



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

G.131/Q.42

(11/1988)

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

Caractéristiques générales des communications et des
circuits téléphoniques internationaux – Caractéristiques
générales de la chaîne à 4 fils formée par les circuits
internationaux et par les circuits nationaux de
prolongement

SÉRIE Q: COMMUTATION ET SIGNALISATION

Exploitation internationale automatique et semi-
automatique – Caractéristiques générales des connexions
et circuits téléphoniques internationaux

STABILITÉ ET ÉCHOS

Réédition de la Recommandation du CCITT G.131/Q.42
publiée dans le Livre Bleu, Fascicule III.1 (1988)

NOTES

- 1 La Recommandation G.131/Q.42 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.

STABILITÉ ET ÉCHOS

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

1 Stabilité de la transmission téléphonique

Les affaiblissements nominaux des circuits internationaux étant fixés, les principaux autres facteurs qui affectent la stabilité de la transmission téléphonique sur des communications établies par commutation sont les suivants:

- les variations de l'affaiblissement des circuits en fonction du temps et selon les circuits (voir le § 3 de la Recommandation G.151);
- la distorsion d'affaiblissement des circuits (voir le § 1 de la Recommandation G.151);
- la répartition des affaiblissements d'équilibrage pour la stabilité (voir les § 2 et 3 de la Recommandation G.122).

On a calculé la stabilité de communications internationales et à l'aide des résultats obtenus, on a établi un graphique (figure 1/G.131) montrant la proportion de communications (parmi toutes les communications possibles) qui présenteront probablement une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3 dB en fonction du nombre de circuits analogiques dont se compose la chaîne à quatre fils et des valeurs moyennes de l'affaiblissement d'équilibrage que l'on peut supposer. Bien entendu, la proportion de communications réellement établies qui présenteront une stabilité inférieure ou égale aux valeurs considérées sera beaucoup plus petite.

Remarque – Si des circuits numériques font partie de la chaîne à quatre fils, la stabilité sera probablement meilleure qu'indiqué sur la figure 1/G.131, car ces circuits présenteront une variabilité de l'affaiblissement moins grande que la variabilité supposée sur la figure 1/G.131.

En interprétant la signification des courbes indiquant la proportion de communications qui auront probablement une stabilité de 3 dB ou moins, on devra tenir compte du fait que les chaînes les plus compliquées comprendront certainement un circuit muni d'un supprimeur ou d'un annuleur d'écho; dans ce cas, la stabilité durant la conversation sera beaucoup plus élevée.

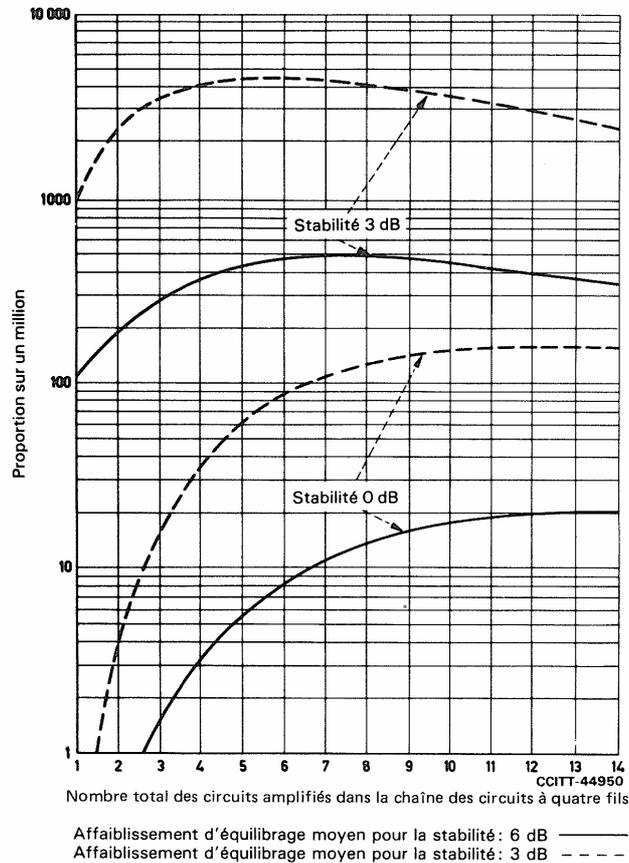


FIGURE 1/G.131

Proportion de communications possibles présentant une stabilité inférieure ou égale à 0 dB ou 3 dB

Les présents calculs reposent sur les hypothèses simplificatrices suivantes:

- a) les circuits nationaux sont ajoutés à la chaîne internationale en respectant la Recommandation G.122;
- b) l'écart type de l'affaiblissement parmi les circuits analogiques internationaux établis sur des groupes primaires équipés de régulation automatique du gain est de 1 dB. Ceci concorde avec les hypothèses de la Recommandation G.122 et les résultats de la 10e série de mesures de la Commission d'études IV indiquent que l'on se rapproche de l'objectif visé (1,1 dB était l'écart type des données relevées, et la proportion des groupes primaires internationaux non régulés décroît de manière significative);
- c) les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission sont en corrélation complète;
- d) l'écart de la valeur moyenne de l'affaiblissement par rapport à la valeur nominale est nul. On ne dispose que de peu de renseignements, jusqu'ici, sur les circuits internationaux dont la maintenance s'effectue entre bornes à quatre fils;
- e) on n'a pas tenu compte des variations et distorsions introduites par les centraux nationaux et internationaux;
- f) la variation de l'affaiblissement des circuits à des fréquences autres que la fréquence de mesure est la même qu'à la fréquence de mesure;
- g) on n'a pas tenu compte de la distorsion d'affaiblissement. Cela semble justifiable parce que de faibles valeurs d'affaiblissement d'équilibrage se présentent aux extrémités de la bande transmise et sont, de la sorte, associées à des valeurs plus élevées de l'affaiblissement;
- h) toutes les distributions sont gaussiennes.

Compte tenu de ces hypothèses, on peut conclure que les Recommandations du CCITT constituent un tout logique et que, si elles sont observées et si la norme de maintenance fixée pour la variation d'affaiblissement des circuits est maintenue, il ne devrait pas y avoir de problèmes d'instabilité dans le plan de transmission. Il est évident également que ceux des réseaux qui ne peuvent présenter un affaiblissement d'équilibrage meilleur que 3 dB en moyenne, avec un écart type de 1,5 dB, présentent peu de risques de compromettre sérieusement la stabilité des communications internationales en ce qui concerne l'amorçage d'oscillations. Cependant, la distorsion au voisinage immédiat du point d'amorçage et les effets d'écho qui peuvent en résulter ne justifient pas que l'on se satisfasse de cette situation.

Les détails des calculs sont donnés dans le document cité en [1].

2 Limitation des échos

Les circuits principaux d'un réseau téléphonique moderne qui écoule des communications internationales sont des circuits à courants porteurs à grande vitesse de transmission sur paires symétriques, paires coaxiales, fibres optiques ou sur faisceaux hertziens; aucun dispositif de réduction d'écho tel que le supprimeur d'écho ou l'annuleur d'écho n'est normalement utilisé sur ces circuits, à moins qu'il ne s'agisse de communications comportant de très longs circuits internationaux. En règle générale, des dispositifs de réduction d'écho sont rarement nécessaires dans les réseaux nationaux, mais ils peuvent l'être même dans le service intérieur pour des pays de grande étendue. On peut également avoir besoin de dispositifs de réduction d'écho sur des circuits en câbles chargés (circuits à faible vitesse de transmission) utilisés pour des communications internationales.

On peut limiter les échos de deux façons: ou bien en réglant l'équivalent de la chaîne de circuits à quatre fils de manière telle que les courants d'écho soient suffisamment affaiblis (ce qui suppose implicitement une valeur donnée et immuable de l'affaiblissement d'adaptation pour l'écho) ou bien en installant un dispositif de réduction d'écho.

2.1 Réglage de l'équivalent

Les courbes de la figure 2/G.131 indiquent la valeur minimale de l'équivalent pour la sonie (ES) nominal¹ du trajet d'écho qu'il faut introduire pour ne pas être obligé de recourir à un supprimeur d'écho. L'ES global est indiqué en fonction du temps de propagation moyen dans un sens. La façon dont ces courbes ont été obtenues est expliquée dans le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule et un exemple de leur application figure dans l'annexe A à la présente Recommandation.

Les courbes en trait plein s'appliquent à une chaîne de circuits analogiques interconnectés en quatre fils, mais on peut également les employer pour des circuits interconnectés en deux fils, si l'on a pris les précautions voulues pour assurer un bon affaiblissement d'adaptation pour l'écho aux points d'interconnexion, en deux fils (c'est-à-dire dont la moyenne est calculée conformément à la Recommandation G.122), par exemple, une valeur moyenne de 27 dB, avec un écart type de 3 dB.

¹ Alors que la figure 2/G.131 est fondée sur les valeurs nominales de l'ES des circuits locaux et des circuits interurbains, elle se réfère aux valeurs minimales de l'ES à l'émission et de l'ES à la réception des systèmes d'abonnés.

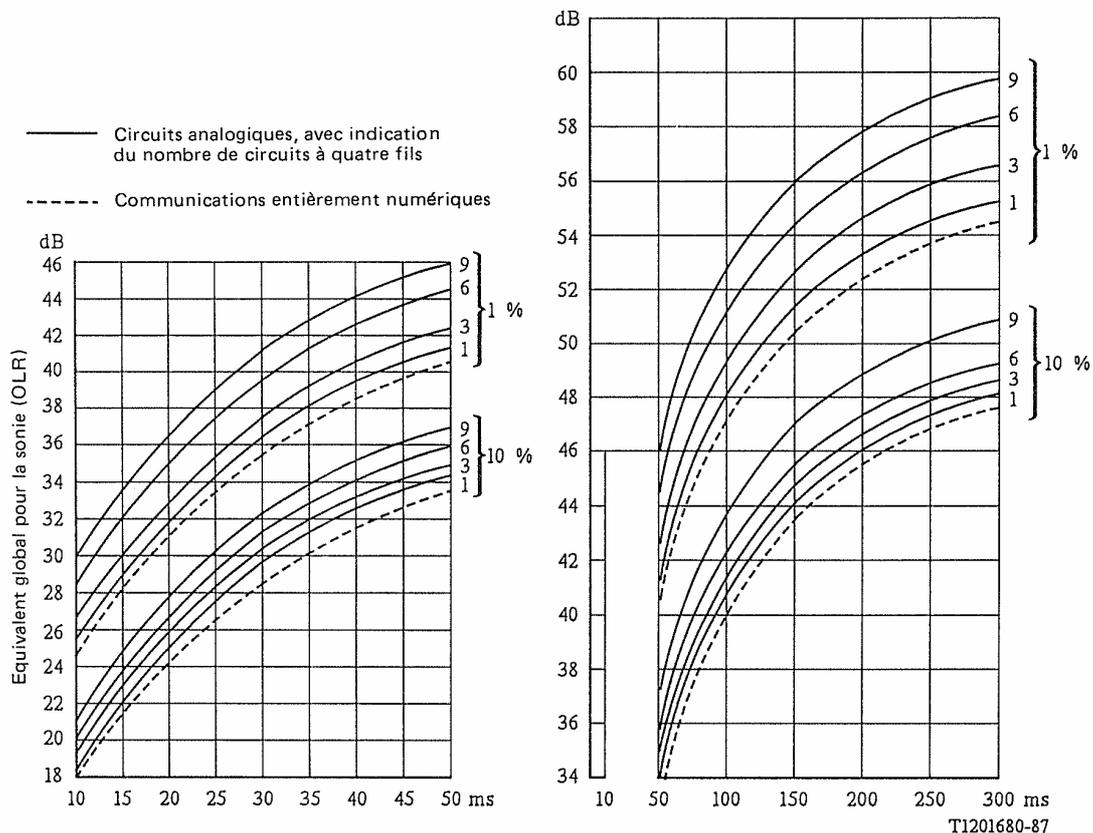
Remarque – Cette valeur ne suffit qu'à assurer des affaiblissements d'adaptation pour l'écho ($a-b$) de $(15 + n)$ dB, comme le prévoit actuellement le § 4.1 de la Recommandation G.122.

La courbe en tiretés est applicable à des communications entièrement numériques avec des lignes d'abonné analogiques (comme indiqué sur la figure 2/G.111) et, dans certaines hypothèses (voir le supplément n° 2), à des communications entièrement numériques avec des lignes d'abonné numériques [comme indiqué sur la partie b) de la figure 1/G.104]. Dans ce dernier cas, le trajet d'écho comprend le trajet acoustique entre la partie réception et la partie émission du combiné.

Quand un circuit international n'est utilisé que pour des communications internationales relativement courtes et simples, on peut augmenter son équivalent de référence entre extrémités virtuelles analogiques à proportion de la longueur du circuit, comme il est indiqué ci-dessous, si cela permet d'éviter l'emploi de dispositifs de réduction d'écho:

- jusqu'à une longueur d'artère de 500 km: 0,5 dB;
- pour une longueur d'artère comprise entre 500 et 1000 km: 1,0 dB;
- en plus chaque fois que la longueur augmente de 500 km, ou pour la dernière fraction inférieure à 500 km: 0,5 dB.

Cependant, un tel circuit ne peut être incorporé à une chaîne de plusieurs circuits, à moins que son affaiblissement nominal de transit ne soit ramené à 0,5 dB.



Remarque 1 – Les pourcentages indiqués correspondent à la probabilité de rencontrer un écho gênant.

Remarque 2 – L'équivalent global pour la sonie du trajet d'écho est ici défini par la somme:

- des équivalents pour la sonie dans les deux sens de transmission du système téléphonique local de l'abonné qui parle (supposé avoir des valeurs minimales d'OLR);
- des équivalents pour la sonie dans les deux sens de transmission de la chaîne de circuits entre l'extrémité à deux fils du système téléphonique local de l'abonné qui parle et les bornes à deux fils du terminateur deux fils/quatre fils à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute;
- de la valeur moyenne de l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute.

FIGURE 2/G.131

Courbes de tolérance à l'écho

2.2 Dispositifs de réduction d'écho

Le type préféré de supprimeur d'écho est un demi-supprimeur d'écho différentiel terminal commandé depuis l'extrémité distante. Plusieurs types de demi-supprimeurs d'écho sont en service dans le réseau international: l'un qu'il ne convient d'employer que pour des communications dans lesquelles le temps de propagation moyen dans un sens ne dépasse pas 50 ms (appelé supprimeur d'écho pour court temps de propagation), les autres convenant à des communications qui ont des temps de propagation moyens dans un sens quelconque et en particulier nettement supérieurs à 50 ms (supprimeurs d'écho pour long temps de propagation, comme ceux qui sont utilisés sur les circuits établis sur des systèmes à satellites). Les caractéristiques des supprimeurs d'écho pour courts temps de propagation sont spécifiées dans la Recommandation citée en [2]. Les caractéristiques des supprimeurs d'écho, que l'on peut utiliser dans des communications ayant un temps de propagation soit court, soit long, figurent dans la Recommandation citée en [3] et dans la Recommandation G.164 (supprimeurs d'écho avec de nouvelles fonctions). On peut aussi réduire l'écho avec un autre type de dispositif: l'annuleur d'écho dont les caractéristiques figurent dans la Recommandation G.165.

Les résultats obtenus au moyen d'essais subjectifs permettent de conclure que:

- 1) Les annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 assurent (au niveau de confiance 0,05) une qualité de transmission de la parole supérieure à celle:
 - a) des supprimeurs d'écho conformes à la Recommandation G.161 (Livre orange);
 - b) des supprimeurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 avec commande différentielle d'intervention fixe (CDIF).

Remarque – Deux Administrations ont estimé que les annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 et les supprimeurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 avec commande différentielle d'intervention adaptable (CDIA) assurent pratiquement la même qualité quand l'affaiblissement sur le trajet des courants d'écho est de loin supérieur à la valeur minimale de sa plage. Les calculs établis conformément au § 2 de la Recommandation G.122 et dans l'hypothèse d'un affaiblissement d'écho minimal de 6 dB montrent que l'affaiblissement sur le trajet des courants d'écho est le plus souvent supérieur à la valeur minimale.

- 2) Les supprimeurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 avec CDIA assurent une qualité de transmission de la parole supérieure à celle des supprimeurs d'écho avec CDIF.
- 3) L'utilisation de dispositifs de réduction de l'écho de types différents (c'est-à-dire des supprimeurs ou des annuleurs d'écho conformes aux Recommandations de la série G) installés aux extrémités opposées d'une liaison est possible. Dans ce cas, la qualité subjective perçue à une extrémité dépend presque uniquement de la qualité de transmission du dispositif de réduction de l'écho installé à l'extrémité opposée.

Remarque 1 – Les circuits régionaux à satellites acheminés en parallèle avec les circuits terrestres, sans écho perceptible, bénéficieront de l'utilisation de dispositifs de réduction de l'écho d'excellente qualité. Par ailleurs, l'abonné peut estimer que toute dégradation de la qualité normale d'acheminement sur le circuit à satellite est gênante.

Remarque 2 – Un accord bilatéral passé entre les Administrations peut faciliter l'introduction, dans le réseau, de dispositifs de réduction de l'écho de meilleure qualité.

2.3 Règles régissant la limitation des échos

Les règles données ci-après se répartissent en règles théoriques et en règles pratiques. Il est admis qu'aucune solution pratique au problème ne saurait respecter des règles aussi restrictives et aussi rigides que les règles théoriques. On a donc proposé des règles pratiques, en espérant qu'elles faciliteront la solution des problèmes de commutation et d'économie. Il ne faut pas les appliquer s'il est raisonnablement possible de respecter les règles théoriques.

2.3.1 Règles applicables aux communications sans dispositifs de réduction d'écho²

2.3.1.1 Règle théorique – Règle A

La probabilité pour qu'une communication internationale entre deux centraux locaux donnés soit jugée «insatisfaisante» en raison de l'écho dû aux paroles de la personne qui parle devrait être inférieure à 1% lorsqu'on admet, pour l'appareil et la ligne téléphoniques de la personne qui parle, les équivalents pour la sonie les plus petits possible à l'émission et à la réception.

Remarque – Les communications entre deux centraux locaux donnés peuvent passer par des nombres différents de circuits à quatre fils, selon la procédure d'acheminement et l'heure du jour. La figure 2/G.131 permet de vérifier si la règle A est observée pour les différentes proportions du trafic total qui passent respectivement par 1, 2, 3 ..9 circuits à quatre fils (voir le supplément n° 2 à la fin du présent fascicule).

² Les règles données dans la présente Recommandation ont été mises à jour (de façon à inclure les annuleurs d'écho) puis regroupées et comparées avec les versions antérieures de la Recommandation G.131. On a repris pour désigner les règles les mêmes lettres que dans les versions précédentes de la Recommandation G.131 afin d'assurer une certaine continuité.

2.3.1.2 Règle pratique – Règle E

Pour des communications faisant intervenir les plus longs prolongements nationaux à quatre fils dans chacun des deux pays, on peut, par accord entre les Administrations intéressées, tolérer une probabilité, pour que les communications soient jugées «insatisfaisantes» en raison de l'écho, non plus de 1% (règle A), mais de 10%. Cette règle E³ n'est valable que dans le cas où il serait nécessaire [d'après la règle A³] d'utiliser un dispositif de réduction d'écho seulement pour ces communications et où il n'y en a pas besoin pour les communications entre les régions situées au voisinage immédiat des deux centres internationaux intéressés.

2.3.2 Règles applicables aux communications avec dispositifs de réduction d'écho

2.3.2.1 Règles théoriques

2.3.2.1.1 Règle B

- 1) Une chaîne de circuits nécessitant un supprimeur ne devrait jamais comprendre plus que ce qui correspond à un supprimeur complet (c'est-à-dire deux demi-supprimeurs). Lorsqu'il y a plusieurs supprimeurs d'écho complets, il y a risque de mutilation et peut-être même de blocage de la conversation.
- 2) Les circuits équipés d'annuleurs d'écho (Recommandation G.165) peuvent être connectés ensemble en cascade sans dégradation de la qualité du point de vue de l'écho.
- 3) Un circuit équipé de supprimeurs d'écho (Recommandation G.164) peut être connecté à un autre circuit équipé d'annuleurs d'écho (Recommandation G.165) sans dégradation supplémentaire de la qualité

Remarque – La qualité globale ne sera pas supérieure à celle du dispositif le moins performant.

2.3.2.1.2 Règle D

Il convient d'associer les demi-supprimeurs ou les annuleurs d'écho aux termineurs de la chaîne à quatre fils de la communication complète. Cela:

- réduit la probabilité que la parole soit mutilée par les supprimeurs, car les temps de maintien peuvent être très courts;
- réduit le risque d'un fonctionnement inefficace des annuleurs d'écho car les retards aux extrémités sont courts et les valeurs minimales requises d'affaiblissement d'écho peuvent être assurées.

2.3.2.2 Règles pratiques

2.3.2.2.1 Règle F

Dans le cas où l'on estime ne pas pouvoir respecter la règle D, on peut monter le dispositif de réduction d'écho au centre international ou dans un centre de transit national approprié. Toutefois, chacun de ces dispositifs devrait être suffisamment proche du poste d'abonné respectif pour que le retard aux extrémités ne dépasse pas la valeur maximale recommandée dans les Recommandations G.161 (*Livre orange*), G.164 et G.165. Pour les pays d'étendue moyenne, cette recommandation signifie que, normalement, les dispositifs de réduction d'écho situés aux extrémités de départ et d'arrivée se trouveront dans le pays d'origine et dans le pays de destination de la communication.

2.3.2.2.2 Règle G

Dans certains cas d'espèce, on peut monter un supprimeur d'écho complet pour faible temps de propagation à l'extrémité de départ d'un circuit de transit (au lieu de deux demi-supprimeurs aux centres terminaux) à condition qu'aucun des deux temps de maintien ne dépasse 70 ms. L'application de cette règle plus souple peut amener à réduire le nombre des supprimeurs nécessaires et à simplifier les dispositions prises pour la signalisation et la commutation. On insiste sur le fait que les supprimeurs complets ne doivent pas être utilisés sans discernement: la meilleure solution consiste à avoir deux demi-supprimeurs aussi voisins que possible des termineurs. Si l'on emploie un supprimeur complet, il devrait être installé aussi près que possible du point qui constitue le «milieu» de la chaîne au point de vue du temps de propagation, ce qui entraînera une diminution du temps de maintien requis.

On étudie actuellement s'il est possible d'utiliser dans ce cas un supprimeur ou un annuleur d'écho complet pour long temps de propagation.

³ La Recommandation Q.115 [4] contient une étude au sujet de l'application des règles A et E aux relations entre le Royaume-Uni et l'Europe.

2.3.2.2.3 Règle K

Sur une communication qui nécessite la suppression de l'écho, on peut admettre jusqu'à ce qui correspond à deux supprimeurs complets (par exemple: trois demi-supprimeurs ou bien deux demi-supprimeurs et un supprimeur complet). Il convient de tout faire pour éviter de recourir à cette tolérance, car la présence sur une communication de deux supprimeurs d'écho complets ou davantage, avec de longs temps de maintien, peut causer de sérieuses mutilations de la parole et augmente très sensiblement le risque de blocage de la conversation. Cette règle ne s'applique pas aux annuleurs d'écho (voir la règle B).

2.3.2.2.4 Règle L

De façon générale, il n'est pas souhaitable de mettre hors circuit (ou de neutraliser) les supprimeurs d'écho intermédiaires lorsqu'un circuit muni de dispositifs de réduction d'écho pour long temps de propagation est connecté à un circuit muni de supprimeurs d'écho pour court temps de propagation. Il serait toutefois souhaitable de mettre hors circuit (ou de neutraliser) les supprimeurs d'écho intermédiaires si, dans la partie de la communication qui est comprise entre les supprimeurs d'écho terminaux, le temps de propagation moyen dans un sens ne dépasse pas 50 ms, les différents types étant vraisemblablement compatibles. Un annuleur d'écho intermédiaire n'a pas à être mis hors circuit.

2.3.3 Règles générales

2.3.3.1 Règle théorique – Règle C

Il convient de ne pas insérer de dispositifs de réduction d'écho sur les chaînes de circuits qui n'en ont pas besoin; leur présence augmente les probabilités de dérangement et complique la maintenance.

2.3.3.2 Règles pratiques

2.3.3.2.1 Règle H

Dans des cas exceptionnels, de panne par exemple, une voie de secours peut être établie. Il n'y a pas besoin d'équiper cette voie de dispositifs de réduction d'écho si les circuits sont utilisables sans eux pendant une courte période. Toutefois, si la voie de secours doit être empruntée pendant plus de quelques heures, il convient d'installer de tels dispositifs en se conformant aux règles A ou E ci-dessus.

2.3.3.2.2 Règle J

On admet, sur une communication ne nécessitant pas de dispositif de réduction d'écho, la présence, même superflue, d'un ou deux demi-supprimeurs, d'un supprimeur complet ou d'annuleurs d'écho. (En fait, on arrive à peine à déceler la présence d'un supprimeur d'écho bien réglé sur un circuit à temps de propagation modéré; quant aux annuleurs, leur présence peut améliorer la qualité globale de la communication.)

Lorsqu'un centre international d'arrivée est accessible d'un centre international de départ par plus d'une artère et que:

- 1) une artère au moins nécessite des supprimeurs d'écho et une artère au moins n'en nécessite pas, et lorsque de plus
- 2) le centre de départ n'est pas en mesure de déterminer quelle artère sera utilisée,

il convient en tout état de cause d'insérer des dispositifs de réduction d'écho.

2.3.3.2.3 Règle M

On a constaté que, dans la pratique, il est possible de rendre l'écho tolérable en insérant un affaiblissement dans le circuit si le temps de propagation de l'écho dans un seul sens est inférieur à 25 ms. Pour des temps de propagation plus longs, il faut, pour atténuer l'écho, insérer un affaiblissement trop important dans le circuit et des dispositifs de réduction d'écho sont alors nécessaires.

Remarque – Un équivalent de cette règle est donné au § B.b de la Recommandation G.161 (*Livre orange*). Cette règle n'a jamais été formulée dans les versions antérieures de la Recommandation G.131.

2.4 *Introduction des dispositifs de réduction d'écho dans une communication*

Les procédés suivants d'introduction de dispositifs de réduction d'écho dans une communication ont été envisagés:

- 1) prévoir un ensemble de dispositifs de réduction d'écho à la disposition de plusieurs faisceaux de circuits, un dispositif de réduction d'écho quelconque de cet ensemble étant associé à tout circuit sur lequel on a besoin d'un dispositif de réduction d'écho (voir la Recommandation Q.115 [4]);
- 2) monter les dispositifs de réduction d'écho en permanence sur les circuits, avec possibilité de les éliminer par commutation (ou de les neutraliser) lorsque leur présence est inutile [5];
- 3) diviser les circuits d'une artère internationale en deux faisceaux dont l'un est muni de dispositifs de réduction d'écho et l'autre non; pour une communication donnée, utiliser selon les besoins un circuit d'un faisceau ou de l'autre. Cependant, on ne doit pas oublier le fait bien connu que des circuits peuvent ne pas être utilisés avec un bon rendement lorsqu'ils sont divisés en faisceaux séparés;
- 4) imaginer des schémas selon lesquels on divise le pays de départ et le pays d'arrivée en zones correspondant à des distances radiales moyennes croissantes à partir du centre international. Il est alors possible de déterminer les longueurs nominales des prolongements nationaux en examinant les premiers chiffres de l'indicatif et les circuits d'origine.

Quelle que soit la méthode utilisée, on doit prendre dûment en considération la dernière phrase du § 2.1. Le CCITT étudie actuellement des méthodes permettant d'obtenir les affaiblissements de circuit voulus. La nature et le volume du trafic écoulé sur une communication donnée sont également des facteurs économiques qui influent finalement sur le choix de la méthode à adopter.

Le CCITT étudie actuellement quelles sont les Recommandations qu'il est nécessaire de formuler pour garantir que l'insertion de dispositifs de réduction d'écho dans les communications internationales est conforme, dans l'ensemble, aux règles pratiques énoncées précédemment.

On notera qu'il n'est pas nécessaire que la même méthode soit utilisée sur tous les continents. La nécessité de réaliser des communications intercontinentales exige une certaine compatibilité, mais il ne semble pas y avoir de grandes difficultés à y parvenir.

2.5 *Dispositifs de traitement des signaux vocaux*

Certains dispositifs de traitement des signaux vocaux, tels que les dispositifs de concentration de la parole, ont une fonction de supprimeur d'écho. Toutefois, ils ne peuvent supprimer l'écho que si un seul interlocuteur parle et non lorsque les deux interlocuteurs parlent simultanément (voir le § 1.7 de la Recommandation G.164), sauf s'ils sont équipés pour assurer des fonctions de supprimeur d'écho complet. Si des dispositifs qui n'ont pas ces fonctions sont connectés en cascade avec des annuleurs d'écho, il peut se produire une dégradation de la qualité, due à l'écho, quand les interlocuteurs parlent simultanément, l'annuleur d'écho intermédiaire n'étant pas efficace pendant l'émission simultanée de la parole.

ANNEXE A

(à la Recommandation G.131)

Application des dispositions du § 2 de la Recommandation G.131

La règle A du § 2.3.1.1 de la Recommandation G.131 demande, pour chaque couple de pays, l'évaluation des conditions d'écho pour chacun des couples possibles de centraux locaux; le point correspondant à l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho en fonction du temps de propagation moyen dans un sens se trouve-t-il, pour ce couple de centraux, au-dessus ou au-dessous de la courbe appropriée de 1% de la figure 2/G.131?

Les variables du problème sont indiquées dans le tableau A-1/G.131 et illustrées par la figure A-1/G.131 pour les communications entièrement analogiques et par la figure A-2/G.131 pour les communications entièrement numériques.

Pour deux centraux donnés, on connaît ou l'on peut estimer les valeurs de ces huit caractéristiques; sur la figure 2/G.131, on peut déterminer le point correspondant à l'équivalent pour la sonie [1) + 2) + 3) + 4) du tableau A-1/G.131] en fonction du temps de propagation moyen dans un sens [5) + 6) + 7) du tableau A-1/G.131] par rapport à la courbe à 1% pour un nombre donné de circuits analogiques dans la chaîne à quatre fils pour des communications entièrement analogiques et mixtes analogiques et numériques ou à l'aide de la courbe appropriée pour des communications entièrement numériques.

TABLEAU A-1/G.131

Caractéristiques nécessaires à la détermination de l'écho

Equivalent global pour la sonie au trajet d'écho, égal à la somme des caractéristiques suivantes:

- 1) minimum de la somme des valeurs des équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception (ESE et ESR) du système local du pays A (extrémité où se trouve la personne qui parle);
- 2) ES nominal, dans les deux sens de transmission, entre le central local et les extrémités virtuelles analogiques (aA et bA) de la chaîne de circuits nationaux du pays A qui relie ce central au central international;
- 3) ES nominal, dans les deux sens de transmission, de la chaîne de circuits internationaux;
- 4) affaiblissement d'écho (aB-bB) du système national du pays B (extrémité où se trouve la personne qui écoute).

Temps de propagation moyen dans un sens, égal à la moitié de la somme des temps de propagation sur les éléments de transmission suivants:

- 5) trajets, dans les deux sens de transmission, entre l'appareil téléphonique situé dans le pays A et les extrémités virtuelles analogiques aA et bA;
- 6) chaîne de circuits internationaux, dans les deux sens de transmission;
- 7) trajet aB-bB dans le pays B.

Une autre caractéristique dont on a besoin pour les communications entièrement analogiques ou mixtes analogiques et numériques est la suivante:

- 8) nombre des circuits analogiques composant la chaîne à quatre fils (voir la figure 3/G.101).

A.1 *Communications entièrement analogiques (figure A-1/G.131)*

Dans le cadre de la présente Recommandation, on peut admettre que, à l'extrémité où se trouve l'abonné qui écoute, la principale réflexion se produit au termineur quatre fils/deux fils; on peut supposer que ce termineur se trouve dans le central primaire associé au central local de l'abonné qui écoute. Les composantes de 4) du tableau A-1/G.131 sont alors les affaiblissements a_{B-t} et $t-b_B$, plus l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'accès deux fils du termineur. Cet affaiblissement sera égal à la valeur moyenne sur toutes les lignes d'abonnés demandeurs qui peuvent aboutir à l'accès deux fils du termineur en passant par le central local de l'abonné qui écoute. (La figure 2/G.131 est fondée sur un écart type de 3 dB pour l'affaiblissement d'équilibrage.) Si l'on ignore cette valeur moyenne, on peut admettre que le point 4) du tableau A-1/G.131 satisfait aux conditions du § 2 de la Recommandation G.122, c'est-à-dire que la valeur moyenne est de $(15 + S)$ dB, S étant la somme des affaiblissements nominaux dans les deux sens de transmission des circuits de la chaîne nationale à quatre fils pour l'abonné qui écoute. (On suppose que $S = 1$ dB dans ce cas.)

Pour deux centraux locaux donnés, les communications successivement établies peuvent emprunter des nombres variables de circuits à quatre fils; le trafic total peut alors être considéré comme une quantité de paquets de proportions diverses passant par 1 à 9 circuits à quatre fils. Chaque «paquet» peut être évalué à l'aide de la figure 2/G.131; les résultats seront combinés afin de vérifier si la règle A est observée pour la totalité du trafic.

A titre d'exemple, la figure A-1/G.131 montre une application des dispositions du § 2 de la Recommandation G.131, où l'on admet que le trajet $a-t-b$ pour l'abonné qui écoute est conforme aux dispositions de la Recommandation G.122. Pour simplifier, on a admis que la totalité du trafic s'écoule dans les conditions données. Dans le cas de cet exemple, les valeurs sont les suivantes:

Pays A de l'abonné qui parle

| | | |
|--|------|-----------------|
| Distance du central local A1 au centre international | 1600 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens, du central local A1 au centre international | 1 1 | ms ⁴ |
| Total des ES minimaux et simultanés à l'émission et à la réception du système local | 5 | dB |
| ES du central local au centre international (bA) | 7 | dB ⁵ |
| ES du centre international au central local (aA) | 6 | dB ⁵ |
| Nombre de circuits à quatre fils | 2 | |

Chaîne internationale de A à B

| | | |
|---|----------------|-----------------|
| Nombre de circuits | 3 ⁶ | |
| Longueur | 3200 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens | 1 7 | ms ⁴ |
| Somme des ES dans les 2 sens, soit $2 \times 3 \times 0,5$ dB | 3 | dB |

Pays B de l'abonné qui écoute

| | | |
|--|------|-----------------|
| Affaiblissement moyen d'écho (aB-bB), soit $(15 + 1)$ dB | 16 | dB |
| | | (Rec. G.122) |
| Distance du centre international au centre primaire associé au central local B1 (c'est-à-dire jusqu'au point de réflexion principal) | 1120 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens pour la distance ci-dessus | 16 | ms ⁴ |
| Nombre de circuits à quatre fils..... | 1 | |
| Nombre total de circuits à quatre fils = $2 + 3 + 1 = 6$ | | |

⁴ En supposant que la vitesse de propagation des systèmes de transmission est de 250 km/ms, qu'il y a dans le pays A de l'abonné qui parle et dans la chaîne internationale entre A et B, 3 modulateurs/démodulateurs de voies MRF introduisant chacun un retard de 1,5 ms et un élément constant de 12 ms pour le pays B de l'abonné qui écoute (voir la Recommandation G.114).

⁵ On suppose que le circuit local chargé introduit un dB supplémentaire (dans chaque sens) lorsqu'il passe de l'affaiblissement nominal de transmission à l'ES.

⁶ Nombre exceptionnellement grand, choisi uniquement pour illustrer le principe de l'addition des affaiblissements.

Total du temps de propagation moyen dans un sens = $11 + 17 + 16 = 44$ ms (A-1)

ES total du trajet d'écho = $5 + 7 + 6 + 3 + 16 = 37$ dB (A-2)

Si l'on reporte les valeurs (A-1) et (A-2) sur la figure 2/G.131, le point trouvé se situe au-dessous de la courbe 1% pour six circuits à quatre fils, ce qui indique une probabilité de plus de 1% pour que la communication soit jugée «insatisfaisante». La conclusion est également applicable à d'autres nombres possibles de circuits à quatre fils.

A.2 Communications entièrement numériques (figure A-2/G.131)

On peut admettre que, à l'extrémité où se trouve la personne qui écoute, la principale réflexion se produit au terminateur quatre fils/deux fils, qui est situé au centre local de cette personne. Les composantes de la grandeur 4) du tableau A-1/G.131 sont alors les affaiblissements a_{B-t} et $t-b_B$, plus l'affaiblissement d'équilibrage pour l'écho à l'accès deux fils du terminateur. Cet affaiblissement sera égal à la valeur moyenne globale de toutes les lignes d'abonné décrochées qui peuvent être présentées à l'accès deux fils du terminateur par le central local de la personne qui écoute. (La figure 2/G.131 est fondée sur un écart type de 3 dB de l'affaiblissement d'équilibrage.) Si l'on ignore la valeur moyenne, on peut admettre qu'elle est conforme au § 4.3 de la Recommandation G.122, c'est-à-dire qu'elle est de 11 dB en moyenne.

Pour appliquer la figure A-2/G.131, la valeur de n n'est pas nécessaire dans ce cas (car les circuits numériques dans la chaîne à quatre fils ne contribuent pas à la variabilité totale de l'affaiblissement des circuits). Toutefois, le nombre de centraux numériques a un effet sur le temps de propagation car, par exemple, conformément au tableau 1/G.114, chaque central numérique de transit ajoute 0,45 ms au temps de propagation moyen dans un sens de la communication.

La figure A-2/G.131 montre un exemple où la somme des compléments de ligne R et T est 6 ou 7 dB. Dans ce cas, les valeurs sont les suivantes:

Pays A de la personne qui parle

| | | |
|---|------|-----------------|
| Distance du central local A_1 au centre international | 1600 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens, du central local A_1 au centre international | 8,5 | ms ⁷ |
| Total des ES minimaux et simultanés à l'émission et à la réception du système local | 5 | dB |
| Somme des ES dans les deux sens de transmission (t_1-b_A) + (a_A-t_1) | 6 | dB |

Chaîne internationale de A à B

| | | |
|---|------|-----------------|
| Longueur | 3200 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens | 13,7 | ms ⁸ |
| ES de la chaîne internationale | 0 | dB |

Pays B de la personne qui écoute

| | | |
|--|-------|-----------------|
| Distance entre le central local B1 et le centre international | 1600 | km |
| Temps de propagation moyen dans un sens | 8,5 | ms ⁷ |
| Affaiblissement moyen d'écho (a_B-b_B) soit ($11 + 7$) dB | 18 | dB |
| Temps total moyen de propagation dans un sens $8,5 + 13,7 + 8,5 = 30,7$ ms | (A-3) | |
| ES total du trajet d'écho $5 + 6 + 0 + 18 = 29$ dB | (A-4) | |

Si l'on trace des courbes pour les valeurs (A-3) et (A-4) sur la figure 2/G.131, le point se situe au-dessous de la ligne des 1% (et il est proche de celle des 10%) pour des communications entièrement numériques, ce qui indique une probabilité de plus de 1% d'opinions «insatisfaisant».

⁷ En admettant que les systèmes de transmission ont une vitesse de propagation de 250 km/ms, qu'il y a 4 retards de central de 0,45 ms chacun et un retard de 0,3 ms dans le codeur ou le décodeur. Dans la pratique, un central numérique local apportera une contribution légèrement supérieure à 0,45 ms (voir la Recommandation G.114).

⁸ En admettant que les systèmes de transmission ont une vitesse de propagation de 250 km/ms et qu'il y a 2 retards de central de 0,45 ms chacun.

Conclusion

Il convient:

- a) d'utiliser un dispositif de réduction d'écho sur la communication, ou
- b) d'accroître l'affaiblissement sur le trajet d'écho (tout en observant les limitations prévues dans la Recommandation G.121).

Remarque – Il convient de noter, quand on envisage d'augmenter l'affaiblissement sur le trajet d'écho, que les compléments de ligne numériques placés dans des circuits numériques doivent être mis hors circuit pour des signaux de données numériques (mais pas pour des signaux de données dans la bande téléphonique) car ils détruisent la transparence des bits pour ces signaux.

A.3 *Communications mixtes, analogiques et numériques*

Les exemples donnés sur les figures A-1/G.131 et A-2/G.131 permettent de construire des modèles de communications mixtes, analogiques et numériques, en combinant les éléments appropriés des deux figures. Les grandeurs données dans le tableau A-1/G.131 peuvent être calculées avec ces modèles. On devrait maintenant prendre comme grandeur 8) (nombre de circuits) le nombre de circuits analogiques dans la chaîne à 4 fils (à l'exclusion donc des circuits numériques). La courbe en trait plein appropriée de la figure 2/G.131 approchera la courbe de tolérance à l'écho requise avec une bonne précision.

Remarque - A noter que dans les réseaux mixtes, analogiques et numériques, le temps de propagation peut devenir plus long que dans des réseaux purement analogiques ou purement numériques. C'est en particulier le cas lorsque des centres numériques sont connectés à des systèmes de transmission analogiques par l'intermédiaire d'équipements MIC/MRF en cascade ou de transmultiplexeurs. Un grand nombre d'architectures différentes peuvent se présenter.

Références

- [1] *Calcul de la stabilité des communications internationales établies conformément au plan de transmission et de commutation*, Livre vert, tome III, supplément n° 1, UIT, Genève, 1973.
- [2] Recommandation du CCITT *Définitions relatives aux supprimeurs d'écho et caractéristiques d'un demi-supprimeur d'écho différentiel commandé à distance*, Livre bleu, tome III, Rec. G.161, section B, UIT, Genève, 1964.
- [3] Recommandation du CCITT *Supprimeurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III, Rec. G.161, sections B et C, UIT, Genève, 1977.
- [4] Recommandation du CCITT *Commande des supprimeurs d'écho*, tome VI, Rec. Q.115.
- [5] CCITT - *Insertion et neutralisation des supprimeurs d'écho*, Livre bleu, tome VI.1, Question 2/XI, annexe 3, UIT, Genève, 1966.

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 |

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Q

COMMUTATION ET SIGNALISATION

| | |
|---|------------------|
| SIGNALISATION DANS LE SERVICE MANUEL INTERNATIONAL | Q.1–Q.3 |
| EXPLOITATION INTERNATIONALE AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE | |
| Recommandations fondamentales | Q.4–Q.9 |
| Plan et méthodes de numérotage pour le service international | Q.10–Q.11 |
| Plan d'acheminement du service international | Q.12–Q.19 |
| Recommandations générales relatives aux systèmes de signalisation et de commutation (nationaux et internationaux) | Q.20–Q.34 |
| Tonalités utilisées dans les systèmes nationaux de signalisation | Q.35–Q.39 |
| Caractéristiques générales des connexions et circuits téléphoniques internationaux | Q.40–Q.47 |
| Signalisation dans les systèmes à satellites | Q.48–Q.49 |
| Signalisation dans les équipements de multiplication de circuits | Q.50–Q.59 |
| FONCTIONS ET FLUX D'INFORMATION DES SERVICES DU RNIS | |
| Méthodologie | Q.60–Q.67 |
| Services de base | Q.68–Q.79 |
| Services complémentaires | Q.80–Q.99 |
| CLAUSES APPLICABLES AUX SYSTÈMES NORMALISÉS DE L'UIT-T | |
| Clauses générales | Q.100–Q.109 |
| Clauses de transmission applicables à la signalisation | Q.110–Q.114 |
| Commande des supprimeurs d'écho | Q.115 |
| Anomalies | Q.116–Q.119 |
| SPÉCIFICATIONS DES SYSTÈMES DE SIGNALISATION N° 4 ET N° 5 | |
| Spécifications du système de signalisation n° 4 | Q.120–Q.139 |
| Spécifications du système de signalisation n° 5 | Q.140–Q.179 |
| Interfonctionnement des systèmes n° 4 et n° 5 | Q.180–Q.249 |
| SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME DE SIGNALISATION N° 6 | |
| Description fonctionnelle du système de signalisation | Q.250–Q.253 |
| Définition et fonction des signaux | Q.254–Q.256 |
| Formats et codes des unités de signalisation | Q.257–Q.260 |
| Procédures de signalisation | Q.261–Q.269 |
| Essais de continuité du trajet vocal | Q.270–Q.271 |
| Liaison de signalisation | Q.272–Q.279 |
| Caractéristiques du trafic de signalisation | Q.280–Q.289 |
| Dispositions de sécurité | Q.290–Q.294 |
| Essais et maintenance | Q.295–Q.296 |
| Gestion du réseau | Q.297–Q.299 |
| Interfonctionnement du SS n° 6 de l'UIT-T et des systèmes nationaux de signalisation par canal sémaphore | Q.300–Q.309 |
| SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME DE SIGNALISATION R1 | |
| Définition et fonction des signaux | Q.310 |

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 |