



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.712**

(11/2001)

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

Equipements terminaux numériques – Codage des  
signaux analogiques en modulation par impulsions et  
codage

---

**Caractéristiques de qualité de transmission des  
canaux MIC**

Recommandation UIT-T G.712

---

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
Généralités	G.700–G.709
<b>Codage des signaux analogiques en modulation par impulsions et codage</b>	<b>G.710–G.719</b>
Codage des signaux analogiques par des méthodes autres que la MIC	G.720–G.729
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage primaires	G.730–G.739
Principales caractéristiques des équipements de multiplexage de deuxième ordre	G.740–G.749
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage d'ordre plus élevé	G.750–G.759
Caractéristiques principales des équipements de transcodage et de multiplication numérique	G.760–G.769
Fonctionnalités de gestion, d'exploitation et de maintenance des équipements de transmission	G.770–G.779
Caractéristiques principales des équipements de multiplexage en hiérarchie numérique synchrone	G.780–G.789
Autres équipements terminaux	G.790–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

## **Recommandation UIT-T G.712**

### **Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC**

#### **Résumé**

La présente Recommandation traite des caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC passant par des équipements de transmission numérique. Elle indique les spécifications à respecter entre des accès analogiques 4 fils et 2 fils ainsi que celles concernant les connexions analogiques vers numérique et numérique vers analogique. Les paramètres et les valeurs spécifiées s'appliquent aux équipements MIC connectés à des jonctions analogiques ou à des commutateurs analogiques ou numériques.

#### **Source**

La Recommandation G.712 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 15 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 29 novembre 2001 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2002

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		Page
0	Domaine d'application.....	1
1	Généralités.....	1
	1.1 Mesures .....	1
	1.2 Définition des accès .....	2
	1.3 Abréviations .....	3
2	Niveaux relatifs aux accès analogiques.....	4
	2.1 Niveaux relatifs aux accès 4 fils (E4).....	4
	2.2 Niveaux relatifs aux accès 2 fils (E2).....	4
3	Réglage des niveaux relatifs effectifs.....	4
	3.1 Réglage de l'extrémité de décodage ( $T_{in}$ à $E_{out}$ ) .....	4
	3.2 Réglage de l'extrémité de codage ( $E_{in}$ à $T_{out}$ ).....	4
	3.3 Capacité de charge (niveau de saturation).....	4
4	Variation à court terme et à long terme de l'affaiblissement en fonction du temps .....	4
5	Impédance nominale et affaiblissement d'adaptation aux accès analogiques .....	5
	5.1 Impédance nominale .....	5
	5.2 Affaiblissement d'adaptation .....	5
6	Dissymétrie de l'impédance par rapport à la Terre.....	6
	6.1 Affaiblissement de conversion longitudinale.....	6
	6.2 Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale.....	7
7	Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence.....	8
8	Temps de propagation de groupe .....	10
	8.1 Temps absolu de propagation de groupe.....	10
	8.2 Distorsion du temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence ..	11
9	Bruit sur le canal au repos .....	13
	9.1 Bruit pondéré.....	13
	9.2 Perturbations monofréquence.....	14
10	Protection contre les signaux hors bande .....	14
	10.1 Signaux d'entrée au-dessus de 4600 Hz aux accès analogiques E4 et E2.....	14
	10.2 Signaux d'entrée inférieurs à 300 Hz à l'accès analogique 2 fils E4 et E2.....	14
	10.3 Spécifications générales (accès 4 fils uniquement).....	14
11	Signaux parasites à l'accès sortie du canal .....	15
	11.1 Signaux parasites hors bande à l'accès sortie du canal.....	15
	11.1.1 Signal dans la bande présent à l'entrée.....	15

	<b>Page</b>
11.1.2	Spécification générale ..... 15
11.2	Signaux parasites dans la bande à l'accès sortie du canal ..... 15
12	Distorsion totale, y compris la distorsion de quantification ..... 16
13	Variation du gain avec le niveau d'entrée ..... 17
14	Diaphonie ..... 18
14.1	Généralités ..... 18
14.2	Diaphonie entre canaux reliant des accès analogiques ..... 18
14.2.1	Télédiaphonie ..... 18
14.2.2	Diaphonie entre les deux sens de transmission pour canaux entre accès analogiques 4 fils ..... 18
14.3	Diaphonie entre canaux reliant des accès analogiques et numériques ..... 19
14.3.1	Télédiaphonie et paradiaphonie mesurées avec un signal d'essai analogique ..... 19
14.3.2	Diaphonie entre les deux sens de transmission mesurée avec un signal d'essai analogique ..... 21
14.3.3	Télédiaphonie et paradiaphonie, mesurées avec un signal d'essai numérique ..... 21
14.3.4	Diaphonie entre les deux sens de transmission mesurée avec un signal d'essai numérique ..... 22
15	Perturbations dues à la signalisation ..... 23
15.1	Canaux entre accès analogiques 4 fils ..... 23
15.2	Canaux entre accès analogiques 2 fils ..... 23
15.3	Canaux entre accès analogiques et numériques 4 fils ..... 23
15.4	Canaux entre accès analogiques et numériques 2 fils ..... 24
16	Echo et stabilité aux accès 2 fils E2 ..... 24
16.1	Affaiblissement d'équilibrage du terminal (TBRL) ..... 24
16.2	Affaiblissement pour la stabilité (SL) ..... 25
Appendice I – Autres méthodes de mesure utilisant des signaux de bruit à bande limitée ..... 26	
I.1	Variation du gain avec le niveau d'entrée ..... 26
I.2	Distorsion totale, y compris la distorsion de quantification ..... 27
Appendice II – Méthode pour déterminer les rapports signal/distorsion totale dans le cas d'un codage selon la loi A ..... 30	

# Recommandation UIT-T G.712<sup>1</sup>

## Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC

### 0 Domaine d'application

La présente Recommandation traite des caractéristiques de qualité de transmission des canaux de modulation par impulsions et codage (MIC) passant par des équipements de transmission numérique. Elle indique les spécifications à respecter entre des accès analogiques 4 fils et 2 fils ainsi que celles qui concernent les connexions analogique-numérique et numérique-analogique.

### 1 Généralités

Les caractéristiques de qualité spécifiées dans la présente Recommandation devront être observées entre accès à fréquence vocale ou entre accès à fréquence vocale et accès numériques des canaux MIC codés conformément à la Rec. UIT-T G.711.

Les équipements qui satisfont aux spécifications de transmission analogique-analogique, mais non à celles de la transmission analogique-numérique, ne peuvent être utilisés que par paires reliées en permanence.

Les paramètres et les valeurs spécifiés dans la présente Recommandation s'appliquent à l'utilisation d'un équipement MIC relié à des jonctions analogiques ou à des commutateurs analogiques ou numériques. Lorsque l'équipement MIC est relié directement à des lignes d'abonné analogiques, il peut être nécessaire d'adopter des valeurs différentes pour certains des paramètres. Ces valeurs figurent dans la Rec. UIT-T Q.552. Les spécifications de la présente Recommandation peuvent aussi être appliquées si l'équipement MIC est directement relié à un commutateur local analogique virtuellement transparent en ce qui concerne les impédances connectées à ses accès et si les lignes d'abonné sont courtes (par exemple, inférieures à 500 mètres).

En principe, aucune tension d'alimentation n'est présente sur les accès des équipements MIC. Néanmoins, si tel n'est pas le cas (par exemple, lorsque la signalisation s'effectue sur les deux fils), toute contribution au bruit due à la présence d'une tension d'alimentation doit respecter les conditions spécifiées, pour les accès considérés, dans les Recommandations UIT-T de la série Q.550. Ces conditions doivent être respectées lorsque la signalisation s'effectue pendant la phase de communication, et non pas pendant la phase de signalisation dynamique (comptage, par exemple).

#### 1.1 Mesures

Pour une fréquence nominale de référence de 1020 Hz (mesure de la distorsion affaiblissement en fonction de la fréquence et réglage des niveaux relatifs), la fréquence effective doit être comprise entre 1020 Hz  $-7$  Hz et 1020 Hz  $+2$  Hz conformément à la Rec. UIT-T O.6.

Dans les sous-paragraphes qui suivent, on utilisera les concepts de "générateur numérique normalisé" et d'"analyseur numérique normalisé", définis comme suit:

un **générateur numérique standard** est un dispositif théorique idéal constitué d'un convertisseur analogique-numérique parfait, précédé d'un filtre passe-bas idéal (censé n'introduire ni distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence, ni distorsion de temps de propagation de groupe), et qui peut être simulé par un processeur numérique;

---

<sup>1</sup> La présente Recommandation remplace les Rec. UIT-T G.712, G.713, G.714 et G.715 du Volume III, Fascicule III.4 *Livre Bleu* du CCITT.

un **analyseur numérique standard** est un dispositif théorique idéal constitué d'un convertisseur numérique-analogique parfait, suivi d'un filtre passe-bas idéal (censé n'introduire ni distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence, ni distorsion de temps de propagation de groupe), et qui peut être simulé par un processeur numérique.

La Rec. UIT-T O.133 contient des informations sur les équipements d'essai utilisant ces concepts. Il faut tenir compte de la précision de mesure qu'offrent les équipements conçus conformément à cette Recommandation.

Un signal de repos MIC par définition correspond à la valeur 0 à la sortie du décodeur pour la loi  $\mu$  et à la valeur 1 à la sortie du décodeur pour la loi A, le bit de signe étant fixe.

Les spécifications suivantes correspondent à un appareil de mesure parfait; elles ne prévoient donc pas de tolérances pour les erreurs de mesure.

## 1.2 Définition des accès

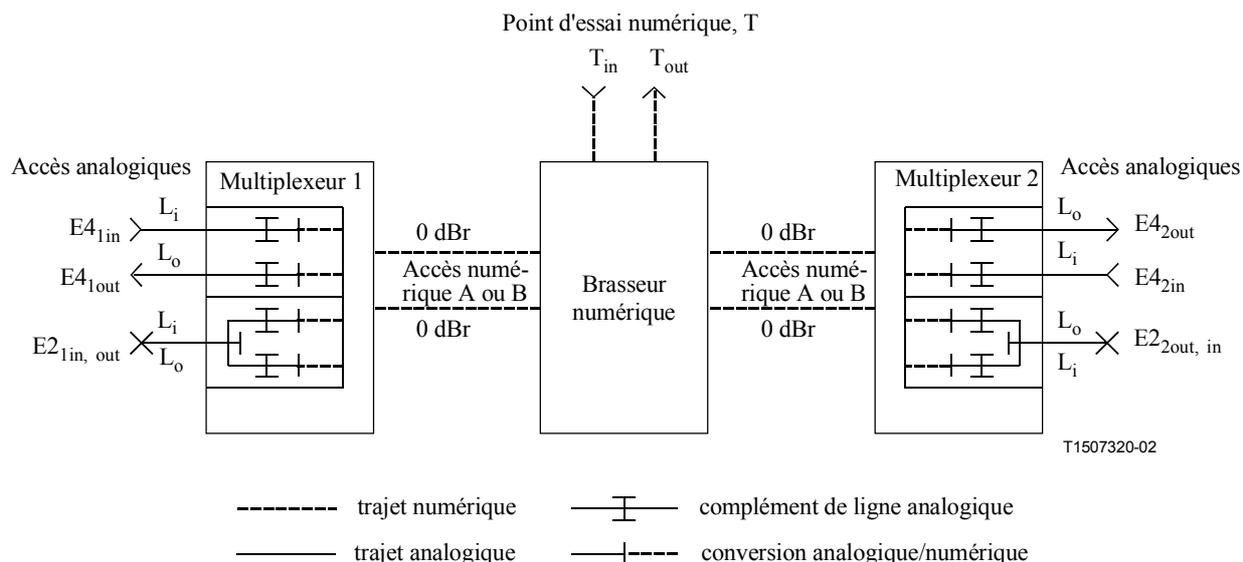
Le terme "accès" dans la présente Recommandation définit une unité fonctionnelle (par exemple un connecteur) de l'équipement MIC par laquelle les signaux accèdent ou quittent l'unité sous test. Les mesures sont faites au niveau de l'équipement, les spécifications ne prévoyant aucune marge pour le câblage vers un répartiteur.

La Figure 1 décrit deux éléments des équipements MIC reliés au moyen d'un brasseur numérique (DXC, *digital cross-connect*). Chacun d'eux est muni d'un accès analogique 4 fils analogiques (E4) et d'un accès analogique 2 fils analogiques (E2). Chacun de ces éléments est relié au brasseur par des accès numériques A ou B (définis en 1.1/Q.551) constitués de canaux MIC transparents à 64 kbit/s faisant partie d'un signal numérique d'ordre plus élevé conforme aux Recommandations en vigueur. Le brasseur implémente des connexions transparentes à 64 kbit/s entre son accès A et son accès B, ou en direction du point de mesure numérique (T). Ce point consiste en un canal à 64 kbit/s faisant partie d'un signal numérique pouvant assurer la liaison entre le générateur et l'analyseur numériques normalisés. Les connexions assurées par le brasseur étant des connexions transparentes à 64 kbit/s, les trajets dans ce dernier n'affectent pas en principe les caractéristiques de qualité de transmission recommandées, sauf en ce qui concerne le temps de propagation absolu. Les points de mesure T sont définis aux fins de la spécification. Il peuvent ne pas exister concrètement dans le brasseur, mais peuvent être accessibles par l'intermédiaire du réseau du brasseur.

Sauf indication contraire, les mesures entre accès 2 fils (connexions E2<sub>1in</sub> à E2<sub>2out</sub>) sont à faire avec la ligne 4 fils ouverte de façon que les impédances présentées aux accès 4 fils du termineur 2 fils/4 fils soient représentatives des valeurs normalement rencontrées en service. Pour respecter cette condition, on peut interrompre le signal numérique dans le sens opposé à celui de la mesure et injecter un signal de repos MIC dans le canal approprié. On considère que l'ouverture de la ligne 4 fils est nécessaire pour déterminer les caractéristiques intrinsèques de l'équipement. En service normal, quand la ligne n'est pas ouverte, il faut tenir compte de l'influence, sur les caractéristiques globales des impédances de charge connectées aux accès 2 fils.

La Figure 1 est identique à la Figure 1/Q.551, qui identifie les interfaces, les désignations des niveaux de transmission et les points de mesure dans un commutateur numérique.

Les caractéristiques de qualité de fonctionnement entre accès avaient déjà été spécifiées dans le Volume III, Fascicule III.4 du *Livre Bleu* du CCITT, comme indiqué dans le Tableau 1 ci-dessous.



NOTE – Les indices 1 et 2 renvoient respectivement aux multiplexeurs 1 et 2.

**Figure 1/G.712 – Equipement MIC et point d'accès de mesure**

**Tableau 1/G.712 – Equivalence entre les Recommandations UIT-T antérieures et les canaux spécifiés dans la présente Recommandation**

Canal	Recommandation UIT-T antérieure
analogique 4 fils à analogique 4 fils (canaux E4 <sub>1</sub> à E4 <sub>2</sub> )	G.712
analogique 2 fils à analogique 2 fils (canaux E2 <sub>1</sub> à E2 <sub>2</sub> )	G.713
analogique 4 fils à numérique (E4 à A ou B pour un multiplexeur primaire)	G.714
analogique 4 fils à numérique (E2 à A ou B pour un multiplexeur primaire)	G.715

### 1.3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

DXC	brasseur numérique ( <i>digital cross-connect</i> )
FDM	multiplexage par répartition en fréquence ( <i>frequency division multiple</i> )
FEXT	télédiaphonie ( <i>far-end crosstalk</i> )
MIC	modulation par impulsions et codage
NEXT	paradiaphonie ( <i>near-end crosstalk</i> )
SL	affaiblissement pour la stabilité ( <i>stability loss</i> )
TBRL	affaiblissement d'équilibrage du terminal ( <i>terminal balance return loss</i> )

## **2 Niveaux relatifs aux accès analogiques**

### **2.1 Niveaux relatifs aux accès 4 fils (E4)**

Lorsque les compléments de lignes (atténuateurs fixes) sont réglés sur un affaiblissement nul,  $L_o$  à  $E4_{2out}$  et  $L_i$  à  $E4_{1in}$  doivent obéir à l'un des deux couples suivants d'équations nominales:  $L_o \text{ max} = +4 \text{ dBr}$  et  $L_i \text{ min} = -14 \text{ dBr}$ ; ou  $L_o \text{ max} = +7 \text{ dBr}$  et  $L_i \text{ min} = -16 \text{ dBr}$ . Voir le paragraphe 11/G.232.

### **2.2 Niveaux relatifs aux accès 2 fils (E2)**

Comme elles n'emploient pas les mêmes plans de transmission ni les mêmes équipements dans leurs réseaux, les opérateurs de réseau ont spécifié leurs propres gammes de niveaux relatifs. Les gammes ci-dessous devraient répondre aux besoins de nombreux opérateurs de réseau:

- niveau d'entrée (à l'extrémité de codage  $L_i$ ) de 0 à  $-5 \text{ dBr}$  par pas de 0,5 dB;
- niveau de sortie (à l'extrémité de codage  $L_o$ ) de  $-2$  à  $-7,5 \text{ dBr}$  par pas de 0,5 dB.

Il est admis qu'il n'est pas nécessaire qu'un équipement particulier puisse fonctionner dans toute la gamme des niveaux.

NOTE – Les spécifications du présent paragraphe diffèrent de celles du 2.1.3/Q.552.

## **3 Réglage des niveaux relatifs effectifs**

### **3.1 Réglage de l'extrémité de décodage ( $T_{in}$ à $E_{out}$ )**

Pour régler le gain de l'extrémité de décodage, on connecte  $T_{in}$  à un générateur numérique normalisé et on applique un signal de mesure sinusoïdal à 1020 Hz de niveau 0 dBm0. Ce réglage doit se traduire par un niveau de sortie de  $0 \text{ dBm0} \pm 0,3 \text{ dB}$  pour les accès 4 fils ( $T_{in}$  à  $E4_{out}$ ) ou de  $0 \text{ dBm0} \pm 0,4 \text{ dB}$  pour les accès 2 fils ( $T_{in}$  à  $E2_{out}$ ). Il doit être fait dans des conditions types de tension d'alimentation, d'humidité et de température.

### **3.2 Réglage de l'extrémité de codage ( $E_{in}$ à $T_{out}$ )**

Pour régler le gain de l'extrémité de codage, on connecte  $T_{out}$  à un analyseur numérique normalisé et on applique un signal de mesure à 1020 Hz de niveau 0 dBm0 à  $E_{in}$ . Ce réglage doit se traduire par un niveau de sortie de  $0 \text{ dBm0} \pm 0,3 \text{ dB}$  pour les accès 4 fils ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$ ) et de  $0 \text{ dBm0} \pm 0,4 \text{ dB}$  pour les accès 2 fils ( $E2_{in}$  à  $T_{out}$ ). Il doit être fait dans des conditions types de tension d'alimentation, d'humidité et de température.

### **3.3 Capacité de charge (niveau de saturation)**

Pour contrôler la capacité de charge de l'extrémité de codage, on peut appliquer un signal de mesure sinusoïdal de 1020 Hz à  $E_{in}$ . Initialement, le niveau de ce signal doit être nettement inférieur à la valeur maximale de  $T_{out}$  ( $=T_{outmax}$ ), puis on l'élève lentement. On mesure le niveau d'entrée pour lequel se présente pour la première fois le code correspondant à la plage extrême de quantification pour les amplitudes positives et les amplitudes négatives. On admet alors que  $T_{outmax}$  a pour valeur le niveau d'entrée ainsi mesuré, augmenté de 0,3 dB.

Ce procédé permet de contrôler  $T_{outmax}$  pour les amplitudes positives et négatives; les valeurs obtenues doivent coïncider à 0,4 dB près avec la valeur théorique de la capacité de charge (à savoir +3,14 dBm0 pour la loi A et +3,17 dBm0 pour la loi  $\mu$ ).

## **4 Variation à court terme et à long terme de l'affaiblissement en fonction du temps**

Quand on applique à un accès analogiques quelconque un signal sinusoïdal de mesure de 1020 Hz de niveau  $-10 \text{ dBm0}$  (valeur préférée, ou éventuellement de  $0 \text{ dBm0}$ ), le niveau mesuré à la sortie

correspondante ne doit pas varier au-delà des limites indiquées dans le Tableau 2 pendant 10 minutes consécutives de fonctionnement type, ni au-delà des limites indiquées au cours d'une année, tant que la tension d'alimentation et la température varient dans les limites autorisées.

**Tableau 2/G.712 – Spécifications de la variation à court terme et à long terme du niveau en fonction du temps**

Canaux	Variation maximale autorisée (dB)		
	Intervalle de 10 min	Intervalle d'une année	
4 fils à 4 fils (E4 <sub>1in</sub> à E4 <sub>2out</sub> )	± 0,2	± 0,5	
2 fils à 2 fils (E2 <sub>1in</sub> à E2 <sub>2out</sub> )	± 0,2	± 0,6	
4 fils à numérique (E4 <sub>in</sub> à T <sub>out</sub> )	± 0,1	± 0,3	
numérique à 4 fils (T <sub>in</sub> à E4 <sub>out</sub> )	± 0,1	± 0,3	(Note)
2 fils à numérique (E2 <sub>in</sub> à T <sub>out</sub> )	± 0,1	± 0,3	
numérique à 2 fils (T <sub>in</sub> à E2 <sub>out</sub> )	± 0,1	± 0,3	(Note)

NOTE – On peut utiliser la séquence 0 dBm0 spécifiée dans le Tableau 5/G.711 ou 6/G.711.

## 5 Impédance nominale et affaiblissement d'adaptation aux accès analogiques

### 5.1 Impédance nominale

L'impédance nominale aux accès d'entrée et de sortie 4 fils (E4<sub>in</sub> et E4<sub>out</sub>) analogiques doit être de 600 Ω symétrique.

Aux accès d'entrée et de sortie 2 fils E2 analogiques, il n'est pas recommandé de valeur particulière unique pour l'impédance. On peut trouver en pratique les valeurs suivantes:

- 600 Ω résistif symétrique;
- 900 Ω résistif symétrique;
- 600 Ω + 2,16 µF symétrique;
- 900 Ω + 2,16 µF symétrique;
- 750 Ω // 150 nF + 270 Ω.

NOTE 1 – On trouvera au Tableau 1/Q.552 quelques exemples d'impédances complexes utilisées avec des lignes d'abonné.

NOTE 2 – Les mesures aux accès d'impédance complexe doivent être conformes aux dispositions et conventions données dans l'Annexe A/G.100.

### 5.2 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, doit respecter les limites indiquées dans le Tableau 3 sur tout l'intervalle fréquentiel entre 300 Hz et 3400 Hz.

**Tableau 3/G.712 – Spécifications de l'affaiblissement d'adaptation  
pour les accès E4 et E2**

Accès analogique	Affaiblissement d'adaptation (dB)		Notes
	de 300 Hz à 600 Hz	de 600 Hz à 3400 Hz	
4 fils, E4	>20	>20	1
2 fils, E2	>12	>15	2
<p>NOTE 1 – La limite d'affaiblissement d'adaptation doit être atteinte lorsque les compléments de lignes réglables sont réglés à 0 dB (voir Figure 5/G.232).</p> <p>NOTE 2 – Les réflexions dues aux défauts d'adaptation des impédances d'équilibrage aux interfaces 2 fils/4 fils peuvent causer de graves problèmes d'effet local et d'écho dans le réseau. Les opérateurs de réseau doivent adopter une stratégie d'impédance appropriée incluant des tolérances, pour assurer une qualité de transmission suffisante. (Pour de plus amples informations, voir le paragraphe 5/G.121.)</p>			

## **6 Dissymétrie de l'impédance par rapport à la Terre**

Les paramètres d'affaiblissement de conversion longitudinale utilisés ci-dessous sont définis dans la Rec. UIT-T O.9, qui fournit en outre des précisions sur les spécifications des circuits de mesure (voir Note 1 du Tableau 4). La valeur de Z dans le circuit d'excitation doit se situer dans les limites de  $\pm 20\%$  des valeurs spécifiées dans les Tableaux 4 et 5. L'impédance de charge à l'autre accès doit être l'impédance nominale.

### **6.1 Affaiblissement de conversion longitudinale**

L'affaiblissement de conversion longitudinale (voir 4.1/O.9) ne doit pas être inférieur aux limites indiquées dans le Tableau 4.

**Tableau 4/G.712 – Spécifications de l'affaiblissement de conversion longitudinale pour les accès E4 et E2**

Accès	Z (Ω)	Affaiblissement de conversion longitudinale (dB)			Notes
		de 300 Hz à 600 Hz	de 600 Hz à 2400 Hz	de 2400 Hz à 3400 Hz	
4 fils, E4 <sub>in</sub>	600	>46	>46	>41	1, 2
4 fils, E4 <sub>out</sub>	600	>46	>46	>41	1, 2
2 fils, E2	600	>40	>46	>41	1, 2, 3, 4
2 fils, E2	750	>40	>46	>41	1, 2, 3, 4

NOTE 1 – A noter que sur le paragraphe 5/O.9 donne l'équivalence entre différents circuits d'excitation ainsi que des renseignements sur les caractéristiques de symétrie correspondantes du pont d'essai.

NOTE 2 – A noter que ces valeurs représentent des spécifications minimales. L'amplitude de la tension du signal longitudinal éventuel dépend, par exemple, de l'utilisation du système, des conditions ambiantes, de l'emplacement des transformateurs différentiels et lignes d'affaiblissement: elle peut en conséquence varier selon les opérateurs de réseau. Certains opérateurs de réseau ont jugé nécessaire de spécifier des valeurs plus élevées pour l'affaiblissement de conversion longitudinale et l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale afin que les tensions transversales causées par les signaux longitudinaux éventuels soient suffisamment faibles.

NOTE 3 – Pour les fréquences inférieures à 300 Hz, en particulier, à 50 Hz ou 60 Hz, une suppression totale des perturbations longitudinales peut être obtenue grâce à une combinaison de bonne symétrie longitudinale et de filtrage passe-haut (voir 10.2).

NOTE 4 – Les mesures doivent être faites de manière sélective.

## 6.2 Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale

La différence entre l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (voir 4.3/O.9) aux fréquences spécifiées et l'affaiblissement d'insertion aux mêmes fréquences ne doit pas être inférieure aux limites indiquées dans le Tableau 5 entre accès d'entrée et de sortie. Ces spécifications sont applicables lorsque le commutateur S (voir la Figure 3/O.9) est en position fermée.

**Tableau 5/G.712 – Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale pour canaux reliant des accès analogiques**

Canal	Z (Ω)	Différence entre l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale et l'affaiblissement d'insertion (dB)			Notes
		de 300 Hz à 600 Hz	de 600 Hz à 2400 Hz	de 2400 à 3400 Hz	
4 fils E4 <sub>1in</sub> à E4 <sub>2out</sub>	600	>46	>46	>41	1, 2
2 fils E2 <sub>1in</sub> à E2 <sub>2out</sub>	600	>40	>46	>41	1, 2, 3, 4

NOTE – Mêmes Notes qu'au Tableau 4.

## 7 Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence

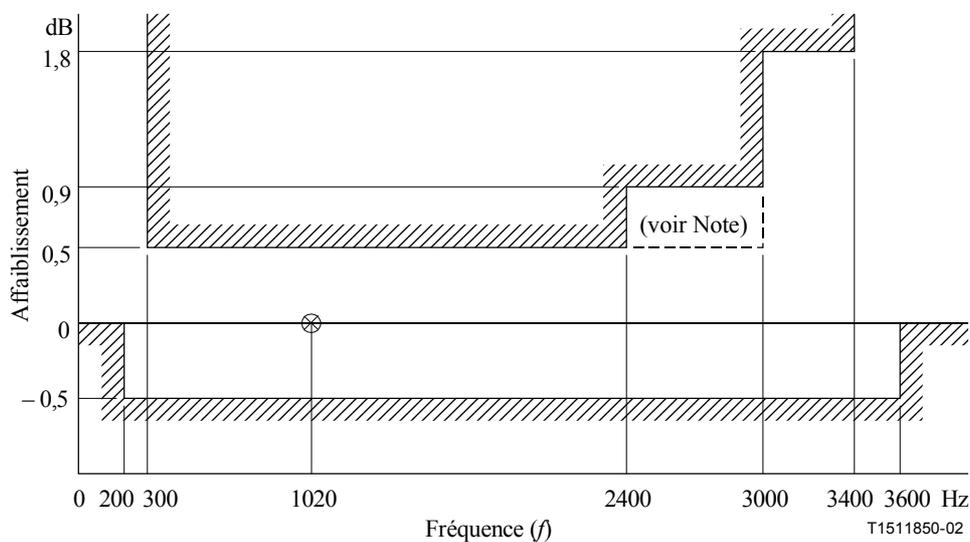
Les variations en fonction de la fréquence de l'affaiblissement de chaque canal doivent rester comprises entre les limites du gabarit représenté aux Figures 2, 3, 4 ou 5.

La fréquence nominale de référence est 1020 Hz.

Le niveau de puissance préconisé à l'entrée est  $-10 \text{ dBm}_0$ , conformément à la Rec. UIT-T O.6. A titre de variante, on peut utiliser un niveau de  $0 \text{ dBm}_0$ . La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence est le rapport logarithmique de la tension de sortie à la fréquence de référence (fréquence nominale de 1020 Hz),  $U(1020 \text{ Hz})$ , divisée par sa valeur à la fréquence  $f$ ,  $U(f)$ , soit:

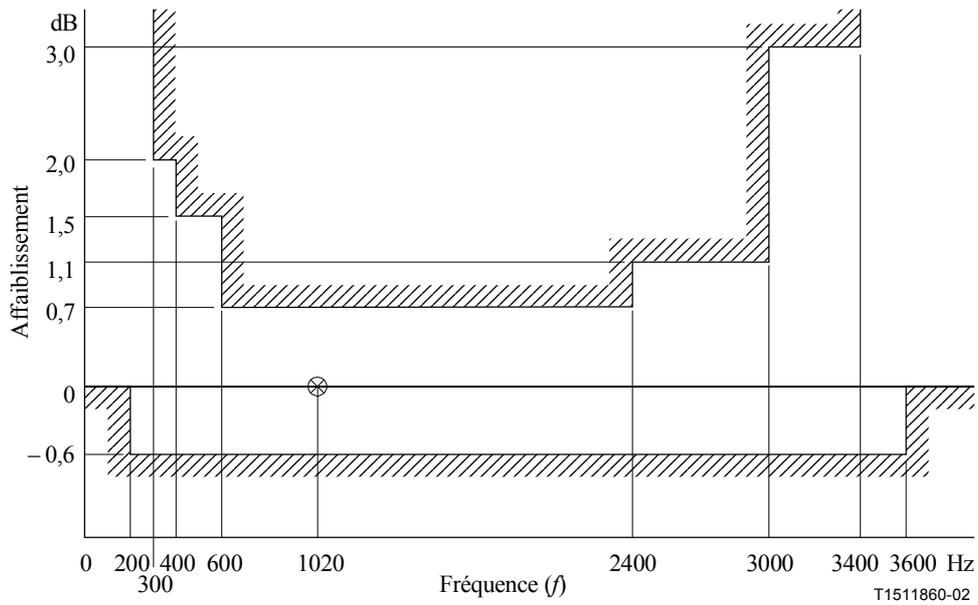
$$\text{Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence} = 20 \log \frac{U(1020 \text{ Hz})}{U(f)}.$$

Cette formule est également applicable lorsque des impédances complexes de valeur nominale sont utilisées aux accès à deux fils.



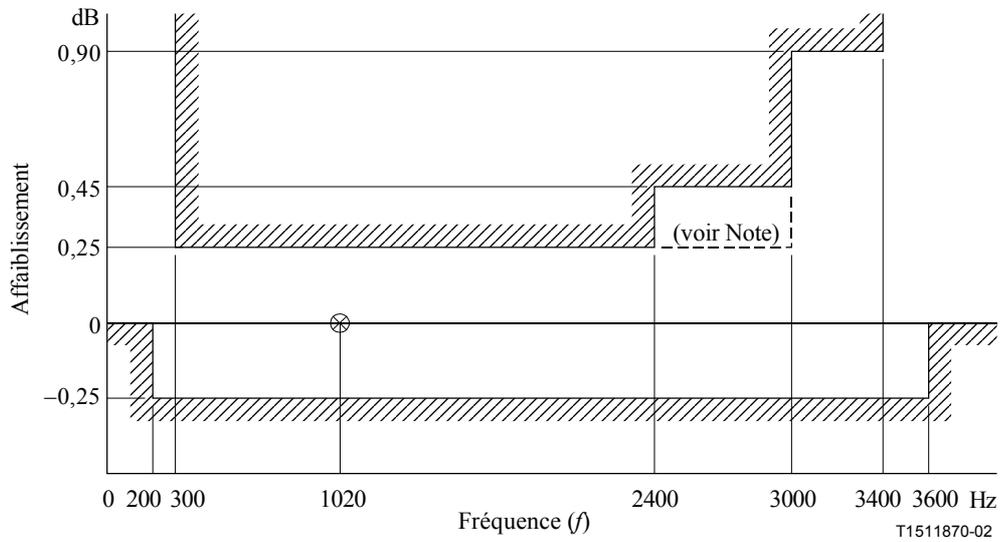
NOTE – Dans certaines applications pour lesquelles plusieurs canaux MIC peuvent être connectés en cascade, il peut être nécessaire d'étendre de 2400 Hz à 3000 Hz la limite de  $+0,5 \text{ dB}$ .

**Figure 2/G.712 – Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence pour canaux entre accès analogiques à 4 fils (E4<sub>1in</sub> à E4<sub>2out</sub>)**



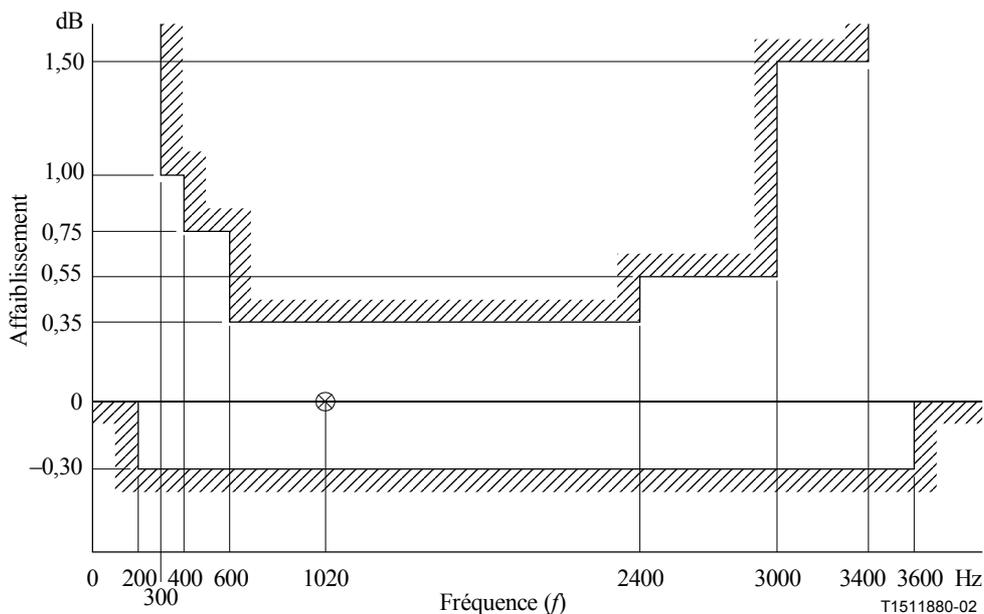
NOTE – Certains opérateurs de réseau appliquent une limite de 1 dB comme affaiblissement maximal entre 300 Hz et 3000 Hz.

**Figure 3/G.712 – Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence pour canaux analogique à analogique entre accès analogiques 2 fils ( $E2_{in}$  à  $E2_{out}$ )**



NOTE – Dans certaines applications où plusieurs canaux MIC sont connectés en cascade, il peut être nécessaire de porter la limite de +0,25 dB de 2400 Hz à 3000 Hz.

**Figure 4/G.712 – Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence pour canaux entre un accès analogique 4 fils et un accès numérique ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$  et  $T_{in}$  à  $E4_{out}$ )**



NOTE – Certains opérateurs de réseau appliquent une limite de 0,5 dB comme affaiblissement maximal entre 300 Hz et 3000 Hz.

**Figure 5/G.712 – Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence pour canaux entre un accès analogique 2 fils et un accès numérique (E2<sub>in</sub> à T<sub>out</sub> et T<sub>in</sub> à E2<sub>out</sub>)**

## 8 Temps de propagation de groupe

Les spécifications du temps absolu de propagation de groupe et de la distorsion du temps de propagation de groupe entre accès analogiques et numériques ne sont que des objectifs de conception.

Les spécifications de temps de propagation de groupe absolu et de distorsion du temps de propagation de groupe doivent être observées pour un niveau de puissance à l'entrée de  $-10$  dBm<sub>0</sub> (valeur préconisée). A titre de variante, on peut utiliser un niveau de 0 dBm<sub>0</sub>.

### 8.1 Temps absolu de propagation de groupe

Le temps absolu de propagation de groupe à la fréquence du temps minimal de propagation de groupe ne doit pas dépasser la limite indiquée au Tableau 6.

On notera que le temps de propagation absolu est spécifié en fonction de l'accès A ou B; en effet, le brasseur numérique induit un temps de propagation additionnel. Il ne s'agit ici que d'objectifs de conception.

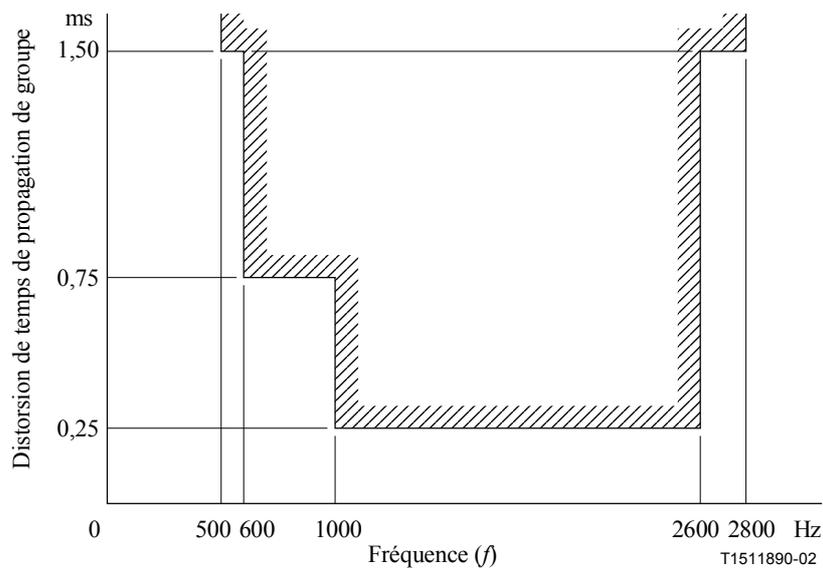
**Tableau 6/G.712 – Spécifications du temps absolu de propagation de groupe**

Canaux	Temps absolu de propagation de groupe ( $\mu$ s)
4 fils analogique à analogique (E4 <sub>1in</sub> à E4 <sub>2out</sub> )	< 600
2 fils analogique à analogique (E2 <sub>1in</sub> à E2 <sub>2out</sub> )	< 750
4 fils analogique à numérique (E4 <sub>in</sub> à A <sub>out</sub> ou B <sub>out</sub> )	< 360
Numérique à analogique 4 fils (A <sub>in</sub> ou B <sub>in</sub> à E4 <sub>out</sub> )	< 240
Analogique 2 fils à numérique (E2 <sub>in</sub> à A <sub>out</sub> ou B <sub>out</sub> )	< 450
Numérique à analogique 2 fils (A <sub>in</sub> ou B <sub>in</sub> à E2 <sub>out</sub> )	< 300

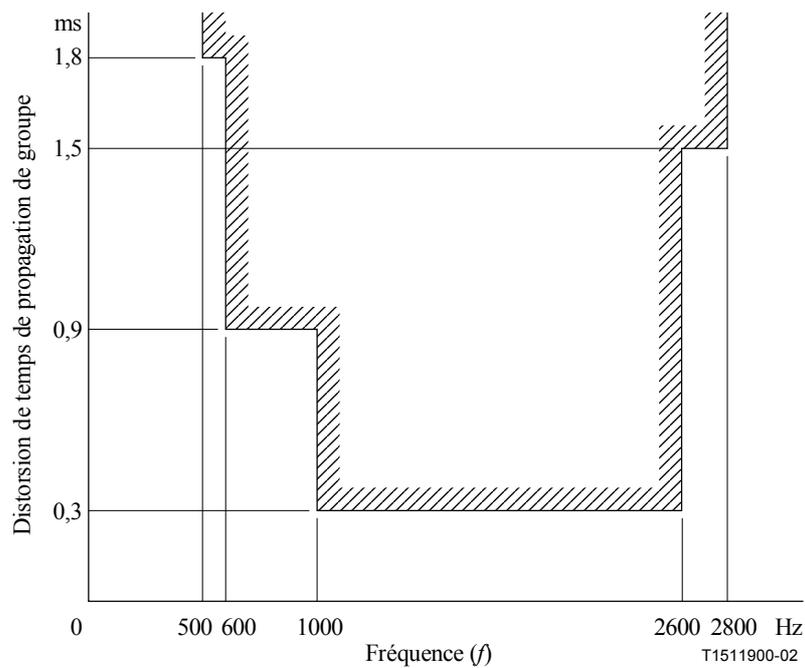
## 8.2 Distorsion du temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence

La distorsion du temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser les limites du gabarit représenté aux Figures 6, 7, 8 ou 9.

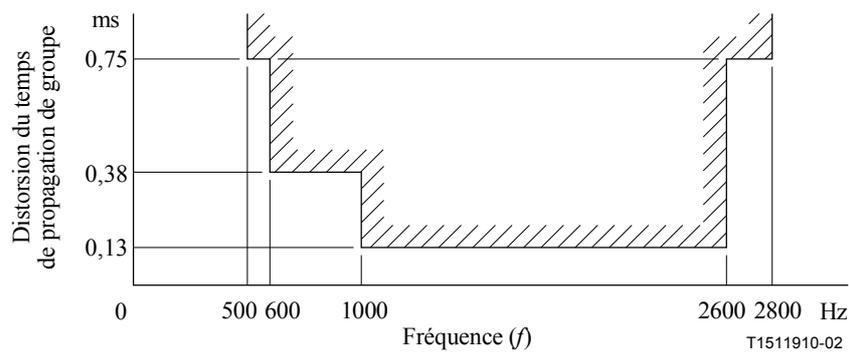
La valeur minimale du temps absolu de propagation de groupe est prise comme référence pour la distorsion du temps de propagation de groupe.



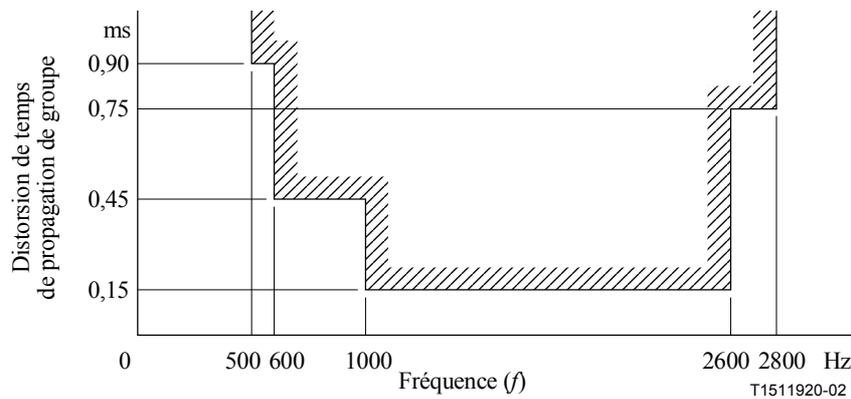
**Figure 6/G.712 – Distorsion du temps de propagation de groupe pour canaux entre accès analogiques 4 fils (E4<sub>1in</sub> à E4<sub>2out</sub>)**



**Figure 7/G.712 – Distorsion du temps de propagation de groupe pour canaux entre accès analogiques 2 fils (E2<sub>in</sub> à E2<sub>out</sub>)**



**Figure 8/G.712 – Distorsion du temps de propagation de groupe pour canaux entre un accès analogique 4 fils et un accès numérique (E4<sub>in</sub> à T<sub>out</sub> et T<sub>in</sub> à E4<sub>out</sub>)**



**Figure 9/G.712 – Distorsion du temps de propagation de groupe pour canaux analogique 2 fils et un accès numérique (E2<sub>in</sub> à T<sub>out</sub> et T<sub>in</sub> à E2<sub>out</sub>)**

## 9 Bruit sur le canal au repos

### 9.1 Bruit pondéré

Les accès d'entrée et de sortie du canal étant bouclés sur l'impédance nominale, le bruit sur le canal au repos ne doit pas dépasser les limites indiquées au Tableau 7.

**Tableau 7/G.712 – Spécifications du bruit pondéré du canal au repos**

Accès bouclé	Accès mesuré	Bruit pondéré (dBm0p)	Notes
Analogique 4 fils, E4 <sub>1in</sub>	Analogique 4 fils, E4 <sub>2out</sub>	< -65	
Analogique 2 fils, E2 <sub>1in</sub>	Analogique 2 fils, E2 <sub>2out</sub>	< -65	1, 4
Analogique 4 fils, E4 <sub>in</sub>	Numérique, T <sub>out</sub>	< -67	2
Numérique, T <sub>in</sub>	Analogique 4 fils, E4 <sub>out</sub>	< -70	3
Analogique 2 fils, E2 <sub>in</sub>	Numérique, T <sub>out</sub>	< -67	2
Numérique, T <sub>in</sub>	Analogique 2 fils, E2 <sub>out</sub>	< -70	3, 5

NOTE 1 – Cette limite ne comporte pas de marge relative au bruit supplémentaire qui peut se produire en cas de signalisation à 2 fils. En raison des effets de la quantification, il n'est pas toujours possible de prévoir des puissances de bruit supplémentaires.

NOTE 2 – Bruit pondéré mesuré à l'extrémité de codage.

NOTE 3 – Bruit mesuré à l'extrémité de décodage. L'accès numérique est activé par un signal MIC (code de repos) correspondant à la valeur 0 à la sortie du décodeur pour la loi  $\mu$  ou à la valeur 1 pour la loi A.

NOTE 4 – Si  $L_0 < 5$  dBr, la limite de bruit est de -64 dBm0p.

NOTE 5 – Si  $L_0 < -5$  dBr, la limite de bruit est de -75 dBmp.

NOTE 6 – Les mesures psophométriques de signaux composites à des accès d'impédance complexe doivent être effectuées au moyen d'un psophomètre ayant une impédance d'entrée à l'impédance nominale complexe spécifique pour cet accès. Le psophomètre doit être étalonné en conséquence (voir aussi la Rec. UIT-T O.41 et l'Annexe A/G.100).

## 9.2 Perturbations monofréquence

Le niveau de bruit mesuré sélectivement à une fréquence quelconque (en particulier à la fréquence d'échantillonnage et ses multiples aux accès de sortie  $E_{4_{out}}$  analogique 4 fils et  $E_{2_{out}}$  analogique 2 fils) ne devrait pas dépasser  $-50$  dBm0. Entre 300 Hz et 3400 Hz, le niveau de toute fréquence unique mesuré sélectivement et corrigé par le coefficient de pondération psophométrique (voir le Tableau 1/O.41) ne doit pas dépasser  $-73$  dBm0.

## 10 Protection contre les signaux hors bande

### 10.1 Signaux d'entrée au-dessus de 4600 Hz aux accès analogiques E4 et E2

Si un signal sinusoïdal d'une fréquence comprise entre 4600 Hz et 72 kHz est appliqué aux accès d'entrée analogiques du canal à un niveau approprié, le niveau d'une fréquence image quelconque produite à un accès de sortie E ou T doit être inférieur au niveau du signal de mesure au moins de 25 dB.

NOTE – On a constaté qu'un niveau de  $-25$  dBm0 convient au signal de mesure.

### 10.2 Signaux d'entrée inférieurs à 300 Hz à l'accès analogique 2 fils E4 et E2

Aucune valeur particulière n'est recommandée.

NOTE 1 – Bien que certains opérateurs de réseau n'aient aucune spécification particulière en la matière, d'autres ont jugé nécessaire d'avoir au moins 20 à 26 dB de réjection du côté codage aux fréquences comprises entre 15 Hz et 60 Hz.

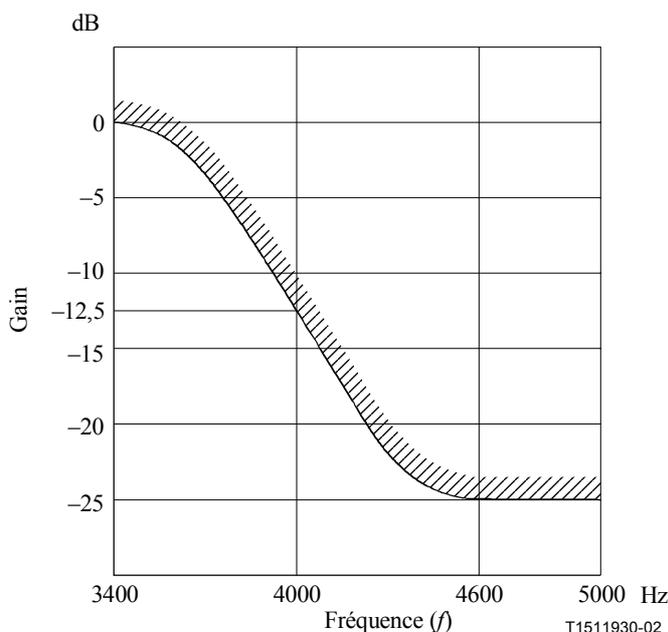
NOTE 2 – On peut obtenir une suppression totale des perturbations longitudinales grâce à la combinaison d'un bon équilibrage longitudinal (voir paragraphe 6) et d'un filtrage passe-haut.

### 10.3 Spécifications générales (accès 4 fils uniquement)

Dans les conditions les plus défavorables pour un réseau national, le canal MIC 4 fils ( $E_{4_{in}}$  vers  $E_{4_{out}}$  ou  $E_{4_{in}}$  vers  $T_{out}$ ) ne doit pas contribuer pour plus de 100 pW0p de bruit dans la bande de 10 Hz à 4 kHz à la sortie du canal, en raison de l'existence de signaux hors bande à l'entrée analogique à 4 fils.

NOTE 1 – La protection requise est fonction de la qualité des éléments des équipements de canal de multiplexage par répartition en fréquence (FDM, *frequency division multiplex*) et des postes téléphoniques des réseaux nationaux, et les opérateurs de réseau doivent examiner attentivement leurs spécifications en tenant compte des observations ci-dessus et de la condition du 10.1. Dans tous les cas, il faut au minimum respecter la condition du 10.1.

NOTE 2 – Il convient de noter l'importance que revêt la caractéristique d'affaiblissement dans la bande de 3400 Hz à 4600 Hz. On peut satisfaire aux conditions ci-dessus avec d'autres caractéristiques d'affaiblissement mais le gabarit de filtre représenté à la Figure 10 fournit une protection adéquate contre les signaux hors bande aux entrées de canaux analogiques 2 fils et 4 fils.



NOTE – La partie courbe du graphique obéit à l'équation:

$$G = 12,5 \left[ \sin \frac{\pi(f - 400)}{1200} - 1 \right] \text{ dB pour la gamme de fréquences } 3400 \leq f \leq 4600.$$

**Figure 10/G.712 – Gabarit pour la variation du gain par rapport au gain à 1020 Hz**

## 11 Signaux parasites à l'accès sortie du canal

### 11.1 Signaux parasites hors bande à l'accès sortie du canal

#### 11.1.1 Signal dans la bande présent à l'entrée

Si un signal de mesure sinusoïdal quelconque de fréquence comprise entre 300 Hz et 3400 Hz, avec un niveau de 0 dBm0 est appliqué à l'entrée d'un canal numérique ou analogique ( $T_{in}$  ou  $E4_{in}/E2_{in}$  connectés), le niveau des signaux images parasites hors bande mesurés sélectivement à la sortie de l'accès analogique 2 ou 4 fils ( $E4_{out}$  ou  $E2_{out}$ ) doit être inférieur à -25 dBm0.

NOTE – L'attention est attirée sur l'importance que revêt la caractéristique d'affaiblissement dans la bande de 3400 Hz à 4600 Hz. On peut satisfaire aux conditions ci-dessus avec d'autres caractéristiques d'affaiblissement, mais le gabarit de filtre représenté à la Figure 10 fournit une protection adéquate contre les signaux hors bande.

#### 11.1.2 Spécification générale

Les signaux parasites hors bande ne doivent pas donner naissance à des brouillages inacceptables dans les équipements reliés au canal MIC. En particulier, la diaphonie (intelligible ou non) dans un canal FDM relié au canal MIC ne doit pas dépasser un niveau de -65 dBm0 par suite de la présence de signaux parasites hors bande à la sortie du canal MIC.

NOTE – La protection requise dépend de la qualité des équipements du canal FDM et de celle des postes téléphoniques des réseaux nationaux, et les opérateurs de réseau doivent étudier attentivement leurs spécifications en tenant compte des observations ci-dessus et de la spécification du 11.1.1 ci-dessus. Dans tous les cas, il faut au minimum respecter la spécification du 11.1.1.

### 11.2 Signaux parasites dans la bande à l'accès sortie du canal

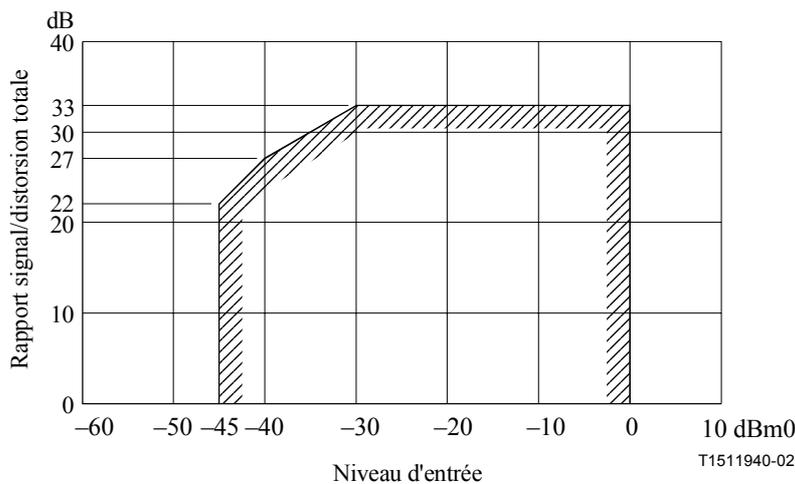
Si un signal de mesure sinusoïdal quelconque de fréquence comprise entre 700 Hz et 1100 Hz et de niveau 0 dBm0 est appliqué aux accès d'entrée analogique d'un canal ( $E4_{1in}$  ou  $E2_{1in}$ ), le niveau de

sortie à une fréquence quelconque autre que celle du signal de mesure appliqué, mesuré sélectivement dans la bande de fréquences de 300 Hz à 3400 Hz à l'accès de sortie analogique 2 fils ou 4 fils ( $E4_{2out}$  ou  $E2_{2out}$ ), doit être inférieur à  $-40$  dBm0.

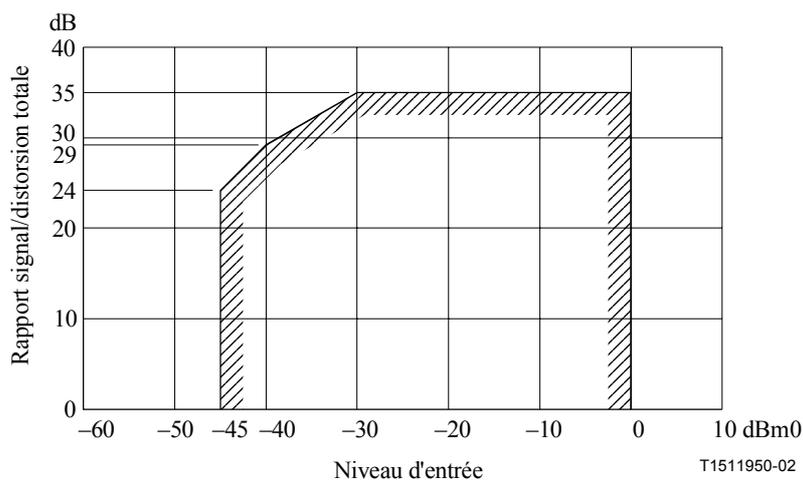
## 12 Distorsion totale, y compris la distorsion de quantification

Si un signal de mesure sinusoïdal à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz est appliqué à l'accès d'entrée d'un canal, le rapport de la puissance du signal à la puissance de distorsion totale, mesuré à l'accès de sortie du canal avec une pondération appropriée du bruit (voir le Tableau 4/G.223) doit se trouver au-dessus des limites du gabarit représenté aux Figures 11 et 12.

NOTE – Une méthode faisant appel à un signal de bruit d'essai est utilisée. Cette méthode, qui n'est pas exactement équivalente à la méthode du signal de mesure sinusoïdal, est décrite dans l'Appendice I.



**Figure 11/G.712 – Rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques ( $E4_{1in}$  à  $E4_{2out}$  et  $E2_{1in}$  à  $E2_{2out}$ )**

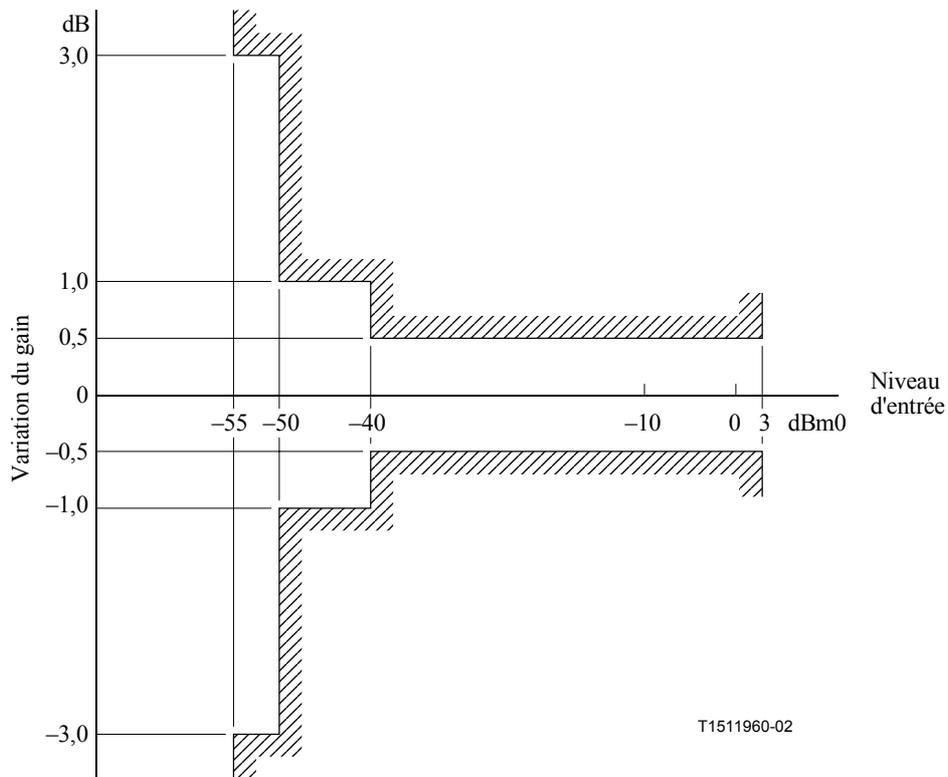


**Figure 12/G.712 – Rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique et un accès numérique ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$ ,  $T_{in}$  à  $E4_{out}$ ,  $E2_{in}$  à  $T_{out}$  et  $T_{in}$  à  $E2_{2out}$ )**

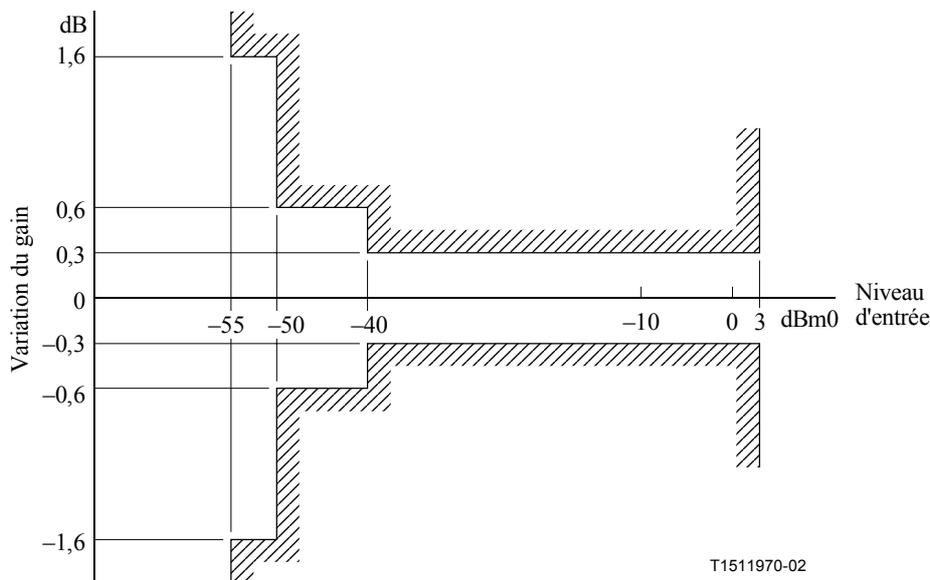
### 13 Variation du gain avec le niveau d'entrée

Si un signal de mesure sinusoïdal à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz et de niveau compris entre  $-55$  dBm0 et  $+3$  dBm0 est appliqué aux accès d'entrée d'un canal quelconque, la variation du gain à l'accès de sortie de ce canal par rapport à sa valeur pour un niveau d'entrée de  $-10$  dBm0 doit rester comprise entre les limites du gabarit représenté aux Figures 13 ou 14.

NOTE – Une méthode faisant appel à un signal de bruit d'essai est utilisée. Cette méthode, qui n'est pas exactement équivalente à la méthode du signal de mesure sinusoïdal, est décrite dans l'Appendice I.



**Figure 13/G.712 – Variation du gain avec le niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques ( $E4_{1in}$  à  $E4_{2out}$  et  $E2_{1in}$  à  $E2_{2out}$ )**



**Figure 14/G.712 – Variation du gain avec le niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique et un accès numérique ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$ ,  $T_{in}$  à  $E4_{out}$ ,  $E2_{in}$  à  $T_{out}$  et  $T_{in}$  à  $E2_{out}$ )**

## 14 Diaphonie

### 14.1 Généralités

Pour les mesures de la diaphonie, des signaux auxiliaires sont injectés comme indiqué aux Figures 15 à 21. Il s'agit des signaux suivants:

- le code de repos, c'est-à-dire un signal MIC correspondant à la valeur 0 à la sortie du décodeur pour la loi  $\mu$  ou à la valeur 1 à la sortie du décodeur pour la loi A (le bit de signe étant dans un état fixe);
- un signal auxiliaire de bas niveau ou un signal sinusoïdal de niveau compris entre  $-33$  dBm0 et  $-40$  dBm0. La fréquence et les caractéristiques du filtre de l'appareil de mesure doivent être choisies avec soin, afin que le signal auxiliaire ne dégrade pas notablement la précision de la mesure de la diaphonie.

### 14.2 Diaphonie entre canaux reliant des accès analogiques

#### 14.2.1 Télédiaphonie

La diaphonie entre canaux individuels doit être telle que si l'on applique un signal sinusoïdal à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz et de niveau 0 dBm0 à un accès d'entrée analogique 2 ou 4 fils ( $E4_{1in}$  ou  $E2_{1in}$ ), le niveau de diaphonie reçu à l'accès de sortie analogique 4 fils ou 2 fils de tout autre canal ( $E4_{2out}$  ou  $E2_{2out}$ ) ne devrait pas dépasser  $-65$  dBm0 pour la télédiaphonie (FEXT, *far-end crosstalk*). Voir la Figure 15 pour les mesures des canaux 2 et 4 fils.

#### 14.2.2 Diaphonie entre les deux sens de transmission pour canaux entre accès analogiques 4 fils

La diaphonie entre une voie et la voie de retour correspondante d'un circuit doit être telle que, un signal sinusoïdal de fréquence comprise entre 300 Hz et 3400 Hz et de niveau 0 dBm0, étant appliqué à un accès d'entrée analogique à 4 fils ( $E4_{1in}$  ou  $E4_{2in}$ ), le niveau de diaphonie mesuré à l'accès de sortie analogique 4 fils (respectivement  $E4_{1out}$  ou  $E4_{2out}$ ) de la voie de retour correspondante n'excède pas  $-60$  dBm0 lorsque le canal est relié à un autre multiplexeur primaire. Voir la Figure 15.

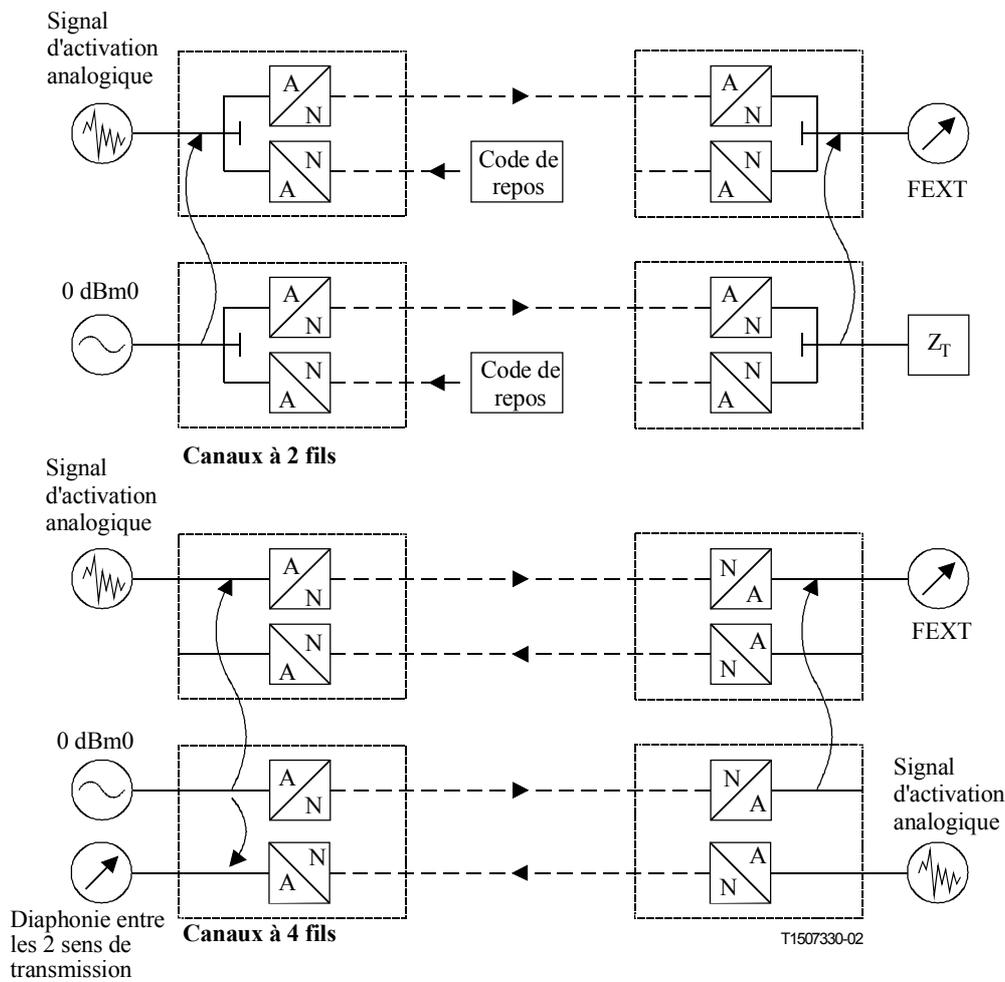
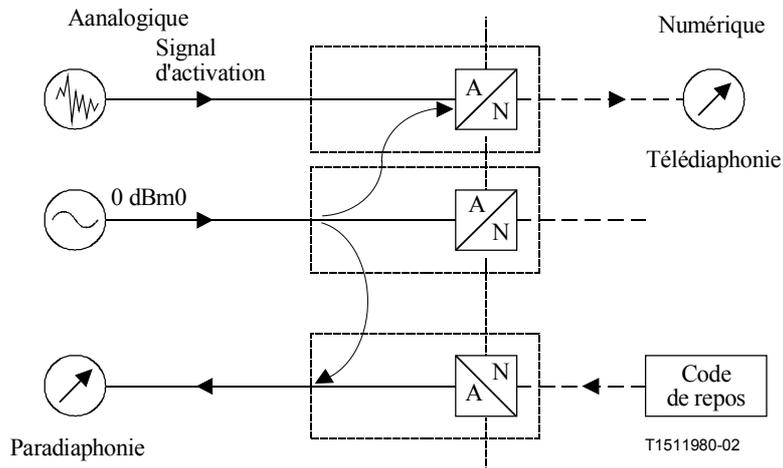


Figure 15/G.712 – Mesure de la diaphonie entre canaux

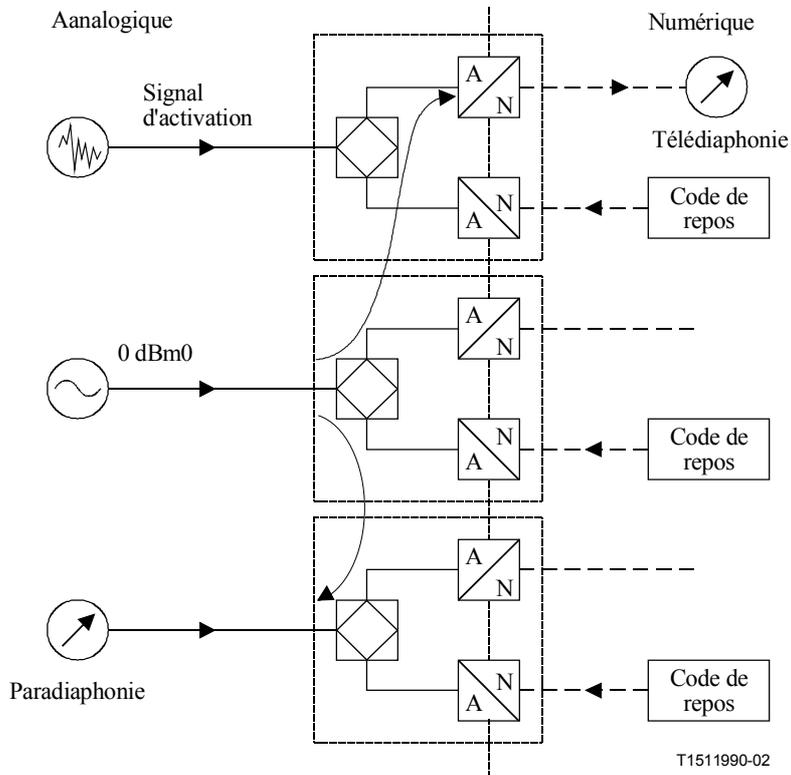
### 14.3 Diaphonie entre canaux reliant des accès analogiques et numériques

#### 14.3.1 Télédiaphonie et paradiaphonie mesurées avec un signal d'essai analogique

La diaphonie entre voies doit être telle que, si l'on applique un signal sinusoïdal à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz et de niveau 0 dBm0 à un accès d'entrée analogique, le niveau de diaphonie dans une autre voie ne dépasse pas  $-73$  dBm0 pour la paradiaphonie (NEXT, *near-end crosstalk*) et  $-70$  dBm0 pour la télédiaphonie (FEXT). Voir les Figures 16 et 17 pour les mesures respectives des circuits à 4 fils et à 2 fils.



**Figure 16/G.712 – Mesures de FEXT et NEXT avec un signal d'essai analogique pour canaux avec accès à 4 fils (E4)**



**Figure 17/G.712 – Mesures de FEXT et NEXT avec un signal d'essai analogique pour canaux avec accès à 2 fils (E2)**

### 14.3.2 Diaphonie entre les deux sens de transmission mesurée avec un signal d'essai analogique

La diaphonie entre une voie et sa voie de retour associée devrait être telle qu'avec un signal sinusoïdal de fréquence comprise entre 300 Hz et 3400 Hz et de niveau 0 dBm0, appliqué à un accès d'entrée, le niveau de diaphonie mesuré à la sortie de la voie de retour correspondante ne dépasse pas -66 dBm0. Voir la Figure 18.

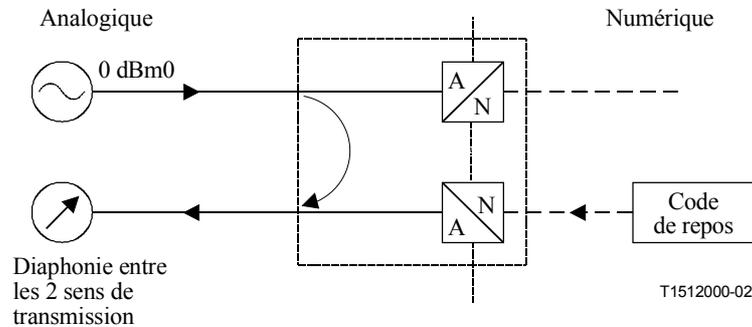


Figure 18/G.712 – Mesures avec signal d'essai analogique de diaphonie entre une voie et la voie de retour sur accès 4 fils (E4)

### 14.3.3 Télédiaphonie et paradiaphonie, mesurées avec un signal d'essai numérique

La diaphonie entre voies doit être telle qu'avec un signal sinusoïdal obtenu par simulation numérique, à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz et de niveau 0 dBm0, appliqué à l'accès d'entrée numérique, le niveau de la diaphonie reçue dans une autre voie ne dépasse pas -70 dBm0 pour la paradiaphonie (NEXT) et pour la télédiaphonie (FEXT). Voir les Figures 19 et 20 pour les mesures respectives des canaux à 4 et à 2 fils.

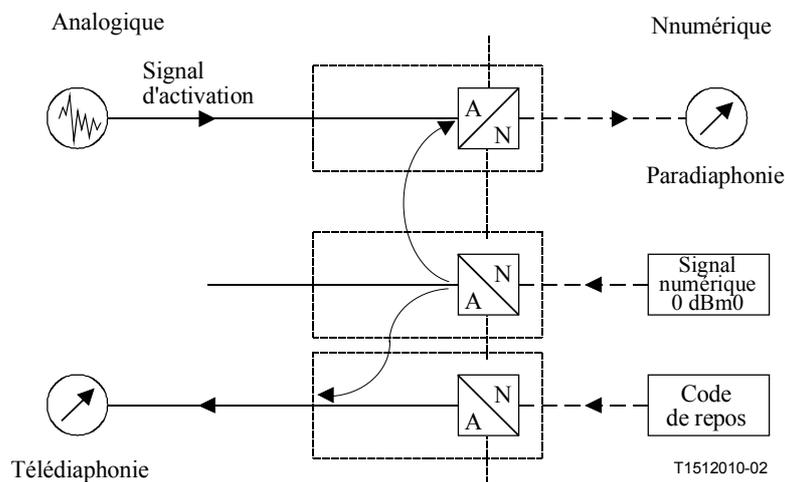
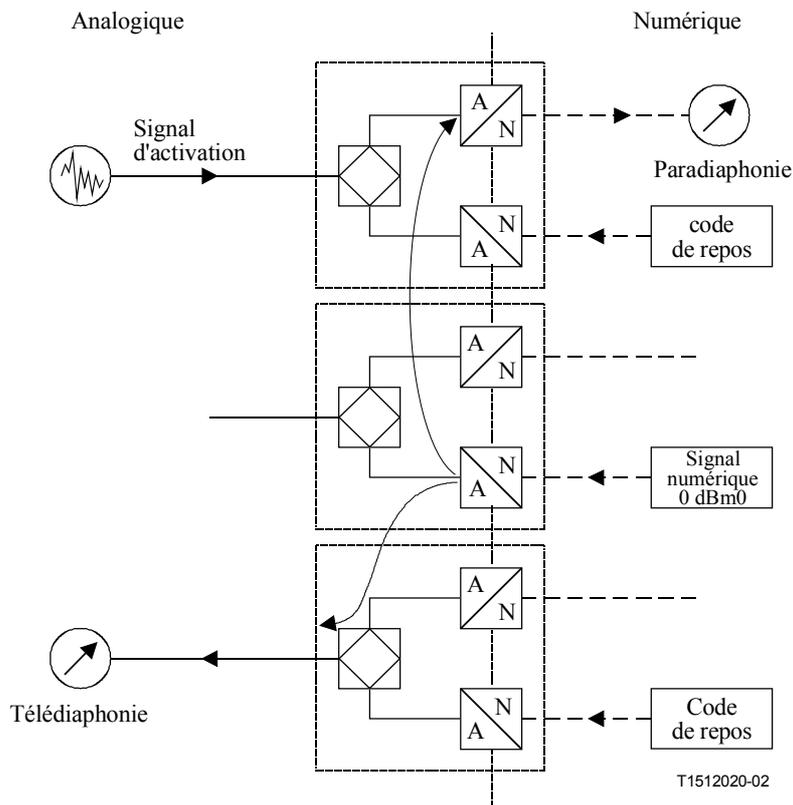


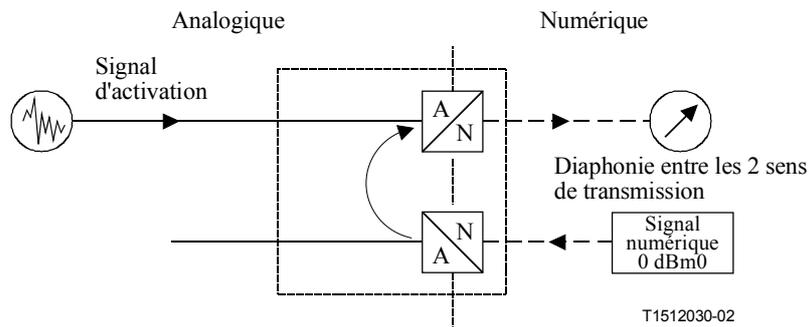
Figure 19/G.712 – Mesures de FEXT et NEXT avec signal d'essai numérique pour canaux avec accès 4 fils (E4)



**Figure 20/G.712 – Mesures de FEXT et NEXT avec signal d'essai numérique pour canaux avec accès 2 fils (E2)**

#### 14.3.4 Diaphonie entre les deux sens de transmission mesurée avec un signal d'essai numérique

La diaphonie entre une voie et sa voie de retour associée doit être telle qu'avec un signal sinusoïdal obtenu par simulation numérique, de fréquence comprise entre 300 Hz et 3400 Hz et de niveau 0 dBm0, appliqué à un accès d'entrée, le niveau de diaphonie mesuré à la sortie de la voie de retour correspondante ne dépasse pas  $-66$  dBm0. Voir la Figure 21.



**Figure 21/G.712 – Mesure entre les deux sens avec signal d'essai numérique**

## 15 Perturbations dues à la signalisation

### 15.1 Canaux entre accès analogiques 4 fils

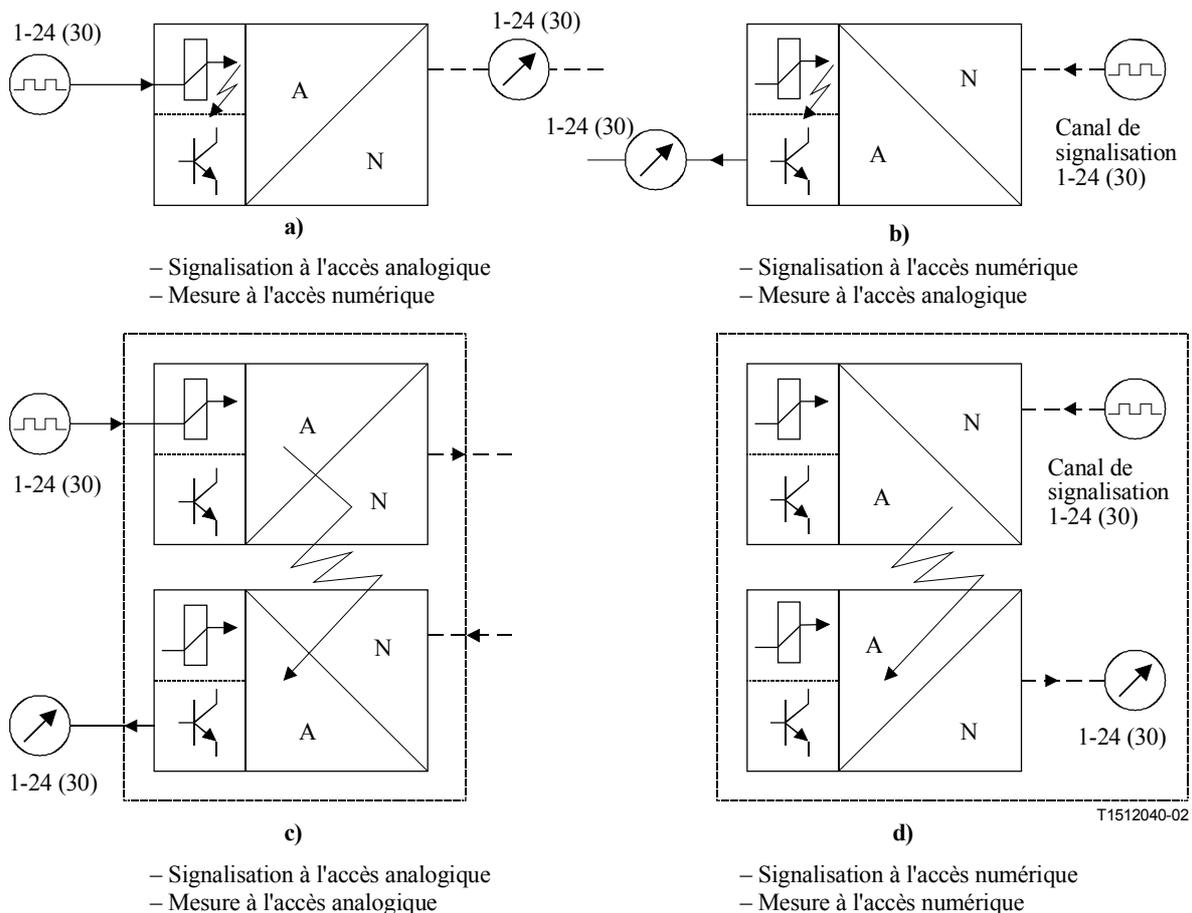
Le niveau maximal de perturbation dans un canal ne doit pas dépasser  $-60$  dBm0p, la signalisation (signal de 10 Hz avec un rapport cyclique de 50/50 simulant les impulsions de numérotation) étant active sur tous les autres canaux.

### 15.2 Canaux entre accès analogiques 2 fils

Le niveau maximal de perturbation dans un canal ne doit pas dépasser  $-50$  dBm0p, la signalisation (signal de 10 Hz avec un rapport cyclique de 50/50 simulant les impulsions de numérotation) étant active simultanément sur tous les autres canaux.

### 15.3 Canaux entre accès analogiques et numériques 4 fils

Pour caractériser les perturbations dues à la signalisation au moyen de mesures séparées, il faut faire quatre types de mesure (voir Figure 22), comme pour la diaphonie. Dans chaque cas, le niveau maximal de perturbation dans un canal ne doit pas dépasser  $-63$  dBm0p, la signalisation (signal de 10 Hz avec un rapport cyclique de 50/50 simulant la numérotation par impulsions) étant active simultanément sur tous les autres canaux.



**Figure 22/G.712 – Mesurage des contributions brouilleuses dues à la signalisation**

## 15.4 Canaux entre accès analogiques et numériques 2 fils

Pour caractériser les perturbations dues à la signalisation au moyen de mesures séparées, il faut faire deux types de mesure [voir Figure 22 configurations **a)** et **b)**] comme pour la diaphonie. Dans chaque cas, le niveau maximal de perturbation dans un canal ne doit pas dépasser  $-53$  dBm0p, la signalisation (signal de 10 Hz avec un rapport cyclique de 50/50 simulant la numérotation par impulsions) étant active simultanément sur tous les autres canaux.

## 16 Echo et stabilité aux accès 2 fils E2

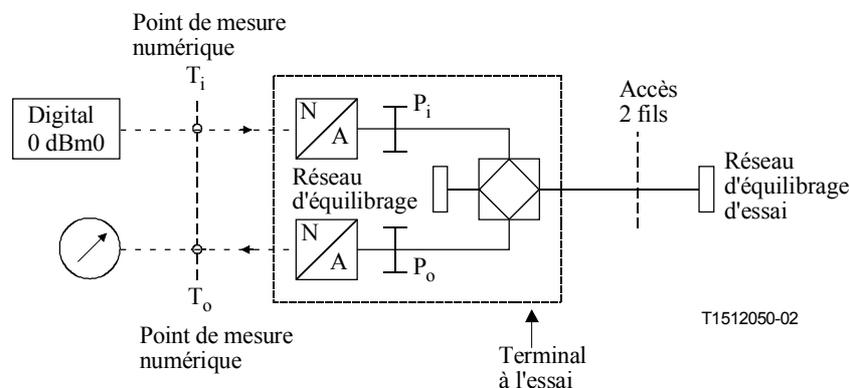
### 16.1 Affaiblissement d'équilibrage du terminal (TBRL)

Cette grandeur caractérise le niveau de la qualité de l'équipement nécessaire pour satisfaire à l'objectif de qualité comme spécifié pour l'écho dans la Rec. UIT-T G.122. Par définition, l'affaiblissement d'équilibrage du terminal (TBRL, *terminal balance return loss*) est l'affaiblissement d'équilibrage (voir la définition du 3.1.8.1/Q.552) mesuré par rapport à un réseau d'équilibrage d'essai. Il est en relation avec l'affaiblissement existant entre le point de mesure en entrée numérique,  $T_{in}$ , et le point de mesure en sortie numérique,  $T_{out}$  (voir Figure 23):

$$a_{io} = \text{affaiblissement de } T_{in} \text{ à } T_{out} = P_i + P_o + \text{TBRL} \quad (\text{dB})$$

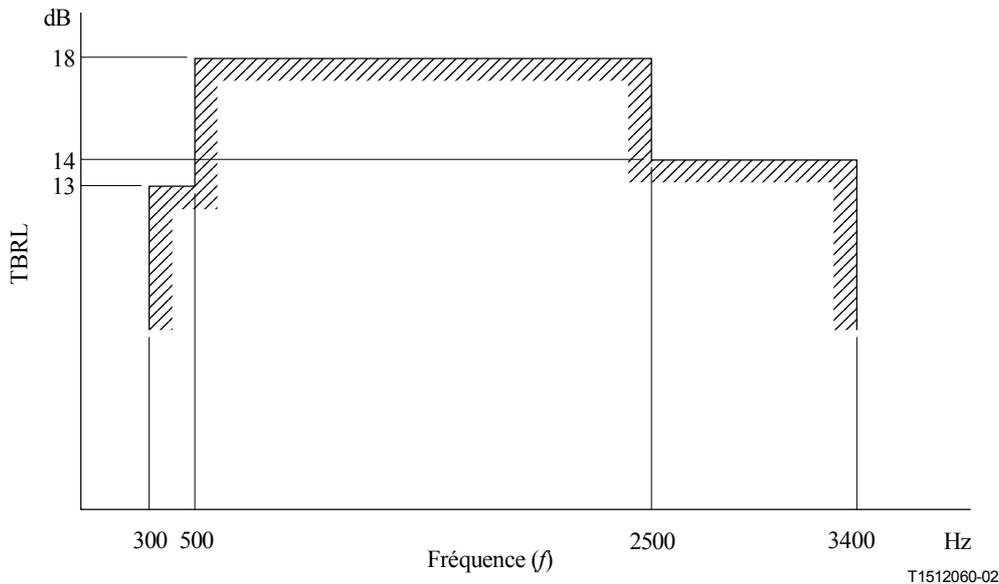
où  $P_i$  et  $P_o$  sont les valeurs de l'affaiblissement dans le circuit équivalent de la Figure 23, qui représentent à la fréquence de mesure la totalité de l'affaiblissement subi du point de mesure numérique au point 2 fils ou inversement.

Le TBRL doit être mesuré selon le montage représenté dans la Figure 23, au moyen d'un signal de mesure sinusoïdal aux fréquences de la bande téléphonique comprises entre 300 Hz et 3400 Hz.



**Figure 23/G.712 – Dispositif pour mesurer l'affaiblissement sur trajet simple**

Les valeurs de l'impédance d'équilibrage nominale et de l'écart maximal par rapport à cette valeur diffèrent d'un opérateur de réseau à l'autre. La gamme des impédances présentées aux accès à 2 fils pendant le fonctionnement normal varie aussi de manière considérable. Les opérateurs de réseau doivent établir leurs propres spécifications en ce qui concerne le TBRL, en tenant toutefois compte des plans de transmission nationaux ou internationaux. A titre de condition minimale, les valeurs limites du TBRL représentées dans la Figure 24 doivent être respectées lorsque l'accès 2 fils est terminé par un réseau d'équilibrage d'essai représentatif des valeurs d'impédance prévues pour l'ensemble des circuits 2 fils connectés à l'équipement MIC et en condition de conversation. Ces valeurs limites sont provisoires.



**Figure 24/G.712 – Valeurs minimales (provisoires) de l'affaiblissement d'équilibrage du terminal**

## 16.2 Affaiblissement pour la stabilité (SL)

Par définition, l'affaiblissement pour la stabilité (SL, *stability loss*) est la valeur minimale de l'affaiblissement  $a_{i0}$  sur trajet simple, quand on le mesure selon le montage de la Figure 23. L'affaiblissement pour la stabilité doit être mesuré entre  $T_{in}$  et  $T_{out}$  en terminant l'accès à 2 fils par des réseaux de mesure de la stabilité représentant le cas le moins favorable rencontré dans des conditions d'exploitation normales. Certains opérateurs de réseau estimeront que les terminaisons en circuit ouvert et en court-circuit sont suffisamment représentatives du cas le moins favorable; d'autres pourront spécifier, par exemple, une terminaison inductive pour représenter ce cas.

L'affaiblissement pour la stabilité peut, à toute fréquence, être exprimé comme suit:

$$SL \geq P_i + P_o - X \quad (\text{dB})$$

où  $P_i$  et  $P_o$  sont les valeurs mesurées de l'affaiblissement, à la fréquence de mesure, dans des conditions de terminaisons normales à l'accès 2 fils.  $X$  dépend de l'interaction entre l'impédance d'entrée 2 fils, l'impédance d'équilibrage 2 fils et l'impédance effectivement appliquée à l'accès 2 fils.  $X$  peut être calculé ou mesuré par la méthode décrite dans la Rec. UIT-T Q.552.

Pour les circuits 2 fils, les impédances d'entrée et d'équilibrage à une interface 2 fils/4 fils doivent habituellement être optimisées par les opérateurs de réseau en ce qui concerne l'écho et l'effet local. Les terminaisons du "le cas le moins favorable" dépendent des conditions réelles du réseau. La valeur de  $X$  est donc entièrement déterminée par les conditions du réseau et selon la stratégie d'impédance. Des valeurs entre 0 et 3 dB ont été observées en pratique.

Les opérateurs de réseau doivent choisir les valeurs nominales de  $P_i$  et  $P_o$  en tenant compte de la valeur de  $X$  dans leurs conditions d'exploitation particulières et en fonction des plans de transmission internationaux et nationaux pour la stabilité de l'ensemble du réseau (voir la Rec. UIT-T G.122).

## APPENDICE I

### Autres méthodes de mesure utilisant des signaux de bruit à bande limitée

#### I.1 Variation du gain avec le niveau d'entrée

Si un signal de bruit à bande limitée conforme à la Rec. UIT-T O.131 et de niveau compris entre  $-55$  dBm0 et  $-10$  dBm0 est appliqué à l'entrée d'un canal, la variation de gain de ce canal par rapport à sa valeur pour un niveau d'entrée de  $-10$  dBm0 doit rester comprise entre les limites du gabarit représenté aux Figures I.1 ou I.2. La mesure doit être limitée à la bande de fréquences 350 Hz à 550 Hz conformément aux caractéristiques du filtre définies au 3.2.1/O.131.

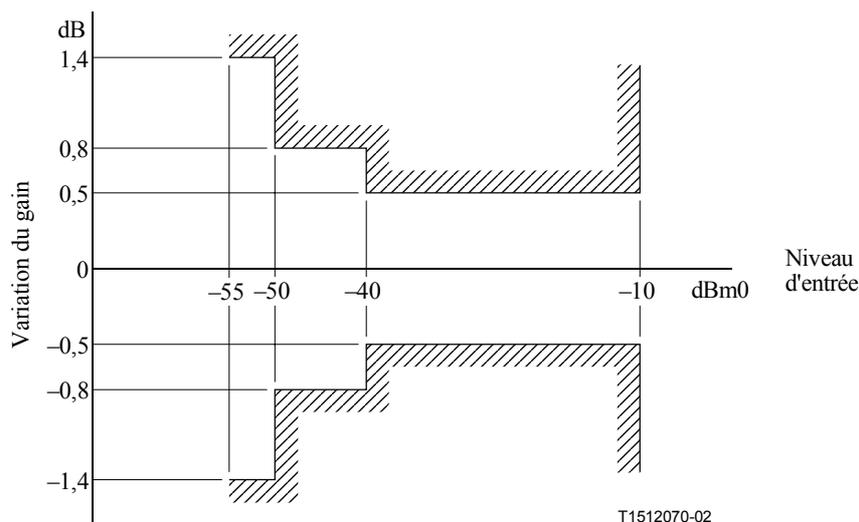


Figure I.1/G.712 – Variation du gain en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques ( $E4_{in}$  à  $E4_{2out}$ ) et ( $E2_{1in}$  à  $E2_{2out}$ )

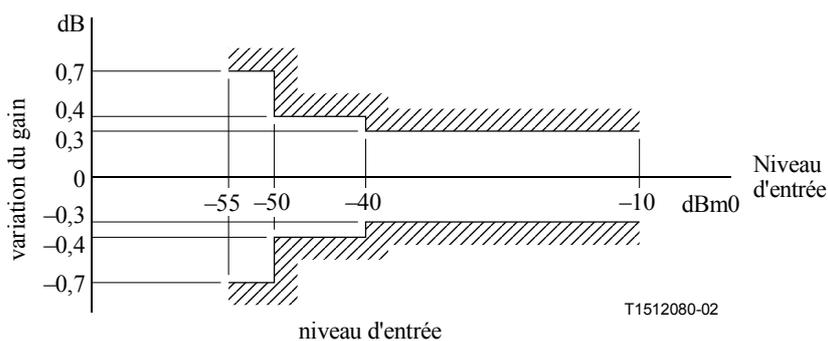
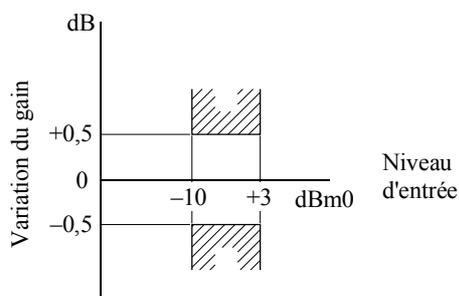


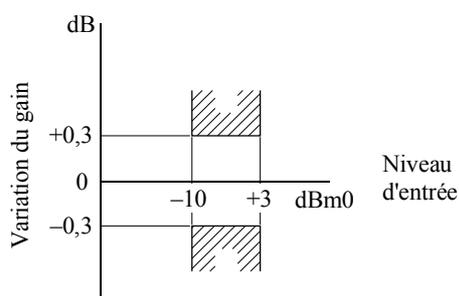
Figure I.2/G.712 – Variation du gain en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique et un accès numérique ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$ ,  $T_{in}$  à  $E4_{out}$ ,  $E2_{in}$  à  $T_{out}$  et  $T_{in}$  à  $E2_{out}$ )

De plus, un signal sinusoïdal à la fréquence nominale de référence de 1020 Hz et de niveau compris entre  $-10$  dBm0 et  $+3$  dBm0 étant appliqué aux bornes d'entrée d'un canal, la variation du gain de ce canal par rapport à sa valeur pour un niveau d'entrée de  $-10$  dBm0 doit rester comprise entre les limites du gabarit représenté aux Figures I.3 ou I.4.



T1523990-02

**Figure I.3/G.712 – Variation du gain en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques ( $E4_{1in}$  à  $E4_{2out}$ ) et ( $E2_{1in}$  à  $E2_{2out}$ )**



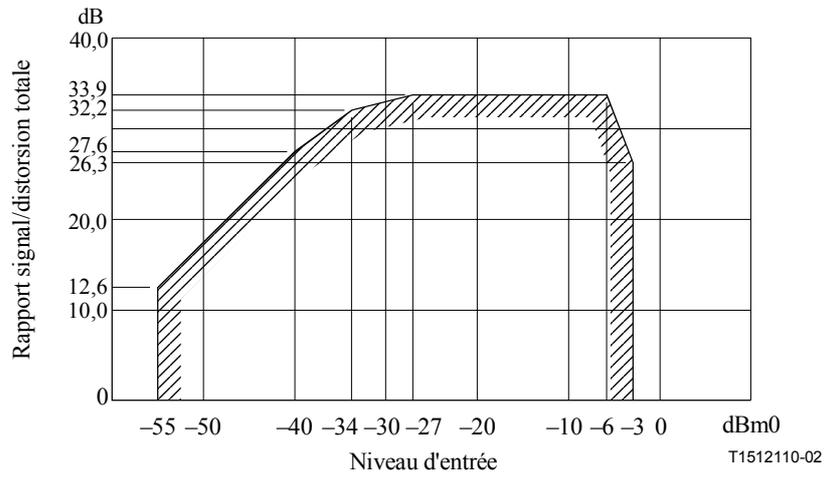
T1524000-02

**Figure I.4/G.712 – Variation du gain en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique et un accès numérique ( $E4_{in}$  à  $T_{out}$ ,  $T_{in}$  à  $E4_{out}$ ,  $E2_{in}$  à  $T_{out}$  et  $T_{in}$  à  $E2_{out}$ )**

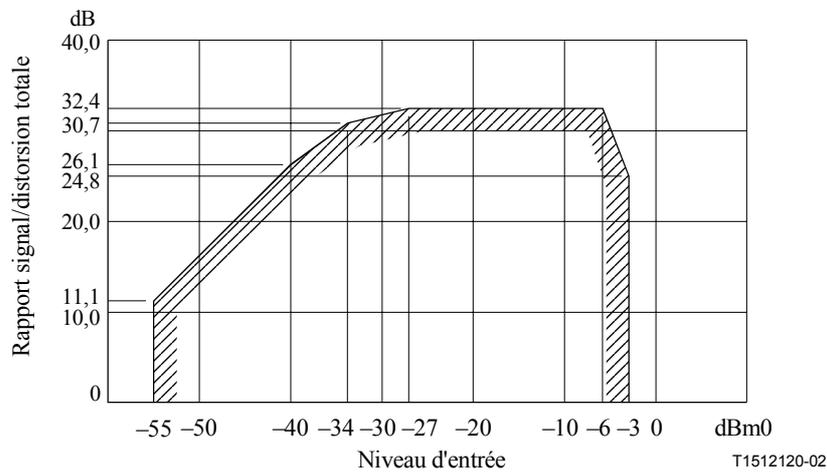
## I.2 Distorsion totale, y compris la distorsion de quantification

NOTE – Par rapport à la méthode recommandée au paragraphe 12 qui utilise le signal d'essai sinusoïdal, la méthode d'essai par le bruit décrite ici donne des courbes relativement lisses, qui ne dépendent pas beaucoup du niveau du signal d'entrée. La méthode qui utilise un signal sinusoïdal peut permettre de détecter avec plus de précision d'éventuelles imperfections du codec. Ainsi, cette méthode réagit-elle de façon différente à de mêmes dégradations du codec. La méthode d'essai par le bruit est plus contraignante de 1,5 dB que la méthode de mesure avec signal sinusoïdal.

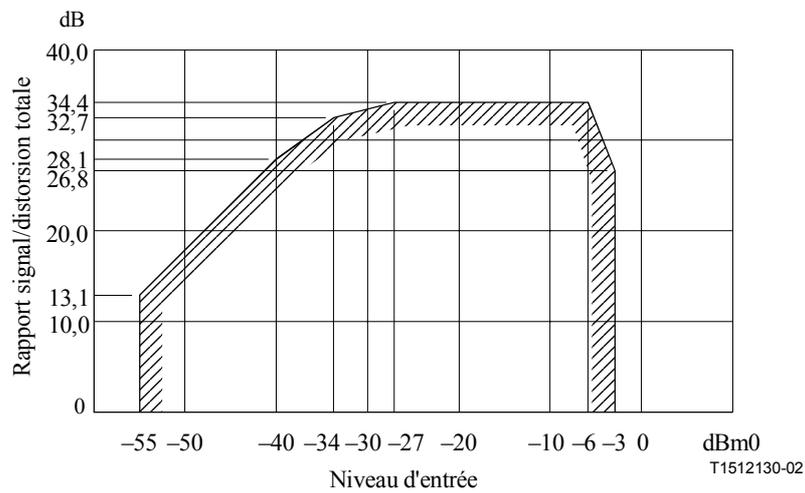
Lorsqu'on applique aux bornes d'entrée d'un canal un signal de bruit conforme à la Rec. UIT-T O.131, le rapport de la puissance de ce signal à la puissance de distorsion totale doit se trouver au-dessus des limites du gabarit représenté aux Figures I.5 à I.10.



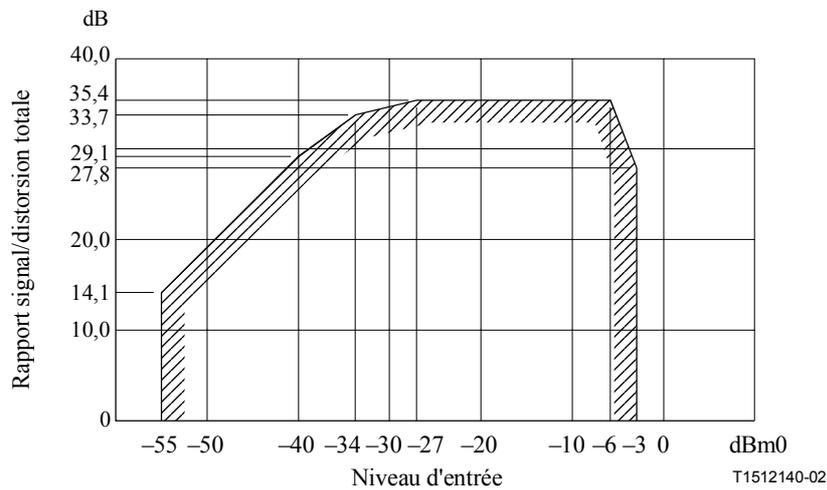
**Figure I.5/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques 4 fils ( $E4_{in}$  à  $E4_{out}$ )**



**Figure I.6/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre accès analogiques 2 fils ( $E2_{in}$  à  $E2_{out}$ )**

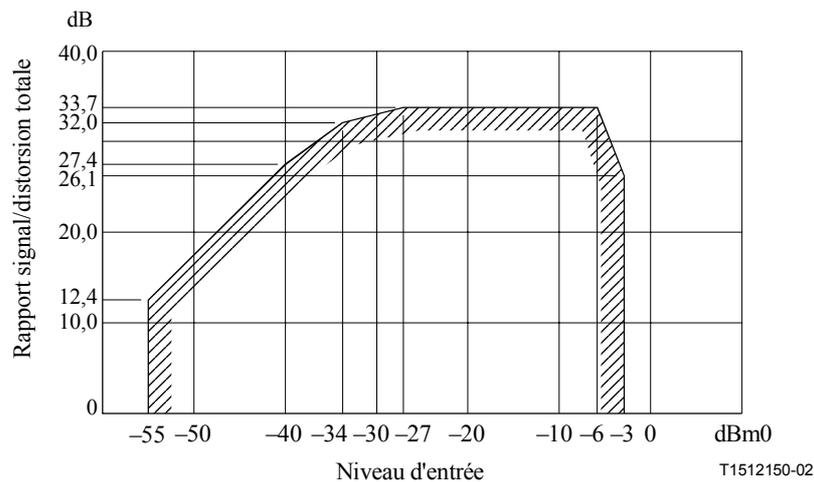


**Figure I.7/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique 4 fils et un accès numérique (E4<sub>in</sub> à T<sub>out</sub>)**

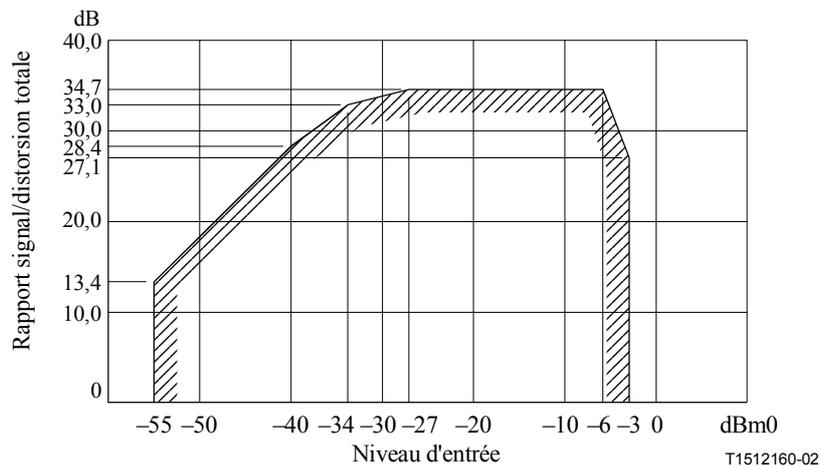


NOTE – Les valeurs du gabarit tiennent compte de la puissance de distorsion d'un codeur idéal.

**Figure I.8/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès numérique et un accès analogique à 4 fils (T<sub>in</sub> à E4<sub>out</sub>)**



**Figure I.9/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès analogique 2 fils et un accès numérique ( $E2_{in}$  à  $T_{out}$ )**



NOTE – Les valeurs du gabarit tiennent compte de la puissance de distorsion d'un codeur idéal.

**Figure I.10/G.712 – Variation du rapport signal/distorsion totale en fonction du niveau d'entrée pour canaux entre un accès numérique et un accès analogique 2 fils ( $T_{in}$  à  $E2_{out}$ )**

## APPENDICE II

### Méthode pour déterminer les rapports signal/distorsion totale dans le cas d'un codage selon la loi A

On peut obtenir analytiquement le rapport signal sur distorsion de quantification produit par des systèmes MIC d'un grand nombre de façons. La méthode adoptée ici est un cas particulier d'une analyse plus générale qui permet de comparer directement les résultats calculés avec ceux que donnent des mesures effectués en pratique sur les systèmes.

On suppose que la caractéristique de codage du système est "idéale", c'est-à-dire correspond de manière précise à la loi théorique de segmentation, le zéro alternatif coïncidant avec l'amplitude de décision centrale. On suppose que le signal d'entrée est symétrique autour du zéro alternatif et que les amplitudes instantanées ont une distribution gaussienne. Pour un signal d'entrée donné de variance  $\sigma_v^2$ , on peut déterminer la variance  $\sigma_u^2$  du signal total de sortie et, par une régression linéaire, la variance  $m^2 \sigma_v^2$  du contenu du signal de sortie, où  $m$  est la pente de la droite de régression de la sortie sur l'entrée.

La variance des composantes de distorsion est alors  $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_u^2 - m^2 \sigma_v^2$ , et le rapport signal/distorsion de quantification est (en dB):

$$10 \log_{10} \frac{m^2 \sigma_v^2}{\sigma_\varepsilon^2}$$

Les limites du gabarit de la Figure I.5, qui se rapportent à la distorsion *totale*, ont été déduites des valeurs théoriques du rapport signal/distorsion de *quantification* pour le codage de la loi A en soustrayant 4,5 dB. On a pu ainsi tenir compte des imperfections que présentent les codecs dans la pratique et d'une certaine intensité de bruit. (En fait, la soustraction des 4,5 dB était appliquée aux points de coupure du gabarit de la Figure I.5.)





## 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
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et 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, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie 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 généraux logiciels des systèmes de télécommunication