



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**CCITT**

COMITÉ CONSULTATIF  
INTERNATIONAL  
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

**Série G**

**Supplément 29**  
(11/1988)

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

---

**OBJECTIFS APPLICABLES AUX CHÂÎNES  
MIXTES ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE DE  
CIRCUITS À QUATRE FILS**

Réédition de la Recommandation du CCITT Série G,  
Supplément 29 publiée dans le Livre Bleu,  
Fascicule III.1 (1988)

---

## NOTES

- 1 La Recommandation Supplément 29 à la série G 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.

## OBJECTIFS APPLICABLES AUX CHÂÎNES MIXTES ANALOGIQUE/NUMÉRIQUE DE CIRCUITS À QUATRE FILS

Projet de Recommandation G.136

(Il est proposé de soumettre le présent supplément à un examen plus approfondi au cours de l'actuelle période d'études en vue d'en faire une nouvelle Recommandation.)

### 1 Considérations générales

Pendant la période de transition au cours de laquelle des réseaux analogiques tant nationaux qu'internationaux seront transformés en réseaux entièrement numériques, on pourra voir des chaînes de circuits téléphoniques à quatre fils de type mixte (voir la Recommandation G.101, § 4.2), dont certaines sections pourront être constituées de systèmes de transmission analogiques ou numériques.

Etant donné que cette période de transition pourra être assez longue et qu'il sera nécessaire de garantir une certaine qualité de transmission dans les chaînes de circuits mixtes, le CCITT recommande l'application de certains principes tels que ceux énumérés ci-après pour la composition de telles chaînes, ainsi que certains objectifs à atteindre en termes de paramètres.

Le principe essentiel de la normalisation des circuits mixtes réside dans le maintien des normes adoptées pour les circuits MRF. Ce maintien permettrait de conserver la qualité de transmission dans la chaîne à quatre fils formée par les circuits internationaux et de prolongement national.

C'est faisable pour certains paramètres, mais pour ce qui est de certains autres, on observe des différences considérables sur le plan des normes et des méthodes de mesure, qui sont dues aux conversions analogique/numérique et aux erreurs à l'intérieur des sections numériques.

Les objectifs définis pour certains paramètres de circuits mixtes sont contenus dans un certain nombre de Recommandations des séries G, Q et M. Toutefois, ces objectifs ne tiennent pas suffisamment compte des lois d'addition des distorsions fondées sur la multitude des structures de circuits mixtes et sur les caractéristiques spécifiques des méthodes de mesure utilisées.

Etant donné l'importance du maintien de la qualité de transmission durant la période de transition et compte tenu du rôle majeur accordé à la normalisation des circuits mixtes analogique/numérique, dont une multitude de types apparaissent en appliquant différents types de conversion analogique/numérique, le CCITT estime qu'il serait bon de pouvoir se référer à une Recommandation traitant des objectifs applicables aux circuits mixtes analogique/numérique et aux chaînes à quatre fils comportant à la fois des circuits analogiques et numériques.

La présente Recommandation a trait aux chaînes de circuits mixtes à quatre fils et aux connexions mixtes analogique/numérique aux deux extrémités desquelles sont installés des postes téléphoniques analogiques.

Elle s'inspire des Recommandations existantes relatives à l'équipement des voies MRF (Recommandation G.232), à l'équipement des voies MIC (Recommandation G.712), aux centres de commutation analogiques (Recommandations Q.45, Q.45 bis), aux centres de commutation numériques (Recommandations Q.551 à Q.554) et tient compte d'autres Recommandations des séries G et M.

Par la suite, à la lumière des résultats de l'étude relative à la Question 26/XII, la présente Recommandation devra être complétée par l'adjonction d'objectifs portant sur les chaînes de circuits mixtes constituées à l'aide de diverses méthodes de conversion analogique/numérique, telles que transmultiplexeurs (Recommandations G.793, G.794), modems (Recommandations G.941, V.37), transcodeurs (Recommandation G.761), groupe de codecs (Recommandation G.795), EMCN et connexions reliant un poste téléphonique numérique à une extrémité à un poste analogique à l'autre extrémité.

## 2 Structure d'une chaîne mixte analogique/numérique de circuits à quatre fils et à fréquence vocale

Les paramètres d'une chaîne mixte à quatre fils dépendent essentiellement du nombre de sections analogiques et de conversions analogique/numérique dans la chaîne.

Selon la Recommandation G.103, une chaîne à quatre fils peut avoir une longueur maximale de 12 circuits à quatre fils dans des cas exceptionnels (voir le tableau 2 de la Recommandation G.101). On peut donc supposer que ce nombre ne sera pas dépassé. Les cas les plus défavorables du point de vue des distorsions se produisent quand:

- tous les centres de commutation sont numériques et les sections de circuits qui en partent et qui y aboutissent sont composées de systèmes de transmission analogiques. Il y a dans ce cas 11 conversions analogique/numérique et 12 sections analogiques;
- tous les centres de commutation sont analogiques et les sections de circuits qui en partent et qui y aboutissent sont composées de systèmes numériques. Les conversions analogique/numérique et les sections numériques sont alors au nombre de 12.

De tels cas sont très rares. On considère comme plus représentative une situation caractérisée par un nombre de conversions analogique/numérique égal à la moitié du nombre maximal (Recommandation G.103, annexe B), soit 6, et par la présence d'flots numériques. La figure 1 représente cette structure de chaîne. Les sections analogiques sont au nombre de 6, tout comme les sections numériques. Il existe d'autres structures de chaînes mixtes à quatre fils quand les sections sont interconnectées sans équipement de commutation. La Recommandation M.562 (§ 3.2) étudie ces structures. L'alternance de sections numériques et analogiques (voir la figure 2) constitue le cas le plus défavorable pour un circuit de 12 sections sans centres de commutation, les conversions analogique/numérique étant alors au nombre de 6, tout comme les sections numériques et les sections analogiques.

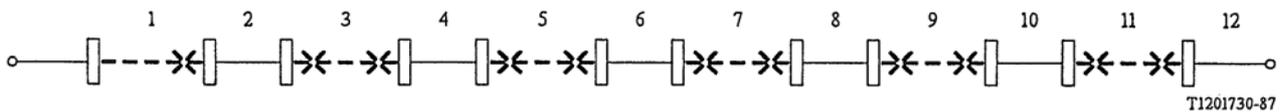


FIGURE 1

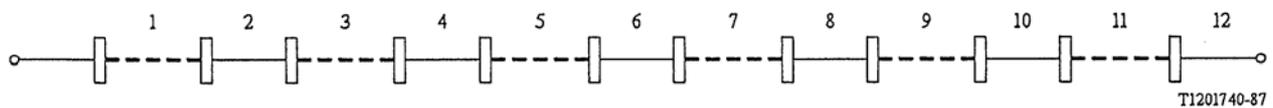


FIGURE 2

Par conséquent, l'étude de diverses structures de chaînes de circuits à fréquence vocale mixtes analogique/numérique montre que pour une chaîne à quatre fils constituée au maximum de 12 sections, il est souhaitable de fixer des objectifs de distorsion en se fondant sur 6 conversions analogique/numérique, 6 sections analogiques et 2 sections numériques.

Des variantes intermédiaires de combinaison de sections analogiques et numériques, et de conversion analogique/numérique sont possibles:

11 sections analogiques + 1 conversion analogique/numérique  
(1 section numérique) = 12

.....

6 sections analogiques + 6 conversions analogique/numérique  
(6 sections numériques) = 12

Il ne faut pas oublier que les chaînes se composent la plupart du temps de moins de 12 sections. La distorsion introduite par les centres de commutation est négligeable si ces derniers ne comportent pas de conversion analogique/numérique.

### 3 Objectifs pour les paramètres des circuits mixtes analogique/numérique

3.1 La valeur nominale de l'impédance terminale des sections analogiques et numériques et d'un équipement de commutation doit être de 600 ohms.

3.2 Il est préférable que l'affaiblissement d'adaptation de l'impédance terminale par rapport à la valeur nominale des sections analogiques et numériques et d'un équipement de commutation ne soit pas inférieur à 20 dB dans la bande 300-3400 Hz.

*Remarque* – Pour un centre de commutation et des équipements de voie MRF, une valeur de 15 dB dans la bande 300-600 Hz est admissible (voir le § 6.3 de la Recommandation Q.45 et le § 7 de la Recommandation G.232).

#### 3.3 *Dissymétrie par rapport à la terre*

Les spécifications des Recommandations relatives aux centres de commutation (Recommandations Q.45, Q.553) et aux équipements de voie MRF (Recommandation G.712) diffèrent en ce qui concerne la dissymétrie par rapport à la terre et les méthodes de mesure. La Recommandation relative aux équipements de voie MRF (Recommandation G.232) ne spécifie pas ce paramètre. La normalisation et les méthodes de mesure de ce paramètre pour les circuits mixtes sont à l'étude.

Tant que des méthodes de mesure et des objectifs uniformes n'auront pas été définis, la Recommandation K.10, qui traite de la dissymétrie des équipements de télécommunication, servira de ligne directrice dans les cas de chaînes mixtes de circuits à quatre fils.

#### 3.4 *Niveau relatif nominal*

Le niveau relatif nominal de l'équipement d'émission de chaque section (analogique et numérique) est de -14 (-16) dBr. Le niveau relatif nominal de l'équipement de réception de chaque section (analogique et numérique) est de +4 (+7) dBr [voir les Recommandations G.232 (§ 11), G.712 (§ 14), Q.45 (§ 3) et Q.553 (§ 2.2)].

Le niveau relatif nominal à l'extrémité virtuelle analogique est

- l'émission, de -35 dBr
- la réception, de -40 dBr pour les systèmes analogiques  
-35 dBr pour les systèmes numériques

(Voir la Recommandation G.101, § 5.2.)

Le niveau relatif nominal d'un circuit mixte est défini pour une fréquence qui ne doit être une sous-harmonique de la fréquence d'échantillonnage. La valeur provisoire recommandée pour cette fréquence est 1020 Hz.

#### 3.5 *Variation de la perte de transmission en fonction du temps*

L'écart type de perte de transmission ne doit pas dépasser 1 dB.

La différence entre la valeur moyenne et la valeur nominale de la perte de transmission ne doit pas dépasser 0,5 dB.

*Remarque* – Les valeurs indiquées sont définies dans le § 3 de la Recommandation G.151 pour un circuit entièrement analogique à condition que les voies fassent partie d'un seul groupe primaire équipé de régulateurs automatiques.

La stabilité des chaînes mixtes est meilleure en raison de l'existence de sections numériques ayant une plus grande stabilité que les sections analogiques; en revanche, dans les circuits mixtes, il n'existe pas de possibilité de régulation automatique du transit dans les sections analogiques, d'où une baisse de la stabilité globale. Pour cette raison, les valeurs indiquées doivent être considérées comme provisoires et elles devront être confirmées.

#### 3.6 *Distorsion affaiblissement/fréquence*

La distorsion affaiblissement/fréquence pour l'ensemble d'une chaîne à quatre fils ne doit pas dépasser les valeurs données par la figure 1 de la Recommandation G.132.

Pour les chaînes mixtes (sans tenir compte des distorsions introduites par les centres de commutation), la loi de sommation des distorsions affaiblissement/fréquence s'écrit comme suit:

$$\Delta a = n_1 \bar{a}_{\text{FDM}} + \sum_{i=1}^{n_2} a_{i\text{PCM}} \pm K \sqrt{\sigma_{\text{FDM}}^2 \cdot n_1} \quad (1)$$

où:

$n_1$ : nombre de sections analogiques;

$n_2$ : nombre de conversions analogique/numérique;

$\bar{a}_{\text{FDM}}$ : valeur moyenne (composante calculée) des distorsions affaiblissement/fréquence des sections analogiques;

$\sigma_{\text{FDM}}$ : variation efficace des distorsions affaiblissement/fréquence des sections analogiques;

$a_{\text{PCM}}$ : caractéristiques affaiblissement/fréquence des équipements analogique/numérique;

$K = 1, 2$  ou  $3$ : facteur définissant la probabilité de valeur maximum/minimum de la distorsion affaiblissement/fréquence.

On considère généralement que  $K$  est égal à  $3$ . On trouvera dans les textes cités en [1, 2] la justification du choix de la valeur de  $K = 3$  en fonction d'une probabilité donnée.

*Remarque 1* – Les caractéristiques affaiblissement/fréquence d'équipements analogique/numérique du même type sont similaires. Pour cette raison, si des équipements analogique/numérique du même type sont utilisés dans une chaîne de circuits mixtes, la somme

$$\sum_{i=1}^{n_2} a_{i\text{PCM}}$$

peut être remplacée par le produit  $n_2 a_{\text{PCM}}$  dans la formule (1).

*Remarque 2* – Les limites de distorsion des équipements analogique/numérique spécifiées dans la Recommandation G.712 (§ 1, figure 1) et celles concernant les équipements de voie MRF spécifiées dans la Recommandation G.232 (§ 1, figure 1) concordent avec les limites que mentionne la Recommandation G.132 pour les circuits mixtes dont le nombre de sections n'excède pas 4.

Pour établir une chaîne mixte comportant un plus grand nombre de sections, il est conseillé d'utiliser des équipements de voies modernes donnant une distorsion affaiblissement/fréquence bien inférieure à celle que donnent les Recommandations G.232 et G.712.

*Remarque 3* – Les distorsions affaiblissement/fréquence sont mesurées par rapport à une fréquence de 1020 (1000) Hz.

*Remarque 4* – En ce qui concerne les cas où les distorsions introduites par l'équipement de commutation doivent être prises en compte, voir les Recommandations Q.45 (§ 3.4) et Q.553.

### 3.7 Distorsions de temps de propagation de groupe

Les distorsions de temps de propagation de groupe ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans la Recommandation G.133 pour les chaînes à quatre fils.

La loi d'accumulation des distorsions de temps de propagation de groupe s'écrit comme suit:

$$\Delta \tau = n_1 \tau_{\text{FDM}} + \sum_{i=1}^{n_2} \tau_{i\text{PCM}} \quad (2)$$

où:

$n_1$ : nombre de sections analogiques;

$n_2$ : nombre de conversions analogique/numérique.

*Remarque 1* – Si des équipements analogique/numérique du même type sont utilisés dans une chaîne mixte, la somme

$$\sum_{i=1}^{n_2} \tau_{i\text{PCM}}$$

doit être remplacée par le produit  $n_2 \cdot \tau_{\text{PCM}}$ .

*Remarque 2* – On prévoit que la distorsion de temps de propagation de groupe dans les chaînes mixtes est inférieure à celle d'une liaison entièrement analogique, et ce, quelle que soit la combinaison de sections analogiques et numériques. Néanmoins, la nature des distorsions (symétrie) peut varier considérablement. Il convient de tenir compte de ce phénomène si l'on recourt à des égaliseurs de temps de propagation de groupe pour la transmission de données sur circuits mixtes.

*Remarque 3* – On mesure les distorsions de temps de propagation de groupe par rapport à une fréquence située dans la partie inférieure de la bande de la voie analogique, c'est-à-dire 190-200 Hz.

*Remarque 4* – On peut ne pas tenir compte des infimes distorsions introduites par les centres de commutation.

### 3.8 *Diaphonie intelligible*

L'écart paradiaphonique et télédiaphonique (diaphonie intelligible) entre circuits et entre les sens réception et émission doit être conforme à la Recommandation G.151 (§ 4).

*Remarque 1* – Il est prévu de conserver les valeurs indiquées dans la Recommandation G.151 et de les améliorer pour les chaînes mixtes, pour toutes les combinaisons de sections analogiques et numériques pour tenir compte des valeurs plus élevées dues aux équipements de conversion analogique/numérique.

*Remarque 2* – On peut mesurer le rapport signal/diaphonie entre les circuits sans injecter un signal auxiliaire dans une voie affectée par la diaphonie (contrairement aux dispositions énoncées dans la remarque du § 11 de la Recommandation G.712). Ceci peut s'expliquer par le fait qu'on constate généralement dans un circuit mixte et dans un circuit analogique, la présence de bruit à l'entrée des convertisseurs analogique/numérique dans une chaîne mixte.

### 3.9 *Distorsion de non-linéarité*

Les spécifications contenues dans les Recommandations relatives aux circuits analogiques [Recommandation M.1020 (§ 2.11)] et aux équipements de commutation [Recommandations Q.45 (§ 6.1)] et dans la Recommandation G.712 relative aux équipements analogique/numérique diffèrent en ce qui concerne les spécifications de la distorsion de non-linéarité et les méthodes de mesure.

A l'heure actuelle, il n'est pas possible de recommander des valeurs admissibles de distorsion de non-linéarité ni une méthode de mesure applicable aux chaînes de circuits mixtes et cette question devra être étudiée.

### 3.10 *Bruit (distorsion totale)*

La notion de bruit dans les chaînes de circuits mixtes imputable aux conversions analogique/numérique produisant des distorsions de quantification qui accompagnent le signal a perdu sa signification première. C'est pourquoi on utilise très souvent, à la place de ce mot, l'expression «distorsion totale» lorsqu'on se réfère à de telles chaînes. Cela s'explique par le fait que la mesure des distorsions de quantification (Recommandation Q.132) comporte des éléments se rapportant aux distorsions non linéaires et aux interférences à fréquence unique.

De ce point de vue, la distorsion totale dans des chaînes mixtes comporte un bruit imputable aux sections analogiques qui est fonction de la longueur des sections dans le cas de systèmes de transmission de Terre et de distorsions de quantification déterminées par le nombre et le type de conversions analogique/numérique.

La loi d'addition des distorsions totales est donnée par la formule suivante:

$$P = 10 \log_{10} \left\{ 10^{-9} \cdot W_{\text{FDM}} + 10^{0,1} \left[ S - \left( \frac{S}{N} \right) - 10 \log \eta_2 \text{ udq} \right] \right\} \quad (3)$$

où

–  $W_{\text{FDM}}$  est la puissance de bruit des sections analogiques (pWp0)

–  $W_{\text{FDM}} = W_0 \frac{pWp0}{\text{km}} L \text{ km}$

(la longueur de terre équivalente d'une section à satellite est fixée à 2500 km);

–  $S/N$  est le rapport signal/distorsion de quantification d'une conversion analogique/numérique;

–  $\eta_2 \text{ udq}$  est le nombre total d'unités de distorsion de quantification des conversions analogique/numérique.

Pour déterminer le rapport S/N et le nombre total d'unités qdu, il convient de se reporter à la Recommandation G.113.

– S est le niveau de signal auquel les distorsions générales sont mesurées.

Pour éliminer un effet quelconque de distorsion non linéaire, la valeur de S ne doit pas dépasser -10 dBm0.

La valeur admissible de P devra être déterminée par la Commission d'études XII.

A titre provisoire, on peut fixer cette valeur à -36 dBm0 (avec S = -10 dBm0), c'est-à-dire un rapport signal/distorsions totales de 26 dB.

Le bruit sur une voie au repos doit être conforme aux valeurs définies dans les Recommandations G.123 et G.153, § 1.

*Remarque 1* – Les distorsions totales comportent aussi un élément qui est déterminé par les erreurs relatives aux sections numériques. On considère que si le TEB à chaque section numérique est de  $10^{-6}$  (avec un débit binaire de 64 kbit/s), cet élément peut être négligé.

*Remarque 2* – On trouvera dans les tableaux 5/M.580 et 6/M.580 de l'annexe A à cette Recommandation, les valeurs de distorsion totale pour diverses longueurs de sections analogiques et différents nombres d'unités qdu sur des chaînes mixtes.

### 3.11 *Brouillage par fréquence unique*

Le niveau de tout signal de brouillage par fréquence unique ne doit pas être supérieur à -73 dBm0 (voir le § 8 de la Recommandation G.151). Cette valeur ne s'applique pas aux signaux brouilleurs à la fréquence d'échantillonnage.

Le niveau du brouillage à la fréquence d'échantillonnage ne doit pas dépasser une valeur égale à  $-50 + 10 \log n_2$ ,  $n_2$  étant le nombre de conversions analogique/numérique dans un circuit mixte. La valeur indiquée est provisoire et devra être confirmée à l'issue des travaux de la Commission d'études XII.

### 3.12 *Produits de modulation parasite*

Le niveau des produits de modulation parasite émis par des sources d'alimentation en énergie ne doit pas dépasser -45 dB (voir le § 7 de la Recommandation G.151).

### 3.13 *Bruit impulsif*

Le bruit impulsif est spécifié d'une part pour les circuits analogiques utilisés pour la transmission de données (Recommandations M.1020 et M.1025), d'autre part pour les équipements de commutation (Recommandations Q.45, § 5.2 et Q.553). Il n'existe aucune spécification concernant le bruit impulsif dans les circuits à fréquence vocale des systèmes de transmission MIC car elles sont censées en être exemptes. Toutefois, dans la pratique, on a constaté qu'un bruit impulsif peut apparaître dans un circuit à fréquence vocale par suite de l'accumulation d'erreurs et perturber la transmission des signaux de données. (On trouvera en [4] les résultats préliminaires de l'étude sur l'effet des erreurs dans les liaisons pour données sur le bruit impulsif dans des voies MIC à fréquence vocale inactives.)

L'effet du bruit impulsif qui se produit dans les sections numériques sur le brouillage total dans une chaîne de circuits mixtes à quatre fils devra être étudié.

### 3.14 *Interruptions de courte durée, gigue de phase, variations brusques d'amplitude et de phase*

Ces paramètres influent fortement sur la transmission de données. Ils sont définis dans les Recommandations M.1020, M.1060 et M.910 pour les voies analogiques. Aucun objectif n'est spécifié pour les circuits à fréquence vocale constitués par des systèmes MIC. On peut provisoirement considérer que la présence de sections numériques dans les chaînes de circuits mixtes n'a pas une grande influence à cet égard. Cette question devra être étudiée.

### 3.15 *Taux d'erreur*

Pour complément d'étude.

## Références

- [1] MOSKVITIN (V. D.) Opredelenije trebovanij k chastotnym kharakteristikam zvenjev sostavnykh kanalov i traktov. (Spécifications en matière de distorsion du rapport affaiblissement/fréquence dans les sections de circuits et de liaisons mixtes) Elektrosviaz, 1969, n° 11.
- [2] MOSKVITIN (V. D.) Nozmirovanije chastotnykh kharakteristik ostatochnogo zatuhanija kanalov. (Objectifs en matière de distorsion en fonction de la fréquence relatifs à l'affaiblissement de transmission) Elektrosviaz, 1970, n° 1.
- [3] COM XII-19 [période 1985-1988] URSS – Distorsions d'affaiblissement en fonction de la fréquence et distorsions du temps de propagation de groupe des circuits mixtes analogique/numérique à fréquences vocales.
- [4] COM XII-188 [période 1985-1988] URSS – Corrélations entre les erreurs d'une liaison numérique et le bruit impulsif des voies à fréquences vocales du système MIC.

## ANNEXE A

(à la Recommandation G.136)

TABLEAU 5/M.580

### Objectifs de distorsion totale pour la maintenance de circuits de téléphonie publique pour un niveau de fréquence d'essai de -10 dBm0

Type de circuit	Nombre d'UDQ (remarque 1)	Unité	Distance en transmission analogique (remarque 3) (km)						
			< 320	321 à 640	641 à 1600	1601 à 2500	2501 à 5000	5001 à 10000	10 001 à 20 000
Analogique	0 (remarque 2)	dB	45	43	41	39	36	33	30
Circuit composite	0,5	dB	35	35	34	34	33	31	29
	1	dB	33	33	32	32	31	30	28
	2	dB	30	30	30	29	29	28	27
	3	dB	28	28	28	28	28	27	26
	3,5	dB	27	27	27	27	27	26	26
	4	dB	27	27	27	27	26	26	25

*Remarque 1* – Le nombre d'UDQ constituant la contribution apportée par chacun des différents processus numériques est indiqué dans le tableau 1/G.113 [8].

*Remarque 2* – Les valeurs représentent le bruit au repos sur une impédance nominale de terminaison de 600 ohms.

*Remarque 3* – La section du circuit assurée par satellite (entre stations terriennes), employant des techniques MRF, apporte une contribution de l'ordre de 10 000 pWp (-50 dBm0p) au bruit. Par conséquent, lorsqu'il s'agit de déterminer les limites de distorsion totale applicables aux circuits internationaux du réseau téléphonique public, la longueur de cette section peut être considérée, d'après le tableau 4/M.580, comme étant équivalente à 2500 km.

TABLEAU 6/M.580

**Objectifs de distorsion totale pour la maintenance de circuits de téléphonie publique  
pour un niveau de fréquence d'essai de -25 dBm0**

Type de circuit	Nombre d'UDQ (remarque 1)	Unité	Distance en transmission analogique (remarque 3) (km)						
			< 320	321 à 640	641 à 1600	1601 à 2500	2501 à 5000	5001 à 10000	10 001 à 20 000
Analogique	0 (remarque 2)	dB	30	28	26	24	21	18	15
Circuit composite	0,5	dB	29	27	26	24	21	18	15
	1	dB	28	27	25	23	21	18	15
	2	dB	27	26	25	23	20	18	15
	3	dB	26	25	24	23	20	18	15
	3,5	dB	26	25	24	22	20	18	15
	4	dB	25	24	23	22	20	17	15

*Remarque 1* – Le nombre d'UDQ constituant la contribution apportée par chacun des différents processus numériques est indiqué dans le tableau 1/G.113 [8].

*Remarque 2* – Les valeurs représentent le bruit au repos sur une impédance nominale de terminaison de 600 ohms.

*Remarque 3* – La section du circuit assurée par satellite (entre stations terriennes), employant des techniques MRF, apporte une contribution de l'ordre de 10 000 pWp (-50 dBm0p) au bruit. Par conséquent, lorsqu'il s'agit de déterminer les limites de distorsion totale applicables aux circuits internationaux du réseau téléphonique public, la longueur de cette section peut être considérée, d'après le tableau 4/M.580, comme étant équivalente à 2500 km.

## ANNEXE B

(au projet de Recommandation G.136)

ORIGINE: ADMINISTRATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS DE L'URSS

TITRE: CORRÉLATIONS ENTRE LES ERREURS D'UN CIRCUIT NUMÉRIQUE ET LE BRUIT IMPULSIF DES VOIES À FRÉQUENCES VOCALES DU SYSTÈME MIC

## B.1 Introduction

Les voies à fréquences vocales des systèmes MIC ou MRF devraient être capables de transmettre différents types de signaux. Il est notoire que la qualité de transmission des signaux discrets sur les voies à fréquences vocales est affectée par le bruit impulsif. L'actuelle Recommandation G.712 ne prévoit aucune disposition concernant le bruit impulsif sur les voies MIC à fréquences vocales. Toutefois, dans des conditions d'exploitation réelle, le bruit impulsif sur une voie MIC à fréquences vocales contribue au taux d'erreur des liaisons numériques. Le présent document contient les résultats d'une étude relative au bruit impulsif sur les voies MIC à fréquences vocales.

B.2 *Effet du taux d'erreur des circuits numériques sur le bruit impulsif dans une voie MIC à fréquences vocales au repos*

Pour évaluer l'effet du taux d'erreur des liaisons numériques sur la valeur du bruit impulsif dans les voies à fréquences vocales, on a procédé à une étude expérimentale sur un équipement de voies (conforme aux dispositions de la Recommandation G.712) d'un système de transmission MIC (à 2048 kbit/s). A l'aide d'un simulateur d'erreurs, des erreurs ont été introduites dans un ou plusieurs bits correspondant à une voie au repos à fréquences vocales choisie sur une liaison numérique (voir la figure B-1). Le bruit impulsif de cette voie à fréquences vocales a pu être observé à l'aide d'un oscillographe. La forme de la réponse impulsionnelle dans la voie à fréquences vocales est représentée à la figure B-2.

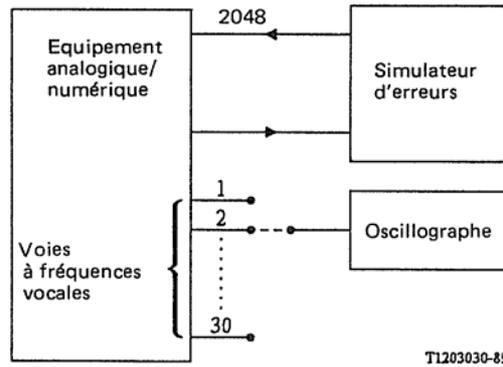


FIGURE B-1

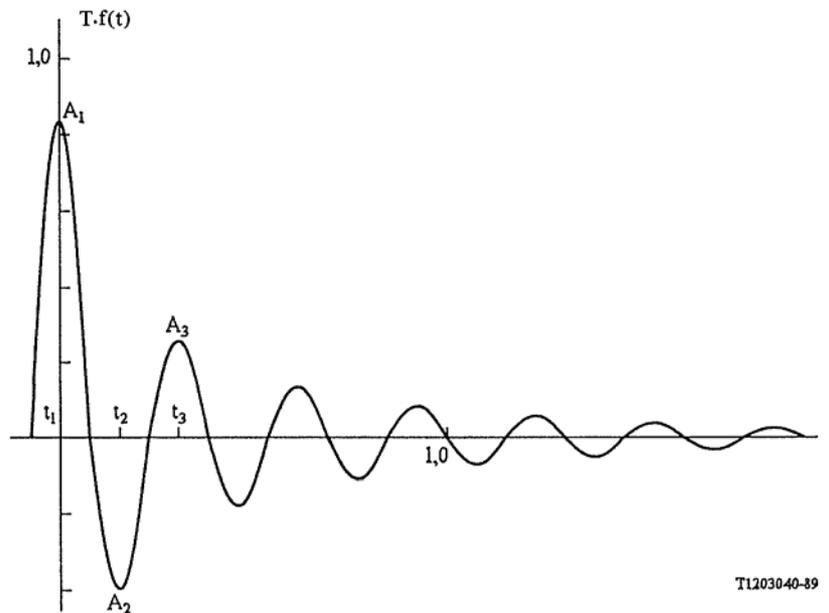


FIGURE B-2

Les paramètres de la réponse impulsionnelle sont indiqués au tableau 1 (les valeurs correspondent au point de niveau relatif zéro pour une résistance de 600 ohms). Ces données nous permettent de formuler les conclusions suivantes:

- L'amplitude de la réponse impulsionnelle dépend du nombre de bits erronés; les erreurs contenues dans les bits de plus fort poids se traduisent par une plus grande amplitude de la réponse.
- Avec des erreurs uniques, la valeur maximale de la crête de l'impulsion  $A_1$  (en cas d'erreur dans le deuxième bit) est égale à -22,1 dBm0.
- Avec la formation de salves et l'augmentation du nombre de bits erronés dans le mot de code du trajet numérique principal (à 2048 kbit/s), les valeurs de l'amplitude de la réponse  $A_1, A_2, A_3, \dots$  augmentent, mais leur durée, telle qu'elle est déterminée par la réponse du filtre de réception de basse fréquence de la voie, reste inchangée. Ce scénario est applicable aux cas où, dans un trajet numérique principal, les salves d'erreurs affectent le train de données numériques au maximum pendant une période de quantification, c'est-à-dire lorsqu'une salve ne contient pas plus de 256 erreurs. Avec des erreurs apparaissant dans les mots de code toutes les 125  $\mu$ s, la superposition des réponses découle de la réaction du filtre de réception aux impulsions d'erreur pendant chaque période de quantification consécutive.

TABLEAU B-1

Bits erronés dans une trame de multiplex primaire	Amplitude de la réponse impulsionnelle			Durée de la réponse impulsionnelle		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$t_1$	$t_2$	$t_3$
	dBm0	dBm0	dBm0	$\mu$ s	$\mu$ s	$\mu$ s
2	-22,1	-28,2	-33,8	320	160	130
3	-34,1	-40,2	-45,8	320	160	130
2 et 3	-10,1	-16,2	-21,8	320	160	130
2 et 3 et 4 de 2 à 8,	-4,1	-10,2	-15,8	320	160	130
2 périodes de quantification de 2 à 8,	-4,3	-6,7	-14,8	440	180	100
3 périodes de quantification de 2 à 8,	-4,3	-4,9	-14,8	600	200	100
4 périodes de quantification de 2 à 8,	-4,3	-4,7	-14,8	680	180	120
5 périodes de quantification de 2 à 8,	-4,3	-6,7	-14,8	840	200	120
6 périodes de quantification de 2 à 8,	-3,8	-4,3	-14,8	930	200	100
7 périodes de quantification	-5,25	-8,7	-14,8	1100	180	140

Ainsi, lorsque des erreurs sur un trajet numérique à 2048 kbit/s se transforment en salves de deux erreurs et plus, il y a une certaine probabilité pour que la valeur du bruit impulsif dans une voie MIC à fréquences vocales dépasse la valeur de -21 dBm0 indiquée au § 2.6 de la Recommandation M.1020.

Avec des salves d'erreurs de 256 bits et plus, le bruit impulsif susmentionné sera toujours présent.

La relation quantitative entre le nombre de salves, le nombre d'erreurs qu'elles contiennent pendant un intervalle de temps défini et le nombre de perturbations par le bruit impulsif, ainsi que le taux d'erreur sur les bits dans une voie à fréquences vocales, est actuellement à l'étude.

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
Equipements 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

## 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	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