



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.111

(11/1988)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Caractéristiques générales des communications et des
circuits téléphoniques internationaux – Recommandations
générales relatives à la qualité de transmission d'une
connexion téléphonique internationale complète

**ÉQUIVALENTS POUR LA SONIE (ES) DANS UNE
COMMUNICATION INTERNATIONALE**

Réédition de la Recommandation du CCITT G.111 publiée
dans le Livre Bleu Fascicule III.1 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation G.111 du CCITT a été publiée dans le fascicule III.1 du Livre Bleu. Ce fichier est un extrait du Livre Bleu. La présentation peut en être légèrement différente, mais le contenu est identique à celui du Livre Bleu et les conditions en matière de droits d'auteur restent inchangées (voir plus loin).
- 2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1988, 2007

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

Recommandation G.111

ÉQUIVALENTS POUR LA SONIE (ES) DANS UNE COMMUNICATION INTERNATIONALE

(Genève, 1964; modifiée à Mar del Plata, 1968,
à Genève, 1972, 1976, 1980; Malaga-Torremolinos, 1984
et à Melbourne, 1988)

Préambule

Les § 1 à 5 de la présente Recommandation 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 pour la sonie (ES) entre deux abonnés n'est pas strictement limité; sa valeur maximale résulte de l'ensemble des recommandations qui sont indiquées ci-après.

Le CCITT,

considérant

(a) que les équivalents pour la sonie (ES), tels qu'ils sont définis dans la Recommandation P.76 ont été déterminés par des essais subjectifs décrits dans la Recommandation P.78 et que la différence entre les valeurs ainsi déterminées dans différents laboratoires (y compris laboratoire du CCITT) sont plus faibles que celles des équivalents de référence;

(b) qu'à des fins de planification, les ES sont définis par des méthodes objectives décrites dans les Recommandations P.65, P.64 et P.79;

(c) que les formules de conversion à partir des équivalents de référence (ER) et des équivalents de référence corrigés (ERC) (voir annexe C à la Recommandation G.111) ne sont pas assez précises pour être appliquées à des postes spécifiques; que par conséquent, les Administrations qui se fient encore aux valeurs d'équivalents de référence (déterminées dans le passé par le laboratoire du CCITT) pour les types de postes téléphoniques qu'elles utilisent auront besoin de trouver des valeurs recommandées d'ERC dans la Documentation du CCITT,

recommande

que les valeurs données ci-après, en termes d'ES, soient utilisées pour contrôler que les communications téléphoniques internationales fournissent une sonie appropriée pour la parole;

que les Administrations qui utilisent les ERC doivent de préférence traduire les ES de la présente Recommandation dans leurs ERC nationaux par les méthodes indiquées dans l'annexe C ou bien appliquer les valeurs indiquées dans le tome III du *Livre rouge*.

Remarque 1 – Les principaux termes utilisés dans cette Recommandation sont définis et/ou expliqués dans l'annexe A.

Remarque 2 – Pour nombre de postes téléphoniques munis de microphones à charbon, les valeurs de l'équivalent pour la sonie à l'émission (ESE) et de l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (AELM) ne peuvent être déterminées que de manière relativement imprécise.

1 **Equivalents pour la sonie nominaux des systèmes nationaux**

1.1 *Définition des ES nominaux des systèmes nationaux*

Les équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception, c'est-à-dire l'ESE et l'ESR, peuvent en principe être déterminés à n'importe quelle interface du réseau téléphonique. Toutefois, lorsqu'on spécifie les valeurs d'ESE et d'ESR d'un système national, l'interface doit se trouver au centre international.

Un nombre croissant de systèmes internationaux seront reliés à des systèmes nationaux au moyen d'une interface *numérique* dans laquelle, par définition, les niveaux relatifs sont de 0 dBr. En conséquence, dans la présente Recommandation ainsi que dans la Recommandation G.121, les ESE et ESR des *systèmes nationaux* sont rapportés à une *extrémité de 0 dBr* au central international. Voir la Recommandation G.101, § 5. Cette convention est appliquée aussi bien pour les interconnexions numériques qu'analogiques entre les systèmes nationaux et internationaux (sauf dispositions contraires dans des cas particuliers).

Si ces interconnexions sont effectuées en mode analogique, les niveaux relatifs effectifs à l'interface peuvent toutefois être choisis par l'Administration concernée. En conséquence, si les niveaux relatifs normalisés à l'interface analogique sont E dBr et Q dBr pour les systèmes nationaux à l'émission et à la réception, la relation entre les ES effectifs à l'interface et une extrémité à 0 dBr est la suivante:

$$ESE(\text{interface}) = ESE - E$$

$$ESR(\text{interface}) = ESR + Q$$

(voir la figure 1/G.111).

En outre, à des fins de planification de la transmission, le concept d'extrémité virtuelle analogique a souvent été utilisé. Les extrémités virtuelles analogiques n'existent pas en général physiquement, mais on les a jugées pratiques pour étudier les connexions entièrement analogiques et les connexions mixtes analogiques/numériques. Si la section internationale est analogique ou mixte analogique/numérique, les niveaux relatifs aux extrémités virtuelles analogiques sont par convention:

$$E = -3,5 \text{ dBr}$$

$$Q = -4,0 \text{ dBr}$$

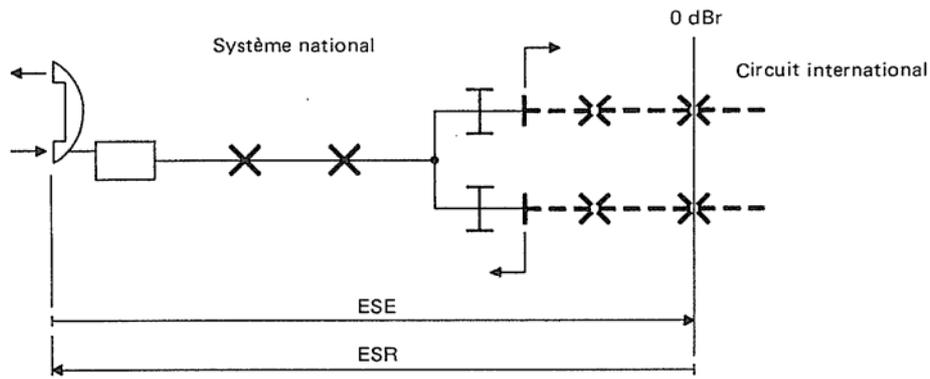
Remarque 1 – Lorsque $Q \square -4,0$ dBr, cela correspond à un affaiblissement nominal de 0,5 dB entre les extrémités virtuelles analogiques du circuit international. Cependant, si on utilise un seul circuit international pour des connexions internationales relativement courtes et directes, cet affaiblissement peut être accru si cela permet d'éviter d'utiliser des dispositifs de réduction d'écho. (Voir la Recommandation G.131, § 2.1). En pareil cas donc, la valeur de Q sera abaissée en conséquence.

Remarque 2 – Si le circuit analogique international présente une distorsion d'affaiblissement importante en fonction de la fréquence, l'équivalent global pour la sonie, EGS, de la connexion internationale peut augmenter légèrement plus que l'affaiblissement nominal entre les extrémités virtuelles analogiques. Voir le § A.4.2.

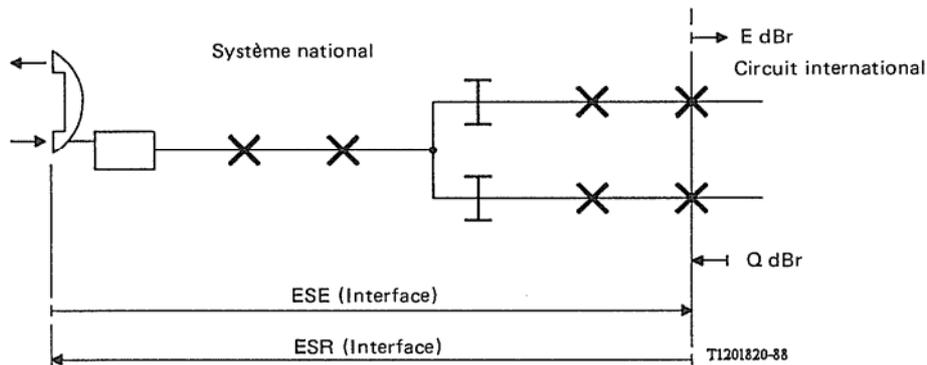
Le concept d'extrémité virtuelle analogique est également employé lorsque le circuit international est numérique. La convention est alors la suivante:

$$E = -3,5 \text{ dBr}$$

$$Q = -3,5 \text{ dBr}$$



a) ESE et ESR se rapportent à un point d'interconnexion de 0 dBr



b) ESE et ESR se rapportent à un point effectif d'interconnexion analogique

FIGURE 1/G.111

Définition des points de références d'ESE et ESR d'un système national

1.2 Valeurs recommandées

On trouvera dans la Recommandation G.121 les objectifs pour l'ESE et l'ESR nominaux du système national.

2 Equivalent nominal de la chaîne internationale

L'affaiblissement nominal entre extrémités virtuelles de chaque circuit international analogique doit en principe être égal à 0,5 dB à 1020 Hz. Toutefois, certains circuits peuvent être exploités avec un affaiblissement plus grand (voir le § 2.1 de la Recommandation G.131) et certains circuits analogiques peuvent être exploités avec un affaiblissement nul (voir la remarque 3 du § 5 de la Recommandation 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 analogiques 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 la Recommandation G.101).

Remarque – Des renseignements sur le nombre réel de circuits compris dans les communications internationales sont fournis dans le § 3 de la Recommandation G.101.

3 ES et effets directionnels dans une communication complète

3.1 ES nominaux pour chaque sens de transmission

Les § A.3 et A.4 indiquent comment on calcule l'équivalent global pour la sonie (EGS) d'une communication complète. L'EGS d'une communication internationale est la somme de:

- l'équivalent pour la sonie à l'émission (ESE) du système émetteur national (voir le § 4 de la Recommandation G.121 et l'annexe A);
- l'équivalent pour la sonie du circuit (ESC) de la chaîne internationale (voir l'annexe A);
- l'équivalent pour la sonie à la réception (ESR) du système récepteur national (voir le § 4 de la Recommandation G.121 et l'annexe A).

3.2 Valeurs moyennes des EGS pondérés en fonction du trafic

Dans les conditions normales de l'exploitation, un EGS de 10 dB semble généralement convenir.

Remarque – Pour les communications totalement exemptes de problèmes d'écho et d'effet local, les recherches ont montré que la valeur optimale de l'EGS serait un peu plus basse – environ 5 dB – mais cet optimum étant relativement uniforme, les écarts par rapport à la valeur indiquée ont peu d'effet subjectif. (Toutefois, dans une application particulière, l'«EGS préféré» dépendra dans une certaine mesure de la valeur à laquelle sont habitués les abonnés. C'est ainsi que l'EGS sera très bas dans certaines communications internes avec autocommutateur privé analogique et que, si l'on remplace cet autocommutateur par un autocommutateur numérique à EGS de valeur plus élevée, certains abonnés noteront le «faible niveau de la parole». Certaines Administrations ont résolu le problème au moyen d'un dispositif de commande manuelle du volume inséré dans la partie réception du poste téléphonique, la gamme totale de variation étant de l'ordre de 10 à 12 dB. Il est à noter que dans le service téléphonique mobile, il est courant de prévoir une commande du volume qui intervient du côté émission comme du côté réception, mais dans des sens opposés.

L'objectif à long terme pour la valeur moyenne pondérée en fonction du trafic doit se situer dans le domaine 8-12 dB.

Il convient de fixer un objectif pour la valeur moyenne si l'on veut que la plupart des abonnés bénéficient d'une qualité de transmission satisfaisante.

Remarque 1 – Les objectifs à long terme ne peuvent être atteints pour le moment. Un objectif approprié à court terme pour l'EGS est le domaine de 8 à 21 dB.

Remarque 2 – Dans les objectifs pour ERC global, on a tenu compte de l'affaiblissement de transmission de 0,5 dB de chacun des circuits analogiques de la chaîne internationale (voir le § 2) en adoptant comme nombre moyen de circuits internationaux d'une communication internationale la valeur 1,1 (voir le § 3 de la Recommandation 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 la Recommandation G.131.

Remarque 3 – Le § 1 de la Recommandation G.121 indique, pour des systèmes nationaux, des valeurs fondées sur les objectifs de la présente Recommandation.

Remarque 4 – Les valeurs indiquées pour l'EGS sont destinées à être utilisées aux fins de la planification et ne tiennent pas compte des tolérances de mesure et de fabrication.

Remarque 5 – Outre la sonie, d'autres facteurs importants sont à prendre en considération lors de l'établissement de plans de transmission. Des problèmes d'effet local, d'écho et de stabilité peuvent être à l'origine d'une dégradation de la qualité globale de la parole dans une communication. Il est donc important qu'une *stratégie* appropriée en matière d'*impédance* soit adoptée dans le plan de transmission national pour éviter de préjudiciables défauts d'adaptation du réseau (un exemple est donné dans le supplément n° 10 du fascicule VI.1).

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 est limitée, compte tenu des dispositions du § 2.2 de la Recommandation G.121. Les circuits internationaux pourraient, dans les circonstances pratiques définies dans les remarques générales du § 4 de la Recommandation G.101, introduire une asymétrie supplémentaire. Cette asymétrie supplémentaire sera assez faible pour être acceptable.

4 Variation en fonction du temps et influence du bruit de circuit

4.1 Variations en fonction du temps

Les valeurs d'ES calculées pour les systèmes nationaux (voir le § 4 de la Recommandation G.121) ne comprennent pas les variations en fonction du temps de l'affaiblissement des différentes parties du système national. Le § 3 de la Recommandation 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 la Recommandation G.113.

5 Limites pratiques d'EGS entre deux opératrices ou entre une opératrice et un abonné

Il convient d'appliquer ici les mêmes limites d'équivalent pour la sonie que celles qui sont appliquées entre deux abonnés.

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 la Recommandation G.122.)

Les valeurs de R et de T sont examinées au § 6 de la Recommandation G.121 qui conclut que les valeurs peuvent être choisies compte tenu des affaiblissements et des niveaux nationaux, à condition de toujours tenir compte des Recommandations du CCITT relatives aux communications internationales. Par exemple, la somme de R et de T devra toujours être assez élevée pour que la Recommandation G.122 soit suivie. On s'en souviendra notamment dans les cas où l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité avoisine 0 dB au termineur 2 fils/4 fils. On trouvera dans l'annexe C à la Recommandation G.121 des exemples de valeurs adoptées pour R et T par certaines Administrations.

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.

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 la Recommandation G.101 et du § 4 de la Recommandation 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 prolongements nationaux convenables. Toutes les Recommandations pertinentes du CCITT doivent être respectées. Les consignes relatives aux prolongements nationaux avec chaînes à quatre fils s'étendant aux centraux locaux à quatre fils figurent au § 6 de la Recommandation G.121.

Aussi serait-il préférable que la planification de la transmission, pendant les phases de transition, ne donne pas lieu à une dégradation de la qualité rencontrée auparavant.

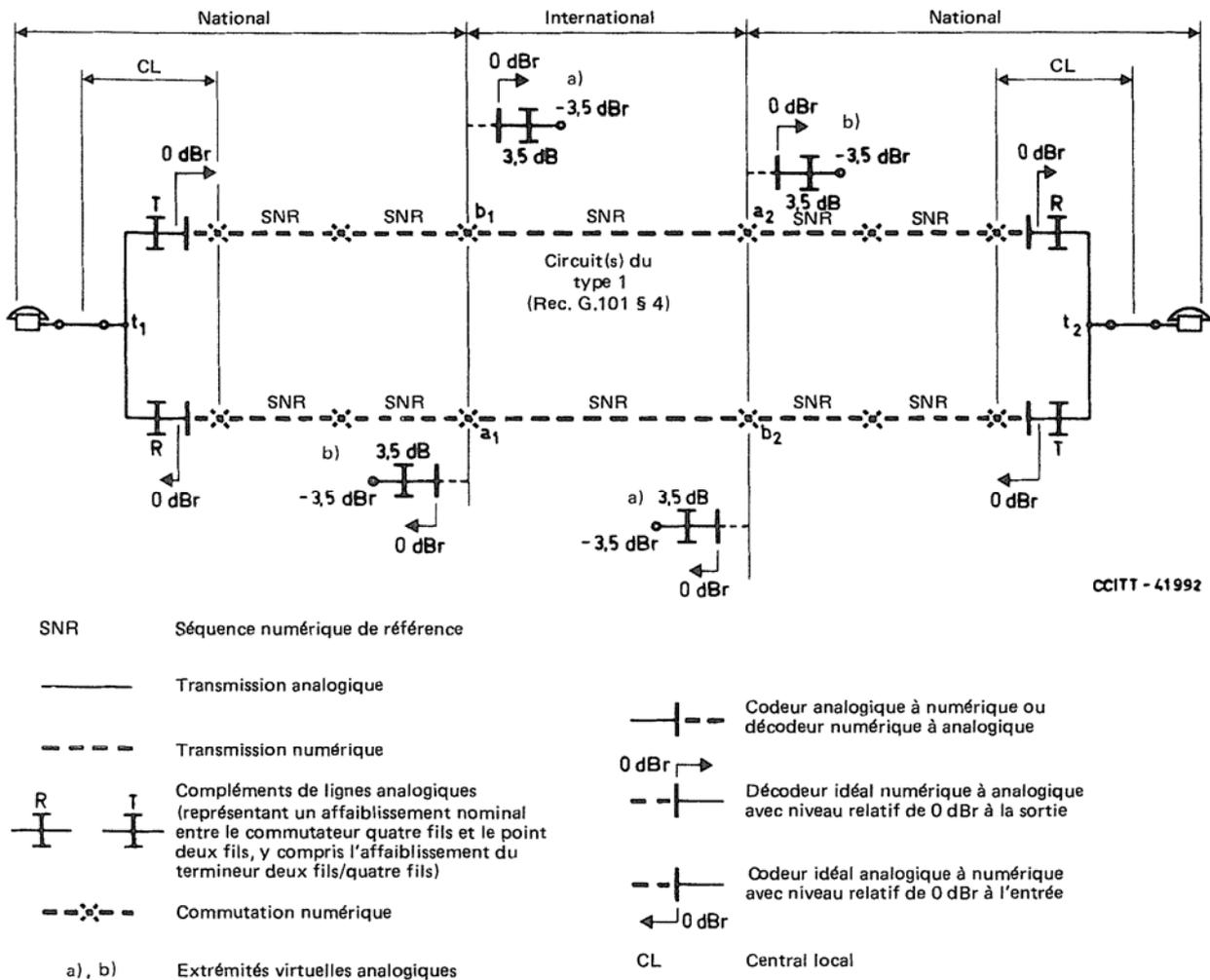


FIGURE 2/G.111

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 la Recommandation G.111)

Explications concernant les Recommandations G.111, G.121, G.122, G.131 et G.134 Propriétés et utilisations des équivalents pour la sonie

Remarque – Les définitions du CCITT pour l'ES se trouvent dans le tome V.

A.1 *Explications générales des termes relatifs à l'équivalent pour la sonie tels qu'ils sont employés dans les Recommandations de la série G*

A.1.1 *Equivalent pour la sonie (ES)*

Tel qu'il est utilisé dans les Recommandations de la série G, pour la planification, est une mesure *objective* de l'affaiblissement en sonie, c'est-à-dire d'un affaiblissement électro-acoustique pondéré entre certaines interfaces dans le réseau téléphonique. (La nature de la pondération sera traitée ultérieurement.) Si le circuit entre les interfaces est subdivisé en sections, la somme des ES de chacune des sections est égale à l'ES total.

Les § A.3 et A.4 indiquent comment on détermine les ES et comment on les applique dans les Recommandations de la série G. Les méthodes sont suffisamment précises pour toutes les applications qui en sont faites dans la pratique. (Les équivalents pour la sonie sont essentiellement déterminés d'après les méthodes subjectives décrites dans les Recommandations P.76 et P.78. Toutefois, les valeurs obtenues par des mesures subjectives varient généralement beaucoup trop dans le temps et selon les équipes chargées de les effectuer pour être d'une réelle utilité dans l'élaboration de plans de transmission).

Aux fins des mesures des équivalents pour la sonie, les abonnés sont représentés respectivement par une bouche artificielle et une oreille artificielle conformes à des spécifications précises.

A.1.2 *Equivalent global pour la sonie (EGS)*

L'affaiblissement en sonie entre la bouche de l'abonné qui parle et l'oreille de l'abonné qui écoute sur une communication.

A.1.3 *Equivalent pour la sonie à l'émission (ESE)*

L'affaiblissement en sonie entre la bouche de l'abonné qui parle et l'interface électrique dans le réseau [l'affaiblissement en sonie est défini ici comme étant la moyenne pondérée (en dB) de la pression acoustique d'excitation rapportée à la tension mesurée].

A.1.4 *Equivalent pour la sonie à la réception (ESR)*

L'affaiblissement en sonie entre une interface électrique dans le réseau et l'oreille de l'abonné qui écoute [l'affaiblissement en sonie est défini ici comme étant la moyenne pondérée en (dB) de la force électromotrice f.e.m. d'excitation rapportée à la pression acoustique mesurée].

A.1.5 *Equivalent pour la sonie du circuit (ECS)*

L'affaiblissement en sonie entre deux interfaces électriques dans le réseau (par l'intermédiaire d'un circuit), chaque interface se terminant par son impédance nominale qui peut être complexe [l'affaiblissement en sonie équivaut ici à peu près à la moyenne pondérée (en dB) de l'affaiblissement électrique composite].

Remarque – L'équivalent pour la sonie du circuit de jonction (ESJ), est un cas particulier d'ESC; les terminaisons ont une résistance de 600 ohms.

A.1.6 *Affaiblissements en sonie de l'effet local*

A.1.6.1 *Effet local pour la personne qui parle, affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (AELM)*

L'affaiblissement en sonie entre la bouche d'un abonné et son oreille (écouteur) le long du trajet d'effet local *électrique* (voir la Recommandation P.10 pour une définition plus complète).

A.1.6.2 *Equivalent pour l'effet local pour la personne qui écoute*

L'affaiblissement en sonie entre une source de bruit de salle de type Hoth et l'oreille (l'écouteur) de l'abonné de long du trajet d'effet local *électrique* (voir la Recommandation P.10 pour une définition plus complète).

A.1.7 *Affaiblissements en sonie pour l'écho*

A.1.7.1 *Equivalent pour la sonie pour l'écho pour la personne qui parle (TELR)*

L'affaiblissement en sonie du son de la voix de la personne qui parle parvenant à son oreille sous la forme d'un écho retardé.

A.1.7.2 *Equivalent pour la sonie pour l'écho pour la personne qui écoute (LELR)*

La différence d'affaiblissement en sonie entre le son de la voix direct de la personne qui parle et son écho retardé parvenant à l'oreille de l'abonné qui écoute.

A.1.8 *Equivalent pour la sonie à la réception en présence de diaphonie (ESRD)*

L'affaiblissement en sonie depuis une interface électrique causant des perturbations jusqu'à l'oreille de l'abonné subissant ces perturbations par le trajet de diaphonie.

A.2 Modèle psycho-acoustique pour les équivalents pour la sonie

D'après la définition de base des équivalents pour la sonie, l'introduction d'un *affaiblissement uniforme* (c'est-à-dire un affaiblissement constant en fonction de la fréquence) dans un trajet augmente d'autant l'équivalent pour la sonie. Pour évaluer l'influence d'un affaiblissement dépendant de la fréquence, toutefois, on a besoin d'un modèle psycho-acoustique qui indique comment le cerveau interprète les impressions de sonie. Nous donnerons donc une courte description d'un modèle simple qui s'est révélé approprié pour les considérations relatives à la planification de l'équivalent pour la sonie (voir la Recommandation P.79 pour des explications détaillées).

On peut se représenter l'oreille comme un banc de filtres passe-bande régulièrement espacés sur une échelle de fréquence logarithmique. Si, dans une bande donnée, le signal son dépasse le seuil d'audibilité, le filtre correspondant émet un signal de sortie. Tous les signaux de sortie émis par le filtre sont ensuite ajoutés pour créer une impression de sonie, la règle d'addition dépendant du niveau sonore.

Pour des niveaux sonores de très *faible* intensité (proches du seuil d'audibilité), les signaux de sortie émis par le filtre sont ajoutés compte tenu de la puissance. Pour des niveaux sonores *normaux*, la mesure de la sonie peut être décrite comme étant obtenue ni par l'addition en puissance ni par l'addition en tension, mais plutôt comme la somme du *logarithme* des signaux de sonie émis par le filtre. La procédure peut être décrite par la formule (A.2-1) qui couvre les niveaux sonores, depuis ceux d'intensité très faible à normale (cet algorithme est en fait le même que celui qui est donné dans la Recommandation P.79, à ceci près qu'il est formulé sous une forme légèrement différente).

$$ES = L_0 - \frac{10}{m} \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-0,1mL_i} \right\} \quad (\text{A.2-1})$$

où:

L_0 est une constante (par exemple, L_0 est égal à 0 pour ESC et LELR), qui dépend de l'ES considéré.

N est le nombre de filtres passe-bande équivalents; l'indice i désigne le filtre n° i à la fréquence f_i (d'ordinaire, les «filtres» sont choisis avec un espacement de 1/3 octave dans l'échelle des fréquences. La question de la gamme de fréquences à retenir sera examinée ultérieurement).

L_i est l'affaiblissement à la fréquence f_i du trajet considéré (pour autant que le niveau sonore à cette fréquence soit supérieur au seuil d'audibilité).

m (le «facteur de croissance de la sonie») est une constante qui dépend du niveau sonore:

$m = 0,2$ pour des niveaux sonores normaux

$m = 0,5$ pour des niveaux sonores de moindre intensité (correspondant à l'addition en tension)

$m = 1$ pour des niveaux sonores de très faible intensité proches du seuil d'audibilité (correspondant à l'addition en puissance)

$m = 0,2$ s'applique à l'EGS, l'ESE, l'ESR, l'ESJ et l'ESC ainsi qu'aux phénomènes d'effet local, $m = 0,5$ et $m = 1$ s'appliquent à l'écho et à la diaphonie.

K_i est le coefficient de pondération à la fréquence f_i . Les coefficients de pondération K_i ont la propriété générale que leur somme est égale à 1 dans la gamme de fréquence concernée:

$$\sum_{i=1}^N K_i = 1 \quad (\text{A.2-2})$$

Les coefficients de pondération K_i sont déterminés par les facteurs suivants:

- le spectre vocal du locuteur «moyen»,
- l'acuité auditive de l'auditeur «moyen»,
- la réponse en fréquence du trajet «nominal» caractéristique de l'ES considéré.

La forme de la pondération K_i ne revêt pas une importance extrêmement critique. Aux fins de l'établissement de plans de transmission, la plupart du temps une pondération uniforme suffira. Nous reviendrons sur ce point aux § A.3 et A.4.

La formule (A.2-1) peut être appliquée dans divers calculs d'équivalents relatifs à la sonie. On en trouvera des exemples dans le supplément n° 19, tome V.

Quelle gamme de fréquences faut-il employer pour les calculs? Pour planifier les ES, il ne faut tenir compte que de la gamme de fréquences dans laquelle la transmission est assurée. En général, il s'agit, pour les communications internationales de la gamme allant de 300 Hz à 3400 Hz. Toutefois, pour des sons vocaux très faibles, comme une diaphonie à peine discernable, la bande convenant aux calculs est plus étroite, de l'ordre de 500 Hz à 2000 Hz, du fait que l'acuité auditive de l'homme tombe aux limites de la bande pour des niveaux sonores faibles.

Remarque – Les facteurs de pondération K_i diffèrent pour les bandes 300-3400 Hz et 500-2000 Hz.

Il ressort à nouveau d'emblée des formules (A.2-1) et (A.2-2) qu'un affaiblissement uniforme de L (en dB) entraînera un accroissement correspondant de l'ES. De plus, il s'avère que si les valeurs L_i sont *peu* étalées, la formule (A.2-1) peut être simplifiée comme suit:

$$ES = L_0 + \sum_{i=1}^N K_i \cdot L_i \quad (\text{A.2-3})$$

Cette approximation linéaire permet de calculer la valeur totale de l'équivalent pour la sonie d'une connexion en ajoutant simplement les équivalents pour la sonie de ses parties. Les procédures à appliquer seront examinées au § A.4 (d'une manière empirique, si $m = 0,2$ et si l'écart maximum entre les valeurs L_i ne dépassent pas 10 à 15 dB, la formule (A.2-3) peut être appliquée).

A.3 *Mesure des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques*

Les équivalents pour la sonie des postes téléphoniques sont déterminés objectivement à l'aide d'appareils de mesure spéciaux conformes aux Recommandations P.64, P.65 et P.79 pour ce qui est respectivement de la mise en oeuvre matérielle et de l'algorithme de calcul. Pour les postes analogiques, le montage utilisé pour les mesures doit offrir un pont d'alimentation en courant représentatif et peut ou non inclure différentes longueurs de lignes d'abonnés non chargées (artificielles). Les paramètres habituellement mesurés sont l'ESE, l'ESR et l'AELM.

Toutefois, les résultats ne doivent être appliqués directement à la planification de la transmission avant que certaines précautions aient été prises en ce qui concerne la largeur de bande et les impédances terminales.

Les appareils conformes aux spécifications de la Recommandation P.79 disponibles sur le marché, utilisent une bande de mesure de 200 à 4000 Hz, voire de 100 à 8000 Hz. Ces largeurs de bande sont bien supérieures à la largeur de bande spécifiée dans les Recommandations du CCITT comme offrant l'assurance d'une transmission satisfaisante, à savoir 300 à 3400 Hz (voir par exemple les Recommandations G.132 et G.151). Aussi, dans un système national susceptible d'être utilisé pour établir une communication internationale, convient-il de considérer le poste téléphonique analogique comme un peu moins efficace que les valeurs mesurées selon la Recommandation P.79.

A noter également que, conformément aux spécifications des Recommandations P.64 et P.79, les mesures des équivalents pour la sonie doivent être faites avec une impédance terminale de 600 ohms. Or, la plupart du temps, cette impédance ne correspond pas à celle de la partie à deux fils du réseau. De nombreuses Administrations, spécifiant désormais pour diverses raisons, une impédance nominale complexe, il y aura donc défaut d'adaptation.

Une étude de l'ESE et de l'ESR a été effectuée pour diverses caractéristiques types d'efficacité et d'impédance de postes téléphoniques analogiques et pour diverses impédances nominales. Il ressort de cette étude que pour obtenir une précision suffisante dans la pratique il convient d'ajouter 1 dB aux valeurs mesurées pour l'ESE et l'ESR de postes téléphoniques analogiques lors de la planification des ES de réseaux pouvant intervenir dans une communication internationale. On obtient ainsi, les valeurs mesurées étant désignées par ESE_w et ESR_w :

$$\begin{aligned} ESE &= ESE_w + 1 \\ ESR &= ESR_w + 1 \end{aligned} \quad (\text{A.3-1})$$

A noter qu'il convient d'appliquer aussi la même correction dans le cas où un câble d'abonné non chargé est inséré lors des mesures décrites dans la Recommandation P.79.

Pour les postes *numériques*, toutefois, la correction n'est *pas* nécessaire, le codec et les filtres incorporés dans ces postes assurant dans une certaine mesure une limitation de la largeur de bande.

Dans le texte qui suit, les désignations ESE et ESR se rapportent toujours à des valeurs de planification. Plus précisément, ESE (poste) et ESR (poste) se rapportent au poste téléphonique lui-même, sans câble d'abonné, y compris la correction de 1 dB dans le cas des postes analogiques.

Les autres paramètres qui intéressent le planificateur sont bien entendu l'impédance d'entrée du poste téléphonique Z_c et/ou son affaiblissement d'adaptation par rapport à l'impédance nominale du circuit.

A noter que pour les mesures de l'AELM, la valeur spécifiée pour l'impédance terminale de la ligne doit correspondre aux conditions observées dans la réalité sur le réseau, c'est-à-dire qu'elle ne sera pas nécessairement de 600 ohms.

Outre les mesures directes de l'AELM, il est utile de déterminer la valeur du paramètre appelé «impédance de ligne à effet local nul» (Z_{s0}), ou impédance d'équilibrage d'effet local équivalent. Connaissant Z_{s0} en plus de l'ESE et de l'ESR, la personne chargée d'établir le plan de transmission est mieux à même d'évaluer le niveau d'effet local dans les conditions extrêmement variables qui peuvent être observées sur le réseau. Voir le § A.4.3 pour de plus amples précisions. (A noter que Z_{s0} peut varier en fonction du courant de ligne).

L'effet local pour la personne qui écoute peut occasionner des difficultés à l'abonné en cas d'utilisation, dans des environnements bruyants, de postes modernes très sensibles munis de microphones linéaires. Pour quantifier le problème, il convient de mesurer les courbes d'efficacité à l'émission du poste téléphonique, tant pour le son direct (parole) que pour le son diffus (bruit de salle) (pour de plus amples précisions, voir le *Manuel sur les mesures téléphonométriques* [4] et la Recommandation P.64. Le résultat est de préférence présenté sous la forme de la différence suivante:

$$DEL\text{SM} = S_s (\text{diffus}) - S_s (\text{direct}) \quad (\text{A.3-2})$$

(Voir le § A.4.3.3.)

Remarque 1 – Le paramètre DELSM varie relativement peu en fonction de la fréquence. Les mesures diffuses d'efficacité sur le terrain doivent se faire en plaçant un obstacle ressemblant à une tête humaine en face du microphone du combiné. Actuellement, on utilise la bouche artificielle pour l'ES comme obstacle. Cependant, la procédure détaillée de mesure est à l'étude.

Remarque 2 – La connaissance de la forme effective de la pondération K_i dépendante de la fréquence dans l'algorithme de la Recommandation P.79 utilisé pour les mesures des postes téléphoniques n'est pas d'un intérêt immédiat pour la personne chargée d'établir le plan de transmission. Toutefois, il semble que la pondération de la Recommandation P.79 ne rende pas très justement compte de l'élocution et de l'acuité auditive de «sujets normaux». Par conséquent, les résultats de la Recommandation P.79 seront à interpréter avec prudence si l'on ne veut analyser que les effets exercés sur la sonie par la distorsion d'affaiblissement et la limitation de la largeur de bande.

Remarque 3 – Jusqu'à présent, dans l'élaboration de leurs plans de transmission nationaux, la plupart des Administrations utilisaient d'autres formes d'appareils de mesure objective pour caractériser les postes téléphoniques. Traduire un tel plan de transmission en termes d'équivalents pour la sonie suppose que les données «anciennes» relatives aux postes téléphoniques soient elles aussi converties. Pour ce faire, il convient de *mesurer* les équivalents pour la sonie effectifs de modèles caractéristiques de postes en usage (les formules générales de conversion sont trop incertaines pour déterminer les ES à partir de l'ER, de l'ERC, de l'OREM-B ou de l'ES objectif de l'IEEE, entre autres).

A.4 Application des équivalents pour la sonie des Recommandations de la série G

A.4.1 Observations générales

Théoriquement, il est possible de déterminer la réponse (affaiblissement total en fonction de la fréquence) entre les bornes d'entrée et de sortie, et de calculer l'ES correspondant à l'aide de l'algorithme donné au § A.2. Toutefois, aux fins de l'établissement de plans de transmission, il est beaucoup plus commode d'évaluer l'ES de *chacune* des parties – et ce d'autant plus dans la situation actuelle où les types de postes téléphoniques autorisés dans les réseaux de la plupart des Administrations se multiplient rapidement. C'est pourquoi l'influence du poste téléphonique sur les équivalents pour la sonie sera caractérisée ci-après par la ou les valeurs ESE et/ou ESR de celui-ci.

Le plus important dans l'élaboration de plans de transmission en matière de sonie est d'appliquer des règles *logiques*, même si elles sont simples. Rechercher une grande précision dans les calculs est assez illusoire pour la simple raison que l'abonné peut exercer un contrôle relativement grand de la sonie subjective avec son combiné: volontairement, en appliquant celui-ci plus ou moins fortement contre son oreille (différence de 10 dB?) et involontairement, en écartant le microphone de sa position optimale.

A.4.2 Transmission normale de la parole

La figure A-1/G.111 représente une communication téléphonique entre deux abonnés, constituée de plusieurs parties en cascade.

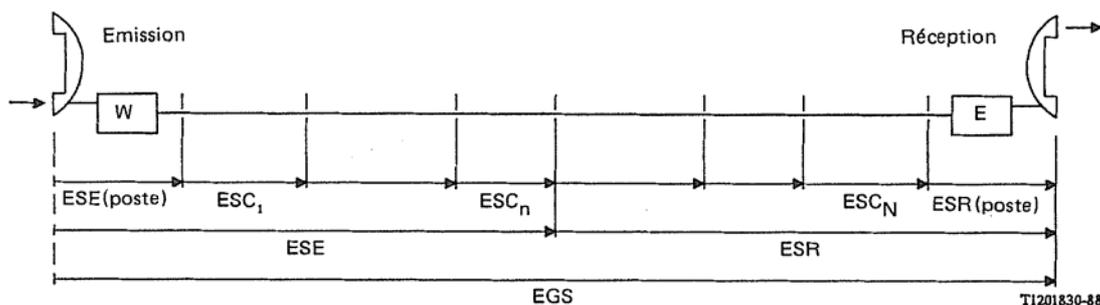


FIGURE A-1/G.111

Équivalents pour la sonie (ES) dans une communication téléphonique normale

L'équivalent pour la sonie à l'émission et l'équivalent pour la sonie à la réception des postes téléphoniques sont respectivement désignés par les abréviations ESE(poste) et ESR(poste); les équivalents pour la sonie du circuit sont désignés par l'abréviation ESC_n (pour les définitions, voir le § A.1). Ainsi, à l'interface $I = n$, dans le sens émission-réception, nous avons:

$$\begin{aligned}
 ESE &= ESE(\text{poste}) + \sum_{i=1}^n ESC_i \\
 ESR &= ESR(\text{poste}) + \sum_{i=n+1}^N ESC_i \\
 EGS &= ESE + ESR
 \end{aligned}
 \tag{A.4-1}$$

Pour déterminer (mesurer) l'ESE(poste) et l'ESR(poste), on procède selon les principes indiqués au § A.3.

Lorsque l'affaiblissement du circuit ne varie pas en fonction de la fréquence, l'ESC est bien entendu égal à l'affaiblissement composite à la fréquence de référence 1020 Hz, en utilisant les impédances nominales appropriées aux interfaces particulières. En conséquence, en général, les ESC sont égaux à la *différence de niveaux relatifs* entre les différentes interfaces respectives. (A l'exception du cas dans lequel le circuit comprend une interface comportant un «saut» de niveau relatif. Voir la Recommandation G.121, § 6.3 pour de plus amples détails).

Si la distorsion d'affaiblissement est sensible, l'ESC est égal à l'*affaiblissement moyen* dans la bande de fréquences 300 Hz à 3400 Hz sur une échelle logarithmique de fréquence, c'est-à-dire un facteur de pondération K_i uniforme dans l'équation (A.2-3) avec la constante $L_0 = 0$. (Si la distorsion d'affaiblissement est exceptionnellement élevée, il convient d'utiliser l'équation (A.2-1) dans laquelle $m = 0,2$). L'affaiblissement doit être mesuré ou calculé comme un *affaiblissement de tension*, corrigé par un terme indépendant de la fréquence, c'est-à-dire que l'affaiblissement est égal à la somme des affaiblissements composites à 1020 Hz et à l'écart de l'affaiblissement de tension par rapport à la valeur à 1020 Hz. (Cette pratique est conforme à la Recommandation G.101, § 5.3.2.2).

Remarque 1 – Certaines Administrations peuvent toutefois vouloir utiliser à la place ce que l'on appelle la distorsion d'affaiblissement composite comme base pour le calcul de l'ESC d'un circuit dans l'élaboration de leurs plans nationaux de transmission. En outre, la Commission d'études XII étudie les divers aspects de la distorsion d'affaiblissement de bout en bout pour l'utilisateur.

Lorsque l'on procède à des mesures pour déterminer l'affaiblissement, on doit le faire dans des conditions d'impédance adaptée du point de vue nominal. En pratique, cela signifie *soit* entre deux impédances physiques, comme c'est le cas pour les mesures à 600 ohms, *soit* entre un générateur à faible impédance et un indicateur à forte impédance. On peut utiliser l'une ou l'autre méthode, en fait celle que l'on juge la plus pratique. Les résultats des mesures ne diffèrent pas sensiblement. Dans le second cas, une correction de 6 dB doit évidemment être appliquée.

Il convient de signaler que pour les *sections de câbles d'abonné non chargés*, les ESC sont égaux à l'affaiblissement composite à la fréquence de référence 1020 Hz, et ce avec une précision suffisante pour la planification, c'est-à-dire qu'ils sont égaux à la différence de niveaux relatifs aux interfaces. (Il s'avère que du point de vue de la sonie, des affaiblissements plus faibles à des fréquences inférieures à 1020 Hz compensent les affaiblissements plus élevés à des fréquences supérieures à 1020 Hz).

Remarque 2 – Dans le cas particulier d'un câble d'abonné, le poste téléphonique et le central peuvent avoir des impédances nominales d'entrée différentes. Strictement parlant, on doit alors considérer l'«*affaiblissement d'insertion*»

plutôt que l'«affaiblissement composite» comme base de l'ESC, étant donné qu'une longueur de ligne nulle doit être associée à $ESC = 0$. Toutefois, la désadaptation d'impédance entre le poste et le central n'entraîne généralement pas d'affaiblissement composite significatif à 1020 Hz. C'est pourquoi on peut également utiliser dans ce cas la désignation d'«affaiblissement composite».

L'ESC par km d'un câble d'abonné non chargé peut aussi être évalué à partir des caractéristiques du câble à l'aide de l'expression suivante:

$$ESC = K\sqrt{R \cdot C} \quad (A.4-2)$$

où

R = est la résistance du câble en ohms/km

C = capacitance du câble en nF/km

K est une constante, dont la valeur dépend de la terminaison Z_0 du câble:

$K = 0,014$ si $Z_0 = 900$ ohms de résistance

$K = 0,015$ si $Z_0 = 600$ ohms de résistance

$K = 0,016$ si Z_0 est une impédance complexe.

Remarque 3 – Par «impédance complexe», on entend ici les impédances RC à 3 ou 2 éléments choisies par les Administrations pour ressembler à l'impédance d'image des câbles non chargés.

Remarque 4 – La formule (A.4-2) donne l'affaiblissement d'image à environ 800 Hz pour $K = 0,014$ et à environ 1020 Hz pour $K = 0,016$. Certaines Administrations ont utilisé l'impédance d'image du câble à une certaine fréquence (par exemple 1600 Hz) comme mesure de l'affaiblissement admissible dans le réseau d'abonné. Toutefois, la même valeur numérique ne doit pas être utilisée automatiquement en tant qu'ESC admissible lorsque l'on passe du plan de transmission aux équivalents pour la sonie.

Remarque 5 – Le plus souvent, les erreurs d'ESC lorsqu'on utilise la formule (A.4-2) sont inférieures à 0,4 dB.

On peut considérer que la plupart des équipements modernes de voie, y compris les centraux numériques, ont des caractéristiques d'affaiblissement/fréquence assez uniformes lorsqu'on évalue les ESC. On trouvera un exemple de distorsion d'affaiblissement de voie plus prononcée dans la Recommandation G.132 qui porte sur les limites de la distorsion affaiblissement/fréquence pour 12 circuits à 4 fils en tandem. Si l'on part de l'hypothèse que la courbe maximale de variation d'affaiblissement touche à peine les coins *supérieurs* dans la figure 1/G.132, il ressort par calcul que la distorsion d'affaiblissement contribue au ESC de 2,4 dB, qu'il faut ajouter à la valeur de l'affaiblissement à 1020 Hz (c'est-à-dire environ 0,2 dB par circuit).

Remarque 6 – Un EGS de 9 dB peut être considéré comme correspondant tout à fait à la gamme des valeurs optimales pour la sonie d'une communication. Chose intéressante, à cette valeur l'affaiblissement acoustique moyen, de la bouche de la personne qui parle à l'oreille de la personne qui écoute, est d'environ 0 dB, mesuré sur l'échelle logarithmique des fréquences.

A.4.3 Effet local

A.4.3.1 Observations générales

Comme indiqué précédemment, les grandeurs d'effet local AELM et LSTR (affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute) se rapportent expressément aux signaux parvenant à l'oreille par le trajet d'effet local *électrique*.

A.4.3.2 AELM pour la personne qui parle

On peut *mesurer* l'AELM comme indiqué au § A.3, en utilisant les impédances terminales effectivement présentes dans le réseau.

Dans bien des cas, il peut être plus commode de *calculer* l'AELM à partir de données relatives au poste téléphonique ou au réseau.

Aux fins de l'établissement de plans de transmission, on peut utiliser les équivalents pour la sonie du poste téléphonique et l'affaiblissement d'équilibrage entre l'impédance de la ligne et l'impédance d'équilibrage d'effet local. Dans la pratique, l'algorithme ci-après est en général suffisamment précis:

$$AELM = ESE(\text{poste}) + ESR(\text{poste}) + A_m - 1 \quad (A.4-3)$$

où

$ESE(\text{poste})$ et $ESR(\text{poste})$ se rapportent au poste téléphonique, comme précédemment. A_m est une moyenne pondérée de l'affaiblissement d'équilibrage d'effet local (A_{rst}).

$$A_m = -\frac{10}{m} \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^N K_i - 10^{-0,1mA_{rst}} \right\} \quad (\text{A.4-4})$$

où

$m = 0,2$; les coefficients de pondération K_i sont indiqués au tableau A-1/G.111;

et

$$A_{rst} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_c + Z_{s0}}{2Z_c} \cdot \frac{Z + Z_c}{Z - Z_{s0}} \right| \quad (\text{A.4-5})$$

Ici

Z_c est l'impédance d'entrée du poste téléphonique

Z_{s0} est l'impédance d'équilibrage d'effet local du poste téléphonique (équivalent)

Z est l'impédance de la ligne, telle qu'elle est «perçue» par le poste téléphonique quand la communication est établie.

Remarque 1 – Le paramètre A_{rst} est à peu près égal à l'affaiblissement d'adaptation entre Z_{s0} et Z .

Remarque 2 – Quand les courbes *réelles* d'efficacité du poste téléphonique à l'émission et à la réception sont connues en tant que fonctions de la fréquence, il est possible de simuler précisément les mesures d'AELM à l'aide d'un algorithme plus élaboré (Recommandation P.79, § 8).

Ainsi qu'il ressort du tableau A-1/G.111 et de la figure A-2/G.111, peu d'importance est attribuée aux basses fréquences dans la pondération AELM. Cela tient au fait que le trajet d'«effet local humain» traversant la tête par conduction osseuse prédomine sur le trajet électrique dans cette gamme de fréquences.

Remarque 3 – Un AELM de 7 ou 8 dB entre tout à fait dans la gamme des valeurs préférées pour l'effet local pour la personne qui parle. A cette valeur, l'affaiblissement acoustique moyen de la bouche de la personne qui parle à son oreille par le trajet d'effet local électrique se situe généralement au voisinage de 0 dB; (moyenne établie pour les coefficients de pondération K_i figurant dans le tableau A-1/G.111).

TABLEAU A-1/G.111

Pondération AELM

i	F_i (kHz)	K_i
1	0,2	0
2	0,25	0,01
3	0,315	0,02
4	0,4	0,03
5	0,5	0,04
6	0,63	0,05
7	0,8	0,08
8	1	0,12
9	1,25	0,12
10	1,6	0,12
11	2	0,12
12	2,5	0,12
13	3,15	0,12
14	4	0,05

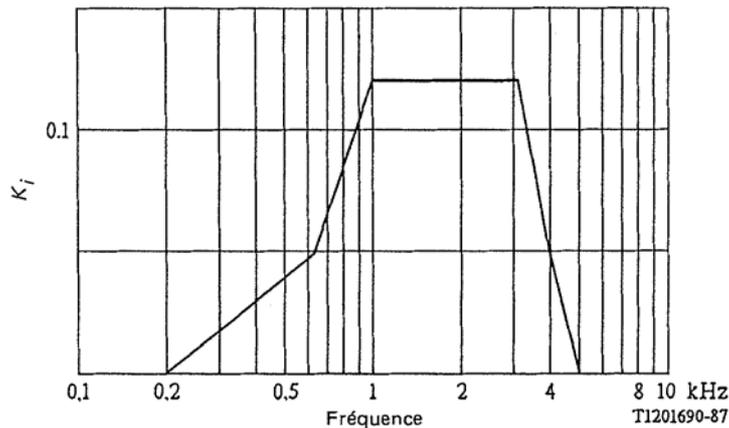


FIGURE A-2/G.111

**Coefficients de pondération K_i pour l'effet local
tels qu'ils figurent dans le tableau A-1/G.111**

A.4.3.3 Affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR)

Un bruit de salle important dans les locaux de l'abonné qui écoute perturbe la parole reçue de trois manières:

- a) En étant capté par l'oreille «libre». Cette gêne peut être négligée ici en raison de la faculté d'analyse stéréophonique du cerveau qui lui permet de «déconnecter» les signaux étrangers venant de la mauvaise direction.
- b) En s'infiltrant entre l'oreille et le combiné.
- c) En étant capté par le microphone du combiné et retransmis à l'écouteur du combiné par le trajet d'effet local électrique.

Dans la pratique, les phénomènes du troisième type c) sont souvent les plus gênants (et naturellement les seuls que la personne chargée d'établir le plan de transmission puisse maîtriser).

Les études ont montré que, aux basses fréquences, la fuite au niveau de l'écouteur prédomine sur le trajet d'effet local électrique; cette prédominance rappelle tout à fait celle de la conduction osseuse sur l'effet local pour la personne qui parle. On peut donc appliquer ici les mêmes coefficients de pondération K_i pour l'AELM (du moins si le pavillon de l'écouteur n'a pas une forme malcommode). On peut donc calculer l'affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR) à partir de l'AELM et de la moyenne pondérée de DELSM, la différence entre les courbes d'efficacité du poste téléphonique pour le son diffus et pour le son direct (voir le § A.3).

$$LSTR = AELM + D$$

$$D = -\sum_{i=1}^N K_i \cdot (DELSM)_i \tag{A.4-6}$$

Remarque 1 – Pour des postes téléphoniques modernes munis de microphones linéaires, D est de l'ordre de 1,5 à 4 dB. La valeur D dépend, dans une certaine mesure, de la forme géométrique du combiné mais pas du niveau du bruit de salle. Les postes équipés de microphones à charbon, toutefois, ont généralement un seuil d'efficacité, ce qui les rend un peu moins sensibles au bruit de salle. Leur valeur D est de l'ordre de 6 à 8 dB pour un bruit de salle de 60 dB (A). Toutefois, certains postes modernes à microphone linéaire (en particulier les postes à casque) comportent également un seuil d'efficacité qui les rend moins sensibles au bruit de salle.

Remarque 2 – Physiquement, au-dessus de 800 à 1000 Hz, l'écouteur, faisant écran de protection sur l'oreille, empêche celle-ci de capter directement le bruit de salle; toutefois, le trajet électrique est une source indirecte d'apport de bruit. En présence d'un bruit de salle élevé (60 dB (A) ou plus) et pour des communications sujettes à un important affaiblissement, l'affaiblissement d'effet local pour la personne qui écoute (LSTR) doit être > 13 dB. Cela correspond à peu près à un écouteur produisant un effet d'écran du bruit de salle équivalent de 5 ou 6 dB aux fréquences élevées.

A.4.4 *Echo et diaphonie*

A.4.4.1 *Observations générales*

Les sons réfléchis (écho) et diaphoniques ont une intensité sonore bien moindre que la parole normale. Il faut donc choisir, pour le «facteur d'accroissement de la sonie» (m) dans l'algorithme de calcul de la formule (A.2-1), une valeur supérieure à 0,2. L'expérience a montré l'opportunité de la procédure suivante:

Le trajet d'équivalent pour la sonie total considéré est divisé en deux parties, les équivalents pour la sonie de l'une et l'autre de ces parties se cumulant. Ces parties sont les suivantes:

- 1) les circuits émission et réception du ou des postes téléphoniques;
- 2) les circuits purement électriques.

Pour le ou les postes téléphoniques, les valeurs normales d'ESE et d'ESR sont retenues. Pour les circuits électriques, l'affaiblissement en sonie est évalué pour $m = 0,5$ ou 1, ce qui correspond à l'addition en tension ou en puissance (la valeur m ainsi que la gamme de fréquences à utiliser seront indiquées ultérieurement pour chaque application).

L'affaiblissement en sonie du circuit électrique (LC) est calculé conformément à la formule (A.2-1) pour une pondération uniforme dans la bande de fréquences (logarithmique) de 300 à 3400 Hz. La bande logarithmique est divisée en $(N - 1)$ sections égales, c'est-à-dire en N points.

$$LC(m) = -\frac{10}{m} \log_{10} \sum_{i=1}^N K_i \cdot 10^{-0,1mL_i} \quad (\text{A.4-7})$$

où

$$K_1 = K_N = \frac{1}{2(N-1)}$$

$$K_i = \frac{1}{N-1}; i = 2 \dots (N-1) \quad (\text{A.4-8})$$

Si la sommation (ou intégration) est faite sur une échelle de fréquence linéaire, la formule (A.4-7) devient:

$$LC(m) = \frac{1}{m} C - \frac{10}{m} \log_{10} \int_{300}^{3400} 10^{-0,1mL(f)} \frac{1}{f} df \quad (\text{A.4-9})$$

où

$$C = 10 \log_{10} \left\{ \ln \left(\frac{f_2}{f_1} \right) \right\} \quad (\text{A.4-10})$$

Donc, si $f_1 = 300 \text{ Hz}, f_2 = 3400 \text{ Hz}, C = 3,9 \text{ dB}$ (A.4-11)

$$f_1 = 500 \text{ Hz}, f_2 = 2000 \text{ Hz}, C = 1,4 \text{ dB} \quad (\text{A.4-12})$$

A.4.4.2 *Equivalent pour la sonie pour l'écho pour la personne qui parle (TEL_R)*

D'après les principes indiqués au § A.4.4.1, on a:

$$TEL_R = ESE(\text{poste}) + ESR(\text{poste}) + L_e \quad (\text{A.4-13})$$

où $ESE(\text{poste})$ et $ESR(\text{poste})$ se rapportent au poste téléphonique considéré.

On calcule l'affaiblissement d'écho (L_e) d'après la formule (A.4-7) ou la formule (A.4-8) pour $m = 1$ et $f_1 = 300 \text{ Hz}, f_2 = 3400 \text{ Hz}$.

$$L_e = LC(m = 1) \quad (\text{A.4-14})$$

Remarque 1 – Pour un TEL_R de 9 dB, l'écho de la voix de la personne qui parle parviendra à son oreille avec un affaiblissement moyen d'environ 0 dB dans une échelle de fréquence logarithmique.

Remarque 2 – La valeur L_e calculée à l'aide de cette méthode est identique à celle obtenue par la méthode indiquée dans la Recommandation G.122, § 4.2.

Remarque 3 – La différence entre l'effet local pour la personne qui parle et l'écho pour la personne qui parle réside dans le fait évident que ce dernier est lié au terme de propagation. Il ressort d'études récentes qu'un temps de propagation de l'ordre de 2 à 4 ms permet déjà de distinguer clairement l'effet d'écho pour la personne qui parle de l'effet local pour la personne qui parle, même lorsque ce dernier est important. Pour ne pas que les abonnés soient gênés par l'écho celui-ci nécessite une plus grande suppression que les signaux d'effet local, et ce d'autant plus que le temps de propagation est long. Ce problème est à l'étude au titre de la Question 9/XII.

Remarque 4 – Pour les circuits se terminant par un poste téléphonique numérique 4 fils, un trajet d'écho est introduit par le trajet acoustique qui va de l'écouteur au microphone. Dans ce cas, l'affaiblissement pour le trajet d'écho [L_i et $L(f)$ dans les formules (A.4-7) et (A.4-9)] inclut le trajet acoustique ainsi que les caractéristiques du combiné à l'émission et à la réception. Il est commode de rapporter une mesure pondérée de l'affaiblissement pour le trajet d'écho aux points 0 dBr, 4 fils, en utilisant les formules (A.4-7) et (A.4-9) avec $m = 1$. La mesure pondérée est désignée par l'expression AEL (0).

A.4.4.3 *Equivalent pour la sonie pour l'écho pour la personne qui écoute (LELR)*

Le LELR est la moyenne pondérée de l'écho pour la personne qui écoute (LE) dans la bande de fréquences de 300 à 3400 Hz. La pondération doit être faite d'après la formule (A.4-6) ou la formule (A.4-8) pour $m = 0,5$.

Remarque – En Amérique du Nord, le terme «affaiblissement du trajet d'écho pondéré» (WEPL) est d'usage courant. Lorsqu'on calcule le WEPL, le facteur $m = 0,5$ mais la pondération est uniforme dans une échelle de fréquence linéaire. En général, le LELR et le WELP ne diffèrent pas beaucoup numériquement.

A.4.4.4 *Equivalent pour la sonie à la réception pour la diaphonie (ESRD)*

L'effet préjudiciable de la diaphonie est bien sûr directement lié au niveau effectif de puissance vocale dans la voix brouilleuse. Malheureusement, il n'existe aucune relation stable entre l'équivalent pour la sonie à l'émission (ESE) et le niveau de puissance vocale dans les réseaux téléphoniques, comme l'ont montré les investigations qui ont été faites. L'inclusion de l'ESE dans l'équivalent pour la sonie pour la diaphonie serait donc de nature à induire en erreur. Les niveaux de puissance vocale escomptés (moyenne et écart type) ont été évalués d'après d'autres données relatives aux réseaux. Le problème est traité dans la Recommandation P.16.

D'après les principes indiqués au § A.4.4.1, on a:

$$ESRD = ESR(\text{poste}) + L_x \quad (\text{A.4-15})$$

où $ESR(\text{poste})$ se rapporte au poste téléphonique considéré.

On calcule la diaphonie L_x d'après la formule (A.4-8) ou la formule (A.4-9), pour $m = 1$, $f_1 = 500$ Hz, $f_2 = 2000$ Hz

$$L_x = LC (m = 1) \quad (\text{A.4-16})$$

Remarque – Dans la pratique, la valeur de la diaphonie vers 1020 Hz s'est révélée assez représentative de L_x (voir le § A.3.1 de la Recommandation G.134).

ANNEXE B

(à la Recommandation G.111)

Valeurs et limites recommandées pour les équivalents pour la sonie de circuits de communications internationales

La figure B-1/G.111 montre la configuration des communications et le tableau B-1/G.111 indique les valeurs de l'ES.

Il est admis que les interfaces entre les sections nationale et internationale sont au niveau relatif de 0 dBr, comme c'est le cas pour les interconnexions numériques. La relation entre les ES à un point de 0 dBr et à une extrémité virtuelle analogique (VASP) est étudiée dans le § 1.1. Voir aussi le tableau D-1/G.111.

Remarque – Les valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic à long terme de l'ES doivent être les mêmes pour chaque *principal* type de catégories d'abonnés, tels que ceux du secteur urbain, du secteur des banlieues et

du secteur rural. Si l'on ne considère que la valeur moyenne pour *l'ensemble* du pays dans le plan de transmission, ceci peut conduire à pénaliser certains groupes importants d'utilisateurs.

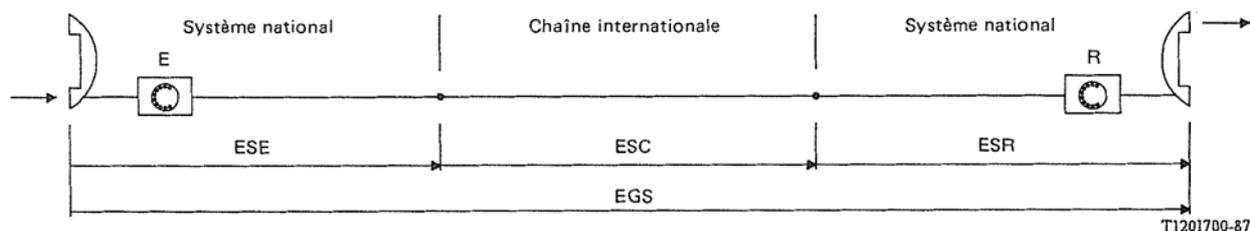


FIGURE B-1/G.111

Désignation des ES dans une communication internationale

TABLEAU B-1/G.111

Valeurs ES citées dans les Recommandations G.111 et G.121

	ESE	ESC	ESR	EGS
Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic:				
Long terme	7-9 ^{b)}	0-0,5 ^{c)}	1-3 ^{b), f)}	8-12 ^{a) e), f)}
Court terme	7-15 ^{b)}	0-0,5 ^{c)}	1-6 ^{b), f)}	8-21 ^{a) e), f)}
Valeurs maximales pour un pays de taille moyenne	16,5 ^{c)}		13 ^{c)}	
Valeur minimale	-1,5 ^{d)}			

a) Recommandation G.111, § 3.2.

b) Recommandation G.121, § 1.

c) Recommandation G.121, § 2.1.

d) Recommandation G.121, § 3.

e) Quand la chaîne internationale est numérique, ESC = 0. Si la chaîne internationale se compose d'un circuit analogique, ESC = 0,5; on accroît alors l'EGS de 0,5 dB. (Si la distortion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de ce circuit est prononcée, l'ESC peut à nouveau augmenter de 0,2 dB. Voir le § A.4.2).

f) Voir aussi les remarques du § 3.2.

ANNEXE C

(à la Recommandation G.111)

Traduction des valeurs ES en valeurs ERC

Cette question est traitée de manière approfondie dans l'annexe D, qui traite des relations générales entre les équivalents de référence (ER), les équivalents de référence corrigés (ERC) et les équivalents pour la sonie. A strictement parler, il conviendrait d'établir une distinction entre:

- a) les ERC calculés d'après les ER subjectifs,
- b) les équivalents R25 mesurés subjectivement,

c) les équivalents R25 objectifs (ER25 O_b), mesurés objectivement.

Toutefois, les Administrations semblent utiliser le terme ERC pour chacune de ces trois catégories et cette pratique a été adoptée ici.

La relation entre les ERC et les ES peut être exprimée comme suit:

$$ERCE = ESE_w + x$$

$$ERCR = ESR_w + y$$

(L'indice w indique ici une mesure conforme à la Recommandation P.79, large bande, 0,2-4 kHz).

Dans la Recommandation G.111 du *Livre rouge*, fascicule III.1, on trouve

$$x = 5; y = 5$$

Toutefois, ces valeurs ne sont que des moyennes générales. Il appartient aux Administrations de déterminer x et y par des *mesures objectives réelles de l'ES* sur des postes caractéristiques auxquels des valeurs ERC ont été assignées dans leurs réseaux nationaux. D'importantes variations peuvent être observées pour certains postes, par rapport aux moyennes générales.

ANNEXE D

(à la Recommandation G.111)

Justification des valeurs d'ES figurant dans les Recommandations G.111 et G.121

D.1 *Généralités*

D.1.1 *Principes généraux*

Le remaniement des Recommandations G.111 et G.121 en 1980 sur la base de l'ERC a été effectué selon les deux principes suivants:

- a) Les Administrations qui utilisent des méthodes de planification fondées sur les équivalents de référence ne doivent pas se heurter à de graves difficultés pour appliquer les nouvelles Recommandations.
- b) La qualité de transmission offerte aux abonnés ne doit pas subir de dégradation.

Lorsque les valeurs d'ES ont été recommandées (Recommandations G.111 et G.121, *Livre rouge*), il n'a pas été possible d'appliquer avec rigueur le principe a), car:

- la différence $ERCE - ESE$ dépend du type de combiné utilisé;
- de toute façon, les différences à l'émission et à la réception pour divers types de postes peuvent varier, étant donné que l'on peut obtenir des valeurs d'ER différentes dans différents laboratoires ou si l'on change les équipes chargées des essais.

Pour satisfaire au principe b), il a été convenu que l' $ESE = ERCE - 5$ et $ESR = ERCR - 5$ dB, moyennes (pour divers types de postes) des différences obtenues dans le laboratoire du CCITT au cours d'une certaine période. Cela signifie que la qualité de transmission sera sauvegardée dans l'ensemble, mais que certaines Administrations pourront avoir des difficultés à observer les valeurs d'ES recommandées.

D.1.2 *Valeurs optimales*

La conversion des «valeurs préférées» anciennement exprimées en ER n'est pas claire.

En se fondant sur les informations disponibles en 1984 [1], on a recommandé une valeur d'équivalent global pour la sonie (EGS) de 5 dB, mais on s'est rendu compte qu'il était préférable de fixer une valeur plus élevée en présence d'échos.

D.1.3 Somme des ES en cas de postes d'abonné analogiques

Il convient d'abord de définir le système national, comme cela a été fait pour l'ERC (voir les § A.3.3 et A.3.4 de la version du *Livre rouge* de cette Recommandation). L'ERC global d'une communication est le suivant:

$$Y = \text{ERC du système national à l'émission} + \text{ERC du système national à la réception} + X + D_0 + A \quad (\text{D-1})$$

avec $\text{ERC du système national à l'émission} = \text{ERCE} + b + c$ et l'on peut adopter une définition similaire pour la réception,

où

ERCE et ERCR correspondent aux systèmes locaux,

b est l'ECR d'un circuit local,

c est la somme des affaiblissements (à 800 ou 1000 Hz) des circuits nationaux à grande distance, des centraux et du termineur deux fils/quatre fils,

X est la somme des affaiblissements des circuits internationaux,

D_0 et A (EDA) sont définies dans l'annexe B de la version du *Livre rouge*.

De même, l'ES global sera le suivant:

$$Z = \text{ES du système national à l'émission} + \text{ES du système national à la réception} + X + D'_0 + A' \quad (\text{D-2})$$

avec

$$\text{ES du système national à l'émission} = \text{ESE} + b' + c \quad (\text{D-3})$$

où

D'_0 est négligeable et

A', b' sont virtuellement égaux à A, b (voir l'annexe B de la version du *Livre rouge*).

Si nous présumons (voir § D.1.1 ci-dessus) que $\text{ESE} = \text{ERCE} - 5$, $\text{ESR} = \text{ERCR} - 5$ et $D'_0 = -4$ (du fait que les Recommandations ont été à l'origine appliquées aux anciens types de postes d'abonné), on obtient $Z = Y - 6$ dB.

En fait, les valeurs recommandées sont dérivées de $Z = Y - 5$ dB, ce qui ne constitue pas une différence importante, mais les Recommandations applicables aux systèmes nationaux sont un peu plus contraignantes, du fait que l'EDA des circuits nationaux à grande distance est inclus dans le système national.

D.2 Valeurs d'ES recommandées en 1988

D.2.1 Les valeurs maximales et minimales à l'émission ont été conservées. D'autres valeurs diffèrent de celles recommandées en 1984, comme expliqué ci-dessous.

D.2.2 Valeur optimale

Les valeurs déterminées directement en fonction de l'EGS (Recommandation P.78 ou P.79) au cours d'essais de conversation ont été obtenues comme suit:

British Telecom [1], en présence de bruit de salle, a obtenu une note d'opinion moyenne (NOM) maximale pour un EGS de 3 dB et un pourcentage minimal de difficultés pour un EGS de 7,2 dB. Il a été proposé d'adopter 5 dB comme valeur optimale; une qualité de fonctionnement pratiquement aussi bonne a été observée de 1 à 10 dB.

NTT [2] a obtenu des valeurs entre 4 et 6 dB en fonction des conditions de bruit; un EGS optimal de 5,34 dB est utilisé dans le modèle OPINE.

Selon le modèle TRANSAT [3], on obtient une NOM maximale lorsque $L'_e = 7,5$ (correspondant à $L_e = 8,5$ dans le supplément n° 3, § 1, tome V), lorsque $L_e = \text{EGS (EARS)}$. On est fondé à penser que L_e est supérieur à l'EGS (voir la Recommandation P.79) de quelques dB, de sorte que L_e ne doit pas être très différent des valeurs indiquées ci-dessus; cet élément fait l'objet d'études au titre de la Question 7/XII.

En tout état de cause, ces maxima sont très uniformes et il est évident que des valeurs supérieures devraient être adoptées en présence d'échos. Nous pouvons conclure à titre provisoire que pour obtenir la meilleure qualité de fonctionnement, l'EGS (voir la Recommandation P.79) ne doit pas dépasser 10 dB environ, ni être de beaucoup inférieur à cette valeur.

D.2.3 Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic

Une valeur optimale d'EGS de 10 dB a été adoptée, puis subdivisée entre les côtés émission et réception, comme pour les ES des postes d'abonné numériques (ces derniers se rapportant à un point de 0 dBr). On obtient ainsi les objectifs à long terme.

Les valeurs de *A* (voir le § D.1.3) utilisées précédemment et qui tenaient compte des effets de la distorsion de l'affaiblissement sur la puissance sonore et du caractère naturel de la parole, ont été remplacées par une tolérance fixée à 2 dB (1 dB dans chaque système national, voir le § A.3) en cas d'utilisation de postes d'abonné analogiques. C'est ainsi qu'il a été possible, en tenant également compte d'une petite marge qui existait dans la Recommandation précédente (voir le § D.1.3 de la présente annexe), d'accroître les moyennes pondérées en fonction du trafic de 4 dB environ pour l'émission et de converser les mêmes valeurs globales.

D.3 Conclusion

Le tableau D-1/G.111 récapitule les valeurs d'ES recommandées en 1984 et celles qui sont recommandées maintenant.

TABLEAU D-1/G.111

Valeurs (en dB) des équivalents pour la sonie à l'émission, à la réception de circuit et d'équivalent global citées dans les Recommandations G.111 et G.121

	Recommandées en 1984			Recommandées en 1988					
	ESE	ESR	EGS	ESE		ESR		ESC	EGS
	EVA	EVA		0 dBr	EVA	0 dBr	EVA		
Valeur optimale			≈5						≈10
Valeurs moyennes pondérées en fonction du trafic:									
Objectif à long terme (minimum)	6,5	-2,5	8	7	10,5	1	-3	(Remarque 1)	8
Objectif à long terme (maximum)	8.	-1	11	9	12,5	3	-1	(Remarque 1)	12
Objectif à court terme (maximum)	14	2,5	20,5	15	18,5	6	2	(Remarque 1)	21
Valeurs maximales pour un pays de dimensions moyennes	20	9		16,5	20	13	9	$n \times 0,5$ (Remarque 2)	
Minimum à l'émission	2			-1,5	2				

Remarque 1 – $ESG = 0$ pour un circuit international numérique, 0,5 dB pour un circuit analogique. Le nombre moyen de circuits internationaux est de 1 environ.

Remarque 2 – n est le nombre de circuits internationaux analogiques.

Remarque 3 – Les extrémités virtuelles analogiques (EVA) sont définies dans la Recommandation G.101.

Références

- [1] CCITT contribution COM XII-97 (British Telecom), Période d'études 1981-1984.
- [2] OSAKA (S.) et KAKEHI (N.): Objective model for evaluating telephone transmission performance, *Review of the Electric Communication Laboratories*, tome 34, n° 4, pp. 437-444, 1986.
- [3] HATCH (R. W.) et SULLIVAN (J. L.): Transmission rating models for use in planning of telephone networks, in *Conference Record NTC 76*, pp. 23.2-1 à 23.2-5, Dallas, 1976.
- [4] CCITT *Manuel sur les mesures téléphonométriques*, UIT, Genève, 1987.

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	
Définitions générales	G.100–G.109
Généralités sur la qualité de transmission d'une connexion téléphonique internationale complète	G.110–G.119
Caractéristiques générales des systèmes nationaux participant à des connexions internationales	G.120–G.129
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils formée par des circuits internationaux et leurs prolongements nationaux	G.130–G.139
Caractéristiques générales d'une chaîne 4 fils de circuits internationaux; transit international	G.140–G.149
Caractéristiques générales des circuits téléphoniques internationaux et des circuits nationaux de prolongement	G.150–G.159
Dispositifs associés aux circuits téléphoniques à grande distance	G.160–G.169
Aspects liés au plan de transmission dans les connexions et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication téléphonique international	G.170–G.179
Protection et rétablissement des systèmes de transmission	G.180–G.189
Outils logiciels pour systèmes de transmission	G.190–G.199
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
Définitions et considérations générales	G.210–G.219
Recommandations générales	G.220–G.229
Équipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs	G.230–G.239
Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.	G.240–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	
Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, organisés en groupes primaires et secondaires	G.320–G.329
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recommandations complémentaires relatives aux systèmes en câble	G.350–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	
Recommandations générales	G.400–G.419
Interconnexion de faisceaux avec les systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques	G.420–G.429
Circuits fictifs de référence	G.430–G.439
Bruit de circuit	G.440–G.449
COORDINATION DE LA RADIODÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	
Circuits radiotéléphoniques	G.450–G.469
Liaisons avec les stations mobiles	G.470–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	
Généralités	G.600–G.609
Paires symétriques en câble	G.610–G.619
Câbles terrestres à paires coaxiales	G.620–G.629
Câbles sous-marins	G.630–G.649
Câbles à fibres optiques	G.650–G.659

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication