



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Q.45 *bis*

**RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES
SUR LA COMMUTATION
ET LA SIGNALISATION TÉLÉPHONIQUES
EXPLOITATION INTERNATIONALE
AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE**

**CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION
D'UN COMMUTATEUR INTERNATIONAL
ANALOGIQUE**

Recommandation UIT-T Q.45 *bis*

(Extrait du *Livre Bleu*)

NOTES

1 La Recommandation Q.45 *bis* de l'UIT-T a été publiée dans le fascicule VI.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, 1993

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.

Recommandation Q.45 bis

CARACTÉRISTIQUES DE TRANSMISSION D'UN COMMUTATEUR INTERNATIONAL ANALOGIQUE

1 Introduction

1.1 Observations générales

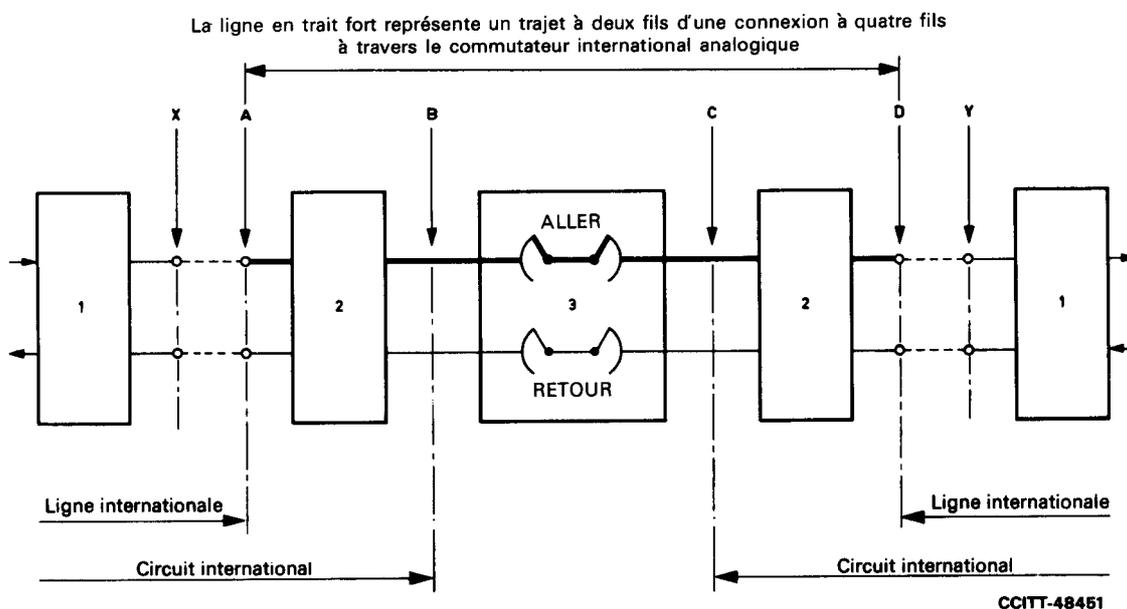
1.1.1 La présente Recommandation porte sur les caractéristiques de transmission d'un commutateur international analogique, considérées sous l'angle des objectifs de conception [1]. Des objectifs de mise en service [1] pourront être définis sur la base de cette Recommandation.

Aux fins de la présente Recommandation, un commutateur international analogique est l'ensemble d'équipements que l'Administration intéressée considère comme formant un tout. Un commutateur de transit international analogique s'étend de l'extrémité de la ligne internationale d'arrivée (point A de la figure 1/Q.45 bis) à l'origine de la ligne internationale de départ (point D de la figure 1/Q.45 bis).

Les mesures se feront aux points d'accès aux limites du centre considéré choisies d'un commun accord.

L'essai des circuits [2] diffère des procédures appliquées aux centres eux-mêmes; il conviendrait qu'il soit effectué entre des points d'accès situés aux points de commutation analogique ou à proximité (point B ou C de la figure 1/Q.45 bis). Pour le réglage et la maintenance des circuits, les commutateurs internationaux automatiques devraient être pourvus de points de mesure.

En appliquant la présente Recommandation, on tiendra dûment compte du fait que, pour des raisons de différences de configuration, les procédures relatives à l'essai des circuits [2] ne s'appliquent pas automatiquement à la section de transmission.



Remarque – Entre les points X et A, de même qu'entre les points D et Y, il peut y avoir, en plus du câblage, des organes tels que supprimeurs d'écho, compresseurs-extenseurs, égaliseurs, récepteurs de signaux de ligne, etc.

FIGURE 1/Q.45 bis

Commutateur international analogique

1.1.2 Un commutateur international doit présenter les caractéristiques de transmission suivantes:

- a) l'affaiblissement à la traversée du centre devrait être sensiblement constant dans le temps et indépendant de l'acheminement interne;
- b) les valeurs de diaphonie et de bruit devraient être négligeables par rapport à celles qui caractérisent les autres sections de transmission d'une connexion internationale [3];
- c) les distorsions introduites devraient être faibles; il s'agit des distorsions d'affaiblissement et de non-linéarité et des produits d'intermodulation;
- d) l'impédance et la symétrie par rapport à la terre, aux points où les lignes sont reliées au centre, devraient être maintenues dans d'étroites limites.

1.1.3 La présente Recommandation s'applique aux commutateurs automatiques analogiques internationaux à quatre fils; il serait souhaitable qu'elle s'applique aussi aux commutateurs nationaux analogiques à quatre fils.

Les caractéristiques définies ci-après ne sont à appliquer que dans le cas d'essais de prototypes, d'essais de recette ou d'études spéciales. Elles ne constituent pas une spécification complète. De façon générale, ces essais doivent se faire suivant une méthode d'échantillonnage.

1.2 Définitions

1.2.1 connexion à travers un commutateur international analogique

Une connexion à travers un commutateur international analogique se compose de la voie de conversation à quatre fils établie entre les limites du centre (points A et D de la figure 1/Q.45 *bis*). Toutefois, à l'exception de la diaphonie, toutes les caractéristiques de transmission concernent l'un des deux trajets à deux fils. Le sens ALLER est représenté par un trait fort sur la figure 1/Q.45 *bis*: il s'agit, aux fins de la présente Recommandation, d'une section de transmission typique.

1.2.2 Points de référence

1.2.2.1 bornes d'entrée et de sortie du commutateur

Il est nécessaire de définir les bornes d'entrée et de sortie pour procéder à des mesures unidirectionnelles. Dans le sens ALLER, représenté par un trait fort sur la figure 1/Q.45 *bis*, la limite au point A constitue la borne d'entrée et la limite au point D la borne de sortie. Dans le sens RETOUR, la configuration est inversée.

L'emplacement précis des points A et D et, par voie de conséquence, des bornes d'entrée et de sortie, dépend des procédures nationales, et il est donc inutile que le CCITT le définisse. Seul l'organisme national chargé d'un commutateur de transit international peut fixer l'emplacement de ces points et donc définir les limites du centre concerné.

1.2.2.2 extrémités analogiques virtuelles

Les extrémités analogiques virtuelles sont des points théoriques. Par convention, il s'agit de points qui relient directement deux circuits, sans affaiblissement ou gain additionnels [4], [5]. Selon l'affaiblissement de transmission T des circuits qu'il s'agit de relier, les niveaux relatifs mesurés aux extrémités analogiques virtuelles peuvent différer suivant que l'on considère l'entrée ou la sortie. Les niveaux relatifs convenus par le CCITT sont indiqués, dans une disposition fictive, sur la partie a) de la figure 2/Q.45 *bis*. Les niveaux relatifs correspondant aux extrémités réelles peuvent différer, comme on le constate à la partie b) de la figure 2/Q.45 *bis*.

1.2.3 Niveaux relatifs

1.2.3.1 niveaux relatifs nominaux aux limites du commutateur

Dans le sens ALLER représenté par le trait fort sur la figure 1/Q.45 *bis*:

- L_i est le niveau relatif nominal à la borne d'entrée du central au point A;
- L_o est le niveau relatif nominal à la borne de sortie du central au point D.

Dans le sens RETOUR, la borne d'entrée est située au point D (niveau relatif nominal: L_i) et la borne de sortie au point A (niveau relatif nominal: L_o).

Remarque – Du fait que certaines techniques numériques reposent sur une fréquence nominale recommandée de 1020 Hz, cette seconde valeur devrait être adoptée de préférence, afin de faciliter l'intégration dans les réseaux numériques qui se généralisent [6].

1.2.4.2 impédance

Les mesures doivent être effectuées dans des conditions d'adaptation nominale, les accès du commutateur sont terminés sur leur impédance nominale.

1.2.4.3 niveaux d'essai aux accès du centre

Les niveaux d'essai, définis à la fréquence de référence nominale, sont exprimés en puissance apparente par rapport à 1 mW. Pour des fréquences autres que la fréquence de référence nominale, les niveaux d'essai doivent correspondre à la même tension. Les mesures sont faites avec un générateur dont la f.é.m. est indépendante de la fréquence et dont l'impédance est égale à l'impédance nominale.

1.2.5 Affaiblissement de transmission

1.2.5.1 affaiblissement de transmission nominale

Une connexion établie à travers un commutateur international analogique (voir la figure 1/Q.45 bis) relie la borne d'entrée d'un accès du centre à la borne de sortie d'un autre accès du centre, dans les deux sens.

L'affaiblissement de transmission nominal d'un trajet à deux fils d'une connexion établie à travers un commutateur est égal à la différence des niveaux relatifs à l'entrée et à la sortie correspondante:

$$NL = (L_i - L_o) \text{ dB}$$

Remarque – L'affaiblissement de transmission nominal du centre peut présenter des valeurs différentes dans le sens aller et le sens retour.

1.2.6 distorsion affaiblissement/fréquence

La distorsion affaiblissement/fréquence est le rapport logarithmique entre la tension de sortie à la fréquence de référence, $U(\text{Ref})$ et la valeur mesurée à la fréquence f , $U(f)$:

$$LD = 20 \log \left| \frac{U(\text{Ref})}{U(f)} \right|$$

(Voir le supplément n° 1 du fascicule VI.5 du tome VI du *Livre bleu* du CCITT [6].)

2 Paramètres FV d'une connexion établie à travers le commutateur

2.1 Impédance

2.1.1 Valeur nominale

L'impédance nominale aux bornes d'entrée et de sortie situées aux points A et D de la figure 1/Q.45 bis, sera de 600 ohms, symétrique.

2.1.2 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation d'une borne située au point A ou au point D de la figure 1/Q.45 bis doit être mesuré par rapport à l'impédance nominale, toutes les autres bornes de la connexion établie à travers le central aboutissant sur l'impédance nominale.

L'affaiblissement d'adaptation ne doit pas être inférieur à 15 dB lorsque la fréquence est comprise entre 300 et 600 Hz et à 20 dB lorsque la fréquence est comprise entre 600 et 3400 Hz.

2.1.3 Déséquilibre d'impédance par rapport à la terre

Le déséquilibre d'impédance par rapport à la terre est exprimé par l'affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) (voir la figure 1/O.9 [16]) et l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL) (voir la

figure 2/O.9 [16]) mesuré aux interfaces situées aux points A et D de la figure 1/Q.45 bis, avec $Z = 600$ ohms et $Z_L = 150$ ohms.

Les valeurs obtenues ne doivent pas être inférieures aux valeurs suivantes:

300- 600 Hz: 40 dB

600-3400 Hz: 46 dB

Remarque – Guidées par leur connaissance des conditions locales, certaines Administrations peuvent juger nécessaire de spécifier une valeur de déséquilibre d'impédance par rapport à la terre pour une fréquence plus basse, 50 Hz par exemple.

2.2 Niveaux relatifs L_i et L_o

2.2.1 Valeurs nominales de base

Les valeurs nominales de base du niveau d'entrée L_i et du niveau de sortie L_o , d'une connexion établie à travers un commutateur international analogique sont indiquées au tableau 1/Q.45 bis. Aux fins de la présente description, ces valeurs sont valables compte tenu des hypothèses suivantes:

- il n'y a pas de dégradation de la transmission entre les points X et A et les points D et Y de la figure 1/Q.45 bis;
- les niveaux relatifs nominaux L_i et L_o dérivent des niveaux relatifs nominaux correspondants de l'équipement de modulation de voie (EMV) recommandé dans les deux cas au tableau 2/G.232 [7], après application du coefficient nominal d'affaiblissement par voie du circuit international $T = 0,5$ dB.

TABLEAU 1/Q.45 bis

Valeurs nominales de base des niveaux relatifs aux limites du centre d'une connexion établie à travers un centre international analogique

Niveau relatif	EMV	
	Cas 1	Cas 2
L_i	+ 4 dBr	+ 7 dBr
L_o	- 14,5 dBr	- 16,5 dBr

Dans la pratique, les valeurs nominales des niveaux relatifs diffèrent de ces valeurs de base en raison de l'incidence des divers systèmes insérés et des câbles indispensables à l'interconnexion de l'EMV et des accès du central. Il conviendra de tenir dûment compte de cette incidence dans la spécification des niveaux relatifs nominaux correspondants, notamment en choisissant soigneusement le type de câble utilisé et en limitant sa longueur entre les points X et A et D et Y de la figure 1/Q.45 bis.

2.2.2 Décalage des valeurs réelles moyennes

La valeur réelle des niveaux relatifs de sortie dépend des tolérances des composants utilisés, et notamment des affaiblisseurs, et de l'acheminement de la communication dans le central, via le bloc de commutation (points B et C de la figure 1/Q.45 bis).

Le décalage de la valeur moyenne de la distribution des niveaux relatifs réels de sortie L_o doit être voisin de zéro, mais il n'est pas nécessaire de spécifier une valeur.

2.2.3 Dispersion des valeurs réelles

La dispersion des valeurs réelles du niveau relatif de sortie L_o tient essentiellement à la diversité des trajets dans le bloc de commutation. L'écart type d'une distribution représentative des niveaux relatifs réels de sortie mesurés à la fréquence nominale de référence doit être aussi petit que possible. Dans les calculs, on pourra utiliser une valeur de 0,2 dB.

Pour que cette valeur convienne, on considère qu'il suffit, dans les essais de conception et de recette, de faire en sorte que la différence entre les niveaux de sortie relatifs réels à la fréquence nominale de référence entre le trajet le plus court et le trajet le plus long reliant les points B et C de la figure 1/Q.45 *bis* ne dépasse jamais 0,8 dB. Pour évaluer pratiquement la valeur moyenne des niveaux de sortie relatifs réels, on peut reproduire l'influence du bloc de commutation entre les points B et C en utilisant la moyenne arithmétique des valeurs maximale et minimale du niveau de sortie relatif réel.

Ces valeurs concernent des connexions directes ne passant qu'une fois dans le bloc de commutation. En cas d'utilisation de circuits dans lesquels la connexion passe deux fois par le bloc de commutation (configuration parfois pratique, qui multiplie les disponibilités offertes par le réseau de commutation ou permet d'ajouter des dispositifs additionnels et notamment des supprimeurs d'écho) la distribution des niveaux de sortie relatifs réels atteindra des valeurs inférieures. En conséquence, les boucles repassant par le central ne devront pas être multipliées au point de provoquer une baisse significative de la valeur moyenne de la distribution des niveaux de sortie relatifs réels.

2.3 Valeurs nominales de base de l'affaiblissement de transmission

Conformément à ce qui a été défini au § 1.2.5.1 et compte tenu des valeurs nominales de base des niveaux relatifs indiqués au § 2.2.1, les valeurs nominales de base de l'affaiblissement de transmission (AN) s'établissent comme suit aux fins de la présente description:

$$\text{cas 1: AN} = +4 \text{ dB} - (-14,5) \text{ dB} = 18,5 \text{ dB}$$

$$\text{cas 2: AN} = +7 \text{ dB} - (-16,5) \text{ dB} = 23,5 \text{ dB.}$$

2.4 Réponse en fonction de la fréquence et du niveau d'entrée

2.4.1 Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence

La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence, selon la définition donnée au § 1.2.6 est mesurée sur un trajet à deux fils de la connexion établie à travers le commutateur entre les points A et D de la figure 1/Q.45 *bis*; elle doit être comprise dans les limites suivantes:

$$300\text{-}400 \text{ Hz: } -0,2 \text{ dB à } +0,5 \text{ dB}$$

$$400\text{-}2400 \text{ Hz: } -0,2 \text{ dB à } +0,3 \text{ dB}$$

$$2400\text{-}3400 \text{ Hz: } -0,2 \text{ dB à } +0,5 \text{ dB}$$

2.4.2 Variation du niveau de sortie en fonction du niveau d'entrée

Le niveau de sortie réel mesuré sur un trajet à deux fils d'une connexion établie à travers le central entre les points A et D de la figure 1/Q.45 *bis* ne doit pas varier de plus de 0,2 dB par rapport au niveau d'entrée lorsque ce dernier est compris entre -40 dBm_0 et $+3,5 \text{ dBm}_0$, à la fréquence de référence.

2.4.3 Distorsion de temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence

Selon la définition existante de temps de propagation de groupe [9], la distorsion de temps de propagation de groupe mesurée sur un trajet à deux fils d'une connexion établie à travers le commutateur entre les points A et D de la figure 1/Q.45 *bis* ne doit pas dépasser 100 microsecondes entre 600 et 3000 Hz.

2.4.4 Intermodulation

Les produits d'intermodulation sont mesurés sur un trajet à deux fils de la connexion établie à travers le commutateur entre les points A et D de la figure 1/Q.45 *bis*.

Les produits d'intermodulation qu'il convient de prendre en considération pour la signalisation multifréquence de bout en bout et pour la transmission de données sont ceux du troisième ordre, du type $(2f_1-f_2)$ et $(2f_2-f_1)$ f_1 et f_2 étant deux fréquences de signalisation.

Pour la mesure des produits d'intermodulation, les deux fréquences appliquées à l'entrée sont $f_1 = 900 \text{ Hz}$ et $f_2 = 1020 \text{ Hz}$ [8]. Chacune des fréquences f_1 et f_2 ayant un niveau de -6 dBm_0 , la différence à la sortie entre le niveau de l'une ou l'autre des fréquences f_1 ou f_2 et celui de l'un ou l'autre des produits d'intermodulation $(2f_1-f_2)$ ou $(2f_2-f_1)$ devrait être d'au moins 40 dB.

2.5 Bruit

Les mesures de bruit dans un commutateur international à quatre fils doivent être effectuées sur une connexion entre les points A et D de la figure 1/Q.45 bis au cours de l'heure chargée [10]. Chaque borne d'interface est terminée sur une impédance de 600 ohms. Le bruit doit être mesuré à la borne de sortie de chaque trajet à deux fils et doit être rapporté à un point de niveau relatif nul. Ainsi, à la figure 1/Q.45 bis, le bruit du trajet ALLER à deux fils est mesuré au point D et le bruit du trajet RETOUR à deux fils est mesuré au point A. Il convient de choisir un nombre de connexions suffisant, de telle sorte que les mesures soient représentatives des divers acheminements possibles à travers le central.

2.5.1 Bruit pondéré

La valeur psophométrique moyenne du bruit pondéré sur une longue période pendant l'heure chargée ne doit pas dépasser -67 dBm0p (200 pW0p).

2.5.2 Bruit non pondéré

Le bruit non pondéré doit être mesuré à l'aide d'un dispositif caractérisé par une courbe de réponse uniforme sur l'ensemble de la bande de fréquences 31,5 Hz-16 kHz [11].

La valeur moyenne du bruit non pondéré sur une longue période, pendant l'heure chargée, ne doit pas dépasser -40 dBm0 (100 000 pW0).

2.5.3 Bruit impulsif

Pour la procédure de mesure de bruit impulsif, se reporter à l'annexe A de la présente Recommandation.

Le nombre des comptages d'impulsions de bruit pendant 5 minutes ne doit pas dépasser 5 avec un niveau de seuil de -35 dBm0.

Remarque – La figure 3/Q.45 bis montre le nombre maximal d'impulsions de bruit acceptable pour une période de 5 minutes.

2.6 Diaphonie

La diaphonie doit être mesurée dans les commutateurs à la fréquence de 1100 Hz, conformément à la Recommandation G.134 [12].

2.6.1 Diaphonie entre connexions (Diaphonie d'interconnexion)

Dans un commutateur international analogique à quatre fils, l'écart diaphonique mesuré aux points A et D de la figure 1/Q.45 bis entre deux trajets à deux fils quelconques de connexions à quatre fils différentes établies à travers le central, ne doit pas être inférieur à 70 dB.

Cette limite de 70 dB devrait normalement s'appliquer au cas le plus défavorable, celui de deux "connexions" ayant des parcours parallèles tout le long de la traversée du commutateur international. Il convient de noter qu'un tel cas ne se produit pas en pratique car le câblage est normalement tel que, lorsque deux "connexions" utilisent, à un étage de la commutation, deux organes situés côte à côte, ces deux "connexions" utilisent généralement à l'étage de commutation suivant deux organes qui ne sont pas situés côte à côte.

2.6.2 Diaphonie entre les deux sens de transmission de la même connexion (Diaphonie dans la connexion)

L'écart diaphonique entre les trajets ALLER et RETOUR (deux fils) d'une même connexion à quatre fils établie à travers le commutateur ne doit pas être inférieur à 60 dB.

3 Emploi de câbles spécifiés par la CEI

Les câbles pour centraux téléphoniques conformes à la publication 189 [13] de la CEI (Commission électrotechnique internationale) permettent de satisfaire aux caractéristiques électriques (notamment en ce qui concerne la diaphonie) demandées par le CCITT pour le cas des centraux ordinaires, mais il n'est pas sûr que cela soit vrai pour les centraux plus importants comportant de grandes longueurs de câbles.

Conformément à la Recommandation G.231 [14], il appartient aux Administrations ou aux constructeurs d'un central dont l'équipement nécessite des longueurs de câbles exceptionnelles de vérifier que l'utilisation de câbles normalisés est satisfaisante.

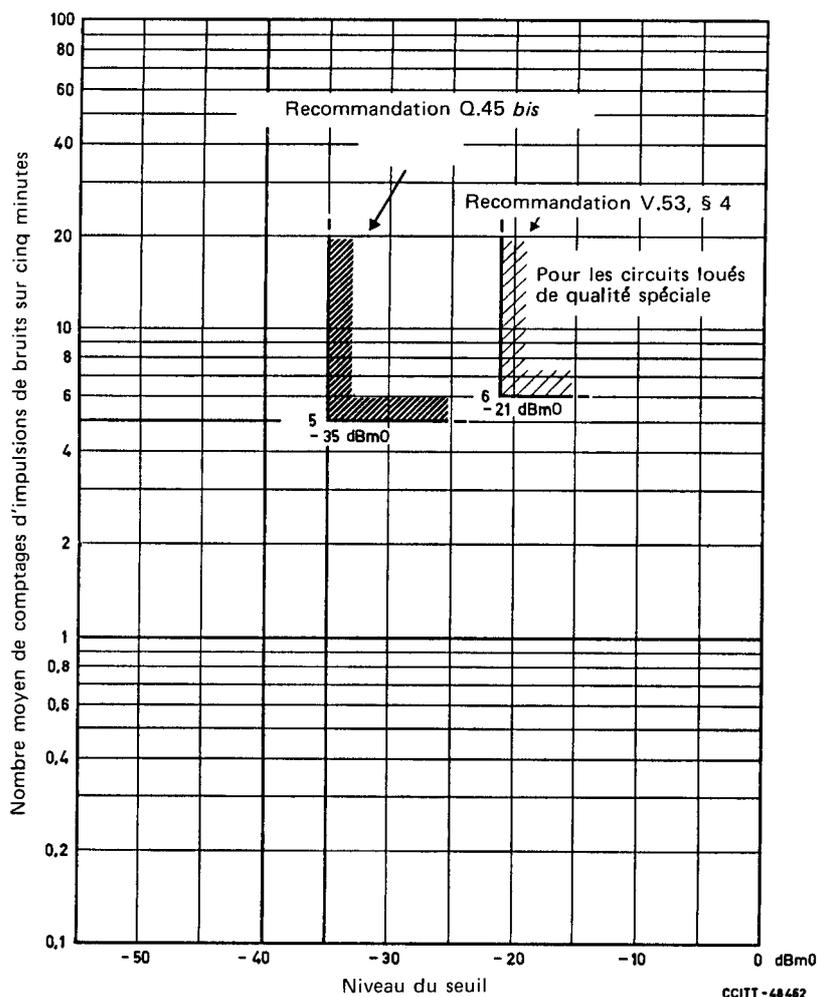


FIGURE 3/Q.45 bis

Nombre acceptable de bruits impulsifs dans les centraux à quatre fils

ANNEXE A

(à la Recommandation Q.45 bis, § 2.5.3)

Méthode de mesure du bruit impulsif

A.1 On constituera un circuit d'essai en établissant une connexion par l'intermédiaire du bloc de commutation, l'entrée du central étant bouclée sur l'impédance nominale et la sortie sur l'appareil de mesure des impulsions monté en parallèle avec l'impédance nominale de terminaison. Les bornes terminales sont situées aux points A et D du diagramme de la figure 1/Q.45 bis qui englobe l'équipement de commutation du central. Si une Administration le désire, il est possible de procéder à des mesures aux points X et Y, à condition de prendre les précautions nécessaires pour que les résultats s'appliquent seulement à l'équipement de commutation automatique, à l'équipement de signalisation, aux supprimeurs d'écho, aux joncteurs, aux compléments de ligne et au cablage interne du centre.

A.2 Pour les mesures, on doit utiliser le dispositif spécifié dans la Recommandation O.71 [15]. Le réseau de filtre de 600 à 3000 Hz doit figurer dans le circuit.

A.3 Il faut faire les mesures aux moments où la probabilité de bruit est maximale, c'est-à-dire normalement au cours de l'heure chargée.

A.4 Pour chaque essai, la durée des observations doit être de cinq minutes.

Remarque – Le nombre de circuits d'essai différents établis au travers du centre aux fins de mesure doit tenir compte de l'importance et de la complexité du bloc de commutation et être représentatif de tous les types possibles de trajets internes (voir également les documents cités en [15] et [17]).

Références

- [1] Recommandation du CCITT *Objectifs et recommandations pour la qualité de transmission*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.102, § 3 et 4.
- [2] Recommandation du CCITT *Essais des circuits*, tome IV, fascicule IV.1, Rec. M.110, § 1.
- [3] Recommandation du CCITT *Le plan de transmission*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.101, § 2.1 et 5.4.
- [4] Recommandation du CCITT *Equivalents pour la sonie (ES) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.111, § 1.1.
- [5] Recommandation du CCITT *Le plan de transmission*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.101, § 5.3.5.
- [6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de transmission*, tome VI, fascicule VI.5, (y compris supplément n° 1) Rec. Q.551 et Q.553.
- [7] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, fascicule III.2, Rec. G.232, tableau 2/G.232.
- [8] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.162, § 5.2.
- [9] Définition du CCITT: *Temps de propagation de groupe*, tome I, fascicule I.3 (Termes et définitions).
- [10] Définition du CCITT: *Heure chargée*, tome I, fascicule I.3 (Termes et définitions).
- [11] Recommandation du CCITT *Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique*, tome IV, fascicule IV.4, Rec. O.41, figure 1/O.41.
- [12] Recommandation du CCITT *Diaphonie linéaire*, tome III, fascicule III.1, Rec. G.134.
- [13] Publication 189 de la CEI.
- [14] Recommandation du CCITT *Agencement des équipements de transmission*, tome III, fascicule III.2, Rec. G.231.
- [15] Recommandation du CCITT *Appareil de mesure du bruit impulsif sur les circuits de type téléphonique*, tome IV, fascicule IV.4, Rec. O.71.
- [16] Recommandation du CCITT *Montage à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie par rapport à la terre*, tome IV, fascicule IV.4, Rec. O.9.
- [17] *Mesures de bruit impulsif dans un centre téléphonique à quatre fils*, Livre vert, fascicule IV-4, supplément n° 7, UIT, Genève, 1973.