquées pour C à la figure 7/G.164
Z	50 minimum ^{a)}	0
V	Comme pour W si l'on vient de W Comme pour Z si l'on vient de Z	

- a) Lorsque des supprimeurs d'écho du type C sont utilisés sur des circuits numériques longs, la suppression du bruit à l'extrémité éloignée peut être gênante en raison du contraste de bruit. Cette question est à l'étude.
- b) Lorsque l'affaiblissement dans la voie de réception est dû à un compresseur de parole, il doit être égal à 0 quand le niveau du signal à la réception est inférieur ou égal à -36 dBm0.



Remarque – Les valeurs recommandées sont à l'intérieur de la zone non hachurée.

FIGURE 7/G.164

Valeurs recommandées pour l'affaiblissement C à introduire dans la voie de réception pendant l'intervention

3.2.3 Les éléments indiqués dans la figure 6/G.164 concernent seulement les caractéristiques que l'on peut déterminer sans qu'il soit nécessaire de connaître les circuits internes du supprimeur d'écho ou d'avoir accès à ces circuits, mais tout simplement en appliquant des signaux d'essai aux bornes externes du supprimeur d'écho et en observant son état par des mesures externes. On trouvera, au § 5, la description des méthodes d'essai à mettre en œuvre pour vérifier par des mesures la conformité aux spécifications.

3.2.4 Les niveaux du signal qui définissent les divers seuils sont indiqués dans le tableau 2/G.164.

TABLEAU 2/G.164
Niveaux de seuil entre les zones

Frontière	Symbole du seuil	(voir la remarque 1) A 1000 Hz à $20 \pm 5^\circ\text{C}$ dBm0	(voir la remarque 1) A 1000 Hz entre 10 et 40°C dBm0	Variation avec la fréquence
<i>Blocage</i>				
X à Z	T_{xz}	$-33 \leq T_{xz} \leq -29$ pour $N_E = -40$	$T'_{xz} = T_{xz} \pm 1$	Figure 8/G.164
Z à X	$T_{zx\text{max.}}$ $T_{zx\text{min.}}$	$T_{xz} - 0\text{ dB}$ $T_{xz} - 3\text{ dB}$	$T'_{xz} - 0\text{ dB}$ $T'_{xz} - 3\text{ dB}$	
<i>Intervention</i>				
V à W (en provenance de Z)	T_{vw}	$N_R - 3 \leq N_E \leq N_R$ (voir les remarques 3, 4 et 5) ($-26,5 \leq N_R \leq +3$)		$T'_{vw} = T_{vw} \pm 1,5\text{ dB}$ entre 500 et 3000 Hz (voir la remarque 2)
V à Z (en provenance de W)	$T_{vz\text{max.}}$ $T_{vz\text{min.}}$	$T_{vw} - C + 2\text{ dB}$ (voir les remarques 3, 4 et 5) $T_{vw} - C - 3\text{ dB}$ (voir la remarque 1) ($-26,5 \leq N_R \leq +3$)		$T'_{vz} = T_{vz} \pm 1,5\text{ dB}$ entre 500 et 3000 Hz (voir la remarque 2)

N_E Niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée du côté émission.

N_R Niveau, en dBm0, aux bornes d'entrée du côté réception.

C Affaiblissement introduit dans la voie de réception pendant l'intervention. Cette caractéristique doit être conforme aux limites indiquées dans la figure 7/G.164.

Remarque 1 – La fréquence d'essai est de 1004 à 1020 Hz de manière à éviter un sous-multiple de la fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz.

Remarque 2 – Il faut tenir compte des tolérances sur les caractéristiques d'affaiblissement en fonction de la fréquence des deux filtres du détecteur d'intervention, mais il est souhaitable que le seuil d'intervention soit aussi indépendant que possible de la fréquence; une tolérance de $\pm 1,5\text{ dB}$ doit être respectée si N_E et N_R varient simultanément dans toute la bande de 500 à 3000 Hz.

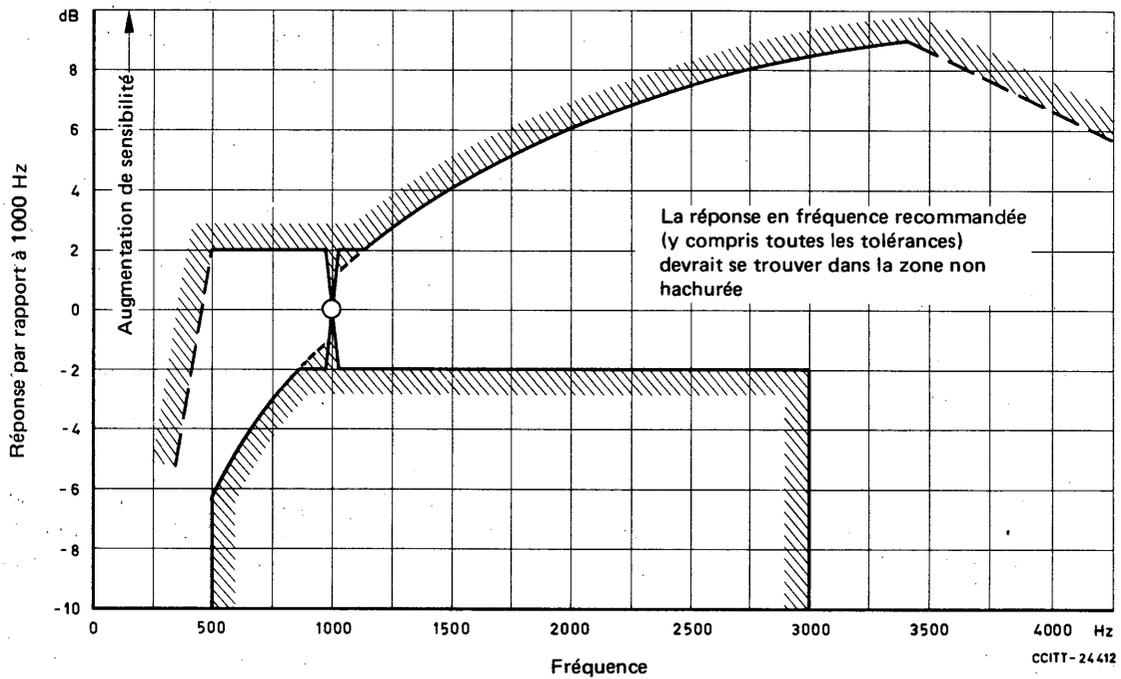
Remarque 3 – Cela exclut les tolérances dues aux codecs ($\pm 0,5\text{ dB}$ dans l'Avis G.712 [3]).

Remarque 4 – Les tolérances concernant T_{vw} et T_{vz} peuvent occasionnellement être dépassées jusqu'à concurrence de 1 dB dans l'intervalle $-26,5 \leq N_R \leq +3\text{ dBm0}$ par suite d'effets de quantification. En théorie, cela peut entraîner le maintien intempestif de l'intervention quand on utilise les derniers signaux en régime permanent (voir l'essai n° 8). Ce phénomène ne se produit pas pour les signaux vocaux.

Remarque 5 – La combinaison des valeurs limites des seuils T_{vw} et T_{vz} et de faibles valeurs pour l'affaiblissement sur le trajet d'écho et pour C peut, théoriquement, provoquer des oscillations entre le blocage et l'intervention dans le cas des essais qui utilisent des signaux en régime permanent de faible niveau. Ce phénomène n'a pas été observé sur les supprimeurs d'écho existants et il ne se produit pas pour les signaux vocaux.

3.2.4.1 Le niveau nominal du seuil de blocage est -31 dBm0 quand il n'y a pratiquement pas de parole sur la voie d'émission. Le niveau auquel cesse l'action de blocage est aussi nominale -31 dBm0 , mais il peut atteindre au-dessous du seuil de blocage une dénivellation de 3 dB. L'objectif de la spécification, quand des signaux d'un niveau supérieur au seuil sont transmis à la fois sur la voie d'émission et celle de réception, est que le supprimeur d'écho se trouve dans le mode blocage (Z), si $N_R \geq N_E$; passe au mode intervention (W), si $N_E \geq N_R$ et retourne au mode blocage, si $N_R \geq N_E + C$. Des tolérances sont prévues pour tenir compte des fluctuations de filtrage, de tension d'alimentation et de température.

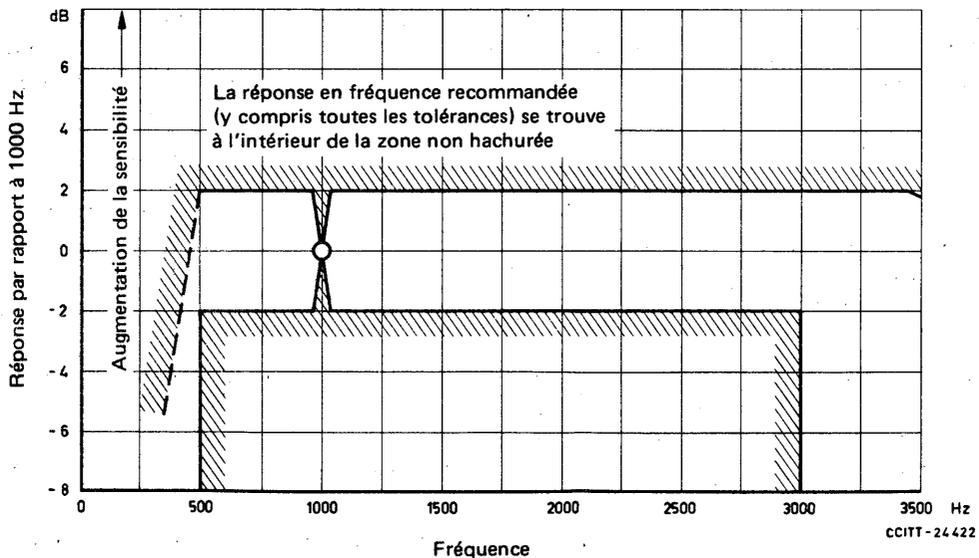
3.2.4.2 Les limites de la réponse en fréquence de la voie de commande de blocage sont indiquées dans la figure 8/G.164. Les limites de la réponse en fréquence des voies de commande d'intervention sont indiquées dans la figure 9/G.164. Il est souhaitable d'assurer un tel filtrage dans les supprimeurs d'écho. Toutefois, ce dispositif est difficile à réaliser dans le cas des supprimeurs des types C et D. En conséquence, pour ces types de supprimeurs, le filtrage peut être omis lorsque les Administrations peuvent avoir la certitude que les signaux perturbateurs sont d'un niveau si faible qu'ils n'ont pas d'influence défavorable sur le fonctionnement du supprimeur d'écho.



Remarque – La diminution de la sensibilité au-dessous de 500 Hz et au-dessus de 3400 Hz devrait avoir une valeur d'au moins 12 dB/octave.

FIGURE 8/G.164

Réponse en fréquence recommandée pour la voie de commande du blocage d'un supprimeur d'écho



Remarque – La diminution de la sensibilité au-dessous de 500 Hz et au-dessus de 3400 Hz devrait avoir une valeur nominale d'au moins 12 dB/octave.

FIGURE 9/G.164

Réponse en fréquence recommandée pour chaque voie de commande du détecteur d'intervention d'un supprimeur d'écho

3.3 *Caractéristiques dynamiques lorsque des signaux sont appliqués, supprimés ou modifiés indépendamment sur les voies d'émission et de réception*

3.3.1 On peut spécifier les caractéristiques dynamiques en indiquant le temps qui s'écoule, lorsque les valeurs des signaux passent d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre zone, avant que l'état propre à la deuxième zone soit établi (figure 6/G.164 et figure 11/G.164). Si l'on passe de X à Z, on appelle ce temps le temps de fonctionnement pour le blocage; en sens inverse, on l'appelle temps de maintien pour le blocage. Si l'on passe de Z à W ou à Y par l'intermédiaire de V, ce temps est appelé le temps de fonctionnement pour l'intervention; pour le passage en sens inverse, il s'agit du temps de maintien pour l'intervention. Dans la pratique, les frontières V/W et Y/Z peuvent être franchies sous des angles quelconques. Les conditions indiquées dans le tableau 3/G.164 concernent des passages verticaux ou horizontaux.

3.3.2 Le temps de fonctionnement pour le blocage (X/Z) doit être presque constant quand un signal est appliqué brusquement sur la voie de réception à un niveau supérieur au seuil (-31 dBm0) en l'absence de transmission, sur la voie d'émission, de tout signal de niveau appréciable. De même, pour le passage du mode suppression au mode intervention (Z/V/W) avec N_R constant, le temps de fonctionnement indiqué au tableau 3/G.164 devrait en général s'appliquer pour toutes les combinaisons possibles de paires de signaux (N_R et N_E) et non pas seulement pour les deux paires figurant au tableau 3/G.164.

3.3.3 Les temps de maintien indiqués au tableau 4/G.164 devraient en général être respectés chaque fois qu'une suppression ou une intervention s'est produite, quels que soient les niveaux des signaux qui ont déclenché ces actions.

3.3.4 Lorsqu'on fait varier brusquement les niveaux des signaux d'essai sinusoïdaux à la fréquence de 1000 Hz, les temps de fonctionnement indiqués dans le tableau 3/G.164 sont valables, ainsi que les valeurs recommandées pour les temps de maintien indiqués dans le tableau 4/G.164. Pour chacun de ces tableaux, la partie droite se rapporte aux essais décrits au § 5.

3.3.5 Les temps de fonctionnement de la ligne d'affaiblissement à la réception dans la transition Y/W ne sont pas indiqués ou mesurés séparément, mais ils doivent être compris dans les limites admises pour le temps de fonctionnement de blocage.

3.4 *Fonctionnement en présence d'un affaiblissement du trajet d'écho peu important et, éventuellement, de retard aux extrémités*

Les clauses qui précèdent sont valables lorsque le supprimeur d'écho est soumis aux essais dans des conditions telles que les signaux sur les voies d'émission et de réception sont indépendants. Dans la pratique, on doit également maintenir un fonctionnement satisfaisant lorsque la voie d'émission est reliée à la voie de réception par un trajet d'écho pouvant présenter un retard aux extrémités et un affaiblissement peu élevé. Dans ces conditions, il faut contrôler trois caractéristiques du fonctionnement dynamique. Le § 5 décrit des dispositifs d'essai appropriés pour la mesure de ces caractéristiques dont la description est donnée ci-dessous:

3.4.1 Aucun écho (fuite par le trajet d'écho) ne doit provoquer l'apparition intempestive de la position d'intervention si l'affaiblissement du trajet d'écho est peu important et si le retard aux extrémités est nul. Cet inconvénient pourrait être dû à un choix malheureux des constantes de temps du trajet de commande; il se manifesterait alors comme une apparition temporaire intempestive de la position d'intervention, ne persistant que pendant la durée du temps de maintien de l'intervention, lorsqu'un signal serait brusquement appliqué aux bornes d'entrée du côté réception (voir l'essai n° 7).

3.4.2 Si une protection insuffisante contre le retard aux extrémités est incorporée au supprimeur d'écho, le circuit d'intervention peut fonctionner sur le front arrière de l'écho. Ce phénomène peut se produire lors de l'interruption brusque d'un signal aux bornes d'entrée du côté réception lorsque l'affaiblissement du trajet d'écho est faible et que le retard aux extrémités est important (voir l'essai n° 7).

3.4.3 Dans certains modèles, il se peut que l'hystérésis représentée par la zone bistable V (voir la figure 6/G.164) soit trop importante par rapport à l'affaiblissement inséré dans la voie de réception. Cela peut entraîner un maintien intempestif de l'intervention par l'écho dans les conditions suivantes: un signal permanent est présent aux bornes d'entrée du côté réception et est couplé aux bornes d'entrée du côté émission par l'intermédiaire du trajet d'écho. Un signal d'amplitude et de durée suffisantes pour provoquer l'intervention est alors appliqué aux bornes d'entrée du côté émission. Lors de l'interruption de ce signal, l'écho du signal maintient indûment la position d'intervention (voir l'essai n° 8).

TABLEAU 3/G.164
Temps de fonctionnement

Frontière	Signal initial (voir la remarque)		Signal final (voir la remarque)		Valeur recommandée (ms)	Essai n°	Excursion (voir la figure 11/G.164)	Montage utilisé pour les essais (voir la figure)	Trace sur l'oscilloscope (voir la figure)
	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)					
Suppression X/Z	-40 -40	-40 -40	-40 -40	-25 -11	} ≤ 1	} 4	a → b a → d	} 13/G.164	} 14/G.164
Intervention Z/V/W N_E constant	-15 -15 -15	-10 -5 0	-15 -15 -15	-25 -25 -25	} 24 à 36	} 5	h → i g → i f → i	} 13/G.164	} 15/G.164
Intervention Z/V/W N_R constant	-40 -40	-25 -15	-19 -9	-25 -15	} Partielle: ≤ 2 Totale: 6 à 10	} 6	b → k c → j	} 16/G.164	} 17/G.164

Remarque – Voir aussi le § 3.3.2.

TABLEAU 4/G.164
Temps de maintien

Frontière	Signal initial		Signal final		Valeur recommandée (ms)	Essai n°	Excursion (voir la figure 11/G.164)	Montage utilisé pour les essais (voir la figure)	Trace sur l'oscilloscope (voir la figure)
	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)	Emission N_E (dBm0)	Réception N_R (dBm0)					
Suppression Z/X	-40 -40	-25 -11	-40 -40	-40 -40	} 24 à 36	} 4	b → a d → a	} 13/G.164	} 14/G.164
Intervention W/V/Z N_R constant	-19 -9	-25 -15	-40 -40	-25 -15	} Partielle: ≤ 26 Totale: 48 à 66 (voir la remarque)	} 6	k → b j → c	} 16/G.164	} 17/G.164

Remarque – Le temps de maintien de l'affaiblissement à la réception doit être celui qui est indiqué (48 à 66 ms). Les avantages possibles d'un temps de maintien plus long pour l'affaiblissement à la réception dans le cas des circuits ayant des temps de propagation très longs sont à l'étude.

4 Caractéristiques des dispositifs de neutralisation des supprimeurs d'écho

4.1 Considérations générales

Tout supprimeur d'écho devrait être muni d'un dispositif de neutralisation par tonalité ayant pour effet d'éviter l'application de l'affaiblissement de blocage et de l'affaiblissement à la réception lorsque ce supprimeur est traversé par des signaux de données ou par d'autres signaux ayant certaines fréquences spécifiées. Le dispositif de neutralisation devrait donc agir sous l'effet de certaines fréquences spécifiées, mais non sous l'effet des fréquences de la parole.

4.2 Caractéristiques de neutralisation (voir la figure 10/G.164)

La tonalité de neutralisation transmise est à la fréquence $2100 \text{ Hz} \pm 15 \text{ Hz}$; son niveau est $-12 \pm 6 \text{ dBm0}$. La fréquence de la tonalité appliquée au dispositif de neutralisation est $2100 \text{ Hz} \pm 21 \text{ Hz}$ (voir l'Avis V.21 [5]). La bande de la voie de neutralisation devrait être suffisamment large pour englober cette tonalité et, éventuellement, toutes les autres tonalités de neutralisation utilisées dans des réseaux nationaux; elle devrait en outre être telle que, sous l'effet conjugué de l'action de garde et de temporisation, on dispose d'une protection suffisante contre le fonctionnement intempestif du neutralisateur sous l'action des courants de conversation. La sensibilité de la voie de neutralisation (niveau de seuil) doit être telle que le dispositif de neutralisation fonctionne pour le niveau minimal de la tonalité de neutralisation attendu. Les caractéristiques de la bande représentées sur la figure 10/G.164 rendent possible la neutralisation par la fréquence 2100 Hz aussi bien que par d'autres fréquences utilisées en Amérique du Nord. Cette figure indique que la neutralisation *doit* être possible dans la bande de 2079 à 2121 Hz tandis qu'elle *peut* l'être dans la bande de 1900 à 2350 Hz .

A la condition que seule soit utilisée sur le plan international la fréquence de neutralisation recommandée, à savoir 2100 Hz , il n'y aura pas de perturbations des équipements de signalisation. On estime que la neutralisation intempestive d'un supprimeur d'écho par une fréquence de signalisation n'est pas nuisible, puisque le supprimeur d'écho ne joue aucun rôle pendant les périodes où les fréquences de signalisation sont transmises en ligne.

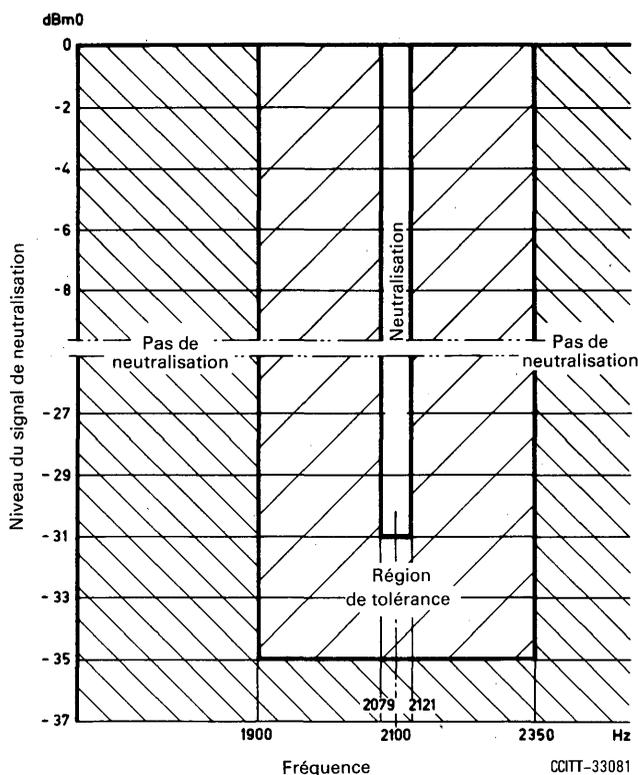


FIGURE 10/G.164

Caractéristiques requises dans la bande de neutralisation

4.3 *Caractéristiques de la bande de garde*

L'énergie contenue dans la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation doit être utilisée pour s'opposer à la fonction de neutralisation, de manière que la parole ne provoque pas un fonctionnement intempestif du dispositif de neutralisation. La bande de garde doit être suffisamment large, et la sensibilité doit y être assez grande, pour que l'énergie de la bande des fréquences vocales à l'extérieur de la bande de neutralisation soit utilisée. La sensibilité ainsi que la forme de la bande de garde ne doivent pas être telles que le niveau maximal de bruit de circuit (au repos ou occupé) interdise la neutralisation. Dans ce qui suit, on suppose que l'on emploie un bruit blanc pour simuler les courants vocaux ainsi que le bruit de circuit. D'où la condition suivante:

Un bruit blanc (bande approximative: 300 à 3400 Hz) est appliqué au dispositif de neutralisation en même temps qu'un signal à 2100 Hz. Ce dernier est appliqué avec un niveau supérieur de 3 dB au niveau de seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande. L'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation ne doit pas être supérieure à celle du signal à 2100 Hz et ne doit pas lui être inférieure de plus de 5 dB. Le niveau du signal à 2100 Hz étant progressivement augmenté jusqu'à 30 dB au-dessus du niveau du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, le niveau d'énergie du bruit blanc nécessaire pour interdire la neutralisation doit rester inférieur à celui du signal à 2100 Hz.

4.4 *Caractéristiques de la bande de maintien de la neutralisation*

Après avoir fonctionné, le dispositif de neutralisation doit maintenir le supprimeur neutralisé pour les fréquences d'une certaine bande. La largeur de cette bande doit englober toutes les fréquences actuelles, ou envisagées pour l'avenir, de transmission de données. La sensibilité pour la libération doit être suffisante pour que la neutralisation subsiste pour les signaux de données du niveau le plus faible prévu, mais doit être telle que le dispositif de neutralisation soit libéré pour le niveau maximal de bruit de circuit (au repos ou occupé). D'où la condition suivante:

Le dispositif de neutralisation doit rester dans la position «neutralisation» pour toute onde sinusoïdale de la bande de 390 à 700 Hz d'un niveau supérieur ou égal à -27 dBm0, ou de la bande de 700 à 3000 Hz d'un niveau supérieur ou égal à -31 dBm0. Il doit se libérer en présence d'un signal quelconque de la bande de 200 à 3400 Hz de niveau inférieur ou égal à -36 dBm0.

4.5 *Temps de fonctionnement*

Ce temps doit être suffisamment long pour assurer une protection contre les périodes de silence, tout en étant inférieur à la limite de 400 ms recommandée par le CCITT. La condition à fixer est donc que le dispositif de neutralisation fonctionne dans des limites de 300 ± 100 ms après réception d'un signal de neutralisation continu dont le niveau est compris entre 0 dBm0 et celui du seuil du dispositif de neutralisation pour la fréquence centrale de la bande, majoré de 3 dB.

4.6 *Fonctionnement intempestif dû aux courants vocaux*

Il est souhaitable que les fonctionnements intempestifs du dispositif de neutralisation provoqués par les courants vocaux soient rares. A cet égard, il est normal que, pour un supprimeur d'écho monté sur un circuit en fonctionnement, les courants vocaux normaux ne puissent provoquer, en moyenne, plus de dix fonctionnements intempestifs pour 100 heures de conversation. La protection contre les silences peut être assurée par la bande de neutralisation, par l'application de la bande de garde et par le temps de fonctionnement, mais elle peut aussi être obtenue par la remise en route. C'est-à-dire que si des signaux vocaux simulant le signal de neutralisation sont interrompus, du fait des périodes qui séparent les syllabes, avant que la neutralisation ait eu lieu, le mécanisme de temporisation devrait se remettre en route. Cependant, ni une disparition momentanée ni une variation du niveau d'un véritable signal de neutralisation ne doivent remettre en route le dispositif de temporisation.

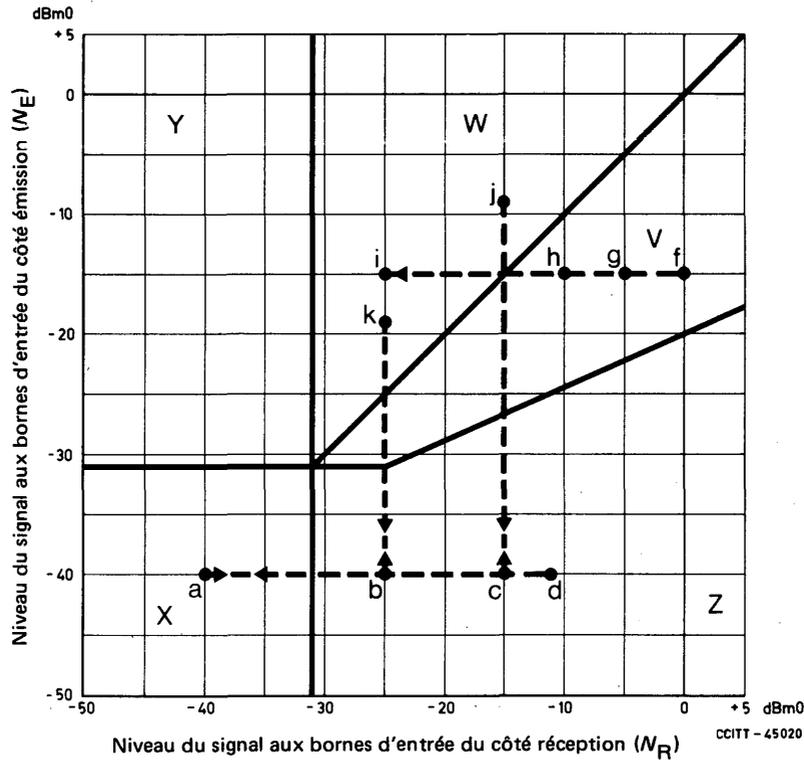
4.7 *Temps de libération*

Le dispositif de neutralisation ne doit pas se libérer pour des disparitions du signal d'une durée inférieure à la valeur recommandée par le CCITT, à savoir 100 ms. Il doit se libérer dans un délai de 250 ± 150 ms après que le niveau d'un signal situé dans la bande de maintien est tombé à au moins 3 dB au-dessous de la sensibilité maximale de maintien, de manière à ne causer qu'un minimum de dégradation en cas de neutralisation accidentelle par les courants vocaux.

5 **Méthodes d'essai à mettre en œuvre pour mesurer les principales caractéristiques de fonctionnement des supprimeurs d'écho**

5.1 *Considérations générales*

5.1.1 Un supprimeur d'écho aux bornes d'entrée d'émission et de réception duquel sont appliqués des signaux sinusoïdaux se trouve placé dans un état qui dépend des niveaux relatifs de ces deux signaux. Toute combinaison des niveaux des deux signaux d'entrée peut être représentée par un point d'un diagramme typique de fonctionnement (figure 11/G.164). Chaque zone de ce diagramme correspond, en régime permanent, à un état particulier, caractérisé par les affaiblissements dans les deux voies de conversation et par l'organisation interne de sa logique.



Remarque – Les frontières ci-contre sont typiques. La frontière inférieure de la région V correspond au cas de la valeur maximale admise pour l'affaiblissement C sur la figure 7/G.164.

FIGURE 11/G.164

Diagramme de fonctionnement représentant les niveaux utilisés lors des essais dynamiques (voir les tableaux 3/G.164 et 4/G.164)

5.1.2 Les essais décrits dans le présent Avis supposent l'emploi de signaux d'essai analogiques. Dans le cas des supprimeurs d'écho du type C, il faudra recourir à des codecs conformes aux spécifications de l'Avis G.712 [3] pour l'interface entre le supprimeur d'écho et l'équipement d'essai analogique. Si les essais sont effectués sur des supprimeurs d'écho des types C et D, il convient de tenir compte de temps de propagation supplémentaire dû aux codecs lorsqu'on mesure les temps de fonctionnement par observation des signaux de sortie. De plus, dans les mesures de niveau, il convient de tenir compte des tolérances à prévoir pour les codecs. Les fréquences qui sont des sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage risquent de fausser les résultats; elles devraient être évitées dans ces essais. Il est à noter que si un filtrage extérieur est nécessaire pour répondre aux conditions spécifiées au § 3.2.4.2, il doit être inclus lorsque les essais sont effectués.

5.1.3 On spécifie les caractéristiques *statiques* d'un supprimeur d'écho en indiquant les frontières entre les zones ainsi que les affaiblissements des deux voies de conversation lorsque les signaux passent lentement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre.

On spécifie les caractéristiques *dynamiques* en précisant le temps qui s'écoule lorsqu'un signal passe brusquement d'un point situé dans une zone à un point situé dans une autre zone, avant que l'état correspondant à cette dernière soit établi.

Les différents essais décrits au § 5 sont récapitulés au tableau 5/G.164.

5.1.4 La description du montage d'essai présenté ici indique une méthode possible pour l'application des signaux d'essai appropriés. D'autres techniques de génération de ces signaux (par exemple emploi de générateurs de signaux sinusoïdaux pour l'émission et la réception) peuvent être employées. Bien que la fréquence d'essai soit nominale de 1000 Hz, il faut utiliser une fréquence comprise entre 1004 et 1020 Hz pour éviter les sous-multiples de la fréquence d'échantillonnage.

TABLEAU 5/G.164

Essais recommandés pour les supprimeurs d'écho

Essai	Caractéristiques mesurées	Schéma de principe (figure)	Trace sur l'oscilloscope (figure)
1	Seuil de blocage et affaiblissement	12/G.164	—
2	Seuil Y/W et affaiblissement à la réception	12/G.164	—
3	Sensibilité différentielle pour l'intervention	12/G.164	—
4	Temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage	13/G.164	14/G.164
5	Intervention, N_E constant	13/G.164	15/G.164
6	Intervention partielle et intervention totale, N_R constant	16/G.164	17/G.164
7	Protection contre l'intervention intempestive	18/G.164	—
8	Essai pour l'excès d'hystérésis	19/G.164	20/G.164

5.2 Mesure des caractéristiques statiques

Les caractéristiques statiques que l'on mesure sont les affaiblissements dans les voies d'émission et de réception ainsi que les niveaux de seuil entre zones (tableaux 1/G.164 et 2/G.164). Le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms;
- deux lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- un circuit mélangeur de 600 ohms;
- deux hypsomètres avec une impédance d'entrée symétrique de 600 ohms.

Le montage est représenté à la figure 12/G.164.

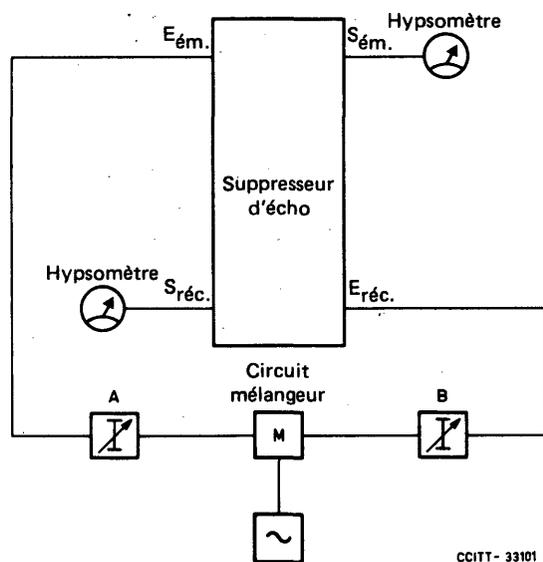


FIGURE 12/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques statiques (Essais 1, 2 ou 3)

5.2.1 Essai n° 1 – Seuil de blocage et affaiblissement de blocage

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement A de manière que $N_E = -40$ dBm0.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement B de manière que $N_R = -40$ dBm0.
- 4) Augmenter N_R jusqu'à ce que le blocage se produise; noter la valeur de N_R ainsi que l'affaiblissement de blocage. Condition exigée: $-33 \leq (N_R = T_{xz}) \leq -29$ dBm0 (voir le tableau 2/G.164).
- 5) Diminuer N_R jusqu'à ce que le blocage disparaisse; noter la valeur de N_R . Condition exigée: $T_{xz} - 3 \leq N_R \leq T_{xz}$ (voir le tableau 2/G.164).
- 6) Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées dans la figure 8/G.164 sont respectées et répéter les opérations 2 à 5.

5.2.2 Essai n° 2 – Seuil Y/W et affaiblissement à la réception dans l'état d'intervention

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement A de manière que $N_E = +3$ dBm0.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement B de manière que N_R varie entre -40 dBm0 $\leq N_R \leq N_E$. On observe le fonctionnement aux frontières indiquées dans la figure 7/G.164, en surveillant la différence des valeurs de N_R entre l'entrée et la sortie, qui est égale à l'affaiblissement C. Le seuil Y/W correspond à $C > 0$ dB.

Remarque – Noter les valeurs de C en fonction de N_R en vue de leur emploi dans l'essai n° 3, opération 5.

5.2.3 Essai n° 3 – Sensibilité différentielle pour l'intervention

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement A de manière que $N_E = -40$ dBm0.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement B de manière que $N_R = -26,5$ dBm0.
- 4) Augmenter N_E jusqu'à ce que le blocage disparaisse et que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception; noter la valeur de N_E . Condition exigée: voir T_{vw} , tableau 2/G.164.
- 5) Diminuer N_E jusqu'à ce que le blocage se produise et que l'affaiblissement soit supprimé de la voie de réception; noter la valeur de N_E . Condition exigée: voir T_{vz} , tableau 2/G.164.
- 6) Augmenter N_R par bonds appropriés jusqu'à $+3$ dBm0 et répéter les opérations 4 et 5.
- 7) Accorder l'oscillateur sur les fréquences appropriées afin de vérifier que les limites indiquées sur la figure 9/G.164 sont respectées et répéter les opérations 2 à 6.

5.3 Mesure des caractéristiques dynamiques lorsque N_E et N_R sont appliqués indépendamment

Les caractéristiques dynamiques que l'on mesure sont les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage et pour l'intervention (tableaux 3/G.164 et 4/G.164). Le matériel nécessaire est le suivant:

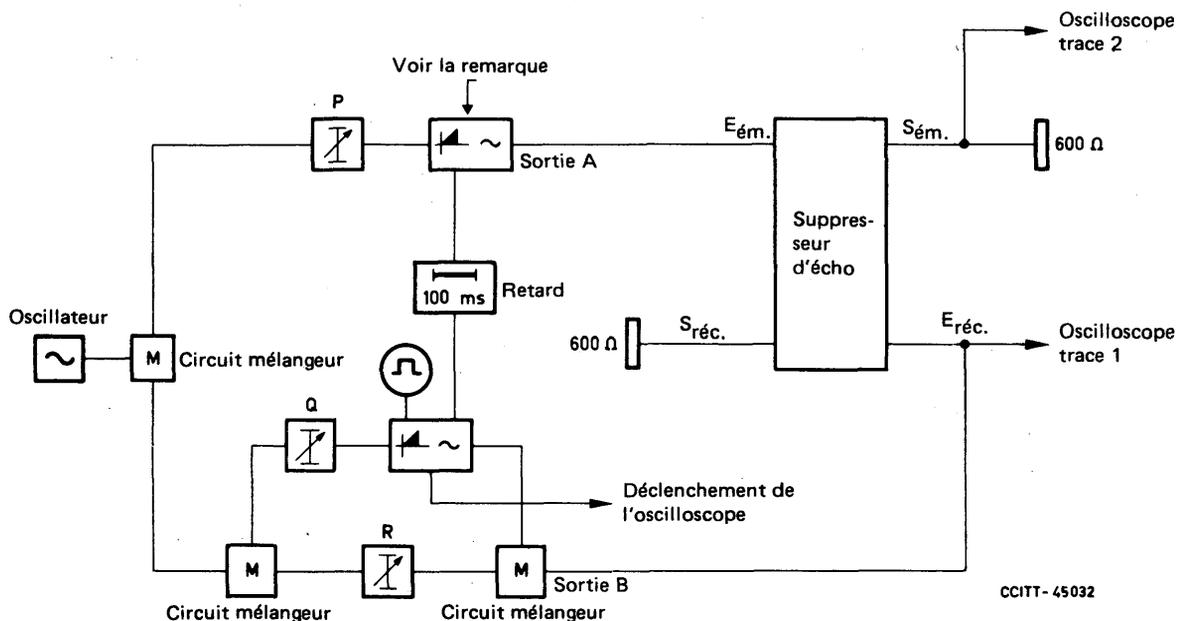
- un oscillateur avec impédance de sortie symétrique de 600 ohms, accordé sur 1000 Hz;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- trois circuits mélangeurs de 600 ohms;
- deux générateurs d'impulsions de tonalité dont les périodes de passage de la tonalité et d'arrêt doivent chacune être de durées variables, de manière indépendante, entre zéro et au moins 200 ms et qui puissent être maintenus dans l'un ou l'autre état par réglage manuel. Les impédances d'entrée et de sortie doivent être de 600 ohms dans les deux états. L'un des générateurs d'impulsions de tonalité est commandé par l'autre et comporte une temporisation de 100 ms, si bien qu'il laisse passer la tonalité 100 ms après l'autre;
- deux résistances terminales de 600 ohms;
- un oscilloscope à double faisceau, de préférence avec écran à longue persistance.

Remarque – Il est à noter que si les durées des périodes de passage ou d'arrêt de la tonalité ne sont pas indiquées, on prend la valeur de 200 ms pour l'une et l'autre. On se reportera aux tableaux 3/G.164 et 4/G.164 pour voir quelles sont les conditions exigées pour les essais nos 4, 5 et 6.

5.3.1 Essais dans lesquels N_E est maintenu constant

5.3.1.1 Essai n° 4 – Temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage

- 1) Régler les lignes d'affaiblissement P, Q et R (figure 13/G.164) de manière à obtenir les valeurs de N_R et N_E indiquées dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164.
- 2) Lire les temps comme indiqué sur la figure 14/G.164.



Remarque – Pour les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage, le modulateur est maintenu à l'état conducteur.

FIGURE 13/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques avec N_E constant [Suppression (essai 4) et Intervention (essai 5)]

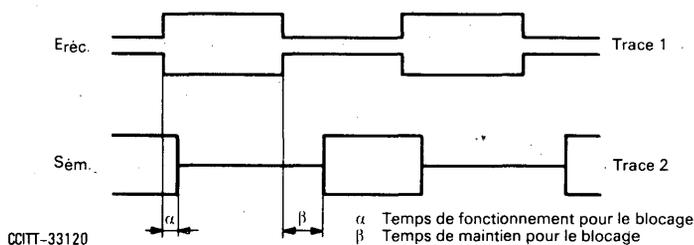


FIGURE 14/G.164

Trace de l'oscilloscope pour les temps de fonctionnement et de maintien pour le blocage

5.3.1.2 Essai n° 5 – Temps de fonctionnement pour l'intervention avec N_E constant

Dans cet essai, on diminue N_R tandis que N_E est maintenu constant et l'on mesure le temps de fonctionnement pour l'intervention. Comme il est difficile de mesurer le maintien de l'intervention lorsque N_E est constant (par suite de la difficulté d'assurer un retour à l'état Z), il n'est pas possible d'établir la distinction entre intervention partielle et intervention totale. Ce phénomène n'est pas considéré comme important dans le cas de l'intervention de N_E constant.

- 1) Régler les lignes d'affaiblissement P, Q et R de la figure 13/G.164 de façon à obtenir les valeurs de N_R et de N_E indiquées au tableau 3/G.164.
- 2) Lire les temps comme indiqué sur la figure 15/G.164.

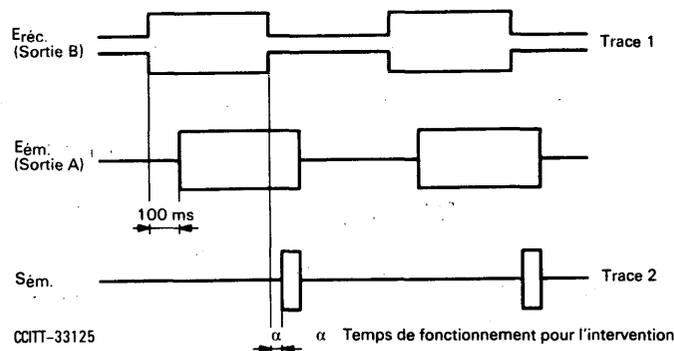


FIGURE 15/G.164

Trace pour le temps de fonctionnement pour l'intervention avec N_E constant

5.3.2 Essai dans lequel N_R est maintenu constant

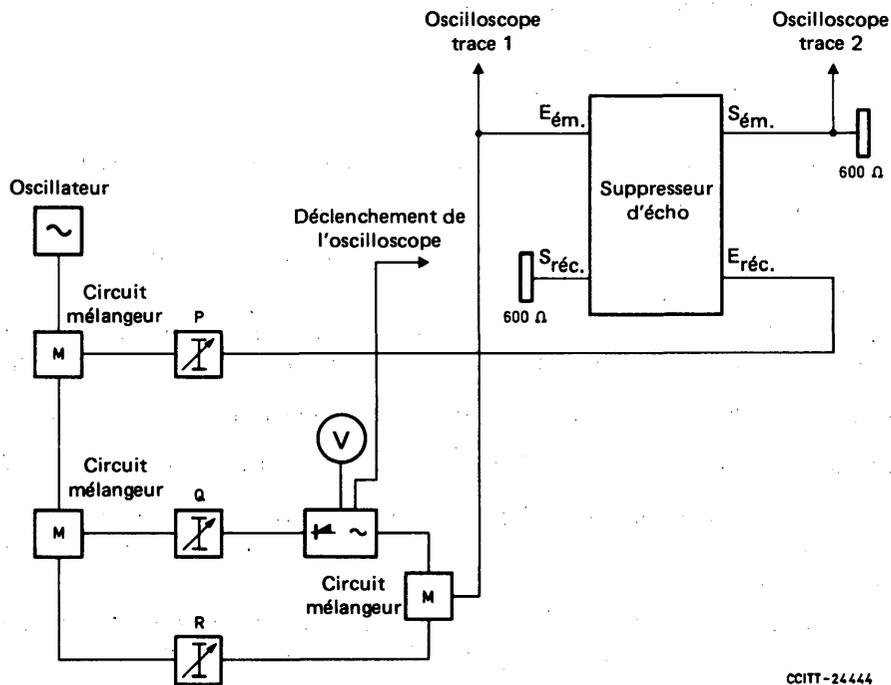
5.3.2.1 Essai n° 6 – Temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et totale avec N_R constant

Le matériel requis est le même que pour les essais n°s 4 et 5, avec le montage de la figure 16/G.164. Dans cet essai, N_R est maintenu constant, N_E est augmenté, et on mesure les temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et l'intervention totale. Dans l'essai réalisé pour l'étude de l'intervention partielle et l'intervention totale, le temps pendant lequel N_E est dans l'état de passage de tonalité doit varier.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement P de la figure 16/G.164 de manière à obtenir $N_R = -25$ dBm0.
- 3) Régler les lignes d'affaiblissement Q et R de la figure 16/G.164 de manière à obtenir $N_E = -40$ dBm0 dans l'état d'arrêt et $N_E = -19$ dBm0 dans l'état de passage de tonalité.
- 4) En commençant avec une durée de 0 ms pour l'état de passage de N_E , augmenter la durée de l'état de passage jusqu'à ce que l'intervention partielle se produise. L'intervention partielle se caractérise par des temps de fonctionnement et de maintien courts indiqués dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Observer les traces de l'oscilloscope représentées sur la partie a) de la figure 17/G.164 pour obtenir une définition des temps.
- 5) Continuer à augmenter la durée de N_E jusqu'à l'intervention totale, caractérisée par les temps de fonctionnement et de maintien prolongés indiqués aux tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Observer les traces de l'oscilloscope représentées sur la partie b) de la figure 17/G.164 pour obtenir une définition des temps.
- 6) Répéter les opérations 3 à 5 pour d'autres paires de niveaux indiquées dans les tableaux 3/G.164 et 4/G.164. Noter que pour toutes les valeurs de $N_R > -26,5$ dBm0 et N_E passant d'une valeur inférieure au seuil à une valeur supérieure à N_R , une intervention partielle et une intervention totale doivent se produire.

5.4 Mesure du fonctionnement du suppresseur d'écho lorsque les bornes d'entrée du côté émission ($E_{ém.}$) sont reliées aux bornes de sortie du côté réception ($S_{réc.}$) avec un trajet d'écho pouvant comporter un retard et un affaiblissement

L'objet de cette mesure est d'étudier le comportement du suppresseur du point de vue d'une intervention intempestive provoquée par le retour de l'écho.



CCITT-24444

Remarque – L'élément réglable V permet de faire varier séparément les temps de passage et d'arrêt de la tonalité du générateur d'impulsions de 0 à 100 ms.

FIGURE 16/G.164

Montage réalisé pour la mesure des caractéristiques dynamiques avec N_R constant [intervention, Z/V/W, (essai 6)]

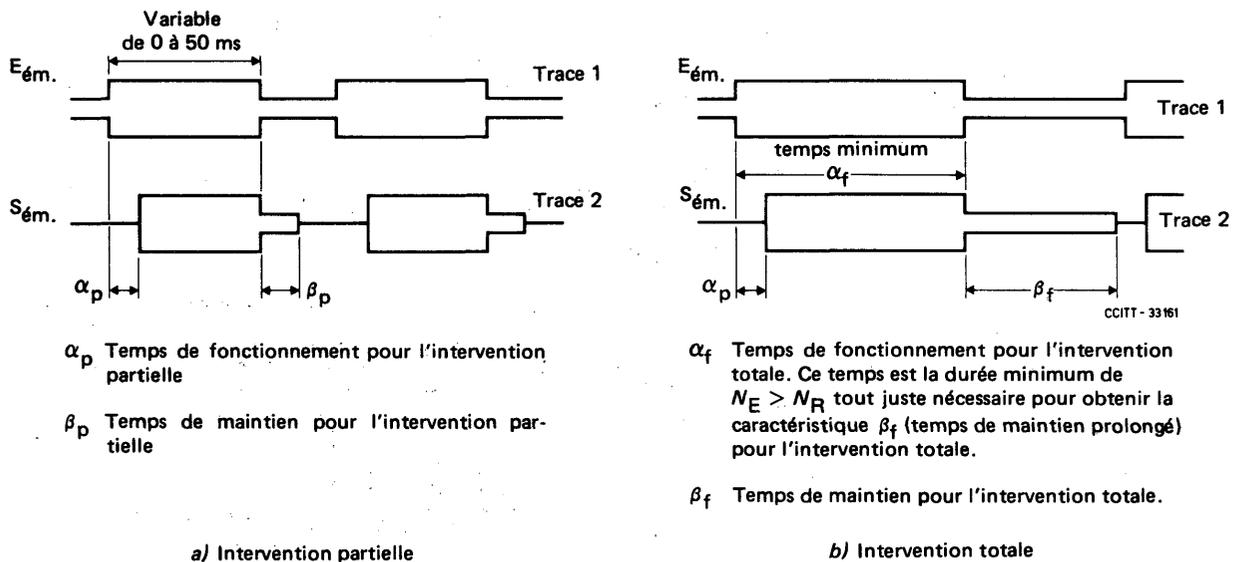


FIGURE 17/G.164

Trace pour les temps de fonctionnement et de maintien pour l'intervention partielle et l'intervention totale, avec N_R constant

5.4.1 Essai n° 7 – Intervention intempestive

Le montage est celui de la figure 18/G.164 et le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms,
 - trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms,
 - une résistance terminale de 600 ohms,
 - deux circuits mélangeurs de 600 ohms,
 - un générateur d'impulsions de tonalité,
 - un dispositif à retard réglable de 0 à 24 ms dans la gamme des fréquences vocales,
 - un oscilloscope à double faisceau.
- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz et régler le dispositif à retard pour un retard nul (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
 - 2) Régler la ligne d'affaiblissement X telle que l'affaiblissement total du trajet d'écho (*a-t-b*) soit égal à la différence entre les niveaux d'essai sur les voies de réception et d'émission, majorée de 6 dB.
 - 3) Régler la ligne d'affaiblissement Y de telle manière que le signal d'arrêt soit de -26 dBm0.
 - 4) Régler la ligne d'affaiblissement Z de telle manière que le signal de passage soit de -20 dBm0.
 - 5) Lorsque le signal d'impulsion est appliqué aux bornes d'entrée du côté réception ($E_{\text{réc.}}$), vérifier l'absence de tout signal de la trace 2 de l'oscilloscope, ce qui prouve que le fonctionnement est correct.
 - 6) Diminuer la valeur de l'affaiblissement de X jusqu'à ce que l'intervention se produise et noter que la diminution de l'affaiblissement du trajet d'écho n'est pas inférieure à 2 dB.
 - 7) Répéter les opérations 4, 5 et 6 avec des signaux aux bornes d'entrée du côté réception de -10 et de 0 dBm0 lorsque le générateur d'impulsions est à la position «passage de tonalité».
 - 8) Répéter les opérations 2, et 4 à 7 avec les signaux aux bornes d'entrée du côté réception de -40 dBm0 lorsque le générateur d'impulsions est à la position «arrêt de tonalité».
 - 9) Répéter les opérations 2 à 8 jusqu'à ce que le retard soit de 24 ms.

Noter que l'intervention intempestive ne doit se produire pour aucun couple de niveaux des signaux qui constituent les impulsions aux bornes d'entrée du côté réception, le retard étant réglé à une valeur pouvant atteindre 24 ms et l'affaiblissement du trajet d'écho à 6 dB ou plus.

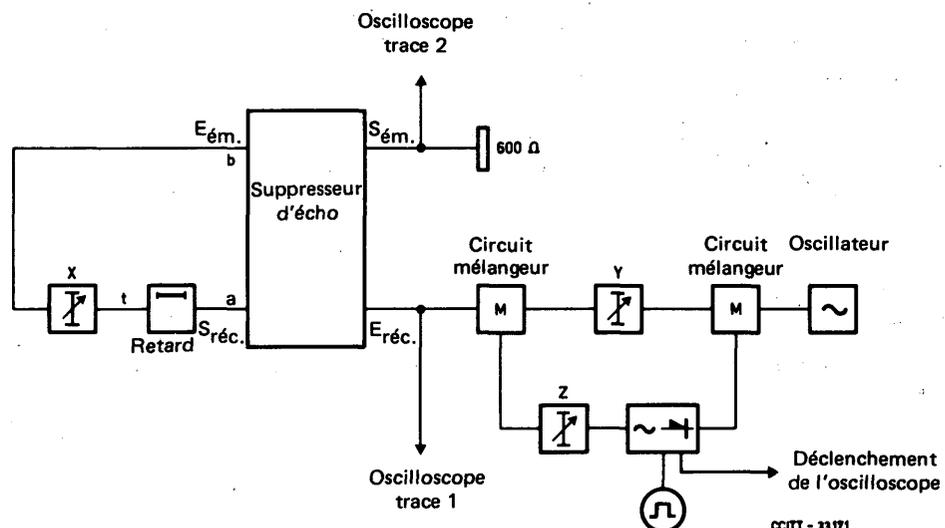


FIGURE 18/G.164

Montage réalisé pour étudier l'intervention intempestive

5.4.2 Essai n° 8 – Maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis

Le montage est celui de la figure 19/G.164 et le matériel est le suivant:

- un oscillateur avec une impédance de sortie symétrique de 600 ohms;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- deux circuits mélangeurs de 600 ohms;
- une résistance terminale de 600 ohms;
- un générateur d'impulsions de tonalité;
- un amplificateur servant de séparateur;
- un oscilloscope à double faisceau.

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de manière que l'affaiblissement du trajet entre les bornes $S_{\text{réc.}}$ et les bornes $E_{\text{ém.}}$ soit égal à la différence entre les niveaux d'essai en ces points, majorée de 6 dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de manière que $N_R = -28$ dBm0.
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement P de manière que $N_E = (N_R + 3)$ dBm0.
- 5) Vérifier que le signal sur la trace 2 de l'oscilloscope (figure 20/G.164) est convenable, ce qui prouve l'absence de tout maintien intempestif de l'intervention.
- 6) Répéter les opérations 3 à 5 pour $N_R = -16$ dBm0 et $N_R = 0$ dBm0.

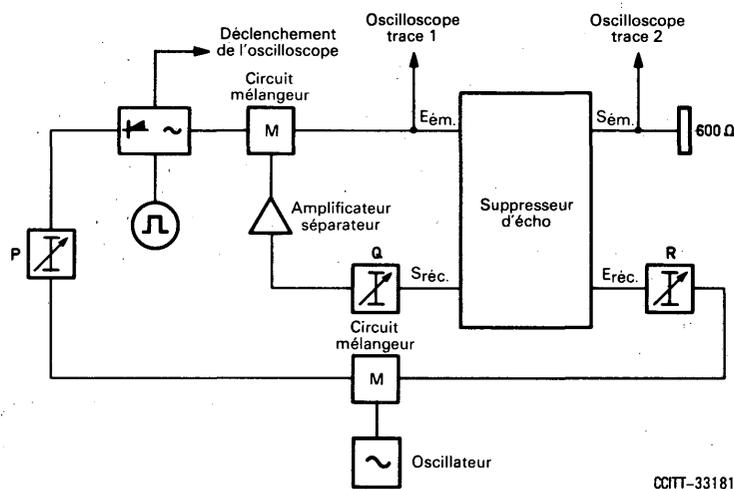


FIGURE 19/G.164

Montage réalisé pour étudier le maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis

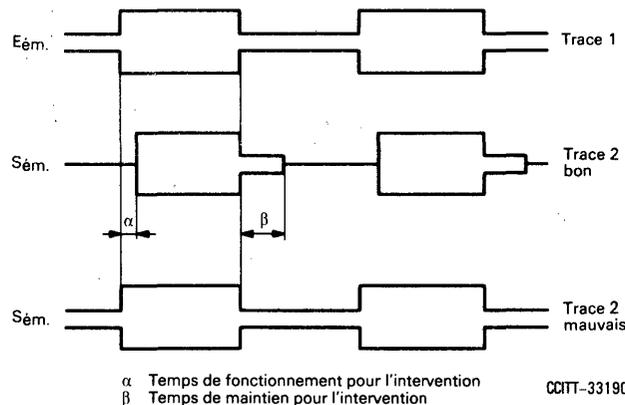


FIGURE 20/G.164

Traces obtenues en cas de maintien intempestif de l'intervention dû à un excès d'hystérésis

Suppresseurs d'écho à intervention adaptable

Les informations ci-après ont été fournies par les Administrations française et allemande et par KDD (Japon).

La fonction d'adaptation des supprimeurs d'écho définie au § 2.6 de l'Avis peut apporter une certaine amélioration à la réduction de l'écho. Cette stratégie d'intervention repose sur le fait que, dans la plupart des cas, la valeur moyenne de l'affaiblissement du trajet d'écho est supérieure à la valeur minimale de 6 dB. Le réglage fixe de la sensibilité d'intervention à la valeur minimale abaisse le seuil de sensibilité auquel l'intervention se produit; ainsi, une personne parlant à voix basse risque de ne pas pouvoir déclencher l'intervention. L'ajustement adaptable du seuil de sensibilité de l'intervention selon la valeur de l'affaiblissement réel du trajet d'écho peut permettre d'améliorer la fonction d'intervention.

On considère que l'ajustement adaptable constitue une option supplémentaire pour les nouveaux projets de construction de supprimeurs d'écho. Les adjonctions suivantes aux textes de l'Avis G.164 sont recommandées à titre provisoire pour les supprimeurs d'écho auto-adaptables (voir la Question 10/XV [6]).

A.1 Définition : affaiblissement adaptable

Affaiblissement inséré a_x dans la voie de commande de réception des circuits logiques pour la mise en action de la fonction d'intervention, dont la valeur est automatiquement adaptée à l'affaiblissement du trajet d'écho.

A.2 Amélioration apportée par la fonction d'adaptation

Si l'on règle le supprimeur d'écho à une valeur fixe déterminée en fonction de la valeur minimale possible de l'affaiblissement du trajet d'écho, il peut se faire que le niveau du seuil de sensibilité nécessaire pour mettre en action la fonction d'intervention soit faible. L'ajustement adaptable à la valeur réelle de l'affaiblissement du trajet d'écho permet d'améliorer cette sensibilité, de sorte que la parole subira moins de mutilation pendant l'intervention.

A.3 Définition du niveau de seuil entre zones, T_{v,w_i}

Pour un supprimeur d'écho à intervention adaptable, il convient d'utiliser la formule ci-après pour déterminer le seuil T_{v,w_i} à l'instant i :

$$N_R - a_x - 3 \leq N_E \leq N_R - a_x$$

$$0 \leq a_x \leq a_E - 6 \text{ dB}$$

où

a_E est l'affaiblissement dans le trajet d'écho.

Cette formule se réduit à:

$$N_R - 3 \leq N_E \leq N_R \text{ quand } a_x = 0.$$

A.4 Caractéristiques de l'affaiblissement adaptable a_x (voir le tableau A-1/G.164)

Pour la définition des frontières des zones, voir la figure A-1/G.164.

A.5 Méthode d'essai (pour les paramètres des supprimeurs d'écho modifiés par l'adjonction de fonctions d'adaptation)

Le montage est représenté à la figure A-2/G.164 et le matériel nécessaire est le suivant:

- un oscillateur avec impédance symétrique de 600 ohms;
- trois lignes d'affaiblissement symétriques de 600 ohms;
- trois circuits mélangeurs de 600 ohms;
- un amplificateur séparateur;
- un oscilloscope à double faisceau;
- un hypsomètre ayant une impédance symétrique de 600 ohms;
- un générateur d'impulsions de tonalité ayant une période réglable allant jusqu'à 10 secondes.

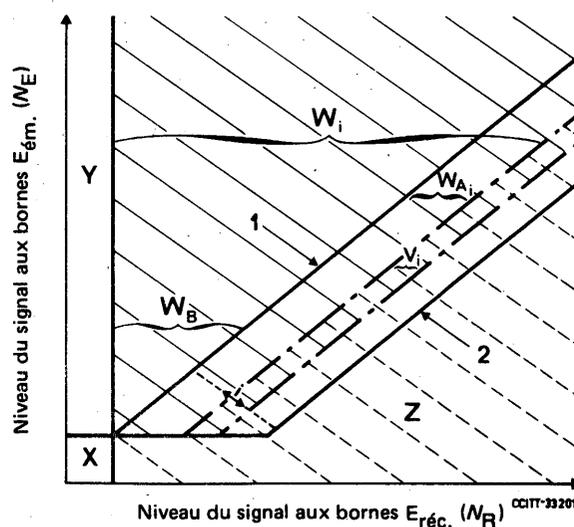
TABLEAU A-1/G.164

Zone de fonctionnement (voir la figure A-1/G.164)	Caractéristiques d'affaiblissement de a_x	Condition de temps
Z	Augmentation jusqu'à la valeur maximale possible de $a_E - 6$ dB	6 dB en $t_1 < 1,5$ s ^{a)}
Y	La dernière valeur est mise en mémoire	—
W_{Ai}	Diminution jusqu'à la valeur minimale possible de 0 dB	6 dB en $t_2 < 1,5$ s ^{a)}
W_B	La dernière valeur est mise en mémoire ^{b)}	—
X	Diminution jusqu'à la valeur minimale possible de 0 dB	6 dB en $t_3 < 1,5$ s ^{a)}
V_i		Comme pour W_i , si l'on vient de W Comme pour Z, si l'on vient de Z

a) Les valeurs optimales t_1, t_2, t_3 sont à l'étude.

b) Une Administration préfère employer la même méthode que dans la zone W_A . Il est nécessaire d'élargir l'expérience pratique de l'utilisation des deux méthodes.

Remarque – L'affaiblissement adaptable a_x doit pouvoir varier dans un intervalle d'au moins 20 dB.



Remarque 1 – On a : $W_i = W_B + W_{A_i}$, ce dernier terme variant à chaque instant i .

Remarque 2 – La ligne i ($N_E = N_R - a_x$) peut varier entre la ligne 1 ($N_E = N_R$) et la ligne 2 ($N_E = N_R - a_E + 3$).

FIGURE A-1/G.164

Frontières de zone pour les suppressions d'écho à intervention adaptable

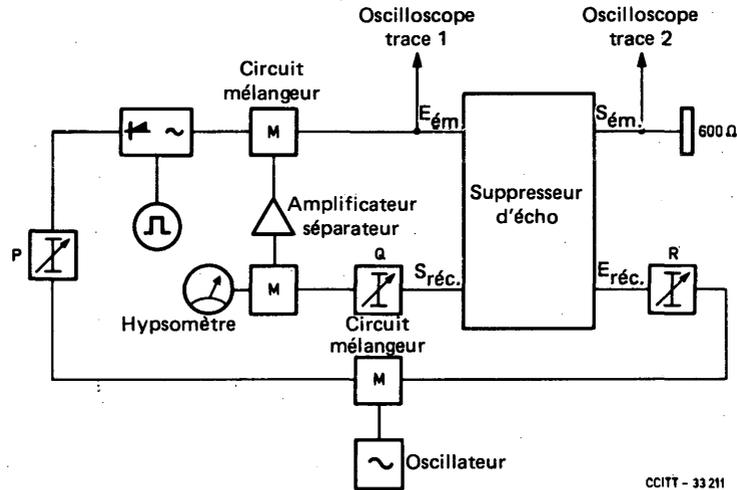


FIGURE A-2/G.164

Montage réalisé pour mesurer la sensibilité différentielle d'intervention adaptable et l'affaiblissement à la réception

A.5.1 *Caractéristiques statiques* (zone d'intervention adaptable)

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de telle manière que l'affaiblissement a_E entre la sortie du côté réception et l'entrée du côté émission soit égal à la différence entre les niveaux d'essai en ces points, majorée de 6 dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de telle manière que $N_R = -15$ dBm0.
- 4) A l'aide de la ligne d'affaiblissement P, augmenter N_E jusqu'à ce que le blocage disparaisse et que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception. Vérifier sur la trace 2 de l'oscilloscope (voir la figure A-3/G.164) que le seuil T_{vw} satisfait à la formule:

$$N_R - a_E + 3 \leq N_E \leq N_R - a_E + 6$$

- 5) A l'aide de la ligne d'affaiblissement P, diminuer N_E jusqu'à ce que le blocage se produise et que l'affaiblissement disparaisse de la voie de réception. Vérifier sur la trace 2 de l'oscilloscope que T_{vz} est égal à $T_{vw} - C$.
- 6) Répéter les opérations 2 à 5 pour $N_R = -8$ dBm0 et 0 dBm0.
- 7) Répéter les opérations 2 à 6 pour $a_E = 15$ dB et pour $a_E = 24$ dB.

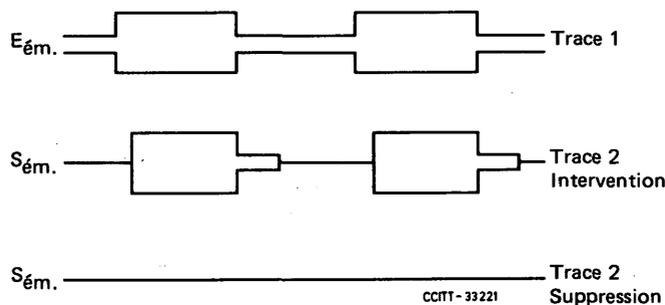


FIGURE A-3/G.164

Traces obtenues pour la sensibilité différentielle d'intervention adaptable (caractéristiques statiques)

A.5.2 Caractéristiques statiques (zone d'intervention non adaptable)

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de telle manière que $a_E = 15$ dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de telle manière que $N_R = -26,5$ dB.
- 4) A l'aide de la ligne d'affaiblissement P, augmenter N_E jusqu'à ce que le blocage disparaisse et que l'affaiblissement soit inséré dans la voie de réception. Vérifier sur la trace 2 de l'oscilloscope (voir la figure A-3/G.164) que le seuil T_{vw} satisfait à la formule: $-29,5 \leq N_E \leq -26,5$.
- 5) A l'aide de la ligne d'affaiblissement P, diminuer N_E jusqu'à ce que le blocage se produise et l'affaiblissement soit supprimé dans la voie de réception. Vérifier que T_{vz} satisfait à $T_{vw} - C$.

A.5.3 Caractéristiques dynamiques

- 1) Accorder l'oscillateur sur 1000 Hz (pour les tolérances, voir le § 5.1.4).
- 2) Régler la ligne d'affaiblissement Q de telle manière que $a_E = 20 \pm 2$ dB.
- 3) Régler la ligne d'affaiblissement R de telle manière que $N_R = 0 \pm 2$ dBm0.
- 4) Régler la ligne d'affaiblissement P de telle manière que $N'_E = -14 \pm 2$ dBm0.
- 5) Régler à 3,5 secondes (voir la remarque 1) la valeur de t'_1 figurant sur la trace 1 (voir la partie a) de la figure A-4/G.164) de l'oscilloscope. Vérifier que l'intervention cesse au bout d'un délai égal à T_1 (voir la remarque 2) sur la trace 2.
- 6) Régler à 4 secondes au moins la valeur de t'_2 sur la trace 1 (voir la partie b) de la figure A-4/G.164) de l'oscilloscope. Vérifier que la valeur de T_2 sur la trace 2 est inférieure à 3,5 secondes (voir la remarque 1).

Remarque 1 – La valeur 3,5 secondes découle de la relation:

$$\frac{a_E - 6}{6} \times t_{j\max}$$

où

$$a_E = 20 \text{ dB};$$

$$t_{j\max} = 1,5 \text{ seconde};$$

$$j = 1 \text{ ou } 2.$$

Remarque 2 – L'intervention prend fin quand a_x est retombé au niveau de seuil tel que:

$$N_R - C - N_E - 3 \leq a_x \leq N_R - C - N'_E.$$

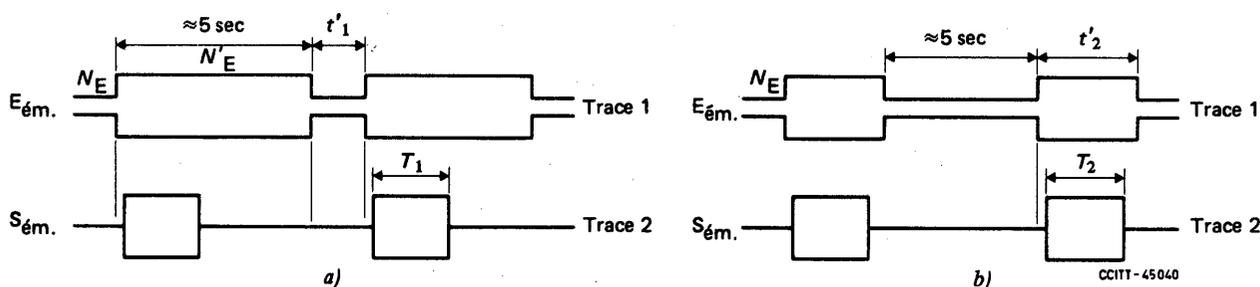


FIGURE A-4/G.164

Traces pour les caractéristiques dynamiques du suppresseur d'écho

Références

- [1] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III, Avis G.161, UIT, Genève, 1977.
- [2] Avis du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et l'écho dans les communications internationales*, Livre orange, tome III, Avis G.122, partie B, b), UIT, Genève, 1977.
- [3] Avis du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC aux fréquences vocales*, tome III, fascicule III.3, Avis G.712.
- [4] Avis du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaire fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, fascicule III.3, Avis G.733.
- [5] Avis du CCITT *Modem à 300 bit/s duplex normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation*, tome VIII, fascicule VIII.1, Avis V.21.
- [6] CCITT – Question 10/XV, contribution COM XV-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.165

COMPENSATEURS D'ÉCHO

(Genève, 1980)

1 Considérations générales

1.1 Les compensateurs d'écho sont des dispositifs commandés par la voix, placés dans la partie à quatre fils d'un circuit (il peut s'agir du trajet d'un circuit individuel ou d'un trajet de transmission d'un signal multiplex) et servant à réduire l'écho en soustrayant de l'écho du circuit une certaine fraction estimée de cet écho. Ils peuvent être caractérisés par le fait que la transmission, les fonctions de commande et l'estimation de l'écho sont analogiques ou numériques (voir les figures 1/G.165, 2/G.165, 3/G.165 et 4/G.165).

1.2 Le présent Avis est applicable aux projets de construction des compensateurs d'écho utilisant des techniques numériques ou analogiques. Les compensateurs d'écho conçus d'après les spécifications du présent Avis sont compatibles entre eux et avec les supprimeurs d'écho conçus d'après les spécifications des Avis G.161 [1] et G.164. La compatibilité est définie au § 1.3 de l'Avis G.164. Toute latitude est autorisée en ce qui concerne les modalités de conception si elles ne sont pas précisées dans les caractéristiques.

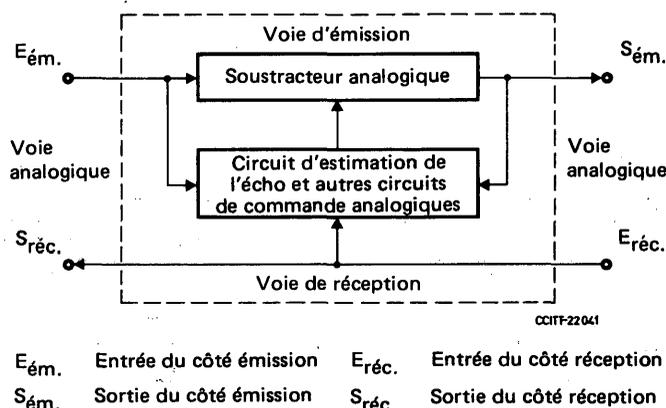


FIGURE 1/G.165

Compensateur d'écho de type A

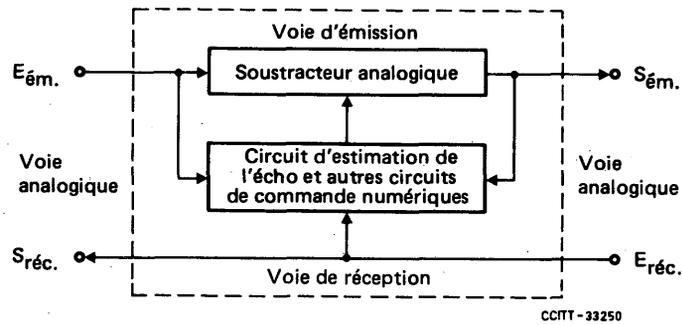
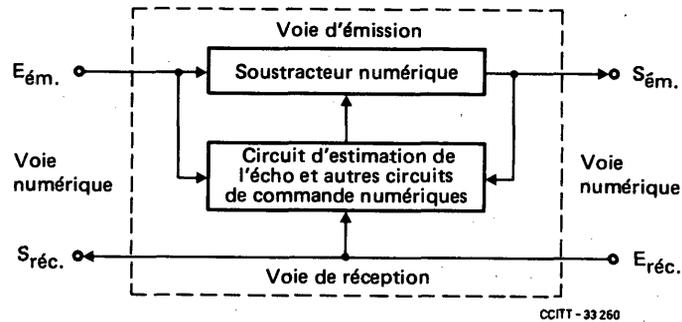


FIGURE 2/G.165
Compensateur d'écho de type B



Remarque – La voie numérique peut exister dans n'importe quelle interface numérique, 64 kbit/s, 1544 ou 2048 kbit/s, ou toute interface d'un ordre supérieur.

FIGURE 3/G.165
Compensateur d'écho de type C

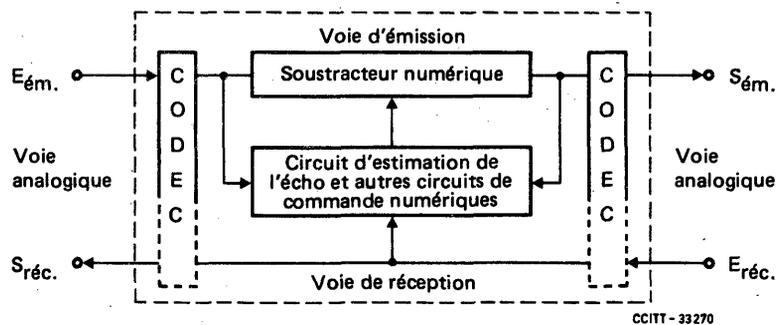


FIGURE 4/G.165
Compensateur d'écho de type D

2 Définitions relatives aux compensateurs d'écho¹⁾

Dans les définitions et dans le texte de l'Avis, N se réfère au niveau relatif de puissance du signal, exprimé en dBm0 et A se réfère à l'affaiblissement sur le trajet du signal, exprimé en dB.

2.1 compensateur d'écho (voir la figure 5/G.165)

E: echo canceller

S: compensador de eco

Dispositif commandé par la voix, placé dans la partie à quatre fils d'un circuit (il peut s'agir du trajet d'un circuit individuel ou d'un trajet de transmission d'un signal multiplex) et servant à réduire l'écho en soustrayant de l'écho du circuit une certaine fraction estimée de cet écho (voir le § 2.2 de l'Avis G.122).

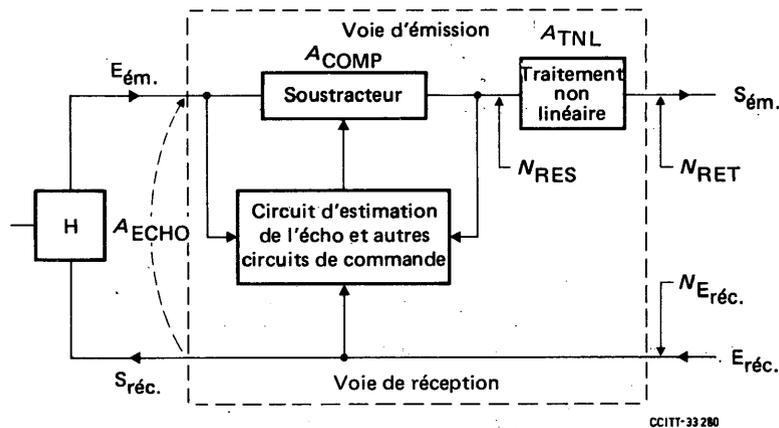


FIGURE 5/G.165

2.2 affaiblissement d'écho (A_{ECHO})

E: echo loss (A_{ECHO})

S: atenuación del eco (A_{ECO})

Affaiblissement d'un signal entre les bornes de sortie du côté réception et les bornes d'entrée du côté émission d'un compensateur d'écho, dû à l'affaiblissement de transmission et à l'affaiblissement du circuit différentiel, c'est-à-dire à l'affaiblissement sur le trajet d'écho.

2.3 compensation (A_{COMP})

E: cancellation (A_{CANC})

S: compensación (A_{COMP})

Affaiblissement que subit le signal d'écho lorsqu'il passe par la voie d'émission d'un compensateur d'écho. Cette définition exclut spécifiquement tout traitement non linéaire à la sortie du compensateur pour obtenir un plus grand affaiblissement.

2.4 niveau d'écho résiduel (N_{RES})

E: residual echo level (L_{RES})

S: nivel de eco residual (N_{RES})

¹⁾ Dans ces définitions, on suppose, sauf indication contraire, qu'il n'existe aucun traitement non linéaire, par exemple écrêtage du centre, dans la voie d'émission ou dans la voie de réception; on suppose en outre que le signal aux bornes d'entrée du côté émission est un écho pur.

Niveau du signal d'écho qui subsiste aux portes de sortie côté émission, d'un compensateur d'écho en fonctionnement après compensation imparfaite de l'écho du circuit. Il est obtenu par rapport au niveau du signal d'entrée côté réception $N_{\text{Eréc}}$, selon l'expression:

$$N_{\text{RES}} = N_{\text{Eréc}} - A_{\text{ECHO}} - A_{\text{COMP}}$$

Tout traitement non linéaire est exclu.

2.5 affaiblissement par traitement non linéaire (A_{TNL})

E: nonlinear processing loss (A_{NLP})

S: atenuación por procesos non lineales (A_{PNL})

Affaiblissement supplémentaire du niveau d'écho résiduel au moyen d'un dispositif non linéaire (par exemple écrêteur de centre) placé dans la voie d'émission d'un compensateur d'écho.

Théoriquement, l'affaiblissement obtenu par un procédé non linéaire ne peut pas être exprimé en dB. Toutefois, aux fins d'illustration et de discussion du fonctionnement des compensateurs d'écho, il est utile d'utiliser le A_{TNL} , avec prudence.

2.6 niveau de retour d'écho (N_{RET})

E: returned echo level (L_{RET})

S: nivel del eco devuelto (N_{DEV})

Niveau du signal aux bornes de sortie du côté émission, d'un compensateur d'écho en fonctionnement, qui est renvoyé à la personne qui parle. L'affaiblissement obtenu par le dispositif non linéaire est inclus s'il est normalement présent. N_{RET} est obtenu par rapport à $N_{\text{Eréc}}$, selon l'expression:

$$N_{\text{RET}} = N_{\text{Eréc}} - (A_{\text{ECHO}} + A_{\text{COMP}} + A_{\text{TNL}}).$$

En l'absence de traitement non linéaire, il convient de noter que $N_{\text{RES}} = N_{\text{RET}}$.

2.7 affaiblissement combiné (A_{COM})

E: combined loss (A_{COM})

S: atenuación combinada (A_{COMB})

Somme de l'affaiblissement de l'écho, de l'affaiblissement par compensation et de l'affaiblissement par traitement non linéaire (le cas échéant). Cet affaiblissement est obtenu par rapport à $N_{\text{Eréc}}$ et à N_{RET} selon l'expression:

$$N_{\text{RET}} = N_{\text{Eréc}} - A_{\text{COM}}, \text{ où } A_{\text{COM}} = A_{\text{ECHO}} + A_{\text{COMP}} + A_{\text{TNL}}.$$

2.8 écrêtage du centre

E: centre clipping

S: limitación de amplitud en el centro de las señales

Traitement non linéaire utilisé pour augmenter l'affaiblissement combiné effectif en donnant à tous les signaux d'un niveau inférieur à un seuil déterminé un niveau minimal.

2.9 convergence

E: convergence

S: convergencia

Processus de développement d'un modèle du trajet d'écho qui sera utilisé dans le circuit d'estimation de l'écho pour obtenir l'évaluation de l'écho du circuit.

2.10 temps de convergence

E: convergence time

S: tiempo de convergencia

Pour un trajet d'écho donné, intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai défini est appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un compensateur d'écho avec un modèle de trajet d'écho initialement à l'état «écho de valeur zéro», et le moment où le niveau de retour d'écho aux bornes de sortie du côté émission atteint un niveau défini.

2.11 temps de fuite

E: leak time

S: tiempo de fuga

Intervalle de temps entre le moment où un signal d'essai cesse d'être appliqué aux bornes d'entrée du côté réception d'un compensateur d'écho ayant entièrement convergé et le moment où le modèle de trajet d'écho de ce compensateur subit un changement tel que, si on applique de nouveau un signal d'essai aux bornes d'entrée du côté réception (les circuits de convergence étant neutralisés), le retour d'écho a un niveau défini.

Cette définition s'applique aux compensateurs d'écho dont les circuits de convergence comprennent par exemple des intégrateurs avec fuite.

3 Caractéristiques des compensateurs d'écho

3.1 Considérations générales

Le présent Avis s'applique aux projets de réalisation de compensateurs d'écho. On suppose qu'il s'agit de demi-compensateurs d'écho, c'est-à-dire d'appareils dans lesquels la compensation a lieu uniquement dans le trajet d'émission sous l'effet de signaux présents dans le trajet de réception.

3.2 Objet, mode de fonctionnement et cadre de fonctionnement

Dans tout circuit téléphonique à deux fils et dans toutes les combinaisons possibles de circuits à deux et à quatre fils, c'est le défaut d'adaptation des impédances qui provoque l'apparition de l'écho. On peut utiliser un compensateur afin de ramener le niveau de l'écho à une valeur tolérable.

L'écho présent aux bornes d'entrée du côté émission d'un compensateur d'écho est une copie déformée des paroles provenant de l'extrémité éloignée; plus précisément, l'écho est constitué de ces paroles telles qu'elles sont modifiées par le trajet d'écho. Le trajet d'écho est communément décrit par sa réponse impulsionnelle (voir la figure 6/G.165). Pour un trajet d'écho typique, cette réponse comporte un retard pur, dû aux retards inhérents aux éléments de transmission du trajet d'écho, et un signal dispersé dû à la limitation de bande et aux réflexions multiples. Les valeurs de ce retard et de cette dispersion dépendent des propriétés du trajet d'écho; elles peuvent par exemple être différentes sur différents réseaux nationaux. On admet que les trajets d'écho sont linéaires et indépendants du temps²⁾. L'affaiblissement du trajet de l'écho en dB (voir le § 2.2 de l'Avis G.122) aura probablement une valeur telle que l'affaiblissement minimal entre la borne de sortie du côté réception et la borne d'entrée du côté émission du compensateur d'écho sera égal à la différence entre les niveaux relatifs à ces deux bornes, plus 6 dB.

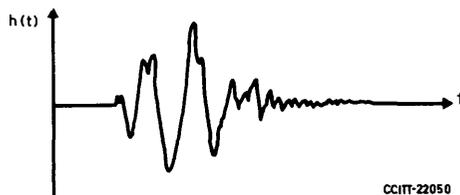


FIGURE 6/G.165

Exemple d'une réponse impulsionnelle d'un trajet d'écho

Un compensateur d'écho doit être capable de faire la synthèse d'une copie de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho. Dans bien des compensateurs d'écho, la simulation du trajet d'écho se fait au moyen d'une représentation dans laquelle on échantillonne les données au taux de Nyquist (8000 Hz). Pour qu'il puisse fonctionner correctement, le compensateur d'écho doit avoir une capacité de mémoire suffisante pour le nombre d'échantillons voulu³⁾. Si les positions de stockage sont trop peu nombreuses, le compensateur ne pourra pas faire

²⁾ Les compensateurs d'écho prévus spécifiquement pour des trajets d'écho non linéaires et/ou dépendant du temps doivent probablement être beaucoup plus compliqués que les autres. Il semble que les renseignements disponibles sont insuffisants pour permettre d'inclure de tels compensateurs d'écho dans le présent Avis.

³⁾ Les compensateurs d'écho ayant des capacités de mise en mémoire de 16 à 40 ms ont été essayés avec succès. Le retard maximum à l'extrémité du réseau sur lequel le compensateur sera utilisé déterminera la capacité de mise en mémoire requise.

convenablement la synthèse de tous les trajets d'écho; si elles sont trop nombreuses, il en résultera un bruit supplémentaire indésirable dû aux positions inutilisées qui, par suite du bruit dû à l'estimation, ne sont généralement pas réduites à zéro. Il convient de reconnaître qu'un compensateur d'écho introduit un trajet d'écho parallèle supplémentaire. Si la réponse impulsionnelle du modèle de trajet d'écho diffère suffisamment de celle du trajet de l'écho lui-même, l'écho total envoyé risque d'être supérieur à celui qui est dû au trajet d'écho à lui seul.

Les trajets d'écho changent tandis que le compensateur d'écho est utilisé dans des communications successives. Lorsque les paroles commencent à arriver aux bornes d'entrée du côté réception, le compensateur d'écho doit s'adapter (ou converger) au nouveau trajet d'écho et il est souhaitable que cela se fasse assez vite, par exemple, en moins d'une demi-seconde. Cette rapidité dépend pour une grande partie d'une constante du gain de réaction K. De même, l'écho résiduel devrait être faible quels que soient le niveau des paroles reçues et les caractéristiques du trajet d'écho. Certaines Administrations estiment qu'un niveau légèrement supérieur peut être autorisé pour l'écho résiduel, à condition que celui-ci soit encore réduit par application, à un faible degré, d'un traitement non linéaire, par exemple, un écrêtage du centre. (Voir le § 5.)

Lorsque l'abonné commence à parler alors que des paroles arrivent encore de son correspondant éloigné (double parole), il peut se faire que le compensateur d'écho interprète le signal émis comme un nouveau signal d'écho et essaie de s'y adapter. Cela risque de dégrader sérieusement la qualité subjective de la communication. Non seulement la compensation de l'écho est réduite, mais encore le signal de double parole risque de subir une distorsion du fait que le compensateur essaie dynamiquement de s'adapter. Deux solutions se présentent généralement en pareil cas. L'une consiste à rendre la constante K suffisamment faible pour que la durée effective sur laquelle est prise la moyenne, soit augmentée. L'autre consiste à employer un détecteur de double parole semblable à celui que l'on met en œuvre dans les supprimeurs d'écho. Cependant, un tel détecteur employé dans un compensateur d'écho ne joue pas le même rôle que lorsqu'il est employé dans un supprimeur d'écho, car il doit en général favoriser l'intervention aux dépens du fonctionnement intempestif en présence d'écho.

Les compensateurs d'écho sont ainsi soumis aux conditions essentielles suivantes:

- 1) converger rapidement,
- 2) avoir un faible niveau de retour d'écho lorsque l'un des deux interlocuteurs est seul à parler,
- 3) diverger très peu en cas de double parole.

3.3 *Essais et caractéristiques de qualité de fonctionnement lorsque des signaux d'entrée sont appliqués à la voie d'émission et à la voie de réception*

3.3.1 *Qualité de transmission*

Les conditions de qualité de transmission pertinentes de l'Avis G.164 s'appliquent aussi aux compensateurs d'écho, excepté pour les points indiqués ci-après.

3.3.1.1 *Distorsion de temps de propagation des types A et B (dispositions provisoires)*

La distorsion de temps de propagation par rapport au temps de propagation minimum ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 1/G.165.

TABLEAU 1/G.165

Bande de fréquence (Hz)	Distorsion du temps de propagation (μ s)
500 à 600	300
600 à 1000	150
1000 à 2600	50
2600 à 3000	250

3.3.2.1 Essai n° 1 – Essai effectué pour mesurer le niveau d'écho résiduel et de retour d'écho en régime permanent

Cet essai a pour objet de s'assurer que la compensation en régime permanent (A_{COMP}) est suffisante pour:

- produire un niveau d'écho résiduel assez faible pour ne pas rendre nécessaire un nouveau traitement; ou
- produire un niveau d'écho résiduel assez faible pour permettre l'utilisation d'un traitement non linéaire sans dépendance excessive à l'égard de ce traitement.

Le registre H est initialement libéré, un signal de réception est appliqué pendant un temps suffisant pour que le compensateur converge produisant un niveau d'écho résiduel en régime permanent.

Conditions (provisoires)

Le registre H étant au début mis à zéro, le processeur non linéaire neutralisé, pour toute valeur d'un signal d'entrée du côté réception telle que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{Eréc.} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 10 dB et un retard d'écho uniforme inférieur ou égal à $\Delta \text{ ms}$ ⁵⁾, le niveau d'écho résiduel doit être (voir la remarque 1):

- $\leq N_{Eréc.} - K \text{ dB}$ (voir la remarque 2), si aucun traitement non linéaire n'est appliqué dans le mode de fonctionnement normal, ou
- $\leq -40 \text{ dBm0}$, si on applique un traitement non linéaire dans le mode de fonctionnement normal. Lorsque le processeur non linéaire est mis en action, le niveau de retour d'écho doit être inférieur à -65 dBm0 .

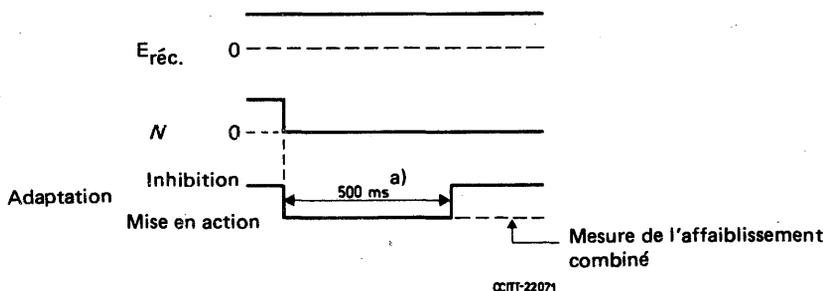
Remarque 1 – Pour $N_{Eréc.} < -30 \text{ dBm0}$, le niveau de l'écho résiduel pour le cas a) devrait être $\leq -65 \text{ dBm0}$; le niveau de retour d'écho pour le cas b) devrait être $\leq -65 \text{ dBm0}$. Les conditions à remplir pour $N_{Eréc.} > -10 \text{ dBm0}$ sont à l'étude.

Remarque 2 – Compte tenu de l'Avis G.111 [7] et des informations reçues pendant la période d'études 1977-1980, une valeur provisoire, $K = 40$, a été suggérée. Des études complémentaires indiqueront peut-être qu'il faut une valeur différente de K.

3.3.2.2 Essai n° 2 – Essai de convergence

Cet essai a pour objet de vérifier que le compensateur d'écho converge rapidement pour toutes les combinaisons de niveau du signal d'entrée et du trajet d'écho et que le niveau de retour d'écho reste suffisamment faible. Le registre H est d'abord libéré et l'adaptation est inhibée. Le détecteur de double parole, s'il existe, est placé en mode de fonctionnement «double parole» par application de signaux aux bornes d'entrée du côté émission et d'entrée du côté réception. Le signal du côté émission est supprimé et l'adaptation est, simultanément, mise en action. Le degré d'adaptation, mesuré par le niveau de retour d'écho, dépend des caractéristiques de convergence du compensateur d'écho et du temps de maintien requis pour la détection de l'état de double parole.

La procédure à suivre pour cet essai est la suivante: on met à zéro le registre H et on inhibe l'adaptation. Le signal N est appliqué avec un niveau de -10 dBm0 et, d'autre part, on applique un signal à l'entrée de réception. On supprime ensuite le signal N et, simultanément, on met en action l'adaptation (voir la figure 8/G.165). Au bout de 500 ms, on inhibe l'adaptation et on mesure le niveau de retour d'écho. Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être mis en action.



a) Cette valeur est provisoire. Les limites inférieures et supérieures au temps de convergence sont à l'étude.

FIGURE 8/G.165

⁵⁾ On peut réaliser des compensateurs d'écho différents de façon qu'ils fonctionnent de manière satisfaisante pour des valeurs différentes du retard du trajet d'écho, selon qu'on les emploiera dans tel ou tel réseau. Δ représente donc, dans le présent Avis, le retard du trajet d'écho pour lequel le compensateur a été conçu.

Conditions (provisoires)

Le registre H étant au début mis à zéro, pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ présents pendant 500 ms tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour toutes les valeurs de l'affaiblissement de l'écho supérieures ou égales à 10 dB avec un retard uniforme inférieur ou égal à Δ ms, l'affaiblissement combiné ($A_{\text{COM}} = A_{\text{ECHO}} + A_{\text{COMP}} + A_{\text{TNL}}$) devrait être supérieur ou égal à 27 dB.

3.3.2.3 Essai n° 3 – Qualité de transmission dans les conditions de double parole (provisoire)

Les deux parties de cet essai ont pour objet de mesurer la qualité de fonctionnement du compensateur d'écho dans diverses conditions de double parole. Les essais supposent que, à la détection de double parole, on prend des mesures de nature à empêcher ou à ralentir l'adaptation afin d'éviter une réduction excessive de la compensation.

3.3.2.3.1 L'essai n° 3a a pour objet de vérifier que la détection de la double parole n'est pas sensible au point que l'écho et le faible niveau de la voix près de l'extrémité produisent le déclenchement intempestif du détecteur de double parole, ce qui empêcherait l'adaptation de se produire. La méthode d'essai consiste à libérer de son contenu le registre H; ensuite, pour une certaine valeur du retard de l'écho et de l'affaiblissement de l'écho, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception. Simultanément (voir la figure 9/G.165), un signal perturbateur d'un niveau suffisamment faible pour ne pas sérieusement gêner le pouvoir de convergence du compensateur d'écho est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission. Ce signal ne doit pas déclencher la mise en action du détecteur de double parole et par conséquent l'adaptation et la compensation doivent se produire. Au bout d'une seconde, on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

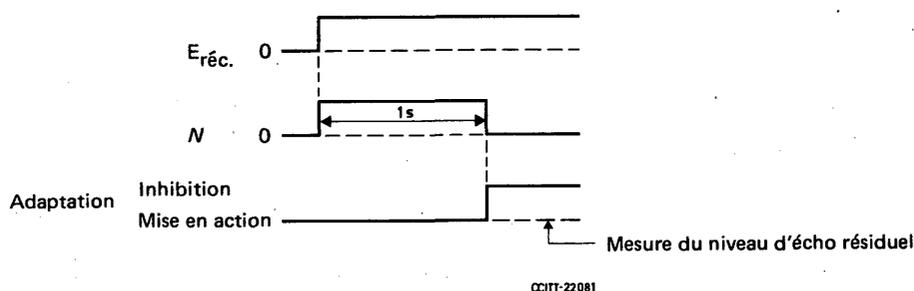


FIGURE 9/G.165

Conditions (provisoires)

Le registre H étant au début mis à zéro, la convergence doit se produire au bout d'une seconde et N_{RES} devrait être inférieur ou égal à N , pour toutes les valeurs de $N_{\text{Eréc.}}$ telles que $-25 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$, $N = N_{\text{Eréc.}} - 15 \text{ dB}$, $A_{\text{ECHO}} > 6 \text{ dB}$, avec un retard d'écho uniforme inférieur ou égal à Δ ms.

3.3.2.3.2 L'essai n° 3b a pour objet de vérifier que le détecteur de double parole est suffisamment sensible et qu'il fonctionne suffisamment vite pour empêcher une grande divergence pendant la double parole.

La méthode de l'essai consiste à faire converger entièrement le compensateur d'écho pour un trajet d'écho donné. Un signal est alors appliqué aux bornes d'entrée du côté réception. Simultanément (voir la figure 10/G.165), un signal N est appliqué aux bornes d'entrée du côté émission dont le niveau est au moins égal à celui de l'entrée du côté réception. Le détecteur de double parole est ainsi déclenché. Après un temps fixé arbitrairement, $\delta t > 0$, on procède à l'inhibition de l'adaptation et on mesure l'écho résiduel. Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

Conditions (provisoires)

Le compensateur d'écho étant au début à l'état de convergence complète, le niveau d'écho résiduel, après application simultanée du niveau d'entrée du côté réception et du niveau N pendant une période de temps indéterminée, ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de l'essai n° 1 en régime permanent, pour tous les niveaux $N_{\text{Eréc.}}$ tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{\text{Eréc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$ et pour tous les niveaux N tels que $N \geq N_{\text{Eréc.}}$, ainsi que pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 10 dB avec un retard d'écho uniforme inférieur ou égal à Δ ms.

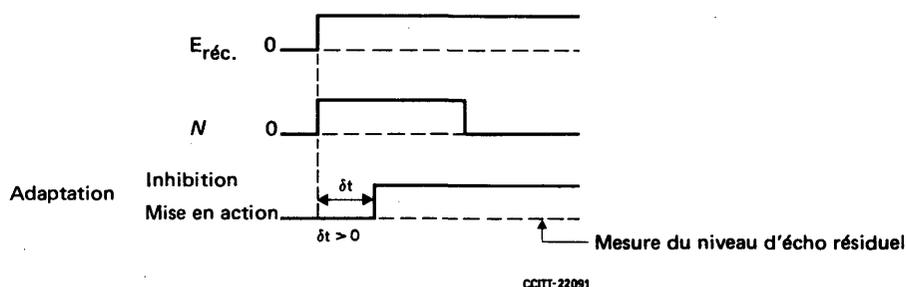


FIGURE 10/G.165

3.3.2.4 Essai n° 4 – Essai effectué pour mesurer le temps de fuite

Cet essai a pour objet de vérifier que le temps de fuite n'est pas trop bref, c'est-à-dire que le contenu du registre H ne revient pas trop rapidement à zéro.

La méthode consiste à faire converger totalement les compensateurs d'écho pour un trajet donné, puis à supprimer tous les signaux provenant du compensateur d'écho. Au bout de deux minutes, le contenu de l'enregistreur est gelé, on applique un signal aux bornes d'entrée du côté réception, et le niveau de l'écho résiduel est mesuré (voir la figure 11/G.165). Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

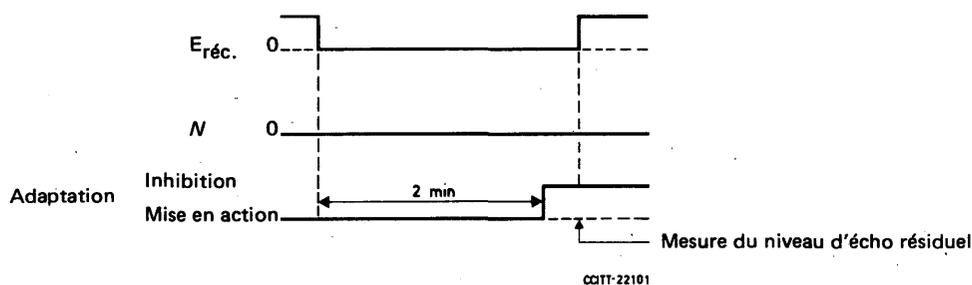


FIGURE 11/G.165

Conditions (provisoires)

Le compensateur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau d'écho résiduel ne doit pas augmenter de plus de 10 dB par rapport aux conditions de régime permanent indiquées dans l'essai n° 1 pour tous les niveaux $N_{E_{réc.}}$ tels que $-30 \text{ dBm0} \leq N_{E_{réc.}} \leq -10 \text{ dBm0}$, deux minutes après la suppression du signal appliqué à l'entrée du côté réception.

3.3.2.5 Essai n° 5 – Convergence infinie de l'affaiblissement de retour d'écho

Cet essai a pour objet de vérifier que le compensateur d'écho a les moyens d'empêcher la production non désirée d'un écho. Cela peut se produire lorsque le registre H contient un modèle de trajet d'écho, provenant soit d'une communication précédente, soit de la communication en cours et que le trajet d'écho est ouvert (l'écho du circuit disparaît) alors qu'un signal est présent aux bornes d'entrée du côté réception.

La méthode d'essai consiste à faire converger totalement le compensateur d'écho pour un trajet d'écho donné. Le trajet d'écho est alors interrompu tandis qu'un signal est appliqué à l'entrée du côté réception. 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, on doit mesurer le signal du retour d'écho à la sortie du côté émission (voir la figure 12/G.165). Si l'on a recours en fonctionnement normal à un processeur non linéaire, celui-ci doit être *neutralisé*.

Remarque – La valeur de 500 ms est provisoire. Les limites inférieures et supérieures du temps de convergence sont à l'étude.

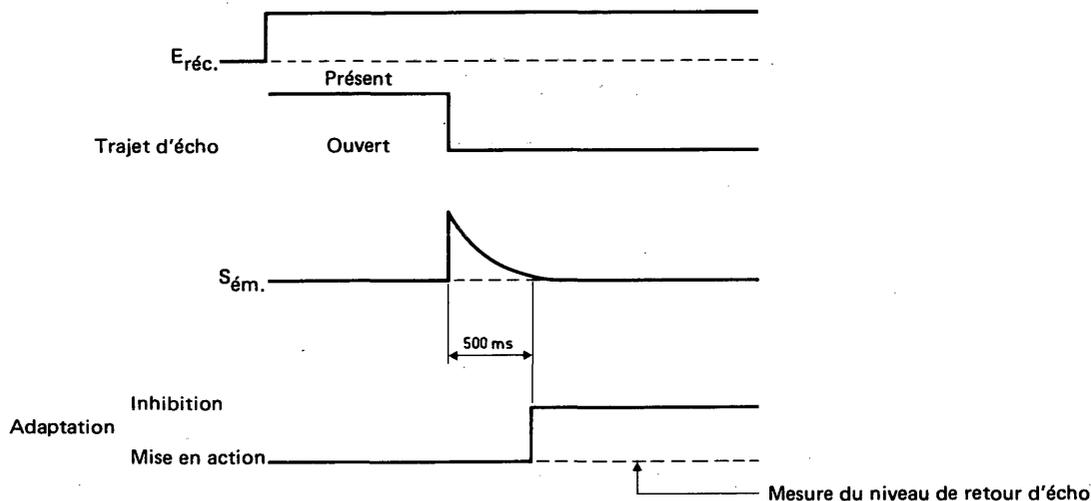


FIGURE 12/G.165

CCITT-33310

Conditions (provisoires)

Le compensateur d'écho étant au début dans l'état de convergence totale, le niveau de retour d'écho à la sortie du côté émission devrait être, 500 ms après l'interruption du trajet d'écho, inférieur ou égal à -40 dBm0 pour toutes les valeurs de l'affaiblissement d'écho supérieures ou égales à 10 dB, et pour tous les niveaux $N_{Eréc.}$ tels que -30 dBm0 $\leq N_{Eréc.} \leq -10$ dBm0.

3.4 Mise en action et neutralisation sous l'effet d'une cause extérieure

Le compensateur d'écho devrait au choix permettre la mise en action ou la neutralisation sous l'effet d'une mise à la terre extérieure provenant du circuit interurbain. Cet élément aurait pour fonction de permettre ou d'empêcher, selon le cas, le fonctionnement normal des compensateurs d'écho. Certains compensateurs d'écho du type C peuvent être neutralisés directement par un signal numérique.

4 Caractéristiques des dispositifs de neutralisation des compensateurs d'écho

Si un dispositif de neutralisation est utilisé pour neutraliser un compensateur d'écho pour la transmission de données dans la bande, le signal de neutralisation doit être conforme aux dispositions du § 4 de l'Avis G.164.

5 Caractéristiques des processeurs non linéaires

(A l'étude).

Références

- [1] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, UIT, Genève, 1977.
- [2] HORNA, (O. A.): Echo Canceller with Adaptive Transversal Filter Utilizing Pseudo-Logarithmic Coding, *COMSAT Technical Review*, Vol. 7, No. 2, 1977.
- [3] DUTTWEILER, (D. L.) et CHEN, (Y. S.): A Single-chip VLSI Echo Canceller, *Bell System Technical Journal*, Vol. 59, No. 2, 1980.
- [4] CANADA: BELL-NORTHERN RESEARCH/CANADIAN TELECOMMUNICATIONS CARRIERS ASSOCIATION: Subjective Performance Evaluations of Echo Control Devices on Terrestrial and Satellite Circuits, CCITT COM XV-No. 306, COM XII-No. 154, COM XVI-No. 105, 1977-1980.
- [5] AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH CO.: Tests de réaction des usagers de communications établies par l'intermédiaire de satellites – Evaluation subjective des méthodes de limitation de l'écho. Sera publié dans *Bell System Technical Journal*, COM XII-N° 165, COM XVI-N° 112 du CCITT, période d'études 1977-1980.
- [6] Avis du CCITT *Signal téléphonique conventionnel*, tome III, fascicule III.2, Avis G.227.
- [7] Avis du CCITT *Equivalents de référence dans une communication internationale*, Livre orange, tome III, Avis G.111, UIT, Genève, 1977.

**CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION DES CIRCUITS LOUÉS FAISANT
PARTIE D'UN RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE À USAGE PRIVÉ**

(Genève, 1980)

1 Considérations générales

Le présent Avis concerne principalement les réseaux téléphoniques à usage privé avec commutation. Dans certaines conditions, ces réseaux peuvent convenir aussi à la transmission de signaux de données analogiques codés, mais aucune disposition particulière n'a été prise pour assurer dans ce cas une qualité de fonctionnement satisfaisante.

Il convient de noter que toutes les Administrations n'offrent pas cette possibilité. Certaines permettent l'interconnexion entre les réseaux téléphoniques à usage privé et le réseau téléphonique public. Dans ce cas, il n'est pas toujours possible de garantir que la qualité de la transmission sera conforme aux normes du CCITT.

Le présent Avis n'a pas pour objet d'empêcher la conclusion d'accords bilatéraux pour des configurations spéciales du réseau. Dans ces circonstances, on suggère d'utiliser les plans du réseau indiqués, comme guide aidant à établir d'autres dispositions admissibles.

2 Configuration du réseau

Ce texte contient des recommandations intéressant aussi bien les réseaux commutés à deux fils que les réseaux commutés à quatre fils. En vue de maintenir l'affaiblissement et la distorsion dans des limites acceptables, il sera nécessaire que les réseaux plus étendus (comprenant par exemple plus de trois circuits commutés en tandem – voir la remarque 3 du § 4) utilisent des centres de commutation à quatre fils, interconnectés au moyen de circuits à quatre fils. On peut toutefois faire usage de points nodaux à deux fils dans un réseau essentiellement commuté en quatre fils (sans qu'il en résulte des inconvénients majeurs), pour autant que ces points n'interviennent que pour la commutation du trafic de départ et du trafic d'arrivée. Le plan relatif à la commutation à quatre fils prévoit un maximum de sept circuits analogiques en tandem. On recommande provisoirement d'admettre trois circuits internationaux et deux circuits nationaux pour chaque prolongement national.

3 Affaiblissement nominal des circuits internationaux

3.1 Circuits à quatre fils

L'Avis G.111 s'applique à ce type de circuit et l'affaiblissement nominal à la fréquence de référence (800 Hz) entre des extrémités virtuelles analogiques sera donc de 0,5 dB pour des circuits utilisant la transmission analogique. L'Avis G.111 indique l'emplacement de ces extrémités virtuelles analogiques qui se trouveront théoriquement dans le central privé où le circuit aboutit. Les circuits à quatre fils ne doivent pas comprendre de sections à deux fils.

3.2 Circuits à deux fils

L'objet de cette nomenclature est de couvrir les circuits qui ne sont pas disponibles avec une interface à quatre fils (par exemple, les circuits entre les nœuds de commutation à deux fils).

Pour les besoins du présent Avis, on peut considérer l'emplacement des extrémités virtuelles analogiques pour ce type de circuit comme adjacent au termineur deux fils/quatre fils (côté quatre fils). On peut alors procéder de la même manière que pour un circuit à quatre fils.

Remarques relatives au § 3

Remarque 1 – L'affaiblissement réel du circuit entre les extrémités réelles à la fréquence de référence, ne peut pas être indiqué avec précision sans connaissance préalable des niveaux de commutation.

Remarque 2 – Des différences peuvent se produire entre les deux sens de transmission dans l'affaiblissement réel du circuit. Les annexes à l'Avis G.121 contiennent des indications assez détaillées sur ce point.

Remarque 3 – On entend par circuit le trajet de transmission complet entre les points de commutation des deux centraux privés intéressés.

4 Affaiblissement nominal des circuits nationaux

4.1 Circuits à quatre fils

L'affaiblissement nominal à la fréquence de référence (800 Hz) doit être de 0 dB.

4.2 Circuits à deux fils

L'objet de cette nomenclature est de couvrir les circuits qui ne sont pas disponibles avec une interface à quatre fils (par exemple, les circuits entre les nœuds de commutation à deux fils).

L'affaiblissement nominal à la fréquence de référence (800 Hz) ne doit pas dépasser 7 dB et doit être de préférence inférieur, par exemple, à 3 ou 4 dB.

Remarques relatives au § 4

Remarque 1 – On peut être amené à l'échelon national à prendre des dispositions prévoyant que l'affaiblissement nominal des circuits à quatre fils doit être de 0,5 dB à la fréquence de référence.

Remarque 2 – Etant donné que les circuits loués peuvent comprendre des sections acheminées dans des paires non chargées dans des câbles de distribution locaux, il conviendra de veiller à conserver une stabilité appropriée, compte tenu du gain relatif découlant des paires en câbles non chargées.

Remarque 3 – L'affaiblissement nominal total des circuits qui constituent la communication ne doit pas dépasser 15 dB pour une combinaison quelconque commutée. Dans les réseaux commutés à deux fils, cela permet d'établir soit un maximum de deux circuits internationaux en tandem, soit un circuit international et deux circuits nationaux en tandem, à condition que l'affaiblissement des divers circuits nationaux soit inférieur ou égal à 4 dB. Si, sur l'un des circuits nationaux, l'affaiblissement nominal deux fils/deux fils à la fréquence de référence est supérieur à 4 dB (ce qui peut être nécessaire pour des raisons relatives à la stabilité ou à certaines pratiques nationales), le réseau sera limité à deux circuits en tandem au maximum.

5 Stabilité

5.1 Circuits à deux fils nationaux

Provisoirement, l'affaiblissement nominal dans la boucle à quatre fils ne doit pas être inférieur à 6 dB à une fréquence quelconque dans la bande de 0 à 4 kHz, dans toutes les conditions de terminaison rencontrées en cours d'exploitation normale (y compris la phase d'établissement de la communication).

5.2 Systèmes de terminaison pour les circuits internationaux

Les termineurs nationaux qui servent d'interface avec les circuits internationaux doivent observer les conditions de stabilité spécifiées dans l'Avis G.122. S'agissant de circuits internationaux à deux fils, on peut considérer que les extrémités virtuelles analogiques sont adjacentes au termineur deux fils/quatre fils (côté quatre fils).

Remarques relatives au § 5

Remarque 1 – La remarque du § 1.1 de l'Avis G.122 donne des indications générales sur l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité en dehors de la bande de 300 à 3400 Hz.

Remarque 2 – Afin d'obtenir la stabilité spécifiée sur les circuits deux fils à affaiblissement réduit (par exemple, 3 dB), il sera nécessaire d'installer des termineurs deux fils/quatre fils dans les commutateurs privés; cela ne sera peut-être pas nécessaire sur les circuits à affaiblissement plus élevé. On trouvera des précisions sur ce point dans le manuel du CCITT cité en [1].

6 Equivalents de référence corrigés des circuits de prolongement

6.1 Charge

Les Administrations doivent s'assurer que les dispositions techniques qu'elles autorisent pour les réseaux privés, à mettre en œuvre en matière de niveau d'exploitation, d'efficacité, etc., satisfassent aux critères de conception du système de transmission international. Elles se reporteront à cet égard au § 3 de l'Avis G.121 qui spécifie, pour un équivalent de référence corrigé à l'émission (équivalent de référence à l'émission de 6 dB), une valeur nominale minimale de 4 dB par rapport à l'extrémité virtuelle analogique.

6.2 Equivalent de référence corrigé à l'émission

L'équivalent de référence corrigé maximal à l'émission du circuit téléphonique de prolongement à deux fils (la portion analogue au circuit téléphonique local dans le réseau public) ne doit pas dépasser 15,5 dB (équivalent de référence à l'émission 12 dB). Cette valeur concorde avec l'exemple du circuit téléphonique local le plus long de la figure 1/G.103. On peut s'attendre, dans la pratique, que la plupart des valeurs d'équivalent de référence à la réception seront très nettement inférieures à cette limite.

Les Administrations doivent s'efforcer de choisir des valeurs qui correspondent à l'objectif à long terme spécifié au § 1 de l'Avis G.121 (par rapport à l'extrémité virtuelle analogique).

6.3 Equivalent de référence corrigé à la réception

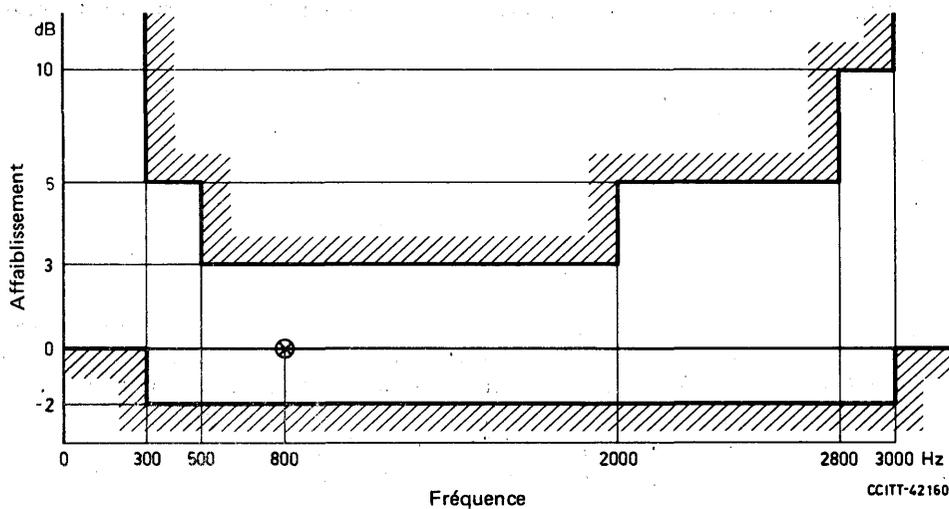
L'équivalent de référence corrigé maximal à la réception du circuit téléphonique de prolongement à deux fils (la portion analogue au circuit téléphonique local dans le réseau public) ne doit pas dépasser 4 dB (équivalent de référence à la réception 3 dB). Cette valeur concorde avec l'exemple du circuit téléphonique local le plus long de la figure 1/G.103. On peut s'attendre, dans la pratique, que la plupart des valeurs d'équivalent de référence à la réception seront très nettement inférieures à cette limite, mais il convient de tenir dûment compte de la nécessité de conserver des marges appropriées pour faire face à des valeurs excessives de bruit, de diaphonie et d'effet local.

Les Administrations doivent s'efforcer de choisir des valeurs qui correspondent à l'objectif à long terme spécifié au § 1 de l'Avis G.121 (par rapport à l'extrémité virtuelle analogique).

7 Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence

7.1 Circuits à quatre fils

La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de chaque circuit à quatre fils ne doit pas dépasser les limites spécifiées à la figure 1/G.171. Ces limites s'appliquent également à la portion à quatre fils du circuit, lorsque celui-ci est, par exception, terminé sur un point nodal de commutation à deux fils (voir le § 2).

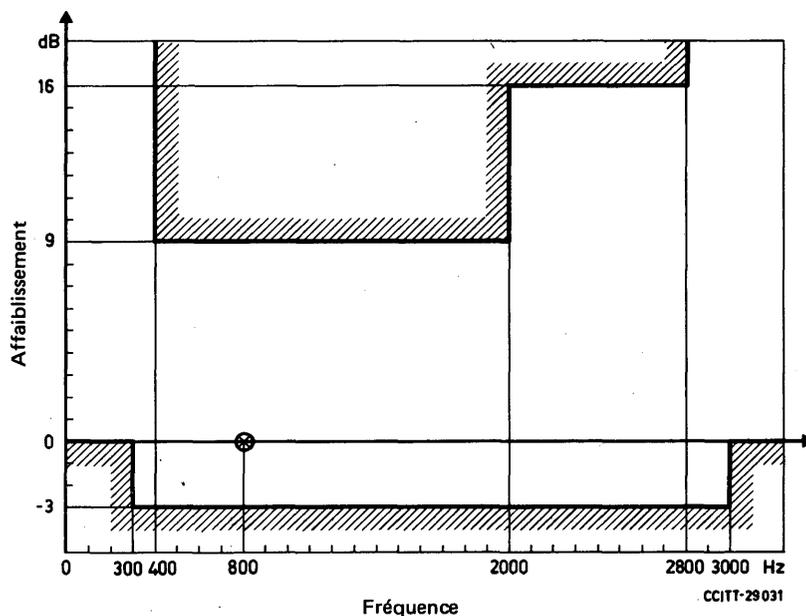


Remarque – Les valeurs de 300 Hz et 3 kHz pour la limitation du gain en bordure de la bande sont provisoires car l'Avis G.232 [2] admet une gamme de fréquences plus étendue pour les équipements terminaux à multiplexage par répartition en fréquence (MRF).

FIGURE 1/G.171

Limites de l'affaiblissement du circuit par rapport à sa valeur à 800 Hz, dans le cas des circuits à quatre fils

La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de chaque circuit à deux fils ne doit pas dépasser les limites spécifiées à la figure 2/G.171.



Remarque – Les valeurs de 300 Hz et 3 kHz pour la limitation du gain en bordure de la bande sont provisoires car l'Avis G.232 [2] admet une gamme de fréquences plus étendue pour les équipements terminaux MRF.

FIGURE 2/G.171

Limites de l'affaiblissement total du circuit par rapport à sa valeur à 800 Hz, dans le cas des circuits à deux fils

8 Bruit

Les spécifications des Avis pertinents doivent être appliquées en matière de bruit sur chaque section de circuit; l'Avis G.123 et le § 1 de l'Avis G.143 fournissent quelques indications générales relatives aux caractéristiques de bruit du système. Le niveau nominal de puissance de bruit erratique au commutateur privé dépend de la constitution réelle du circuit, mais elle ne doit pas être supérieure à -38 dBm_{0p} (limite provisoire pour la maintenance applicable aux circuits de plus de 10 000 km). Dans la pratique, les circuits de moindre longueur donnent lieu à des valeurs de bruit erratique beaucoup moins élevées. La figure 3/G.171 indique la caractéristique de bruit prévue.

9 Limitation des échos

9.1 Les dispositions du § 2 de l'Avis G.122 et du § 2 de l'Avis G.131 relatives à la limitation des échos doivent être appliquées dans la mesure du possible.

9.2 Quand ils sont nécessaires, il est recommandé que les dispositifs de protection contre l'écho, par exemple les supprimeurs d'écho ou les compensateurs d'écho, soient installés aux commutateurs privés et non au centre terminal international, afin d'éliminer les problèmes de temps de propagation en fin de circuit.

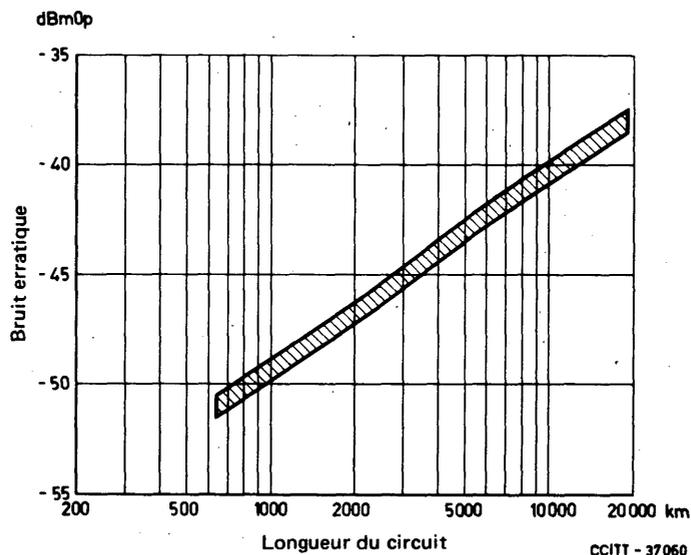


FIGURE 3/G.171
Caractéristiques de bruit de circuit erratique

Références

- [1] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [2] Avis du CCITT *Equivalents terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232.

APPENDICE I À LA SECTION 1 DU TOME III

Justification des valeurs d'équivalent de référence corrigé (ERC) qui figurent dans les Avis G.111 et G.121

I.1 Principes

Dans la nouvelle rédaction des Avis G.111 et G.121 basée sur les ERC, on a respecté les deux principes suivants:

- a) les Administrations qui emploient des méthodes de planification fondées sur les Avis antérieurs ne doivent pas éprouver de graves difficultés à appliquer les nouveaux Avis;
- b) la qualité de transmission procurée aux abonnés ne doit pas diminuer.

Les paragraphes qui suivent montrent comment on a appliqué ces principes pour déduire les valeurs d'ERC, qui figurent maintenant dans ces Avis, des valeurs d'équivalent de référence indiquées dans le Livre orange.

I.2 Valeurs préférées (§ 3.2 de l'Avis G.111)

L'ancien Avis indiquait une «gamme préférée pour les équivalents de référence totaux» q_c d'environ 6 à 18 dB, avec une valeur préférée d'environ 9 dB. En fait, si l'on considère par exemple les essais effectués au Royaume-Uni et décrits dans le document cité en [1], il a été admis que:

$$q_c = q_s + q_r + x$$

où

$q_s = +7$ dB et $q_r = -2$ dB sont les équivalents de référence (à l'émission et à la réception) des systèmes locaux et x l'affaiblissement entre ces deux systèmes.

Comme aucun filtre n'est inséré dans ces essais, d'après le tableau A-2/G.111 de l'annexe A à l'Avis G.111, on a $D = -3,9$ dB et d'après la formule (A-1) de cette annexe, on a $y_s = 8,9$ et $y_r = -1,8$ d'où (A-2) $Y_c = 8,9 + x - 1,8 - 3,9 \approx q_c - 2$ dB.

La valeur préférée $Y_1 = 9 - 2 = 7$ dB est égale à l'ERC minimum du système émetteur (voir le § I.5), donc la limite inférieure $Y_0 = 4$ dB ne semble guère avoir d'intérêt pratique pour la planification.

La limite supérieure $Y_2 = 18 - 2 = 16$ dB est importante pour la suite.

Remarque — On a employé le symbole Y pour désigner l'ERC de communications ou de systèmes nationaux; l'emploi de y est restreint aux valeurs applicables à des systèmes locaux, déduites de valeurs d'équivalent de référence au moyen de la formule (A-1).

I.3 Valeurs nominales maximales pour les systèmes nationaux (§ 2.1 de l'Avis G.121)

Considérons des systèmes nationaux satisfaisant tout juste aux limites de l'ancien texte de l'Avis G.121 pour les valeurs de planification d'équivalent de référence (ER) dans le tableau I-1. Le cas 1 correspond à une répartition typique des ER et affaiblissements de l'ancien plan de transmission; les cas 2 et 3 correspondent à peu près à des répartitions extrêmes que l'on peut trouver en pratique.

TABLEAU I-1
Calcul des ERC d'un système national (en dB)

Partie du système	Cas 1		Cas 2		Cas 3	
	ER	ERC	ER	ERC	ER	ERC
Système émetteur local (a)	10	12,8	17,5	23,1	5	6,4
Circuit local non chargé (b)	3,5	4	0	0	7	8
Circuit local à faible distorsion + circuits à grande distance + centraux et termineur (c)	Affaiblissement 7,5		3,5	3,5	9	9
Total à l'émission (a + b + c)	21	24,3	21	26,6	21	23,4
Système récepteur local (d)	1	1,6	8,5	10,8	-4	-4,0
Total à la réception (b + c + d)	12	13,1	12	14,3	12	13,0

On a calculé les valeurs correspondantes de y pour les systèmes locaux (a et d) par la formule (A-1) de l'annexe A à l'Avis G.111 et pour le circuit local (b) d'après l'annexe C à l'Avis G.121, avec $K = 1,15$.

On constate que les valeurs globales pour l'ERC varient d'environ 3 dB à l'émission et 1 dB à la réception, suivant les cas. Pour satisfaire à la condition a) du § I.1, la solution facile consisterait à recommander les valeurs les plus élevées, mais on risquerait de ne pas satisfaire à la condition b).

D'autre part, les valeurs pour (a) s'appliquent au cas d'un microphone linéaire; on doit les diminuer de 1,5 dB pour les microphones à charbon, qui ont été réellement utilisés dans le passé pour choisir les anciennes limites, mais on doit fixer une seule limite (indépendante du type de microphone) pour conserver la même qualité de transmission.

On a donc jugé souhaitable de recommander comme limites $Y_3 = 25$ dB à l'émission et $Y_4 = 14$ dB à la réception. La remarque 1 des figures 1/G.121 et 2/G.121 au § 2 du texte révisé de l'Avis G.121 indique les problèmes qui peuvent se poser lorsqu'on applique ces valeurs.

I.4 Moyennes pondérées d'après le trafic (§ 3.2 de l'Avis G.111 et § 1 de l'Avis G.121)

I.4.1 La valeur maximale d'équivalent de référence pour l'objectif à long terme ($q_c = 18$ dB) était la valeur maximale de la gamme préférée. La valeur correspondante de Y_c est 16 dB. Si l'on admet que la distorsion d'affaiblissement dans ce cas correspond à $D = -1,5$ dB, on peut décomposer cet objectif en $Y_5 = 13$ dB à l'émission, $Y_6 = 4$ dB à la réception, et 0,5 dB pour un circuit international.

La valeur minimale correspond à ce qu'on pense pouvoir réaliser. Avec les notations du tableau I-1 on peut avoir pour q la répartition typique du tableau I-2 et en déduire les valeurs d'ERC.

TABLEAU I-2
Répartition typique de l'objectif minimum

	Emission		Réception	
	<i>q</i>	ERC	<i>q</i>	ERC
<i>a</i>	5	$y = 6,4$		
<i>b</i>	0	0		
<i>c</i>	5	5		
Total émission $a + b + c$	10	$Y_7 = 11,4$		
<i>d</i>			-2,5	$y = -2,4$
Total réception $b + c + d$			2,5	$Y_8 = 2,6$

Pour la communication, on aura $Y_9 = 11,4 + 2,6 + 0,5 - 1,5 = 13$ dB.

I.4.2 Pour l'objectif à court terme, la valeur minimale est la même. Les valeurs maximales d'équivalent de référence ($q_s = 16$, $q_r = 6,5$) ont été déduites d'une loi de répartition typique; elles sont inférieures de 5 dB et 5,5 dB aux valeurs à 97% recommandées antérieurement. La dispersion des valeurs de Y doit être un peu plus grande, à peu près $5 \times 1,2$ ou $5,5 \times 1,2$, soit 6 à 6,5 dB d'où:

$$Y_{10} = 25 - 6 = 19 \text{ dB à l'émission}$$

$$Y_{11} = 14 - 6,5 = 7,5 \text{ dB à la réception}$$

La valeur pour une communication (avec un seul circuit international) est:

$$Y_{12} = 19 + 7,5 + 0,5 - 1,5 = 25,5 \text{ dB.}$$

I.5 Minimum pour le système émetteur national (§ 3 de l'Avis G.121)

$q = 6$ dB avec les notations du tableau I-1, pourrait correspondre par exemple

$$\text{à } a = 2,5 \quad b = 0 \quad c = 3,5 \quad \text{d'où } Y = 3,4 + 3,5 = 6,9$$

$$\text{ou } a = 4 \quad b = 0 \quad c = 2 \quad \text{d'où } Y = 5,2 + 2 = 7,2$$

On peut prendre comme minimum $Y_{13} = 7$ dB.

I.6 Equivalent de référence de l'effet local (§ 5 de l'Avis G.121)

Jusqu'à ce qu'on dispose d'une réponse complète à la Question 9/XII [2], on devrait conserver la méthode de l'Avis P.73 [3] et la valeur actuelle, exprimée comme un équivalent de référence.

I.7 Autres valeurs

On trouve dans divers Avis des «équivalents de référence du trajet d'écho» (G.131), «équivalents de référence pour la diaphonie» (G.116), certainement calculés par des additions qui ne sont pas exactes. On devrait insérer une remarque à ce sujet, sans changer les appellations actuelles et réviser ces textes au cours de la période d'études qui vient.

Références

- [1] RICHARDS, (D. L.): Télécommunication by speech, *Butterworths*, pp. 279-281, 1973.
- [2] CCITT – Question 9/XII, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.
- [3] Avis du CCITT *Mesure de l'équivalent de référence de l'effet local*, tome V, Avis P.73.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTIE II

**SUPPLÉMENTS À LA SECTION 1
DES AVIS DE LA SÉRIE G**

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

ÉCHO POUR LA PERSONNE QUI PARLE SUR LES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES

*(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968
et à Genève, 1976 et 1980; cité dans le § 2 de l'Avis G.131)*

Les courbes de la figure 2/G.131 permettent de déterminer s'il est ou non nécessaire d'utiliser un supprimeur d'écho sur une communication internationale donnée. On peut encore les employer pour savoir quelle valeur d'affaiblissement global il convient d'adopter sur la partie à quatre fils de communications complètes pour qu'un supprimeur d'écho ne soit pas nécessaire. Avant d'utiliser les courbes, il convient de décider pour quelle proportion de communications on accepte un écho gênant. Le § 2 de l'Avis G.131 fournit quelques indications sur ce point.

Les coordonnées de la figure représentent deux des paramètres d'une communication téléphonique qui influent sur les échos, c'est-à-dire l'équivalent de référence du trajet d'écho et le temps moyen de propagation dans un seul sens. Moyennant certaines hypothèses explicitées plus bas, ces deux paramètres deviennent les paramètres principaux.

Chaque courbe divise le plan en deux parties, suivant que le point représentatif de la chaîne de circuits se trouve dans l'une ou dans l'autre, un supprimeur d'écho est nécessaire ou ne l'est pas, en tenant compte du pourcentage de communications autorisées à présenter un écho gênant.

Facteurs à prendre en considération

Les principaux facteurs à prendre en considération afin de déterminer si un supprimeur d'écho est nécessaire sur une communication donnée sont les suivants:

- a) le nombre des trajets d'écho;
- b) le temps mis par les courants d'écho pour parcourir ces trajets;
- c) l'équivalent de référence des trajets d'écho, y compris les lignes d'abonnés;
- d) la tolérance des abonnés vis-à-vis des phénomènes d'écho.

Nous allons examiner ces divers facteurs tour à tour.

Quand des circuits sont interconnectés en quatre fils, il n'y a qu'un trajet d'écho (en négligeant la paradiaphonie). Il en est pratiquement de même lorsque les circuits sont interconnectés en deux fils et que les valeurs de l'affaiblissement d'adaptation au point de connexion sont convenables, car les principaux courants d'écho sont dus aux affaiblissements d'adaptation relativement médiocres aux extrémités des deux circuits à quatre fils extrêmes, où la communication est prolongée en deux fils.

Le temps mis par les courants d'écho pour parcourir le trajet d'écho ne dépend pratiquement que de la longueur de la chaîne à quatre fils, car les circuits principaux des réseaux nationaux et internationaux d'aujourd'hui sont des circuits à grande vitesse de transmission.

L'équivalent de référence du trajet d'écho pour la personne qui parle, dans le cas d'une communication symétrique, est à peu près égal à la somme:

- du double de l'affaiblissement sur la communication entre l'extrémité à deux fils dans le central local terminal de la ligne de la personne qui parle et le côté deux fils du termineur quatre fils/deux fils à l'extrémité où se trouve la personne qui écoute;
- de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'extrémité où se trouve la personne qui écoute;
- de la somme des équivalents de référence à l'émission et à la réception pour l'appareil téléphonique et la ligne d'abonné de la personne qui parle.

En général, on utilisera des valeurs d'équivalent de référence correspondant à des lignes d'abonné d'affaiblissement faible.

L'écho qui affecte les abonnés dont les lignes ont un affaiblissement plus grand se trouvera encore plus affaibli; par conséquent, cette hypothèse ne comporte pas de risques.

On admet que l'affaiblissement d'adaptation au point de vue de l'écho a une valeur moyenne au moins égale à 11 dB avec un écart type de 3 dB, exprimée en valeur moyenne pondérée du rapport de puissance dans toute la bande de 500 à 2500 Hz. La valeur moyenne de l'affaiblissement de chaque circuit à quatre fils est considérée comme uniforme dans toute cette bande et on admet que l'écart type est de 1 dB dans chaque sens de transmission. On admet aussi que la corrélation entre les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission est unitaire.

Les renseignements concernant la tolérance à l'écho des abonnés indiquée dans le tableau 1 sont fournis par l'American Telephone and Telegraph Co.; ils sont fondés sur une série d'études achevées en 1971. Ces essais ont fourni des renseignements sur l'équivalent de référence du trajet d'écho, pour un écho à peine perceptible, en fonction du temps de propagation sur ce trajet. D'autre part, on a également obtenu des évaluations de qualité fondées sur une échelle à cinq notes (excellent, bon, passable, médiocre, insatisfaisant). Le tableau 1 indique l'affaiblissement du trajet d'écho moyen pour le seuil de perceptibilité et pour des évaluations «insatisfaisant». Ces valeurs moyennes correspondent à l'équivalent de référence du trajet d'écho pour lequel 50% des observateurs ont perçu l'écho (seuil) et 50% expriment leur opinion par la note «insatisfaisant». Le tableau donne également l'écart type.

TABLEAU 1
Résultat des essais de tolérance à l'écho

Temps de propagation de groupe dans un sens (ms)	Equivalent de référence du trajet d'écho			
	Seuil		Insatisfaisant	
	Moyenne (dB)	Ecart type (dB)	Moyenne (dB)	Ecart type (dB)
10	26	≈ 4	9	≈ 6
20	35	≈ 4	16	≈ 6
30	40	≈ 4	20	≈ 6
40	45	≈ 4	23	≈ 6
50	50	≈ 4	25	≈ 6

Construction de la figure 2/G.131

La valeur moyenne de la marge avant qu'un écho soit gênant est donnée par:

$$M = 2T + B - E + ERE + ERR$$

où

- T = affaiblissement de transmission de la communication entre le point à deux fils dans le central local terminal de la personne qui parle et le côté à deux fils du termineur quatre fils/ deux fils à l'extrémité où se trouve la personne qui écoute. L'affaiblissement est supposé le même pour les deux sens de transmission;
- B = valeur moyenne de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho à l'extrémité réceptrice;
- E = valeur moyenne de l'équivalent de référence du trajet d'écho qui donne lieu à une note d'opinion «insatisfaisant»¹⁾;

¹⁾ Elle correspond à la valeur de l'équivalent de référence du trajet d'écho pour laquelle 50% des opinions sont exprimées par la note «insatisfaisant».

ERE = équivalent de référence à l'émission au point à deux fils dans le central local de départ pour des lignes d'abonné courtes;

ERR = équivalent de référence à la réception au point à deux fils dans le central local de départ pour des lignes d'abonné courtes.

L'écart type de la marge est donné par:

$$m^2 = n(t_1^2 + 2rt_1t_2 + t_2^2) + b^2 + e^2$$

où

m = l'écart type de la marge;

*t*₁, *t*₂ = les écarts types des variations d'affaiblissement, dans les deux sens de transmission pour un circuit à quatre fils, national ou international;

b = l'écart type des affaiblissements d'adaptation pour l'écho;

e = l'écart type de la distribution des équivalents de référence du trajet d'écho qui donnent lieu à des opinions exprimées par la note «insatisfaisant»;

r = le coefficient de corrélation entre *t*₁ et *t*₂;

n = le nombre de circuits à quatre fils dans la chaîne à quatre fils.

En prenant *t*₁ = *t*₂ = 1 dB; *r* = 1; *b* = 3 dB; *e* = 6 dB, on trouve: $m^2 = 4n + 45$.

Dans le § 2.3 de l'Avis G.131, les règles A et E se rapportent aux probabilités de 1% et de 10% de rencontrer un écho correspondant à la note «insatisfaisant» et dans ces cas neuf circuits à quatre fils (3 nationaux + 3 internationaux + 3 nationaux) sont pris en considération. D'où *m* = 9 dB pour les deux courbes à 1% et 10%.

Pour la probabilité de 10%, la marge peut se réduire à 1,28 fois l'écart type. Pour la probabilité 1%, ce facteur est 2,33. Les valeurs correspondantes de *M* sont:

$$M = 1,28 \times 9,0 \text{ dB} = 11,5 \text{ dB pour une probabilité de 10\%}$$

$$M = 2,33 \times 9,0 \text{ dB} = 21 \text{ dB pour une probabilité de 1\%}$$

En portant ces valeurs dans l'équation $M = 2T + B - E + ERE + ERR$, on obtient les valeurs suivantes pour l'affaiblissement moyen de l'écho pour l'abonné qui parle.

$$2T + B + ERE + ERR = 11,5 \text{ dB} + E \text{ pour une probabilité de 10\%}$$

$$2T + B + ERE + ERR = 21 \text{ dB} + E \text{ pour une probabilité de 1\%}$$

Les valeurs du tableau 2 ont été calculées (et arrondies au nombre entier le plus voisin) à partir de ces équations. On a calculé les nombres qui figurent dans la colonne «Longueur de la chaîne» en admettant que la vitesse de propagation est de 160 km/ms.

TABLEAU 2

Temps de propagation moyen dans un seul sens (ms)	Longueur de la chaîne (km)	Equivalent de référence du trajet d'écho moyen $2T + B + ERE + ERR$ (dB)	
		10% Insatisfaisant	1% Insatisfaisant
10	1600	21	30
20	3200	28	37
30	4800	32	41
40	6400	35	44
50	8000	37	46

On a tracé la figure 2/G.131 à partir de ces valeurs et de valeurs similaires calculées pour d'autres valeurs de *n*.

**COMBINAISONS POSSIBLES DES DÉGRADATIONS ÉLÉMENTAIRES
DE LA QUALITÉ DE TRANSMISSION
DANS LES COMMUNICATIONS FICTIVES DE RÉFÉRENCES**

(Genève, 1980; cité dans l'Avis G.103)

TABLEAU 1

Communication	Figure 1/G.103		Figure 2/G.103		Figure 3/G.103	
	a)	b)	a)	b)	a)	b)
ERC – Max. $\begin{matrix} s = 15,4 \text{ dB} \\ r = 4,0 \text{ dB} \end{matrix}$	41,6 dB		37,6 dB	35,6 dB	26,9 dB	24,9 dB
– Moyen $\begin{matrix} s = 8,9 \text{ dB} \\ r = 0,5 \text{ dB} \end{matrix}$	25,6 dB		22,0 dB	20,0 dB	14,5 dB	12,5 dB
– Min. $\begin{matrix} s = 8,9 \text{ dB} \\ r = -4,0 \text{ dB} \end{matrix}$	15,6 dB		10,7 dB	8,7 dB	10,0 dB	8,0 dB
ER – Max. $\begin{matrix} s = 12 \text{ dB} \\ r = 3 \text{ dB} \end{matrix}$	36 dB		33,5 dB	31,5 dB	24 dB	21 dB
– Moyen $\begin{matrix} s = 7 \text{ dB} \\ r = 0 \text{ dB} \end{matrix}$	23 dB		20,5 dB	18,5 dB	16 dB	13 dB
– Min. $\begin{matrix} s = 7 \text{ dB} \\ r = -4 \text{ dB} \end{matrix}$	15 dB		12,5 dB	10,5 dB	12 dB	9 dB
BC – Max. $\begin{cases} r' = 3 \text{ dB} \\ r' = 0 \text{ dB} \\ r' = -4 \text{ dB} \end{cases}$	3 690 pWp 7 360 pWp 18 490 pWp	3 840 pWp 7 680 pWp 19 190 pWp	820 pWp 1 640 pWp 4 110 pWp	1 030 pWp 2 060 pWp 5 150 pWp	3 320 pWp 6 650 pWp 16 620 pWp	4 630 pWp 9 260 pWp 23 160 pWp
– Moyen $r' = 0 \text{ dB}$	3 100 pWp	3 220 pWp	730 pWp	870 pWp	3 320 pWp	4 630 pWp
BC – Max. $\begin{cases} r' = 3 \text{ dB} \\ r' = 0 \text{ dB} \\ r' = -4 \text{ dB} \end{cases}$	-54,3 dBmp -51,3 dBmp -47,3 dBmp	-54,1 dBmp -51,1 dBmp -47,1 dBmp	-60,8 dBmp -57,8 dBmp -53,8 dBmp	-59,9 dBmp -56,9 dBmp -52,9 dBmp	-54,8 dBmp -51,8 dBmp -47,8 dBmp	-53,3 dBmp -50,3 dBmp -46,3 dBmp
– Moyen $r' = 0 \text{ dB}$	-55,1 dBmp	-54,9 dBmp	-61,4 dBmp	-60,6 dBmp	-54,8 dBmp	-53,3 dBmp
DA – Max. (voir la remarque 1)	14 aadu (4 + 6 + 4)		5 aadu (2 + 1 + 2)		4 aadu (0 + 4 + 0)	
– Moyen	5 aadu (2 + 1 + 2)		5 aadu* (2 + 1 + 2)*		1 aadu* (0 + 1 + 0)*	
– Min.	3 aadu (1 + 1 + 1)		3 aadu (1 + 1 + 1)		1 aadu (0 + 1 + 0)	

Remarque 1 – Cas a) : plan de transmission fondé sur la règle de $(3,5 + 0 \times n)$ dB.

Cas b) : plan de transmission fondé sur la règle de $(2 + 0,5 \times n)$ dB.

Remarque 2 – DA est la distorsion d'affaiblissement en unité de distorsion d'affaiblissement analogique (aadu) dans une chaîne de circuits à 4 fils admis en hypothèse entre deux centraux locaux.

Remarque 3 – Un astérisque (*) indique une valeur admise en hypothèse.

Remarque 4 – r' signifie « équivalent de référence à la réception (ERR) ».

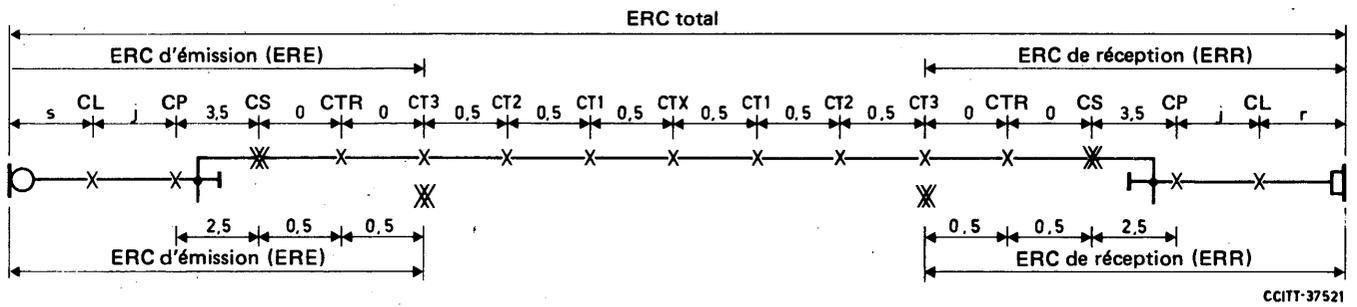


FIGURE 1

Communication internationale la plus longue envisagée conformément aux Avis du CCITT (modifications apportées à la communication fictive de référence (CFR) de la figure 1/G.103)

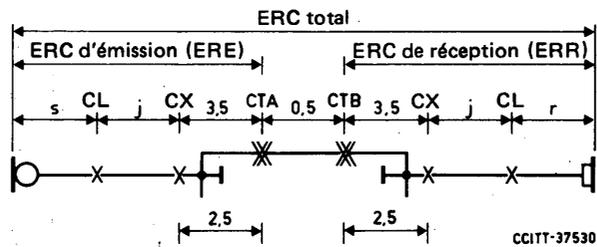


FIGURE 2

Communication internationale de longueur modérée comprenant le nombre le plus fréquent de circuits internationaux et nationaux (modifications apportées à la CFR de la figure 2/G.103)

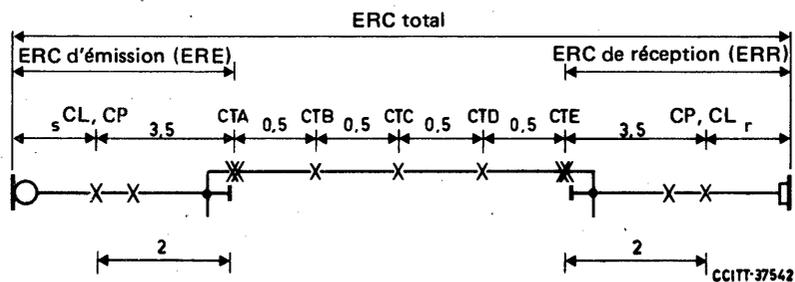


FIGURE 3

Communication internationale comprenant le plus grand nombre possible de circuits internationaux et le plus petit nombre possible de circuits nationaux (modifications apportées à la CFR de la figure 3/G.103)

TABLEAU 2
Equivalent de référence corrigé (ERC)

	ER (dB)		Affaiblissement (dB)	ERC (dB)	Figure 1 a) et b)			Figure 2 a)			Figure 2 b)			Figure 3 a)			Figure 3 b)		
	s	r			j		ERE	ERR	ERC	ERE									
	Maximum	12	3	5,5	6,1	25,0	13,6	41,6	25,0	13,6	37,6	24,0	12,6	35,6	18,9	7,5	26,9	17,9	6,5
Moyen	7	0	3	3,3	15,7	7,3	25,6	15,7	7,3	22,0	14,7	6,3	20,0	12,4	4,0	14,5	11,4	3,0	12,5
Minimum	7	-4	1	1,1	13,5	0,6	15,6	13,5	0,6	10,7	12,5	-0,4	8,7	12,4	-0,5	10,0	11,4	-1,5	8,0

Remarque – On admet comme hypothèse que les câbles ne sont pas chargés pour le circuit entre CL et CP.

TABLEAU 3
Equivalent de référence (ER)

	ER (dB)			Figure 1, a) et b)			Figure 2, a)			Figure 2, b)			Figure 3, a)			Figure 3, b)		
	s	r	j	ERE	ERR	ERT	ERE	ERR	ERT	ERE	ERR	ERT	ERE	ERR	ERT	ERE	ERR	ERT
Maximum	12	3	5,5	21	12	36	21	12	33,5	20	11	31,5	15,5	6,5	24	14	5	21
Moyen	7	0	3	13,5	6,5	23	13,5	6,5	20,5	12,5	5,5	18,5	10,5	3,5	16	9	2	13
Minimum	7	-4	1	11,5	0,5	15	11,5	0,5	12,5	10,5	-0,5	10,5	10,5	-0,5	12	9	-2	9

TABLEAU 4
Bruit de circuit (BC), (j = 3 dB)

	Central deux fils, quatre fils	CL-CP (250 km)	CP-CS, CT (500 km)	CS-CTR (250 km)	CTR-CT (250 km)	CT3-CT2, CT2-CT1 (2500 km)	CT-CT (1000 km)	CT1-CTx, CT1 (7500 km)
CN – Max.	200	1000	2000	1000	1000	10 000	4000	22 500
(pW0p) Moyen	100	500	500	500	500	5 000	2000	7 500

TABLEAU 5
Distorsion d'affaiblissement (DA) en dB

	Central (CL, deux fils)	Termineur deux fils, quatre fils	Central (quatre fils) Avis Q.45 [1]	Circuit (quatre fils) Graphique A de la figure 1/G.232 [2]	Circuit (quatre fils) Graphique B de la figure 1/G.232 [2]
– Maximum	} Non spécifiée	} Non spécifiée	0,5	1,7	3,0
– Moyen			0,15	0,65	1,05
– Minimum			–0,2	–0,4	–0,9

Remarque – Les valeurs en dB sont calculées pour un affaiblissement d'insertion qui est le même à 300 Hz et à 3400 Hz.

Références

- [1] Avis du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.45.
- [2] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Avis G.232, figure 1/G.232.

Supplément n° 21

**UTILISATION DES UNITÉS DE DISTORSION DE QUANTIFICATION
DANS LA PLANIFICATION DES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES
(CONTRIBUTION DE BELL-NORTHERN RESEARCH)**

(Genève, 1980; cité dans l'Avis G.113)

Introduction

Le présent supplément fournit des renseignements généraux sur l'utilisation de la méthode à appliquer pour associer les unités de distorsion de quantification (unités dq) aux dispositifs de traitement de signaux numériques. On peut utiliser cette méthode dans la planification des communications internationales faisant intervenir plusieurs processus MIC non intégrés, afin de garantir que la distorsion de quantification globale reste dans les limites définies. Le supplément traite des sujets suivants: principes fondamentaux régissant l'utilisation des unités dq; valeurs des unités dq pour plusieurs processus numériques courants; enfin, modalités d'utilisation de la méthode dans un réseau mixte analogique et numérique et dans un réseau entièrement numérique. On y trouvera aussi des calculs exacts se rapportant au réseau entièrement numérique.

1 Principes de base relatifs aux unités de distorsion de quantification

Le principe de base utilisé pour attribuer des unités dq à un processus numérique repose sur le fait qu'il n'y a pas de corrélation entre la puissance de distorsion de quantification associée et la distorsion produite par d'autres processus; les unités dq individuelles peuvent donc être additionnées algébriquement pour donner la distorsion globale d'une communication complète.

Il est pratique d'utiliser la distorsion de quantification produite par un seul processus MIC à 8 bits (un codeur-décodeur, loi A ou loi μ) comme référence de base et de lui attribuer une valeur d'une unité. En se fondant sur cette référence, on attribuerait quatre unités dq à un processus MIC unique à 7 bits qui, comme on le sait, produit 6 dB de distorsion de quantification en plus (c'est-à-dire quatre fois plus de puissance). On peut subdiviser encore de façon à attribuer 0,5 unité à un codeur ou un décodeur individuel à 8 bits et, de la même façon, 2 unités à codeur ou décodeur individuel à 7 bits. On peut aussi convertir d'autres processus en unités dq équivalentes.

Une limite globale de 14 unités dq a été fixée pour une communication internationale, répartie de la façon suivante: 5 unités pour chaque prolongement national et 4 unités pour chaque portion internationale. Ceci correspond à une distorsion 14 fois plus grande que pour un processus MIC unique à 8 bits, soit à une diminution de 11,5 dB [c'est-à-dire $10 \log_{10} 14$ du rapport signal/distorsion (RSD)]. Etant donné qu'un codec à 8 bits, d'un type courant, peut avoir un RSD d'environ 36 dB (pour un signal d'entrée gaussien, et une distorsion à pondération uniforme dans la bande 300 à 3400 Hz), 14 unités dq représentent un RSD global d'environ 24,5 dB. Ces valeurs concordent avec des évaluations publiées précédemment (environ 24 dB) [1] concernant la limite subjective pour le rapport signal/distorsion global.

2 Valeurs des unités de distorsion de quantification pour d'autres dispositifs de traitement numérique

Pour calculer la valeur d'une unité dq pour d'autres dispositifs de traitement numérique, il est nécessaire d'évaluer en premier lieu l'accroissement de la distorsion de quantification de ce processus par rapport à un processus MIC unique à 8 bits. On peut obtenir cette augmentation à partir des calculs du RSD pour le processus en question, par rapport au RSD pour un seul MIC à 8 bits. On trouvera dans les figures 1, 2 et 3 des exemples de ces calculs du RSD (pour un signal d'entrée gaussien, et une distorsion à pondération uniforme dans la bande 300 à 3400 Hz) des divers processus. Pour chaque processus, on peut convertir la réduction du RSD par rapport à un codage unique à 8 bits en unité dq équivalente. Par exemple, si la réduction du RSD est égale à x dB, la valeur dq sera égale à $10^{x/10}$.

Cependant, pour certains processus la réduction du RSD ne varie pas avec le niveau du signal d'entrée. En pareil cas, on a utilisé la réduction du RSD pour une valeur moyenne du signal d'entrée (-20 dBm0).

Il y a peu de différence, dans la pratique, entre l'utilisation du codage selon la loi A et selon la loi μ sauf lorsqu'on a affaire à des compléments de ligne numériques. Les compléments de ligne loi A et loi μ introduisent une réduction du RSD qui varie avec la valeur spécifique du complément de ligne, mais qui dépasse d'environ 3 dB l'intervalle normal des niveaux d'entrée, comme indiqué dans les figures 2 et 3. Le cas particulier du complément de ligne loi A à 6 dB fait exception: en raison du caractère binaire spécifique des niveaux de décision de la loi de codage A, ce complément de ligne introduit une dégradation négligeable des niveaux des signaux jusqu'à environ -30 dBm0, ce qui correspond à 0 unité dq. Le tableau 1 énumère les unités dq associées aux divers processus numériques.

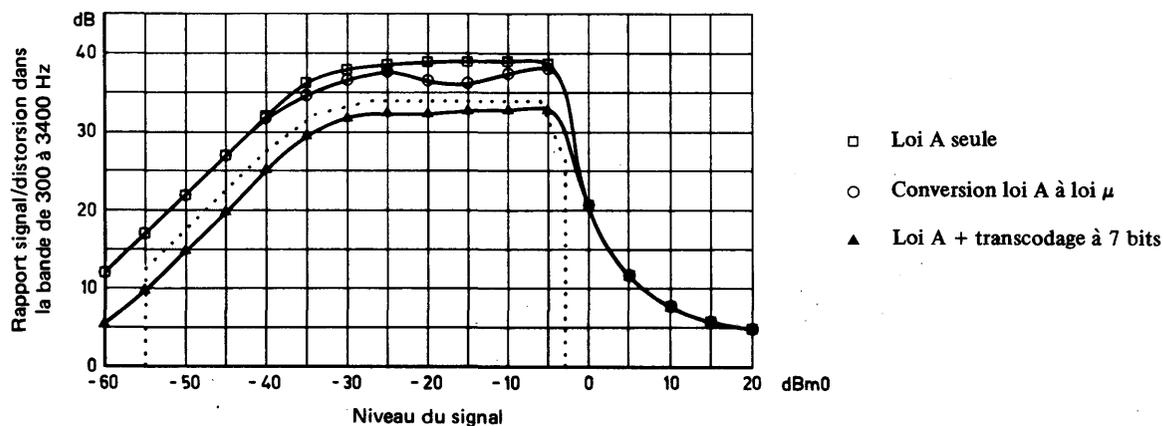
3 Exemples d'utilisation des unités de distorsion de quantification

Il est important de distinguer deux applications distinctes des unités de distorsion de quantification.

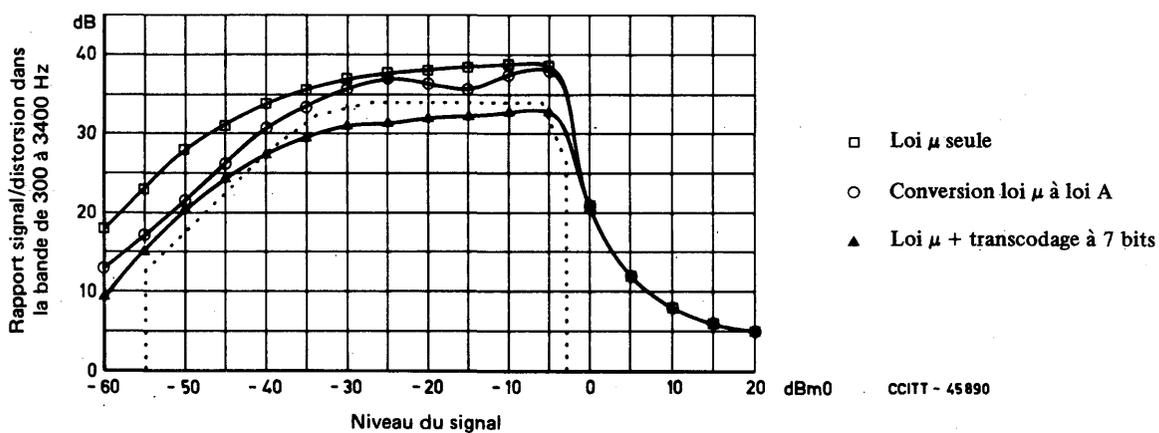
3.1 Utilisation dans un réseau mixte analogique et numérique

Pour la connexion en tandem de processus MIC non intégrés, interconnectés aux fréquences vocales, on peut s'attendre que les distorsions s'additionnent en puissance, étant donné qu'il n'y aura pas de corrélation entre les puissances de distorsion dans chaque processus. La distorsion de chaque processus étant représentée par sa valeur en unités dq, on obtient la distorsion globale en additionnant les valeurs de dq de tous les processus.

Par exemple, une communication comme celle représentée à la figure 4 aurait un total de 7 unités, soit une réduction de 8,5 dB du RSD par rapport à une liaison équipée d'un seul codec à 8 bits. A noter que ce résultat vaut pour les deux sens de la transmission et qu'il est indépendant de l'ordre de succession des divers processus.



a) MIC à loi A

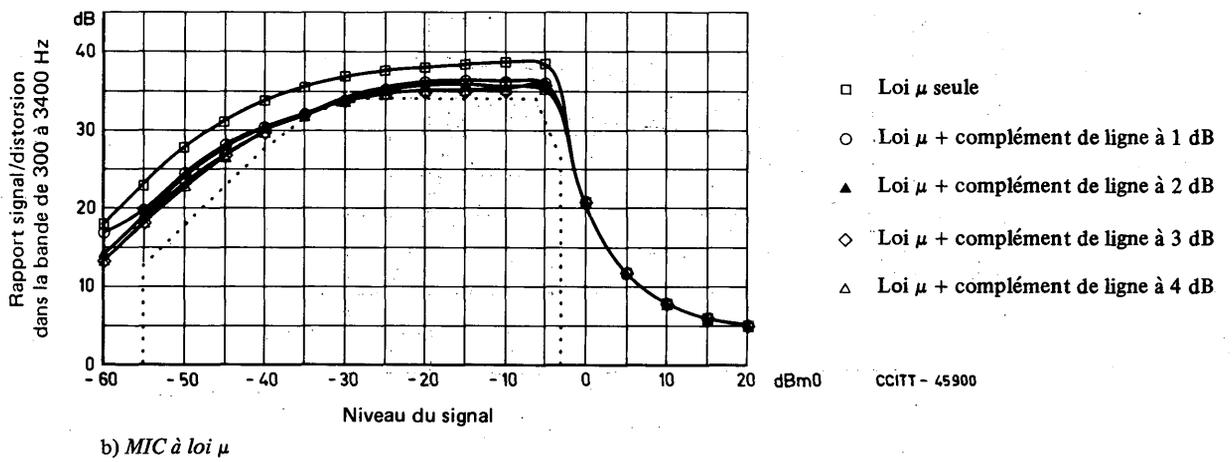
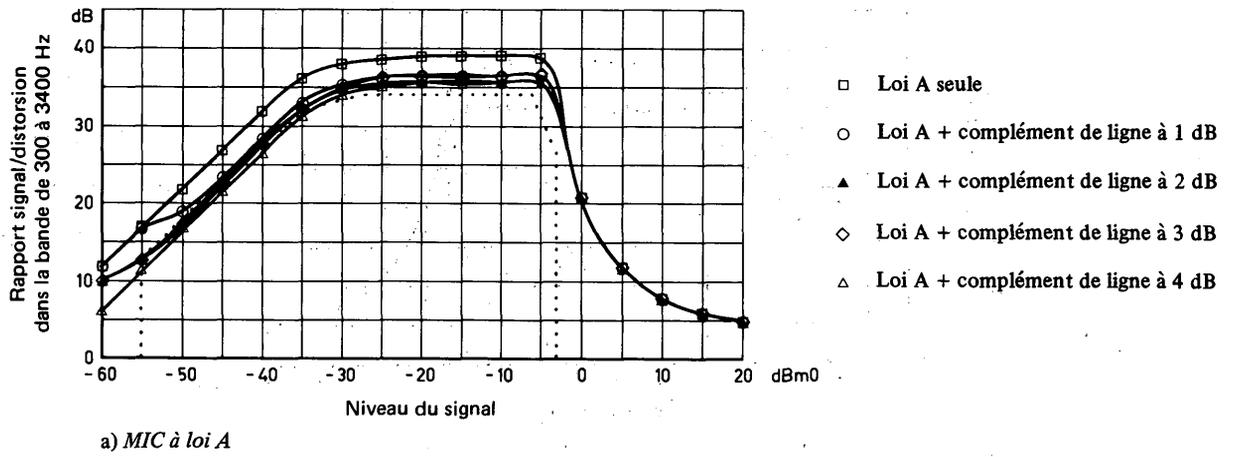


b) MIC à loi μ

CCITT - 45 890

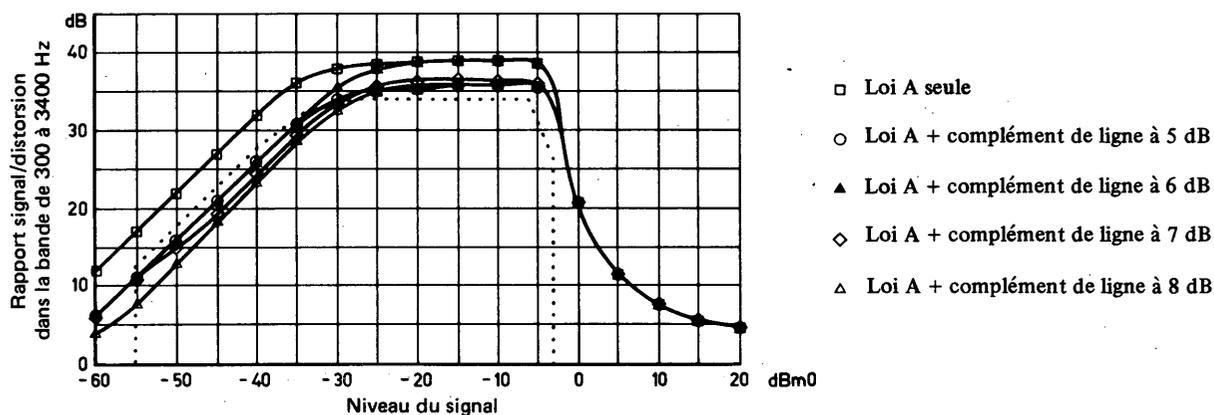
FIGURE 1

Effet des différents dispositifs MIC idéaux à loi A et à loi μ

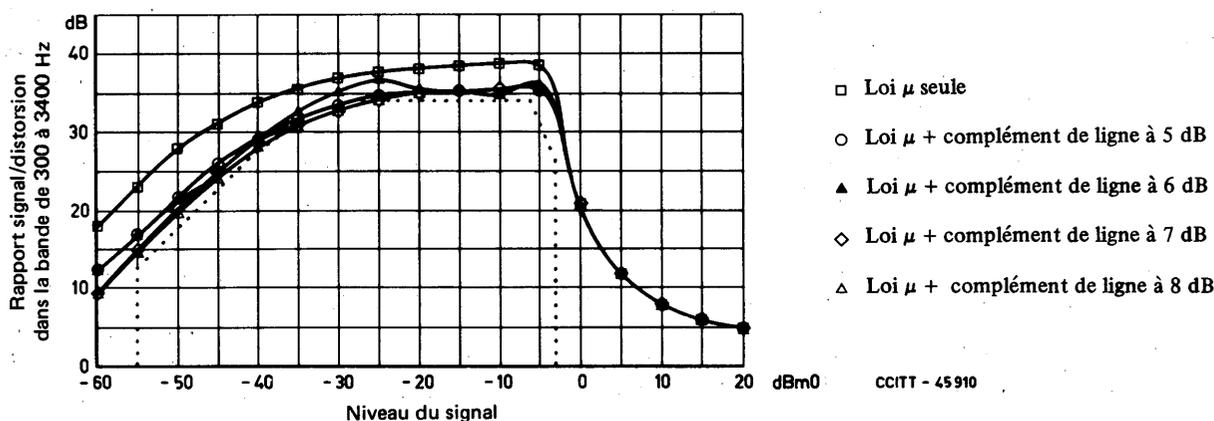


CCITT - 45900

FIGURE 2
Effet de compléments de ligne numériques MIC idéaux à 8 bits, loi A et loi μ



a) MIC à loi A



b) MIC à loi μ

FIGURE 3

Effet de compléments de ligne numériques MIC idéaux à 8 bits, loi A et loi μ

TABLEAU 1

Unités de distorsion de quantification pour divers dispositifs de traitement des signaux numériques y compris l'effet du codec

Configuration	Réduction du RSD	Valeur de l'unité de distorsion de quantification (dq)
MIC à 8 bits seulement	0 dB	1
MIC à 7 bits seulement	6 dB	4
Transcodage 8 bits / 7 bits / 8 bits ^{a)}	6 dB	4
8 bits + complément de ligne numérique ^{b)}	3 dB	2
8 bits + conversion de code A/μ	3 dB	2
Transmultiplexeur	c)	0,5

a) Peut être utilisé dans un système de concentration numérique de la parole par interpolation.

b) Voir observations au § 2.

c) Supposé équivalent à un seul codage ou décodage à 8 bits.

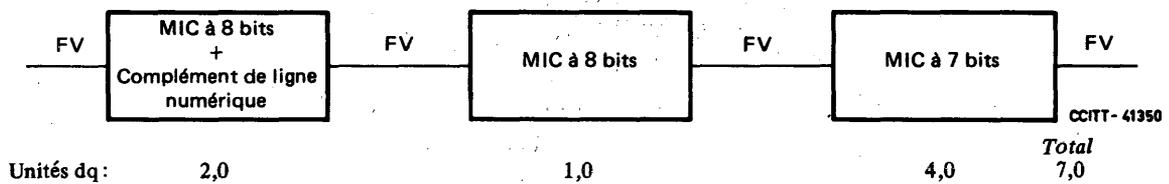


FIGURE 4

Communication mixte analogique et numérique

3.2 Utilisation dans un réseau entièrement numérique

Dans un réseau entièrement numérique, l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de corrélation entre les puissances de distorsion des divers processus n'est plus valable. Cela signifie qu'en général il n'est pas possible d'additionner simplement les unités dq associées à chaque processus pour obtenir la distorsion totale. Il en résulte aussi que la distorsion globale peut être différente selon le sens de transmission considéré. La distorsion globale introduite par une communication entièrement numérique comprenant plusieurs dispositifs de traitement des signaux ne peut donc être calculée de façon exacte qu'à l'aide d'un modèle informatique de l'ensemble du processus et non sur la base des unités dq des processus individuels.

Par exemple, la communication internationale représentée à la figure 5 comprend une conversion loi A/loi μ , un transcodage 8 bits/7 bits/8 bits (comme celui qu'on utiliserait dans un système de concentration numérique de la parole), un complément de ligne numérique à 6 dB. L'addition des unités dq donne un total de 5 unités, soit 7 dB de distorsion de plus qu'un seul processus à 8 bits, dans le sens loi μ à loi A. Dans le sens loi A à loi μ , le total est de 6 unités, soit 7,8 dB de distorsion de plus. (Le léger écart entre les deux sens provient de la différence de valeur des unités dq entre les compléments de ligne à 6 dB de loi A et de loi μ .)

Le calcul exact, à l'aide d'un modèle informatique de la communication complète, donne une augmentation de la distorsion de 6,0 dB dans le sens de μ vers A et de 6,1 dB dans le sens de A vers μ .

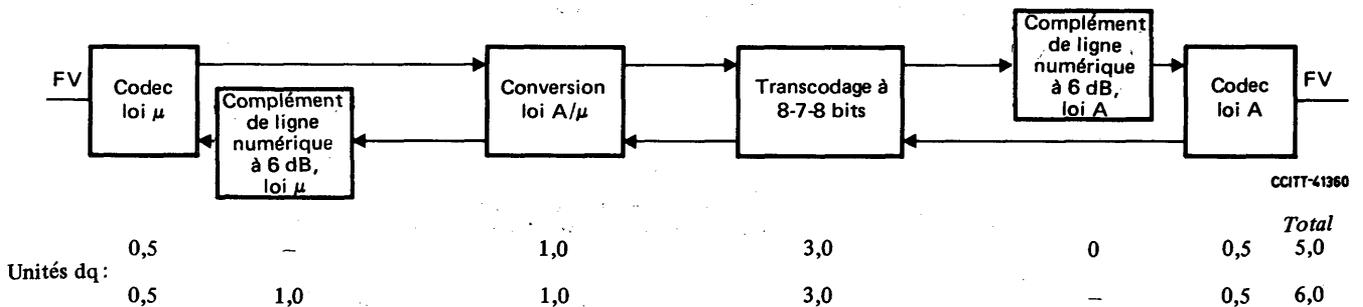


FIGURE 5

Communication internationale entièrement numérique

On trouve à la partie a) de la figure 6 un autre exemple qui représente une conversion loi A à loi μ en cascade. Dans ce cas, la valeur totale d'unités dq est 3, ce qui correspond à une réduction de 4,8 dB du RSD par rapport au MIC à 8 bits. Le calcul exact [voir aussi la partie a) de la figure 7] indique cependant une réduction d'environ 3 dB du RSD (comme pour une seule conversion loi A à loi μ). La partie b) de la figure 6 présente la configuration correspondante loi μ /loi A/loi μ en cascade. Cette dernière a exactement la même valeur totale d'unités dq que dans la partie a) de la figure 6, mais le calcul exact [voir aussi la figure 7] montre que la réduction (inférieure à 0,1 dB) du RSD est négligeable par rapport au MIC à 8 bits.

Dans les deux exemples susmentionnés, il y a une corrélation entre la distorsion produite dans les processus de conversion individuels, de sorte qu'il n'est pas possible d'additionner simplement les unités dq pour obtenir le résultat exact.

4 Résumé

On a analysé, dans le présent supplément, la méthode d'utilisation des unités dq dans la planification des communications téléphoniques comprenant différents dispositifs de traitement des signaux numériques. On a décrit la méthode à utiliser pour attribuer une valeur d'unités dq à un processus MIC et on a donné les valeurs pour plusieurs processus courants.

On a démontré que l'utilisation des unités dq est possible dans un réseau mixte analogique et numérique comprenant des processus MIC non intégrés. L'utilisation des unités dq ne donnera pas nécessairement des résultats corrects dans le cas d'un réseau entièrement numérique, mais la méthode peut être utile pour obtenir un résultat approché.

Référence

- [1] Manuel du CCITT, *Aspects économiques et techniques du choix des systèmes de transmission*, chapitre B.I, § 3.2.2, UIT, Genève, 1976.

