



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.122

(11/1988)

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

Connexions et circuits téléphoniques internationaux –
Caractéristiques générales des systèmes nationaux
participant à des connexions internationales

**INFLUENCE DES SYSTÈMES NATIONAUX SUR
LA STABILITÉ, L'ÉCHO POUR LA PERSONNE
QUI PARLE ET POUR LA PERSONNE QUI
ÉCOUTE DANS LES COMMUNICATIONS
INTERNATIONALES**

Réédition de la Recommandation du CCITT G.122 publiée
dans le Livre Bleu, Fascicule III.1 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation G.122 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.

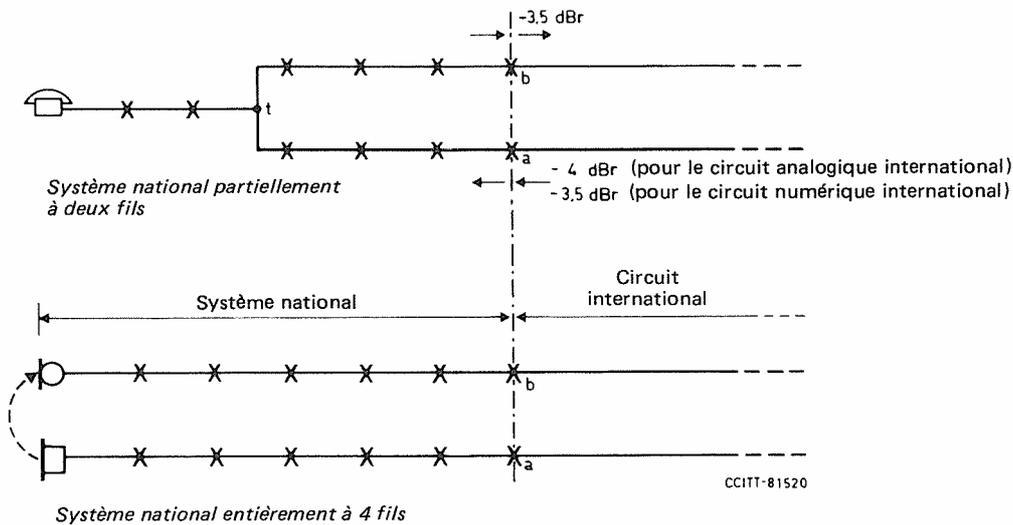
**INFLUENCE DES SYSTÈMES NATIONAUX SUR LA STABILITÉ,
L'ÉCHO POUR LA PERSONNE QUI PARLE ET POUR LA PERSONNE QUI ÉCOUTE
DANS LES COMMUNICATIONS INTERNATIONALES**

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

1 Introduction

Les informations fournies dans la présente Recommandation s'appliquent à tous les systèmes nationaux.

Les configurations d'un système national qui aboutissent à des extrémités virtuelles analogiques sont représentées à la figure 1/G.122.



Remarque — a et b sont les extrémités virtuelles analogiques du circuit international.

FIGURE 1/G.122

Configuration du système national et définition de l'extrémité virtuelle analogique

L'affaiblissement de transmission introduit par le système national entre a et b, appelé affaiblissement (a-b), est important à trois points de vue:

- a) il conditionne la marge de la communication internationale à l'égard des oscillations au cours de l'établissement et de la libération de la communication. Un affaiblissement minimal dans la bande de 0 à 4 kHz constitue la valeur caractéristique;
- b) il conditionne la marge de stabilité au cours d'une communication. Ici aussi, un affaiblissement minimal dans la bande de 0 à 4 kHz constitue la valeur caractéristique mais dans ce cas, les appareils des abonnés (téléphone, modem, etc.) sont censés être connectés et en état de service;
- c) il conditionne la protection contre les échos et, en ce qui concerne l'effet subjectif de l'écho pour la personne qui parle, une somme pondérée de l'affaiblissement (a-b) dans la bande de 300 à 3400 Hz constitue la valeur caractéristique.

En outre, les échos circulant dans n'importe quelle boucle à quatre fils du système national ou dans la chaîne internationale à quatre fils, donnent lieu à l'écho pour la personne qui écoute, ce qui peut affecter la transmission de données analogiques dans la bande vocale.

Les caractéristiques définies dans la présente Recommandation représentent les objectifs de fonctionnement du réseau.

2 Affaiblissement (*a-b*) en vue d'éviter l'instabilité en cas d'établissement, de libération ou de modifications intervenant dans une communication

2.1 L'instabilité doit être évitée dans toutes les conditions normales d'établissement ou de libération de la communication et en cas d'autres modifications intervenant dans la composition (par exemple, transfert d'appel) d'une communication complète. Pour assurer une stabilité adéquate des connexions internationales, il faut que la répartition (sur de nombreux appels réels) de l'affaiblissement (*a-b*) observé dans le cas le plus défavorable, soit telle que le risque d'un affaiblissement (*a-b*) de 0 dB ou moins ne dépasse pas 6 pour 1000 appels lorsqu'on utilise la méthode de calcul appliquée au § 2.2. Cette condition devrait être respectée pour n'importe quelle fréquence de la bande comprise entre 0 et 4 kHz.

Remarque 1 – Les systèmes de signalisation et de commutation influent sur l'affaiblissement (*a-b*) dans les cas d'établissement et de libération de la communication. Par exemple, dans certains systèmes, des enregistreurs à quatre fils commandent la procédure d'établissement et n'établissent le trajet à quatre fils qu'après réception du signal de réponse. Dans d'autres systèmes, les circuits sont libérés immédiatement en présence d'un état d'occupation. Dans ce cas, le risque d'une oscillation ne se pose pas.

Remarque 2 – La Recommandation Q.32 donne des informations sur les méthodes permettant d'obtenir un affaiblissement adéquat (*a-b*) dans un système national d'arrivée avant d'obtenir les réponses de l'abonné demandé (c'est-à-dire, au cours de la transmission de la tonalité de retour d'appel) ou lorsque le numéro de l'abonné est occupé ou qu'il est impossible de l'atteindre.

Remarque 3 – Lorsqu'il n'existe pas de dispositions semblables à celles qui sont décrites dans les Remarques 1 ou 2 ci-dessus, il est en général permis de supposer qu'aucun affaiblissement d'équilibrage n'est produit par le circuit téléphonique local appelé (s'il est à deux fils). Dans ce cas, l'affaiblissement nécessaire (*a-b*) doit provenir des affaiblissements de transmission du système national.

Remarque 4 – La stabilité des communications téléphoniques internationales en dehors de la bande des fréquences effectivement transmises (c'est-à-dire au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 3400 Hz) dépend des affaiblissements suivants aux fréquences considérées:

- affaiblissement d'équilibrage des termineurs;
- affaiblissement des termineurs;
- affaiblissement des circuits à quatre fils.

Remarque 5 – Les conditions qui ne durent que quelques dixièmes de milliseconde peuvent être négligées parce que dans un tel laps de temps, les oscillations ne peuvent pas atteindre un niveau significatif.

2.2 On peut respecter la limite qui y est recommandée au § 2.1 en imposant, par exemple, les conditions simultanées suivantes au réseau national:

- 1) la somme des affaiblissements nominaux dans chaque sens de transmission *a-t* et *t-b*, mesurés entre l'entrée à deux fils du termineur *t* et l'une ou l'autre des extrémités virtuelles du circuit international, *a* ou *b*, doit être au moins égale à $(4 + n)$ dB où *n* est le nombre de circuits analogiques ou mixtes analogiques-numériques à quatre fils dans la chaîne nationale;
- 2) l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité, au termineur *t*, doit avoir une valeur au moins égale à 2 dB dans toutes les conditions de terminaison rencontrées en exploitation normale;
- 3) l'écart type des variations de l'affaiblissement d'un circuit ne doit pas dépasser 1 dB (voir le § 3 de la Recommandation G.151).

Dans un calcul effectué pour vérifier si ces valeurs sont acceptables, on peut supposer (voir [1]):

- qu'il n'existe aucune différence significative entre la valeur nominale et la valeur moyenne de l'affaiblissement des circuits;
- que les variations de l'affaiblissement pour les deux sens de transmission du même circuit sont en parfaite corrélation;
- que les distributions sont de type gaussien.

Pour l'affaiblissement ($a-b$), on obtient les valeurs suivantes:

valeur moyenne $2 + 4 + n = 6 + n$ dB

écart type $\sqrt{4n}$ dB

Avec $n = 4$, la valeur moyenne devient 10 dB et l'écart type 4 dB, ce qui donne une probabilité de 6×10^{-3} pour les valeurs inférieures à 0 dB.

Remarque – Il n'est pas nécessaire que les deux quantités $a-t$ et $t-b$ soient égales, ce qui autorise l'emploi d'un gain différentiel sur le réseau national. Cette dernière pratique peut être nécessaire pour satisfaire aux clauses du § 2 de la Recommandation G.121, mais elle entraîne que les équivalents en service terminal de la chaîne à quatre fils complétée par les termineurs peuvent être différents pour les deux sens de transmission. Lorsqu'on choisit la valeur nominale de l'affaiblissement $t-b$, on doit dans tous les cas garder présent à l'esprit le § 3 de la Recommandation G.121, relative à l'équivalent de référence à l'émission minimale à imposer à chaque chaîne nationale pour éviter tout risque de surcharge dans le réseau international.

3 Affaiblissement non pondéré ($a-b$) sur les communications établies

3.1 L'objectif est d'éviter, autant que possible, que l'affaiblissement ($a-b$) ne puisse avoir des valeurs faibles à n'importe quelle fréquence de la gamme comprise entre 0 à 4 kHz. Il faut donc imposer des restrictions à la répartition des valeurs de l'affaiblissement de la stabilité ($a-b$) pour la population d'appels internationaux réels établis sur le système national. Cette distribution peut être caractérisée par une valeur moyenne et par un écart type.

L'objectif sera atteint lorsque le système national aura une valeur moyenne d'au moins $(10 + n)$ dB ainsi qu'un écart type ne dépassant pas $\sqrt{6,25 + 4n}$ dB dans la bande de 0 à 4 kHz; où n est le nombre de circuits analogiques ou mixtes analogiques-numériques à quatre fils dans la chaîne nationale. D'autres distributions sont, elles aussi, acceptables, pour autant qu'elles permettent d'aboutir à des résultats équivalents ou supérieurs à ceux obtenus en appliquant la convention utilisée en [1].

Remarque 1 – Voir la remarque du § 2.2.

Remarque 2 – Dans le cas plus conventionnel de la partie *a*) de la figure 1/G.122, l'affaiblissement ($a-b$) est calculé en tant que somme des affaiblissements du circuit, d'affaiblissement de terminaison et d'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité. En réalité, l'affaiblissement ($a-b$) à une fréquence donnée est la somme des affaiblissements du circuit à cette fréquence, plus l'affaiblissement d'équilibrage à la même fréquence. Pour les besoins de la planification, on peut supposer que l'affaiblissement de stabilité est égal ou supérieur à la somme de l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité, plus la somme des affaiblissements du circuit à la fréquence de référence. En effet, on a observé que l'affaiblissement le plus faible du circuit se produit généralement au voisinage de la fréquence de référence.

Remarque 3 – On peut supposer que les circuits entièrement numériques ont un affaiblissement dont la valeur moyenne et l'écart type sont égaux à 0. Les codecs vocaux des circuits ou des centraux doivent normalement présenter des variations d'affaiblissement plus faibles que les circuits à courants porteurs. Des écarts types de l'ordre de 0,4 dB ont été signalés dans les variations de l'affaiblissement d'une combinaison codeur-décodeur.

Remarque 4 – On suppose que l'appareil de l'abonné (téléphone, modem) dans un circuit téléphonique local à deux fils se trouve en état «décroché», ou son équivalent, de sorte qu'on obtient un affaiblissement d'équilibrage.

Remarque 5 – Dans la pratique, la répartition de l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité est nettement oblique, la plupart des écarts types étant dus à des valeurs se situant au-dessus de la moyenne. Il pourrait être trop restrictif de partir de l'hypothèse d'une distribution normale.

Remarque 6 – Le manuel du CCITT cité en [3] décrit quelques méthodes qui ont été proposées, et dans certains cas appliqués avec succès par les Administrations en vue d'améliorer l'affaiblissement d'équilibrage.

3.2 On pourra, par exemple, obtenir la distribution de l'affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) recommandée au § 3.1, à condition que la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité au termineur ne soit pas inférieure à 6 dB et que l'écart type ne dépasse pas 2,5 dB; il faut en outre que les conditions stipulées au § 2.2 soient satisfaites.

4 Affaiblissement pour l'écho (a-b) sur les communications établies

4.1 Afin de minimiser les effets de l'écho sur les communications internationales, il est recommandé que la distribution de l'affaiblissement de l'écho ($a-b$) pour la population d'appels internationaux réels établis sur le système national ait une valeur moyenne qui ne soit pas inférieure à $15 + n$ dB avec un écart type ne dépassant pas $\sqrt{9 + 4n}$, où n est le nombre de circuits analogiques ou mixtes analogiques-numériques à quatre fils dans la chaîne nationale.

D'autres distributions sont également acceptables, dès lors qu'elles permettent d'obtenir des résultats équivalents ou supérieurs calculés conformément à la convention adoptée dans le supplément n° 2.

Remarque 1 – Dans les supprimeurs et annuleurs d'écho conformes aux Recommandations G.164 et G.165, l'affaiblissement du signal ($a-b$), pour le signal *réel* faisant converger le compensateur ou qui est commandé par le supprimeur doit généralement être égal à 6 dB. L'affaiblissement du signal ($a-b$) est le rapport de la puissance signal incident/signal réfléchi sur le trajet de retour. La valeur de l'affaiblissement du signal ($a-b$) dépendra à la fois de la réponse en fréquence de l'affaiblissement ($a-b$) et du spectre du signal. Par conséquent, il est souhaitable, du point de vue de la qualité de transmission, que l'affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) au cours d'une communication établie soit d'au moins 6 dB, car cela permettra d'assurer un fonctionnement approprié de n'importe quel signal (spectre de fréquence) dans la bande de 0 à 4 kHz.

Toutefois, ce niveau de fonctionnement n'est pas toujours réalisable, surtout aux fréquences supérieures des signaux de données dans la bande vocale. Pour ce qui est de la parole, l'affaiblissement du signal ($a-b$) atteindra généralement au moins 6 dB si l'affaiblissement pour l'écho est lui-même de 6 dB. Toutefois, pour les signaux de données dans la bande vocale, il faut un affaiblissement pour l'écho plus élevé, afin d'obtenir un affaiblissement du signal de données ($a-b$) de 6 dB. Pour certains signaux de données, il faut un affaiblissement pour l'écho d'au moins 10 dB. Il convient de noter que dans certains modems fonctionnant en semi-duplex sur les circuits à satellite équipés d'annuleurs d'écho, il faudra que l'annuleur fonctionne de façon satisfaisante pour éviter que les échos à long temps de propagation, qui dépassent la période de réglage silencieux du récepteur, ne causent pas des problèmes de transmission de données.

Remarque 2 – Voir la remarque 2 du § 3.1. De même, pour les besoins de la planification, on peut supposer que l'affaiblissement pour l'écho est égal ou supérieur à la somme de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho et des affaiblissements du circuit à la fréquence de référence.

Remarque 3 – La Recommandation G.131 fournit des directives sur l'application des dispositifs de limitation de l'écho.

4.2 L'affaiblissement d'écho ($a-b$) s'obtient à partir de l'intégrale de la caractéristique de transfert de puissance $A(f)$ pondérée par une pente négative de 3 dB/octave comprise entre 300 et 3400 Hz, de la manière suivante:

$$\text{Affaiblissement d'écho } L_e = 3,85 - 10 \log_{10} \left[3400300 \frac{A(f)}{f} df \right] \text{ dB}$$

où

$$A(f) = 10^{-\frac{L_{ab}(f)}{10}} \text{ avec } L_{ab} = \text{affaiblissement } (a-b)$$

Remarque 1 – La méthode susmentionnée remplace une méthode utilisée précédemment dans laquelle l'affaiblissement d'écho du trajet $a-t-b$ était provisoirement défini comme étant l'expression, en unités de transmission, de la valeur moyenne non pondérée du rapport de puissance dans la bande de 500 à 2500 Hz. On a estimé que la nouvelle méthode s'adaptait mieux à l'opinion subjective pour les communications individuelles. Cependant, une étude a montré que les distributions d'affaiblissement de trajet d'écho pour les échantillons importants de communications réelles, calculées à l'aide des deux méthodes, ont presque des moyennes et des écarts types identiques. En conséquence, les données rassemblées à l'aide de l'ancienne méthode sont encore considérées comme utiles pour les études de planification.

Remarque 2 – Il a été démontré qu'un signal de bruit blanc n'est pas nécessairement le meilleur moyen de mesurer le niveau de l'écho résiduel après la suppression, car un annuleur d'écho n'aboutit pas exactement au même résultat avec ce genre de signal qu'avec un signal vocal réel. Il peut être préférable d'utiliser le signal téléphonique conventionnel (Recommandation G.227 [5]) ou mieux encore, un signal vocal artificiel [6]. Le signal de bruit pondéré recommandé ci-dessus est un compromis satisfaisant.

Remarque 3 – On peut obtenir de meilleurs affaiblissements d'adaptation à t lorsque le central local utilise une commutation à quatre fils et que la ligne locale est associée en permanence à l'unité de conversion 2 fils-4 fils et à son équilibreur (voir, par exemple, la Recommandation Q.552). En cas de commutation à deux fils, il faut utiliser un équilibreur de compromis.

Remarque 4 – On peut démontrer qu'un combiné téléphonique à quatre fils utilisé normalement, peut introduire un écho acoustique significatif dans la communication. Par conséquent, dans certains cas (affaiblissement faible, temps longs de propagation), il faut peut-être utiliser des dispositifs de limitation de l'écho.

4.3 La valeur recommandée au § 4.1 peut être réalisée dans les conditions suivantes, données à titre d'exemple: la valeur moyenne de la somme des affaiblissements $a-t$ et $t-b$, serait au moins égale à $(4 + n)$ dB, avec un écart type par rapport à la moyenne ne dépassant pas $2\sqrt{n}$ dB; l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho, au termineur t , serait au moins égal à 11 dB avec un écart type ne dépassant pas 3 dB.

5 Effets de l'écho pour la personne qui écoute (écho à l'extrémité de réception)¹⁾

5.1 Considérations générales

Dans les § 1 à 4 de la présente Recommandation, on a supposé qu'il n'existait qu'une seule boucle à 2 fils-4 fils-2 fils (ci-après désignée boucle) dans une communication. Par conséquent, les conditions stipulées dans les § 1 à 4 sont valables pour ce cas, c'est-à-dire qu'elles se réfèrent à une «demi-boucle» vue directement par les extrémités virtuelles analogiques. Toutefois, dans les communications mixtes analogiques et numériques, il se peut que l'on rencontre plusieurs boucles lorsque les centraux numériques à quatre fils (y compris les autocommutateurs privés) sont connectés par deux fils à d'autres centraux. Ces boucles ont en général un affaiblissement faible et des temps de propagation courts (quelques millisecondes tout au plus). Les signaux réfléchis deux fois, c'est-à-dire dans les deux différentiels qui terminent une boucle, entraîneraient donc un écho pour la personne qui écoute. Ces signaux d'écho pour la personne qui écoute:

- peuvent causer un «vide» préjudiciable dans les communications téléphoniques;
- peuvent dégrader le taux d'erreur sur les bits des signaux de données reçus dans la bande vocale.

D'une manière générale, on a constaté que pour obtenir une transmission satisfaisante, il faut que l'affaiblissement de l'écho pour la personne qui écoute ait des valeurs plus élevées (dans la bande de 500 à 2500 Hz) que la parole (dans la bande de 300 à 3400 Hz) dans les récepteurs de modems de données.

L'effet de l'écho pour la personne qui écoute est caractérisé par la différence de niveau entre le signal direct et le signal multiple réfléchi. Sur la figure 2/G.122, on suppose que l'affaiblissement du trajet direct est de S dB, alors que l'affaiblissement le long du trajet du signal réfléchi est de L dB. L'affaiblissement de l'écho pour la personne qui écoute (LE) est alors $L - S$ dB. D'après la figure 2/G.122, on constate que s'il n'y a que deux réflexions (uniquement les signaux à double réflexion), l'affaiblissement de l'écho pour la personne qui écoute, LE, est égal à l'affaiblissement autour de la boucle (affaiblissement en boucle ouverte, ABO) car tous les autres affaiblissements proviennent de la même manière des signaux directs et des signaux réfléchis.

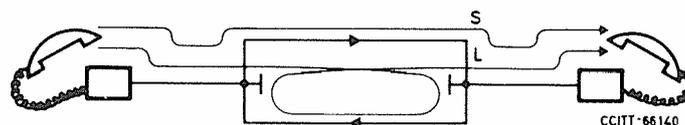


FIGURE 2/G.122

Echo pour la personne qui écoute

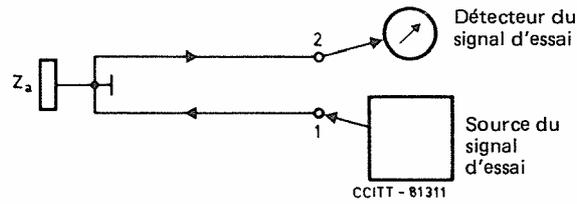
Il convient de noter qu'en général l'écho pour la personne qui écoute comprend une série de signaux réfléchis deux fois, quatre fois, etc., et donc que LE et ABO ne sont pas égaux en principe. Toutefois, dans la pratique, on peut considérer que LE et ABO sont égaux lorsque l'ABO dépasse environ 8 dB.

L'affaiblissement autour de la boucle peut être mesuré en coupant la boucle en un point, en injectant un signal et en mesurant l'affaiblissement obtenu au moment de traverser la boucle ouverte. Pendant les mesures, il faut que toutes les conditions d'impédance de la boucle fermée restent inchangées ainsi qu'aux extrémités à 2 fils. La grandeur mesurée est l'affaiblissement en boucle ouverte (ABO).

Pour des raisons pratiques, il sera plus commode de faire des mesures des demi-boucles, surtout dans le cas des centraux à quatre fils munis de termineurs de circuit à deux fils, étant donné qu'il est parfois difficile de maintenir une communication dans un central à quatre fils et d'interrompre un sens de transmission. Le principe de l'affaiblissement en demi-boucle (ADB) est expliqué à la figure 3/G.122.

¹⁾ Le terme «écho pour la personne qui écoute», tel qu'il est utilisé dans ce contexte, peut prêter à confusion. Il pourrait être remplacé par un terme plus approprié. L'expression «écho à l'extrémité de réception» est une expression que préfèrent certaines Administrations.

La somme des deux affaiblissements en demi-boucle d'un dispositif à 2 fils-4 fils-2 fils est égale à son affaiblissement en boucle ouverte (il est donc très proche de son affaiblissement d'écho pour la personne qui écoute); on suppose à nouveau que les conditions d'impédance aux extrémités à deux fils restent inchangées lors des mesures.



Remarque – 1 et 2 sont des points situés au même niveau (par exemple, des points numériques).

FIGURE 3/G.122

Mesures de l'affaiblissement en demi-boucle

5.2 *Limitation de l'écho pour la personne qui écoute*

5.2.1 *Transmission de données dans la bande vocale*

On étudie actuellement les valeurs minimales de l'affaiblissement d'écho pour la personne qui écoute. Les considérations exposées ci-après constituent un exemple et peuvent servir à indiquer les valeurs de l'ABO qu'il faudrait peut-être attribuer aux types existants de modems dont le débit binaire peut atteindre jusqu'à 2,4 kbit/s, pour obtenir une transmission de données de haute qualité:

- une communication complète ne doit pas comprendre plus de 5 (et exceptionnellement 7) boucles physiques;
- les boucles ayant un ABO très élevé (par exemple, supérieur à 45 dB) ne doivent pas figurer parmi les boucles faisant partie de la communication;
- l'ABO de chaque boucle, pour n'importe quelle fréquence de la bande comprise entre 500 et 2500 Hz, ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées dans le tableau 1/G.122 (avec $ABO = 18 + 10 \log m$, où m = nombre total de boucles):

TABLEAU 1/G.122

Dans un système national		Nombre total maximal de boucles dans une communication internationale
Nombre de boucles nationales	ABO de chaque boucle	
1	22 dB	3
2	25 dB	5
3	26,5 dB	7

5.2.2 *Transmission dans la bande vocale*

La qualité de transmission dans la bande vocale, en présence d'un écho pour la personne qui écoute, peut être quantifiée par une valeur pondérée de l'ABO dans la bande des fréquences vocales comprise entre 300 et 3400 Hz. Deux fonctions de pondération ont été définies dans le supplément n° 3 du tome V.

D'après les renseignements fournis dans la Recommandation P.11, on peut déduire les valeurs appropriées de l'ABO en fonction du temps de propagation aller et retour de la boucle pour obtenir une transmission satisfaisante dans la bande vocale. Ces valeurs sont actuellement à l'étude.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.122)

Mesure de l'affaiblissement de la stabilité (*a-b*) et de l'affaiblissement de l'écho (*a-b*)

L'affaiblissement pour la stabilité (*a-b*) et l'affaiblissement pour l'écho (*a-b*) tels qu'ils sont respectivement définis dans les § 3.1 et 4.1 peuvent être mesurés au moyen d'un appareil placé au centre international, conformément au principe décrit à la figure A-1/G.122.

En ce qui concerne la mesure de l'écho, la réponse combinée des filtres d'émission et de réception doit être telle que la définition donnée au § 4.2 du texte de la Recommandation soit effectivement appliquée - de telle manière, par exemple, que la différence entre un affaiblissement d'écho mesuré et un affaiblissement d'écho calculé à partir de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne dépasse pas 0,25 dB.

La répartition de la réponse totale entre l'émission et la réception n'a aucun caractère critique, et l'on peut utiliser toute division raisonnable pourvu que:

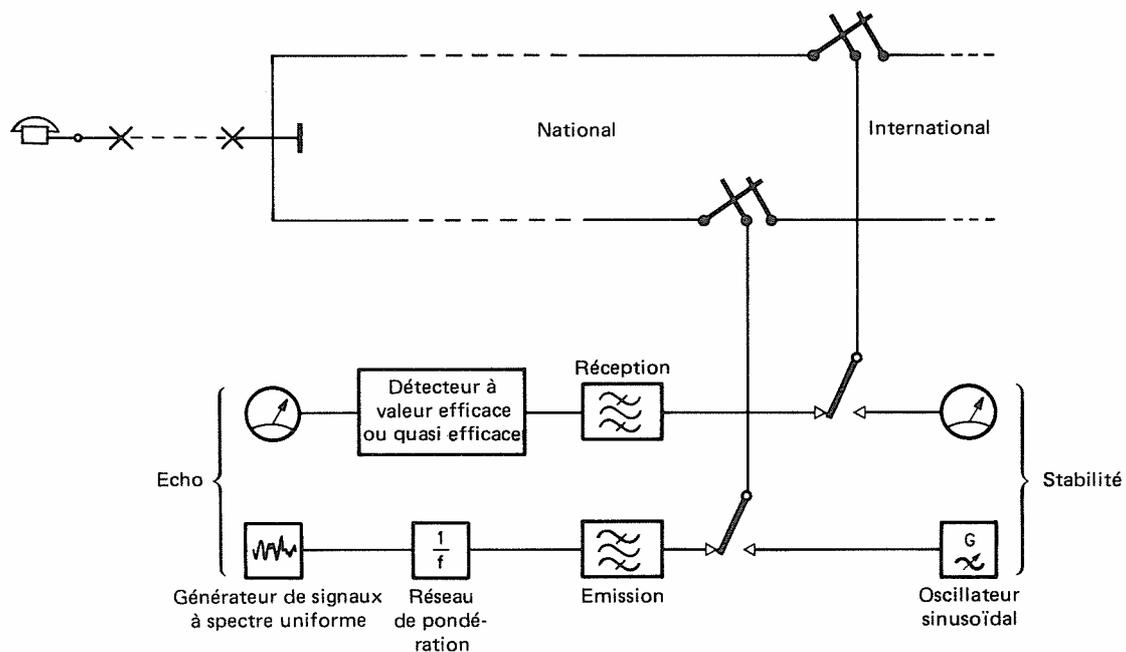
- l'on évite, dans les systèmes de transmission nationaux, des perturbations excessives entre voies, dues au spectre illimité du signal transmis;
- les signaux non désirés pouvant donner lieu à des erreurs, bourdonnements, bruit de circuit, résidu de la porteuse, par exemple, soient interdits à l'entrée du récepteur.

Des arrangements appropriés (non représentés sur le dessin) sont nécessaires pour l'accès (manuel ou automatique) aux commutateurs quatre fils au centre international, de même que pour assurer qu'il est dûment tenu compte des niveaux de transmission aux points effectifs de commutation.

En ce qui concerne la mesure de la stabilité, si l'on fait usage d'un oscillateur à balayage, il convient de prendre garde au risque de fonctionnement intempestif des systèmes nationaux de signalisation.

Dans ces deux mesures, on peut obtenir des résultats anormaux s'il y a des supprimeurs d'écho dans les circuits de prolongement nationaux.

Pour mesurer l'affaiblissement pour l'écho (*a-b*), la sortie du filtre d'émission est tout d'abord connectée à l'entrée du filtre de réception; le niveau approprié est alors réglé et il en est pris note. L'appareil est ensuite connecté comme indiqué à la figure A-1/G.122 et il est pris note de la nouvelle indication qui s'inscrit sur le cadran. L'affaiblissement ainsi établi est l'affaiblissement pour l'écho (*a-b*).



CCITT - 44881

FIGURE A-1/G.122

Principe de la mesure de l'affaiblissement sur le trajet *a-t-b* aux points de vue de la stabilité et de l'écho

ANNEXE B

(à la Recommandation G.122)

Explication des termes relatifs au trajet *a-t-b*

(Contribution de British Telecom et de l'Australie)

B.1 *Affaiblissement d'adaptation*

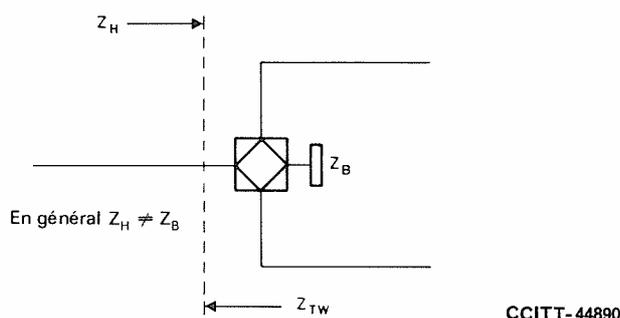
L'affaiblissement d'adaptation est une grandeur qui indique le degré d'adaptation entre deux impédances. Il a pour expression:

$$\text{Affaiblissement d'adaptation de } Z_1 \text{ par rapport à } Z_2 = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1 - Z_2} \right| \text{ dB}$$

Le terme «affaiblissement d'adaptation» ne devrait être utilisé que pour les circuits à deux fils, transmettant des signaux simultanément dans les deux sens.

B.2 *Affaiblissement d'équilibrage*

Le préambule à la Recommandation G.122 donne de l'affaiblissement d'équilibrage une définition précise, illustrée par la figure B-1/G.122.



$$\text{Affaiblissement d'équilibrage} = 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| \text{ dB}$$

FIGURE B-1/G.122

Il importe que la partie en deux fils se prête à l'étude projetée: si l'on étudie par exemple l'écho de la parole, le poste téléphonique doit être en position de conversation.

Dans le cas particulier, qui se présente d'ailleurs très souvent, où les impédances sur chaque trajet de la partie en quatre fils sont aussi égales à Z_B (par exemple, 600 ohms), l'équipement terminal présente au point en deux fils une impédance sensiblement égale à Z_B . La figure B-2/G.122 illustre ce cas.

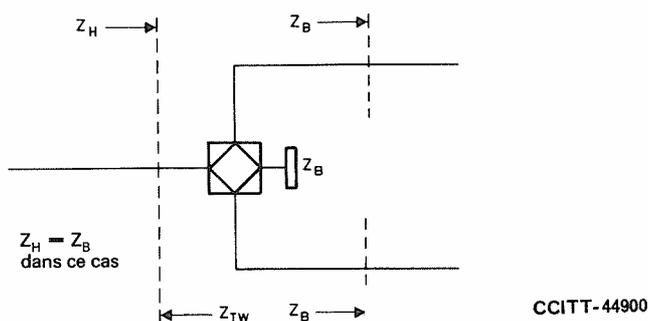


FIGURE B-2/G.122

Il faut toujours utiliser le terme «affaiblissement d'équilibrage» et non «affaiblissement d'adaptation» pour désigner la partie de l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ imputable au degré d'adaptation entre Z_B et Z_{TW} .

B.3 Affaiblissement du trajet $a-t-b$

Il peut y avoir des risques de confusion dans la mesure où cette notion peut s'appliquer à des systèmes qui ne comportent pas matériellement de point « t », par exemple dans certaines simulations en laboratoire de communications de grande longueur dans lesquelles l'écho est introduit par un circuit unidirectionnel asservi qui «enjambe» les deux circuits à quatre fils. Il est nécessaire de mentionner le point « t » dans la Recommandation puisque celui-ci s'applique à des réseaux téléphoniques publics, réels, à commutations.

On se trouve généralement en présence de l'un des deux cas suivants:

Cas 1: Le point « t » existe (figure B-3/G.122).

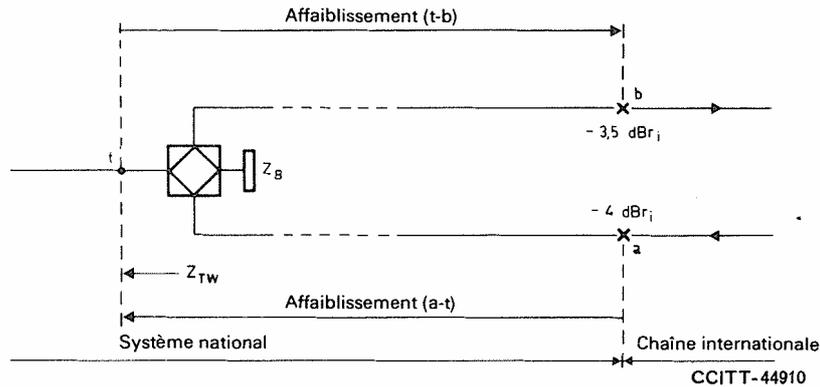


FIGURE B-3/G.122

L'affaiblissement du trajet $a-t-b$ peut être calculé comme suit:

$$\text{Affaiblissement (a-t)} + 20 \log_{10} \left| \frac{Z_B + Z_{TW}}{Z_B - Z_{TW}} \right| + \text{affaiblissement (t-b)}$$

Ce schéma est tracé en fonction des extrémités virtuelles du circuit international et des niveaux relatifs correspondant à ces extrémités. L'indice i dans l'abréviation dBr_i signifie que ces niveaux relatifs sont définis par rapport à un point à 0 dBr du circuit international.

Il est évident que l'on peut, dans la pratique, utiliser tout autre couple de niveaux relatifs appropriés (différant de 0,5 dBr dans le sens convenable), par exemple les niveaux de commutation réellement utilisés dans un centre international.

Cas 2: Il n'existe pas de point « t » (figure B-4/G.122).

Cette hypothèse concerne tout particulièrement les dispositifs utilisés pour les essais en laboratoire.

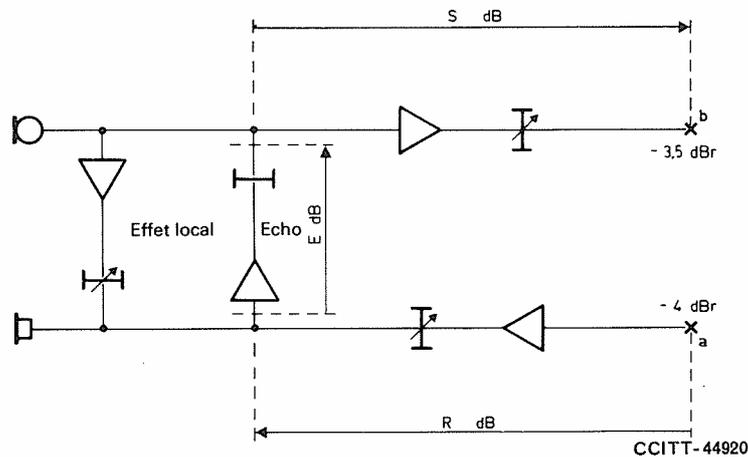


FIGURE B-4/G.122

Dans ce cas, on peut calculer l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ comme suit: $(R + E + S)$ dB (en admettant que la réaction acoustique sur le circuit téléphonique à quatre fils est négligeable).

Dans les deux cas, il est théoriquement possible de mesurer directement l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ en appliquant les principes décrits dans l'annexe A, c'est-à-dire en injectant un signal au point a et en mesurant le résultat obtenu au point b , de sorte que l'on obtient dans tous les cas:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{affaiblissement} \\ \text{du trajet } a-t-b \end{array} \right\} \equiv \left\{ \begin{array}{l} \text{affaiblissement du} \\ \text{trajet entre } a \text{ et } b \end{array} \right\}$$

ou, plus simplement:

$$\text{affaiblissement } (a-t-b) \equiv \text{affaiblissement } (a-b)$$

B.4 *Affaiblissements du point de vue de la stabilité et de l'écho*

Les grandeurs considérées ci-dessus sont fonction de la fréquence; elles donnent une courbe distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence. Lorsqu'il faut définir une telle courbe avec une seule valeur numérique, on utilise généralement des expressions explicatives, par exemple, affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) et affaiblissement pour l'écho ($a-b$).

Le texte de la présente Recommandation définit comme suit ces descriptions à numéro unique: l'affaiblissement de la stabilité ($a-b$) est la plus faible valeur (mesurée ou calculée) dans la bande de 0 à 4 kHz (voir les § 2.1 et 3.1), et l'affaiblissement de l'écho ($a-b$) est une intégrale pondérée de la fonction d'affaiblissement en fonction de la fréquence dans la bande de 300 à 3400 Hz, conformément à la définition figurant au § 4.2.

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho est disponible sous la forme d'un graphique ou sous celle d'un tableau, il est souhaitable d'appliquer, pour le calcul de l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$) d'autres méthodes que celles suggérées pour les mesures en service spécifiées dans l'annexe A.

Remarque – Lors de l'évaluation de l'affaiblissement pour l'écho à partir de données présentées sous forme de graphiques ou de tableaux, il convient de prendre un nombre de fréquences ponctuelles suffisant pour s'assurer que l'influence de la forme de la caractéristique d'amplitude en fonction de la fréquence est correctement préservée. Plus cette forme est irrégulière, plus il convient de prendre de fréquences pour un niveau de précision déterminé.

Données graphiques (règle du trapèze)

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho est disponible sous forme graphique (ou lorsque les données ont été mesurées de manière appropriée), l'affaiblissement pour l'écho peut être calculé comme suit au moyen de la règle du trapèze:

- 1) Diviser la bande de fréquences (300 Hz à 3400 Hz) en N sous-bandes d'égale largeur sur une échelle logarithmique de fréquences.
- 2) A chacune des $(N + 1)$ fréquences aux lisières des sous-bandes, relever la valeur de l'affaiblissement pour l'écho pour chacune de ces fréquences considérées et exprimer cette valeur sous la forme d'un rapport entre les puissances d'entrée et de sortie A_i .
- 3) Calculer ensuite la valeur de l'affaiblissement pour l'écho en se servant de la formule suivante:

$$L_e = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \left(\frac{A_0}{2} + A_1 + A_2 \dots + A_{N-1} + \frac{A_N}{2} \right) \right]$$

Données présentées sous forme de tableaux

Lorsque la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence du trajet d'écho n'est disponible qu'aux fréquences discrètes $N + 1$, lesquelles sont espacées de manière non uniforme sur une échelle logarithmique de fréquences, il convient de procéder comme suit:

On trouve dans le texte une approximation de la formule de calcul de l'affaiblissement pour l'écho:

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} \sum_{i=1}^N (A_i + A_{i-1}) (\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1})$$

dans laquelle

A_0 est le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence $f_0 = 300$ Hz,

A_i le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence f_i et

A_N le rapport des puissances d'entrée et de sortie à la fréquence $f_N = 3400$ Hz.

Remarque 1 – Cette approximation consiste à considérer, par hypothèse, que, dans le cadre de la sous-bande f_{i-1} à f_i , le rapport des puissances demeure constant et qu'il a la valeur: $A(f) = (A_i + A_{i-1})/2$.

Remarque 2 – Dans la formule d'approximation, la constante 3,24 résulte d'une combinaison de la constante 3,85 utilisée dans la définition et d'autres constantes résultant de l'approximation.

Comme le montre l'exemple du tableau B-1/G.122, la somme des termes du produit de la formule d'approximation peut être facilement calculée:

TABLEAU B-1/G.122

f_i (Hz)	$\log_{10} f_i$	$\log_{10} f_i - \log_{10} f_{i-1}$	Affaiblissement (dB)	Rapport A_i	$A_i + A_{i-1}$	(3) x (6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
300	2,477		∞	0		
		0,222			0,124	0,0275
500	2,699		9,05	0,124		
		0,204			0,402	0,0820
800	2,903		5,56	0,278		
		0,097			0,636	0,0617
1000	3,000		4,46	0,358		
		0,176			0,838	0,1475
1500	3,176		3,19	0,48		
		0,125			0,970	0,1213
2000	3,301		3,09	0,49		
		0,097			0,881	0,0855
2500	3,398		4,08	0,391		
		0,079			0,571	0,0451
3000	3,477		7,45	0,180		
		0,055			0,180	0,0099
3400	3,532		∞	0		
Total						0,5804

$$L_e = 3,24 - 10 \log_{10} 0,5804 = 5,6 \text{ dB}$$

B.5 *Equivalent global pour la sonie du trajet d'écho (Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour la personne qui parle, ESEP)*

La Recommandation G.131 porte sur des trajets complets d'écho de la parole; il est commode de définir ces trajets en termes d'équivalent pour la sonie (ES). On peut donc, conventionnellement, considérer l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho comme la contribution de cet affaiblissement à l'équivalent global pour la sonie du trajet de l'écho de bouche à oreille. Ainsi qu'il est indiqué au § 2, on peut utiliser naturellement, lorsqu'il est déjà connu, l'affaiblissement pour l'écho ($a-b$) en lieu et place de la somme des trois grandeurs suivantes: ES du trajet ($a-t$), affaiblissement d'équilibrage pour l'écho au point t (dont la moyenne est conforme aux indications du § 2) et ES du trajet ($t-b$).

Ainsi, l'équivalent global pour la sonie nominal du trajet de l'écho peut être calculé comme le montre la figure B-5/G.122.

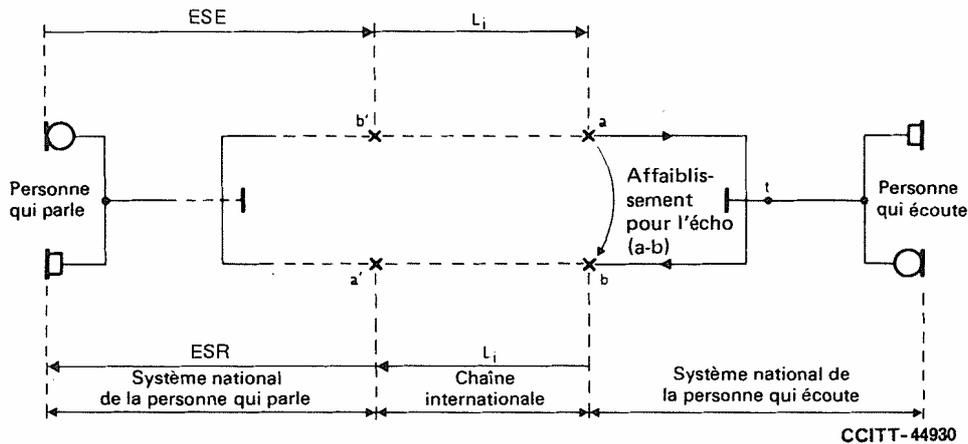


FIGURE B-5/G.122

Equivalent global pour la sonie du trajet d'écho (Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour la personne qui parle, ESEP), voir annexe A/G.111.

- = ESE + ESR du système national de la personne qui parle,
- + deux fois l'AES de la chaîne internationale (c'est-à-dire $2 L_i$);
- + affaiblissement de l'écho ($a-b$) du système national de la personne qui écoute (valeur moyenne calculée conformément aux dispositions de cette Recommandation).

B.6 *Définitions utiles – Résumé*

affaiblissement d'adaptation – S'applique à un circuit bidirectionnel à deux fils, définition classique.

affaiblissement d'équilibrage – Partie de l'affaiblissement du trajet $a-t-b$ pouvant être attribuée à l'adaptation entre l'impédance «deux fils» et l'impédance d'équilibrage de l'équipement terminal. Cette définition n'est applicable que s'il existe un point « t ».

affaiblissement du trajet $a-t-b$ – Peut être considéré comme l'affaiblissement ($a-b$), qu'il existe matériellement ou non un point « t ».

affaiblissement pour la stabilité ($a-b$) – La plus petite valeur de l'affaiblissement ($a-b$) dans la bande de 0 à 4 kHz.

affaiblissement pour l'écho ($a-b$) – Valeur moyenne de l'affaiblissement ($a-b$), calculée conformément à la définition figurant au § 2 de la présente Recommandation.

affaiblissement d'équilibrage pour l'écho – Valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage, calculée conformément au § 2 de la présente Recommandation.

équivalent pour la sonie du trajet d'écho (Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour la personne qui parle, ESEP) – Somme des grandeurs suivantes: équivalent pour la sonie à l'émission (ESE) et équivalent pour la sonie à la réception (ESR) du système national de la personne qui parle, double de l'AES sur la chaîne internationale et affaiblissement pour l'écho ($a-b$) du système national de la personne qui écoute.

Références

- [1] *Calcul de la stabilité des communications internationales établies conformément au plan de la transmission et de commutation*, CCITT, Livre vert, tome III.2, supplément n° 1, UIT, Genève, 1973.
- [2] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, Rec. G.232, § 2.
- [3] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, UIT, Genève, 1976.
- [4] Recommandation du CCITT *Réduction, par des méthodes de commutation, des risques d'instabilité*, tome VI, Rec. Q.32.
- [5] Recommandation du CCITT *Signal téléphonique conventionnel*, tome III, Rec. G.227.
- [6] CCITT – Question 8/XII, annexe 2, contribution COM XII-No 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

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

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

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

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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