



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.101

(08/96)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION

Connexions et circuits téléphoniques internationaux –
Définitions générales

Le plan de transmission

Recommandation UIT-T G.101

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

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

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100-G.199
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

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

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T G.101, que l'on doit à la Commission d'études 12 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 30 août 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

NOTE

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

© UIT 1997

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

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Domaine d'application.....	1
1 Principes	1
2 Références	2
3 Définitions et conventions	3
3.1 Circuits et connexions	3
3.2 Point de référence pour la transmission (TRP, <i>transmission reference point</i>).....	5
3.3 Niveau relatif (de puissance).....	5
3.4 Unité dBm0.....	6
3.5 Puissance maximale acceptable.....	6
3.6 Rapport entre les équivalents pour la sonie à l'émission et les niveaux relatifs	6
3.7 Détermination du niveau relatif.....	7
3.8 Niveau relatif d'un point d'une liaison numérique.....	7
3.9 Séquence numérique de référence (DRS) MIC.....	9
3.10 Subdivision des réseaux téléphoniques en fonction des interfaces entre opérateurs de réseau	9
4 Composants et configurations typiques de réseau	15
4.1 Composants de réseau	15
4.2 Configurations de réseau.....	16
5 Commande de stabilité par attribution de valeurs d'affaiblissement aux circuits	16
6 Stratégies de réduction de l'écho	20
7 Prise en compte du temps de transmission total	21
8 Effet du codage et du traitement de signal dans le conduit numérique	21
9 Techniques de compression des voies	21
10 Evaluation des dégradations individuelles ou combinées.....	21
11 Planification de la transmission dans le cadre de la planification générale d'un réseau	21
Annexe A – Notions de niveaux relatifs, dBm0, circuits et connexions, et leur utilisation dans la planification de la transmission	21
A.1 Introduction.....	21
A.2 Circuits et connexions	21
A.3 Niveaux relatifs	22
A.4 Compléments de ligne numériques et désignation des niveaux relatifs	23
A.5 Sauts de niveau.....	23
A.6 Capacité de traitement de la puissance.....	23
A.7 Exemples.....	24
Appendice I – Modèle de calcul pour directives de planification de transmission.....	26
I.1 Introduction.....	27
I.2 Structure et algorithmes de base du modèle E	27
I.3 Description détaillée des algorithmes	31
I.4 Sources utilisées dans le modèle E pour l'évaluation des dégradations et du facteur d'expectative..	35

RÉSUMÉ

La présente Recommandation traite de la planification de la transmission dans les réseaux modernes. Les paramètres de transmission et les prescriptions globales qui importent pour la planification sont énumérés par référence aux Recommandations UIT-T applicables. Des exemples de configurations de réseau sont donnés, ainsi que les conventions et définitions appropriées. Le partage de responsabilité entre opérateurs de réseau dans un marché déréglementé est en particulier reflété dans les définitions des éléments constitutifs des connexions.

LE PLAN DE TRANSMISSION

(Genève, 1964; modifiée à Mar del Plata, 1968; à Genève, 1972, 1976 et 1980; à Malaga-Torremolinos, 1984, Helsinki, 1993; révisée en 1996)

Domaine d'application

L'objectif de la présente Recommandation est d'offrir des directives pour la planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques modernes. Elle énumère les principaux paramètres techniques (de transmission) d'importance, avec référence aux Recommandations UIT-T qui leur sont applicables. Des exemples sont donnés au sujet des éléments de réseau et des configurations de réseau, y compris les circuits mobiles et les circuits faisant appel à des techniques de compression. La présente Recommandation examine également les implications pour la planification de la transmission qui sont dues à la déréglementation de nombreux marchés de télécommunication, en particulier le partage de responsabilité entre plusieurs opérateurs de réseau pouvant être impliqués dans une même chaîne de connexion. Dans ce contexte, la subdivision traditionnelle d'une connexion internationale en «systèmes nationaux» et «chaîne internationale» n'est pas toujours applicable et la Recommandation a donc été complétée d'une structure de connexion sous la forme de «réseaux d'extrémité» et «réseaux de transit».

1 Principes

Le plan de transmission a été établi en 1964 en vue d'obtenir, dans le service international, les avantages que l'on peut retirer de l'emploi de la commutation à quatre fils. Les principales dégradations incluses dans les objectifs de la planification de transmission étaient l'affaiblissement de bout en bout (c'est-à-dire l'équivalent global pour la sonie (OLR, *overall loudness rating*), le bruit de circuit et, grâce à des amendements ultérieurs, l'effet de processus à modulation MIC. Depuis lors, l'usage croissant de la commutation et transmission numériques a consacré l'utilisation normale de la commutation à 4 fils et a éliminé en grande partie les valeurs élevées d'équivalent OLR et/ou de bruit en tant que sources principales de dégradations dans les connexions filaires normales. Par ailleurs, d'autres types de dégradations doivent maintenant être examinés de près pour la planification de la transmission: l'écho, le temps de transmission total et la distorsion introduite par les codeurs à faible débit. (Pour les connexions téléphoniques mobiles, de nouveaux types de bruits perturbateurs doivent aussi être pris en compte.)

Les Recommandations suivantes donnent des directives sur les paramètres importants pour la transmission, qui doivent être régis par un plan de transmission moderne:

G.111 et G.121 pour les équivalents en sonie: OLR, SLR, RLR, STMR, LSTR;

G.122 pour les considérations générales relatives à l'écho et à la stabilité;

G.126 pour l'écho perçu par l'auditeur;

G.131 pour l'écho perçu par le locuteur, TELR;

G.114 pour le temps de transmission total;

G.113 pour les considérations relatives aux dégradations de transmission, prises aussi bien individuellement qu'en combinaison.

Pour l'équipement de transmission utilisé dans les connexions, les Recommandations UIT-T appropriées devront être appliquées chaque fois que possible.

Autres Recommandations pertinentes:

G.171 pour les aspects des réseaux à usage privés relatifs au plan de transmission;

G.172 pour les conversations conférences internationales;

G.173 pour les aspects relatifs à la planification de la transmission du service téléphonique dans les réseaux mobiles terrestres publics;

G.174 pour les objets de qualité de transmission des systèmes numériques de communication personnelle terrestres sans fil utilisant des terminaux portables ayant accès au réseau téléphonique public commuté.

2 Références

Les Recommandations et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- [1] Recommandation UIT-T G.100 (1993), *Définitions utilisées dans les Recommandations sur les caractéristiques générales des connexions et des circuits téléphoniques internationaux.*
- [2] Recommandation UIT-T G.111 (1993), *Equivalents pour la sonie dans une connexion internationale.*
- [3] Recommandation UIT-T G.113 (1996), *Dégradations de la transmission.*
- [4] Recommandation UIT-T G.114 (1996), *Temps de transmission dans un sens.*
- [5] Recommandation UIT-T G.121 (1993), *Equivalents pour la sonie des systèmes nationaux.*
- [6] Recommandation UIT-T G.122 (1993), *Influence des systèmes nationaux sur la stabilité et l'écho pour la personne qui parle dans les connexions internationales.*
- [7] Recommandation UIT-T G.126 1993, *Echo pour la personne qui écoute dans les réseaux téléphoniques.*
- [8] Recommandation G.131 du CCITT (1988), *Stabilité et échos.*
- [9] Recommandation G.171 du CCITT (1988), *Aspects des réseaux à usage privé relatifs au plan de transmission.*
- [10] Recommandation G.172 du CCITT (1988), *Aspects des conversations conférences internationales concernant le plan de transmission.*
- [11] Recommandation UIT-T G.173 (1993), *Aspects relatifs à la planification de la transmission du service téléphonique dans les réseaux mobiles terrestres publics.*
- [12] Recommandation UIT-T G.174 (1994), *Objectif de qualité de transmission des systèmes numériques de communication personnelle terrestres sans fil utilisant des terminaux portables ayant accès au réseau téléphonique public commuté.*
- [13] Recommandation G.223 du CCITT (1984), *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.*
- [14] Recommandation G.711 du CCITT (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales.*
- [15] Recommandation G.712 du CCITT (1992), *Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC.*
- [16] Recommandation G.726 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- [17] Recommandation G.727 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) imbriqué à 5, 4, 3 et 2 bits par échantillon.*
- [18] Recommandation G.728 du CCITT (1992), *Codage de la parole à 16 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code.*
- [19] Recommandation G.763 du CCITT (1994), *Equipements de multiplication de circuit numérique utilisant le MIDCA à 32 kbit/s et la concentration numérique de la parole.*
- [20] Recommandation G.765 du CCITT (1992), *Equipements de multiplication de circuit par paquets.*
- [21] Recommandation H.34 du CCITT (1984), *Subdivision de la bande de fréquences d'un circuit de type téléphonique entre la télégraphie et d'autres services.*
- [22] Recommandation M.120 du CCITT (1988), *Points d'accès pour la maintenance.*
- [23] Recommandation M.160 du CCITT (1988), *Stabilité de la transmission.*
- [24] Recommandation M.560 du CCITT (1988), *Circuits téléphoniques internationaux – Principes, définitions et niveaux relatifs de transmission.*

- [25] Recommandation M.565 du CCITT (1988), *Points d'accès pour les circuits téléphoniques internationaux.*
- [26] Recommandation O.6 du CCITT (1988), *Fréquence d'essai de référence de 1020 Hz.*
- [27] Recommandation O.22 du CCITT (1992), *Appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation n° 2 du CCITT.*
- [28] Recommandation UIT-T P.10 (1993), *Vocabulaire des termes relatifs à la qualité de la transmission téléphonique et aux appareils téléphoniques.*
- [29] Recommandation UIT-T P.11 (1993), *Effets dégradations de la transmission.*
- [30] Recommandation P.55 du CCITT (1968), *Appareils pour la mesure des bruits impulsifs.*
- [31] Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif.*
- [32] Recommandation UIT-T P.310 (1996), *Caractéristiques de transmission des téléphones numériques à bande téléphonique (300-3400 Hz).*
- [33] Recommandation Q.45 du CCITT (1984), *Caractéristiques de transmission d'un centre international analogique.*
- [34] Recommandation UIT-T Q.551 (1994), *Caractéristiques de transmission des commutateurs numériques.*
- [35] Recommandation UIT-T Q.552 (1994), *Caractéristiques de transmission aux interfaces analogiques à 2 fils d'un commutateur numérique.*
- [36] Recommandation UIT-T Q.554 (1994), *Caractéristiques de transmission aux interfaces numériques d'un commutateur numérique.*
- [37] Recommandation V.2 du CCITT (1980), *Niveaux de puissance pour la transmission de données sur des circuits téléphoniques.*
- [38] Supplément UIT-T n° 3 à la série P (1993), *Modèles de prévision de la qualité de transmission à partir de mesures objectives.*
- [39] Rapport technique VTQM-E de l'ETSI: (1994), *Transmission and multiplexing; Speech communication quality from mouth to ear of 3.1 kHz handset telephony across networks* (Transmission et multiplexage – Qualité de communication vocale de bouche à oreille par combinés téléphoniques à 3,1 kHz aux extrémités des réseaux).

3 Définitions et conventions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions du 3.1 s'appliquent.

3.1 Circuits et connexions

3.1.1 circuit téléphonique: dans la planification de la transmission et dans les Recommandations de la série G, le terme circuit téléphonique désigne un circuit de télécommunication avec équipement terminal associé, reliant directement deux dispositifs de commutation ou commutateurs, selon la Note 2 relative à la définition générale d'un circuit (voir 1.4/G.100). Pour simplifier, on utilise souvent le terme «circuit» au lieu de «circuit téléphonique» dans les Recommandations de la série G.

NOTES

1 En principe, les circuits «téléphoniques» sont les parties des connexions qui restent intactes et associées en permanence aux commutateurs à chaque extrémité après la suppression d'une connexion et l'établissement d'une nouvelle connexion. Des mesures périodiques des circuits (téléphoniques) sont effectuées de manière à se rapprocher le plus possible de la notion idéale, c'est-à-dire entre les points d'accès au circuit espacés de telle sorte qu'ils délimitent une partie aussi importante que possible du circuit (téléphonique) (voir 2.1.2/M.565).

2 Dans certains cas, notamment dans les réseaux privés, la définition du circuit n'est pas applicable. Les commutateurs dans un réseau privé sont généralement interconnectés par des lignes louées spécifiées aux interfaces des systèmes de transmission.

3.1.2 ligne (téléphonique) d'abonné; ligne (de) réseau: liaison entre un centre de commutation public et un poste téléphonique, une installation téléphonique intérieure ou tout autre terminal utilisant des signaux compatibles avec le réseau téléphonique (voir aussi la Recommandation P.10, terme 31.04).

NOTE – En français, le terme «ligne de réseau» est utilisé uniquement lorsque l'installation intérieure est un commutateur téléphonique privé ou une installation d'intercommunication.

3.1.3 système (téléphonique) local; circuit (téléphonique) local: ensemble comprenant le poste téléphonique d'abonné, la ligne téléphonique d'abonné et le pont d'alimentation s'il existe; voir la Figure 1 (voir également la Recommandation P.10, terme 31.02).

NOTES

- 1 Ce terme est utilisé dans le domaine de la planification et de la qualité de transmission.
- 2 Dans la version française des textes de l'UIT-T, on préfère utiliser l'expression «système (téléphonique) local».
- 3 Un réseau local comprend le système local, les commutateurs locaux et les circuits d'interconnexion.

3.1.4 système d'abonné (dans la planification de la transmission): ensemble formé par la ligne téléphonique d'abonné et la partie de l'installation téléphonique intérieure connectée à cette ligne pendant une communication téléphonique; voir la Figure 1 (voir également la Recommandation P.10, terme 31.03).

NOTE – Ce terme est utilisé dans le domaine de la planification et de la qualité de transmission.

3.1.5 circuit d'abonné: circuit entre le commutateur local et le point de connexion de réseau (NCP, *network connection point*), c'est-à-dire l'interface entre le réseau public et l'installation d'abonné; voir la Figure 1. Cette interface peut, par exemple, être située au répartiteur principal d'un commutateur privé, à une prise de connexion d'un appareil téléphonique, etc. L'emplacement de cette interface dépend de la réglementation et des pratiques nationales.

NOTE – Dans le commutateur local, le circuit d'abonné comprend généralement la «moitié» du commutateur lorsqu'il s'agit d'un commutateur analogique et, dans un centre numérique, l'entrée et la sortie du circuit seront généralement un train de données numériques correspondant aux «points de mesure du commutateur» définis dans 1.2.1.1/Q.551.

3.1.6 affaiblissement de circuit téléphonique: affaiblissement composite à la fréquence de référence 1020 Hz entre l'entrée du circuit et sa sortie, comme indiqué dans la Note 1 ci-dessous. Il comprend tout affaiblissement dans l'équipement terminal associé des centres de commutation.

NOTES

1 Définies pour les besoins de la planification de la transmission, l'entrée et la sortie d'un circuit sont les points fictifs d'un commutateur où les circuits sont directement interconnectés (voir 2.3.3/M.560) et ne sont, en conséquence, pas accessibles, par exemple pour les mesures. Pour permettre d'établir la corrélation nécessaire entre les valeurs de planification et les valeurs mesurées, des «points d'accès au circuit» sont définis dans la Recommandation M.565; leur relation avec l'entrée et la sortie du circuit est indiquée sur les Figures 1a) et 1b)/M.565 respectivement pour les commutateurs analogiques et numériques. Une fois que la mesure entre ces points a été effectuée, on procède à toute correction éventuellement nécessaire pour tenir compte de l'effet des dispositifs d'accès au circuit; on peut ainsi déterminer l'affaiblissement du circuit (voir 3.1.2/O.22).

2 Pour les commutateurs numériques, on verra que l'entrée et la sortie du circuit correspondent aux «points de mesure du commutateur», tels que définis dans 1.2.1.1/Q.551. Etant donné que les niveaux en ces points sont définis en fonction des trains binaires numériques qui y apparaissent, ni les dispositifs d'accès numériques ni le passage par le bloc de commutation numérique n'impliqueront d'affaiblissement ou de gain, sous réserve que la séquence binaire ne soit pas affectée. D'autre part, tout nouveau codage, produit par exemple par un «complément de ligne numérique», sera inclus dans l'affaiblissement du circuit. Pour permettre au moins la solution de rechange obligatoire des connexions «transparentes aux éléments binaires» (c'est-à-dire préservant l'intégrité des bits, voir 3.1.2/Q.554), la fonction «complément de ligne» doit être commutable, c'est-à-dire qu'il doit être possible:

- a) d'effectuer des mesures dans des conditions qui simulent à volonté chaque situation de trafic réelle nécessitant une valeur de complément de ligne différente;
- b) de vérifier le taux d'erreur binaire (voir 3.1.1/Q.554), ce qui naturellement doit être effectué en l'absence de modifications intentionnelles du train binaire.

3 Pour les commutateurs analogiques, on admet par hypothèse que les affaiblissements nominaux du bloc de commutation (définis dans 3.2/Q.45) sont divisés à égalité entre les deux circuits interconnectés dans le commutateur. La variance des affaiblissements du bloc de commutation contribue d'une manière négligeable à la variance de l'affaiblissement du circuit en comparaison avec l'objectif des variations de l'affaiblissement dans les systèmes de transmission (voir 1.1.2/M.160).

4 Il ne faut pas confondre les points d'accès au circuit avec les «points d'accès à la ligne» généralement situés dans un répartiteur (voir la Recommandation M.120, dernier paragraphe). Ces points ne présentent pas d'intérêt pour la planification de la transmission mais seulement pour les services de maintenance aux fins de réglage et de localisation des dérangements.

5 L'entrée et la sortie des circuits internationaux sont définies comme les points de connexion internationaux virtuels ayant des niveaux relatifs définis (voir 3.10.1.3). Cela est nécessaire pour avoir une limite définie entre les parties nationale et internationale d'une connexion.

3.1.7 connexion: chaîne de circuits interconnectés par des points de commutation entre deux points différents du réseau.

Dans la planification de la transmission, l'affaiblissement d'une connexion est généralement égal à la somme des affaiblissements des circuits qui constituent la connexion (les affaiblissements des centres de commutation sont généralement inclus dans les affaiblissements des circuits).

NOTES

- 1 Une connexion complète est une connexion entre deux équipements terminaux reliés au réseau.
- 2 Lorsque des circuits analogiques ou mixtes analogiques/numériques sont interconnectés dans les commutateurs, il faut souvent introduire des «sauts de niveau». Dans une connexion complète, la somme de tous les «sauts de niveau» et des affaiblissements numériques ne doit pas dépasser 6 dB à court terme et 3 dB à long terme.

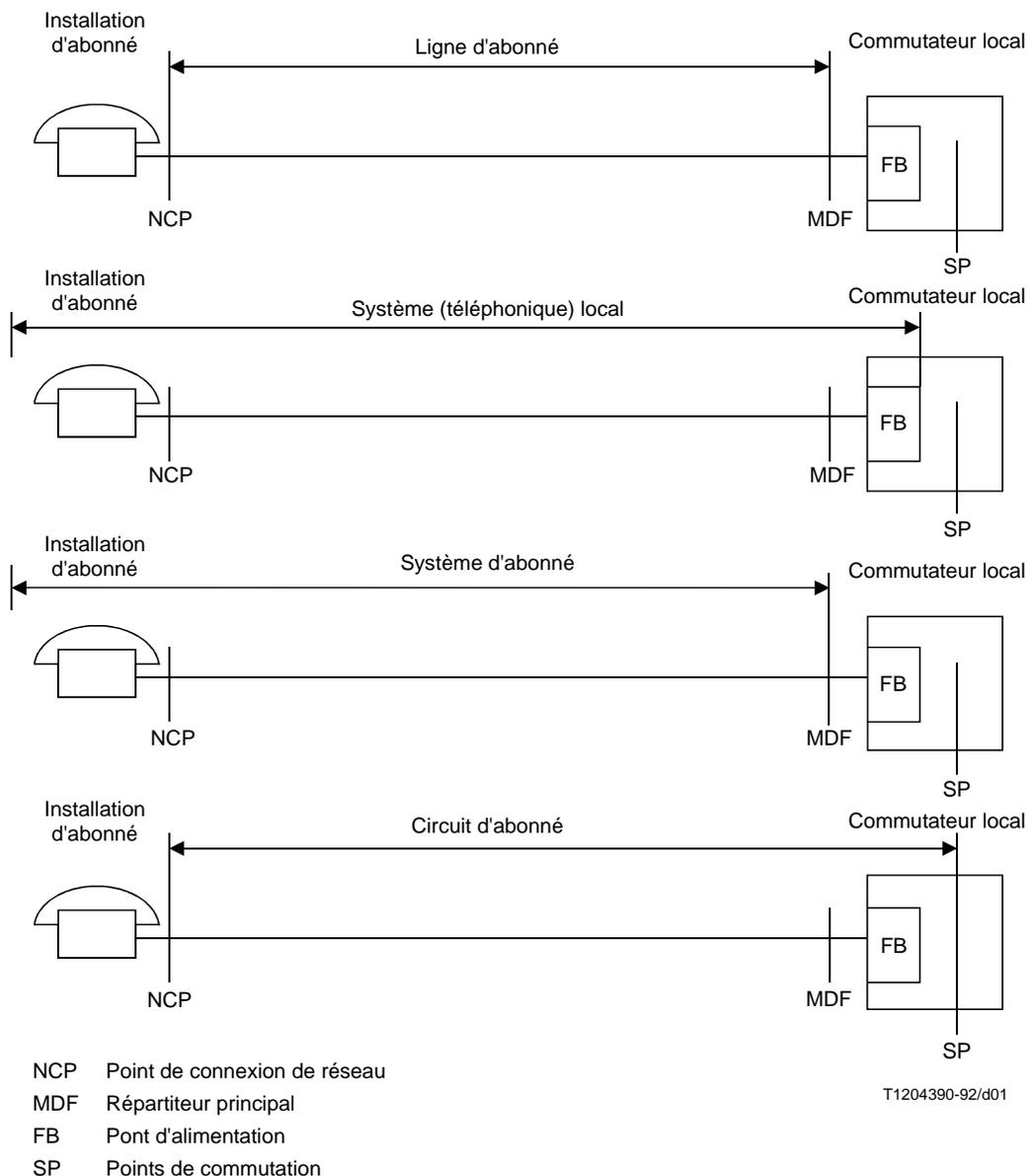


FIGURE 1/G.101

Ligne d'abonné, système (téléphonique) local, système d'abonné et circuit d'abonné

3.2 Point de référence pour la transmission (TRP, *transmission reference point*)

Point fictif servant de point de niveau relatif zéro pour définir la notion de niveaux relatifs. Lors de la spécification ou de la mesure d'équipements, de systèmes de transmission, de commutateurs et de commutateurs privés, etc., on utilise souvent le terme point de référence de niveau (LRP, *level reference point*) au lieu du terme point de référence pour la transmission.

3.3 Niveau relatif (de puissance)

Le niveau relatif en un point d'un circuit est donné par l'expression $10 \log_{10} (P/P_0)$ dBr dans laquelle P représente la puissance apparente d'un signal d'essai sinusoïdal à la fréquence de référence de 1020 Hz au point considéré et P_0 la puissance apparente de ce signal au point de référence pour la transmission. Le niveau relatif est numériquement égal au

gain composite entre le point de référence pour la transmission et le point considéré (ou à l'affaiblissement composite entre le point considéré et le point de référence pour la transmission) pour la fréquence de référence de 1020 Hz. Par exemple, si un signal de 1020 Hz ayant un niveau de x dBm est injecté en un point du circuit et si le niveau mesuré au point de référence pour la transmission est de 0 dBm, le niveau relatif en ce point est de x dBr. Si y dBm est mesuré en un autre point du circuit, le niveau relatif en ce point est de y dBr.

NOTES

1 La définition ci-dessus est généralement applicable à tous les systèmes, par exemple les commutateurs numériques, les systèmes de transmission et d'autres types d'équipement de commutation et de transmission. Il convient de noter que ces éléments constitutifs de réseau ont des niveaux relatifs spécifiés à leurs interfaces. Ces niveaux relatifs peuvent être différents des niveaux relatifs d'un circuit aux mêmes interfaces.

2 Dans la planification de la transmission, chaque circuit aura son propre point de référence pour la transmission.

3 La fréquence de référence nominale de 1020 Hz est conforme aux dispositions de la Recommandation O.6. Pour les circuits entièrement analogiques existants, on peut continuer à utiliser une fréquence de référence de 800 Hz.

4 Les niveaux relatifs en des points particuliers d'un système de transmission (par exemple, entrée et sortie des répartiteurs ou d'équipements comme ceux de modulation de voie) sont fixés par convention, soit dans les Recommandations, soit par accord entre les constructeurs et les usagers.

5 Dans les conditions réelles d'exploitation, les niveaux relatifs des différents points d'un circuit seront déterminés sur la base des niveaux relatifs fixés à l'entrée et à la sortie des systèmes de transmission ou des commutateurs numériques.

6 Les applications des niveaux relatifs et les notions connexes sont décrites dans l'Annexe A.

3.4 Unité dBm0

A la fréquence de référence (1020 Hz), L dBm0 représente un niveau de puissance absolu de L dBm mesuré au point de référence pour la transmission (point 0 dBr) et un niveau de $L + x$ dBm mesuré en un point ayant un niveau relatif de x dBr.

La tension d'une tonalité de 0 dBm0 à une fréquence quelconque de la bande des fréquences vocales en un point de x dBr est donnée par l'expression:

$$V = \sqrt{10^{x/10} \cdot 1 \text{ [W]} \cdot 10^{-3} \cdot |Z_{1020}|} \quad \text{volts}$$

où $|Z_{1020}|$ est le module de l'impédance nominale Z au point considéré à la fréquence de référence de 1020 Hz. L'impédance Z peut être résistive ou complexe.

3.5 Puissance maximale acceptable

Les systèmes de transmission FDM (excepté les cas mentionnés dans la Note 2) sont conçus pour une puissance moyenne nominale pendant l'heure chargée de -15 dBm0 par voie. Il s'agit d'une moyenne en fonction du temps et de la moyenne d'un grand nombre de circuits (voir la Recommandation G.223). Cela correspond à un niveau moyen de parole active (pauses dans la conversation non incluses) de -11 dBm0. Cette relation ne tient pas compte de la transmission de services autres que téléphoniques. De nombreuses dispositions afférentes à ces services sont fondées sur l'hypothèse d'une limite de -13 dBm0 à la puissance moyenne pendant 1 minute [voir, par exemple, 2.3 i)/V.2 pour les données de modem, l'article 1/H.34 et l'article 5/H.34, pour les voies de type téléphonique subdivisées, etc.]. Une Recommandation généralisée dans ce sens est à l'étude.

Dans les processus de codage/décodage MIC, on a un niveau maximal T_{max} de 3,14 dBm0 pour la loi A et de 3,17 dBm0 pour la loi μ (voir la Recommandation G.711). Dans chaque voie, les signaux sinusoïdaux ayant des niveaux supérieurs à T_{max} seront écrêtés.

NOTES

1 Les niveaux relatifs du circuit doivent être choisis de manière à assurer la meilleure charge possible des systèmes de transmission, c'est-à-dire de façon à réduire le volume téléphonique moyen dans les systèmes à multiplexage par répartition en fréquence (MRF) et le niveau de crête dans les systèmes MIC.

2 «Les systèmes MRF normaux sont conçus pour supporter un niveau moyen de parole active de -11 dBm0, calculé en fonction de l'hypothèse que le facteur d'activité est de 0,25. Pour certains systèmes, par exemple les systèmes en câbles sous-marins et les systèmes DCME, d'autres valeurs s'appliquent.

3.6 Rapport entre les équivalents pour la sonie à l'émission et les niveaux relatifs

Dans les procédés de codage et décodage MIC normalisés par l'UIT-T, le rapport entre le point 0 dBr et le niveau de T_{max} est stipulé dans la Recommandation G.711. Plus particulièrement, si l'équivalent pour la sonie nominal minimal à l'émission (SLR, *send loudness rating*) des systèmes locaux par rapport à un point de niveau 0 dBr d'un codeur MIC

n'est pas inférieur à +2 dB et si la valeur de T_{max} du procédé est fixée à +3 dBm0 (plus exactement à 3,14 dBm0 dans le cas de la loi A et à 3,17 dBm0 dans celui de la loi μ), si l'on se base sur les dispositions de l'article 3/G.121, la puissance de crête des signaux vocaux sera régulée de manière appropriée.

Un locuteur moyen produit, en un point (du réseau) à 0 dBr, un niveau moyen de conversation active égal à:

$$L = -11 - SLR \quad (\text{dBm0})$$

où l'équivalent SLR se rapporte au point à 0 dBr en question, le niveau vocal étant mesuré au moyen d'un appareil conçu conformément à la Recommandation P.56.

En outre, compte tenu de la variation entre locuteurs et de leur façon de manipuler leur combiné, on constate que l'écart type du niveau moyen de conversation active en un point à 0 dBr est d'environ 5 dB ou 6 dB.

3.7 Détermination du niveau relatif

La Figure 2 illustre le principe de la détermination du niveau relatif aux extrémités d'entrée et de sortie analogiques d'un codec réel.

Quand on utilise la Figure 2 pour déterminer les niveaux relatifs d'un codec «réel» à impédances non résistives aux accès d'entrée et de sortie analogiques, il est indispensable de respecter les conditions suivantes:

- i) la fréquence d'essai doit être de 1020 Hz (+2, -7) Hz (voir la Recommandation O.6);
- ii) la puissance aux points s et r est exprimée sous forme de puissance apparente, soit:

$$\text{Niveau de puissance apparente} = 10 \log_{10} \left[\frac{(\text{Tension au point de mesure})^2 \times 10^3}{(\text{Module de l'impédance nominale à 1020 Hz}) (1 \text{ W})} \right] \quad \text{dBm}$$

- iii) le point r est terminé par l'impédance nominale de conception du décodeur afin d'éviter des erreurs importantes dues aux défauts d'adaptation de l'impédance.

NOTE – Les conditions ii) et iii) ci-dessus s'appliquent évidemment de la même façon aux impédances résistives d'entrée et de sortie et sont en général respectées dans les procédures d'essai classiques. Pour les impédances complexes, il est toutefois indispensable de normaliser la fréquence de référence comme en i) ci-dessus en raison de la variation de l'impédance nominale avec la fréquence utilisée.

3.8 Niveau relatif d'un point d'une liaison numérique

Le niveau relatif à associer au point d'un conduit numérique acheminant un train de bits numériques engendré par un codeur réglé conformément aux principes énoncés en 3.7 ci-dessus dépend de la valeur de l'affaiblissement ou du gain numérique entre la sortie du codeur et le point considéré. En l'absence d'affaiblissement ou de gain, le niveau relatif à ce point est par convention considéré comme égal à 0 dBr.

Pour l'application de l'affaiblissement ou du gain numérique dans les circuits téléphoniques, il est possible de distinguer les quatre cas fondamentaux indiqués sur la Figure 3. Dans ces cas, il est entendu que les points désignés (**en gras**) par 0 dBr sont définis par le plan de transmission du réseau. Tous les autres niveaux relatifs dans le trajet numérique avant ou après le complément de ligne/l'amplificateur numérique sont calculés sur la base de l'hypothèse susmentionnée.

Compte tenu de l'hypothèse théorique selon laquelle un signal réel dans la partie A du trajet de transmission utilise la gamme dynamique complète du processus MIC conformément à la Recommandation G.711, dans la partie B du trajet de transmission:

- la gamme dynamique sera réduite de x dB dans le cas 1 ainsi que dans le cas 2;
- des effets d'écrêtage se produiront pour les signaux dont les niveaux se situent jusqu'à x dB au-dessous de la limite de surcharge de la partie A dans le cas 3 ainsi que dans le cas 4.

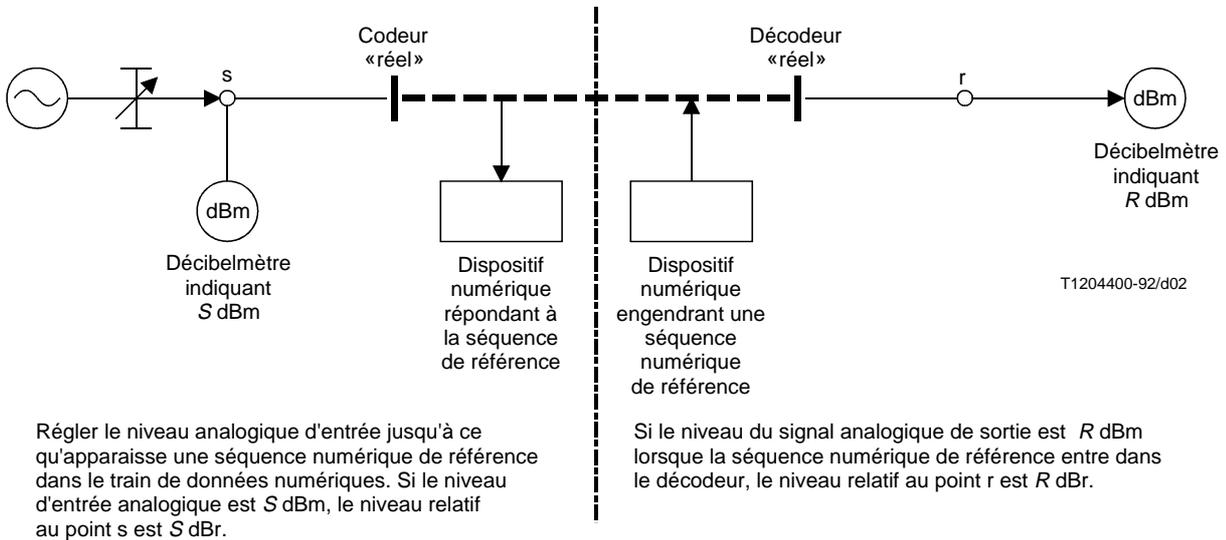


FIGURE 2/G.101

Détermination du niveau relatif aux points d'entrée et de sortie analogiques d'un codec «réel» en utilisant des séquences numériques de référence

Cas 1	
Cas 2	
Cas 3	
Cas 4	

NOTE – En général, les cas 1 et 4 doivent être préférés.

T1204410-92/d03

FIGURE 3/G.101

Niveaux relatifs dans un trajet numérique

Les signaux réels qui apparaissent (téléphonie, tonalités, signaux DTMF, etc.) doivent être observés avec attention en ce qui concerne leur gamme dynamique réelle afin d'éviter toute surcharge. La valeur nominale x du complément de ligne de gain ou d'affaiblissement numérique doit être limitée à une gamme étroite. Dans les 4 cas, il se produira une distorsion de quantification supplémentaire.

Lors de la mesure des paramètres de transmission (par exemple, distorsion totale, variation du gain en fonction du niveau d'entrée) qui s'effectue généralement dans une large gamme de niveaux d'entrée, il faut réduire le niveau d'entrée appliqué à la partie A du trajet de transmission pour éviter des niveaux inadéquats dans la partie B du trajet de transmission.

3.9 Séquence numérique de référence (DRS) MIC

3.9.1 Définition

La **séquence numérique de référence MIC** est une des séquences de code MIC possibles qui, décodée par un décodeur idéal, produit un signal sinusoïdal analogique à la fréquence de référence d'essai (c'est-à-dire 1020 Hz) à un niveau de 0 dBm0.

Réciproquement, un signal sinusoïdal analogique à 0 dBm0 à la fréquence de référence, appliqué à l'entrée d'un codeur idéal, engendrera une séquence numérique de référence MIC.

NOTES

1 Dans les codeurs et décodeurs idéaux, une relation exactement conforme aux tableaux appropriés pour la loi A ou la loi μ de la Recommandation G.711 est censée exister entre les signaux analogiques et numériques, et réciproquement. On admet que les codeurs et décodeurs «réels» sont tels que les caractéristiques de fonctionnement d'une paire codeur/décodeur entre les accès audiofréquence répondent aux conditions requises dans la Recommandation G.712 (voir la Recommandation P.310).

2 La séquence numérique de référence définie ci-dessus est une notion théorique utilisée pour décrire la conversion entre signaux analogiques et numériques dans le cadre de la planification de la transmission. Pour les mesures pratiques, on utilise d'autres séquences d'essai numériques (DTS, *digital test sequences*), décrites, par exemple, dans la Recommandation P.310.

3.9.2 Utilisation de la séquence numérique de référence (DRS, *digital reference sequence*)

Dans l'étude des circuits et des connexions à l'intérieur de réseaux mixtes, analogiques et numériques, l'utilisation de la séquence numérique de référence peut être utile. Par exemple, la Figure 4 représente les diverses relations de niveau qu'on obtient (en principe) sur un circuit international du type 2 (tel que défini dans la Figure 14) dont l'une des extrémités se termine par un commutateur numérique, et l'autre par un commutateur analogique. Dans l'exemple de la Figure 4, il est admis qu'un affaiblissement de 0,5 dB est nécessaire sur la portion analogique, ce qu'on obtient en introduisant au commutateur analogique, dans le sens réception, un complément de ligne qui assure un affaiblissement de 1,0 dB (0,5 dB pour chaque sens de transmission). Cet exemple a été choisi délibérément pour démontrer l'utilité du concept de séquence numérique de référence.

Sur l'exemple de la Figure 4, tout l'affaiblissement analogique est introduit au commutateur analogique dans le sens émission. Dans ce cas, les niveaux relatifs aux divers codecs sont obtenus sans ambiguïté par rapport à la séquence numérique de référence ou au point de référence pour la transmission, à l'entrée du circuit international.

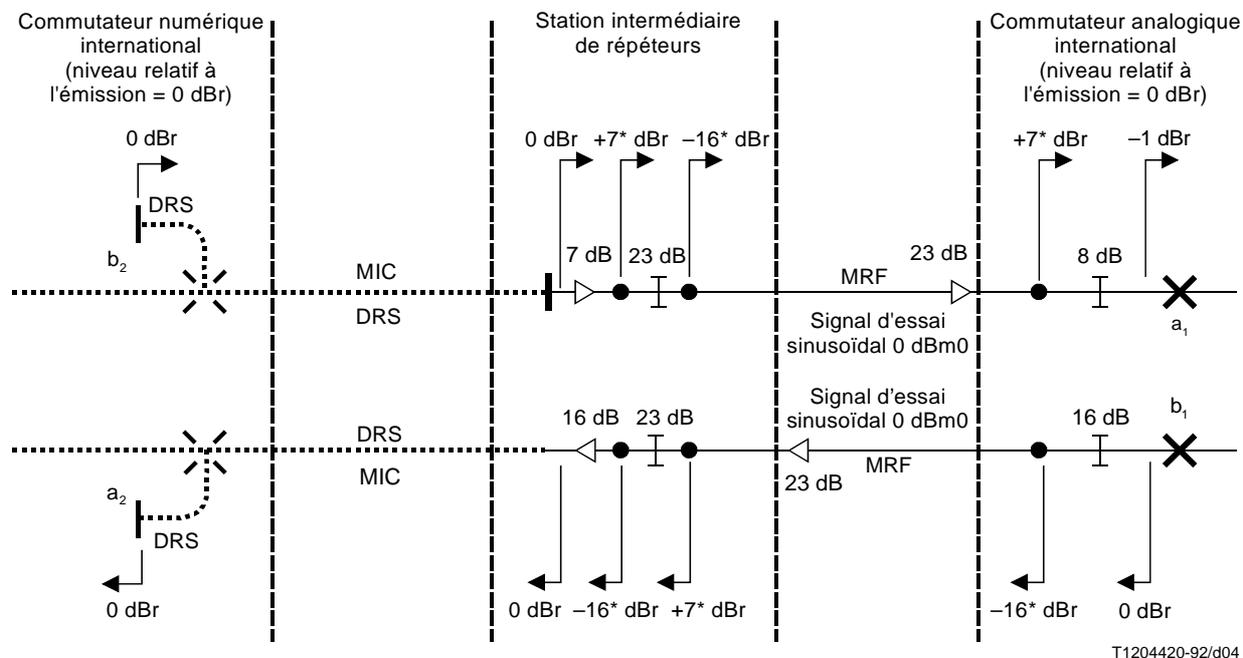
Toutefois, si dans le cas de la Figure 4, la partie de circuit analogique est réglée de manière à fournir un affaiblissement global dans le sens $b_1 - a_2$, il faut faire preuve de prudence dans l'utilisation de la séquence de référence numérique. En effet, le signal de référence sinusoïdal de 0 dBm0 et la séquence numérique de référence peuvent se traduire par différents niveaux au point a_2 . Il faut tenir compte de ce phénomène lors de la conception des procédures de réglage applicables aux circuits mixtes analogiques numériques.

En principe, les niveaux relatifs sur un circuit mixte analogique numérique doivent être rapportés au point de référence pour la transmission à l'entrée du circuit. Lorsque ce point est situé dans un commutateur numérique, il correspond aux «points de mesure du commutateur» tels que définis dans 1.2.1.1.2/Q.551.

3.10 Subdivision des réseaux téléphoniques en fonction des interfaces entre opérateurs de réseau

3.10.0 Généralités

Autrefois, les communications nationales des utilisateurs du téléphones étaient le plus souvent acheminées par leur Administration nationale. Ce n'était que pour les communications internationales que plusieurs opérateurs étaient mis à contribution dans les chaînes de connexion. Cette différence était reflétée dans les documents de l'UIT-T par la subdivision d'une connexion internationale complète en «systèmes nationaux» et «chaîne internationale». Le paragraphe 3.10.1 décrit cette méthode, y compris les conventions et précautions à observer.



T1204420-92/d04

DRS Séquence numérique de référence
 MIC Voie MIC
 MRF Voie MRF

Affaiblissement de transmission: $b_2 - a_1 = 1,0 \text{ dB}$
 $b_1 - a_2 = 0 \text{ dB}$

- * A titre d'exemple, un des ensembles de niveaux relatifs à fréquences vocales indiqués dans la Recommandation G.232
- Point d'entrée ou de sortie à fréquences vocales de l'équipement de multiplexage

NOTE – Pour la signification des autres symboles, on se reportera à la légende de la Figure 7.

FIGURE 4/G.101

Utilisation d'une séquence numérique de référence dans la conception et le réglage d'un circuit international du type 2 (comme défini dans la Figure 14)

Bien que cette situation existe encore souvent, le phénomène de la déréglementation a donné à de nombreux utilisateurs le choix entre différents opérateurs de réseaux pour des communications à grande distance et même pour des communications locales. La tendance va vers une future multiplicité de réseaux d'opérateurs interconnectés. Dans de telles circonstances, il est évidemment plus pertinent d'employer d'autres désignations pour les éléments constituant d'une connexion. Le paragraphe 3.10.2 introduit donc les termes de «réseau d'extrémité» et de «réseaux de transit». (On notera cependant que beaucoup des conventions et directives présentées au 3.10.1 sont également applicables à ces éléments.)

Pour garantir la qualité globale (de bout en bout) de la transmission vocale, un accord doit être conclu entre les opérateurs engagés dans une connexion, en ce qui concerne les paramètres critiques de transmission, sans jamais perdre de vue les attentes et les besoins réels des usagers du téléphone. Pour les situations à opérateurs multiples décrites au 3.10.2, on peut donner moins de règles de caractère général que pour le «cas du réseau national» décrit au 3.10.1. Une analyse de ce point est cependant hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

On notera que les détails techniques des réseaux sont abordés dans l'article 4, mais uniquement par la présentation de quelques exemples généraux de composants et de configurations de réseau, avec des commentaires au sujet des types de dégradation de transmission que ces configurations sont susceptibles de provoquer.

3.10.1 Systèmes nationaux et chaîne internationale de circuits

3.10.1.1 Définition des éléments constitutants

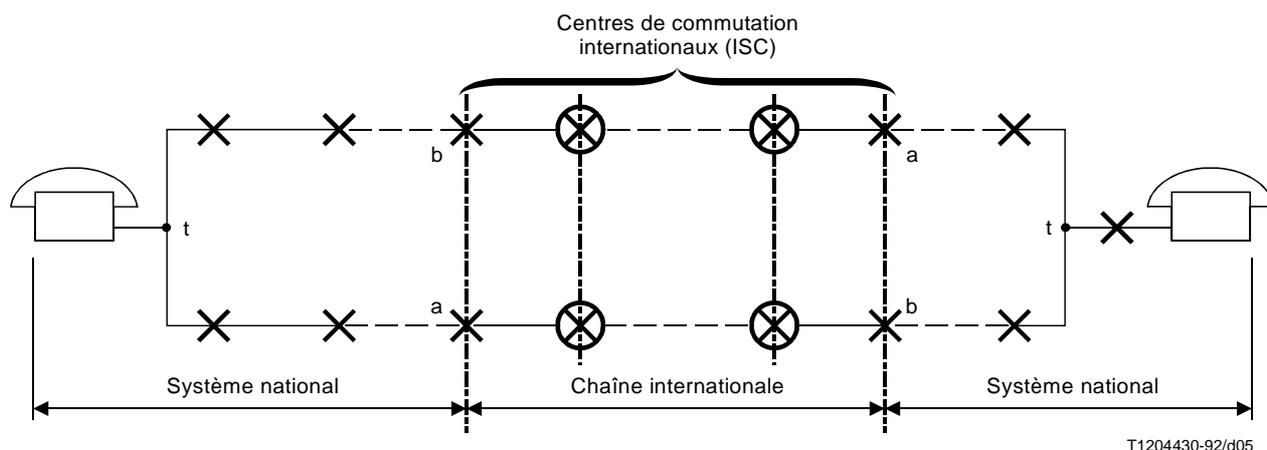
Une connexion téléphonique internationale complète se compose de trois parties (voir la Figure 5). Dans les centres de commutation internationaux de départ ou d'arrivée (ISC, *international switching centres*), les points de connexion internationaux virtuels (VICP, *virtual international connecting points*) déterminent la séparation entre ces parties. Ce sont des points théoriques qui ont des niveaux relatifs spécifiés (voir 3.10.1.3 et 3.10.1.4).

Les trois parties de la connexion sont les suivantes:

- deux systèmes nationaux, un à chaque extrémité. Ces systèmes peuvent comprendre un ou plusieurs circuits interurbains nationaux à quatre fils, connectés en quatre fils entre eux, ainsi que des circuits connectés en deux fils jusqu'aux centres locaux et aux postes d'abonnés avec leurs lignes d'abonnés;
- une chaîne internationale composée de un ou plusieurs circuits internationaux à quatre fils. Ces circuits sont connectés en quatre fils entre eux dans des centres internationaux qui assurent le trafic de transit et sont également connectés en quatre fils aux systèmes nationaux dans des centres internationaux.

Un circuit international à 4 fils est délimité par ses points de connexion internationaux virtuels dans un centre de commutation international.

NOTE – Les points de connexion internationaux virtuels d'un circuit peuvent différer des points où se termine physiquement le circuit dans un commutateur. Ces derniers points sont appelés *bornes terminales du circuit*; leur position exacte est déterminée dans chaque cas par l'Administration intéressée.



- ✕ Commutateur
- ⊗ ISC acheminant le trafic de transit international
- a, b Points de connexion internationaux virtuels

FIGURE 5/G.101

Définition des parties constitutives d'une connexion internationale

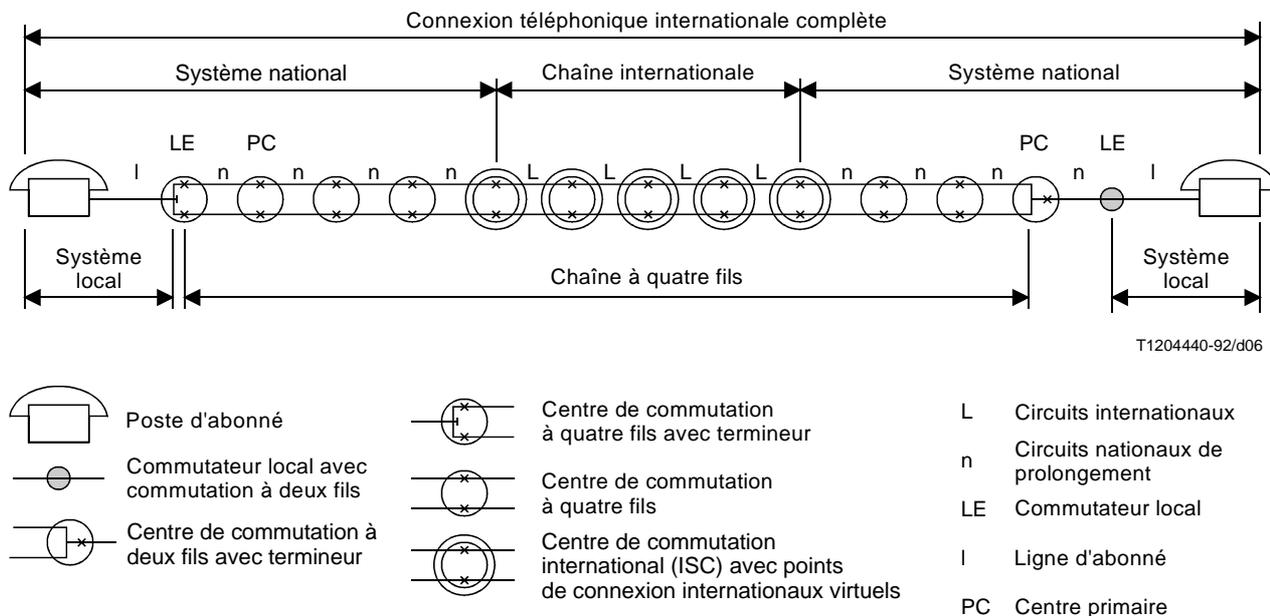
3.10.1.2 La chaîne à 4 fils

La chaîne à 4 fils (voir la Figure 6) est constituée par l'ensemble ininterrompu de la chaîne de circuits nationaux et internationaux à 4 fils d'une connexion téléphonique complète, y compris les circuits à 4 fils éventuels entre le centre primaire et le commutateur local, ainsi que sur la ligne d'abonné (par exemple accès RNIS et commutateurs privés à 4 fils ou numériquement connectés).

3.10.1.3 Points de connexion internationaux virtuels (VICP)

Les points de connexion internationaux virtuels définissent la limite entre la partie nationale et la partie internationale d'une connexion (voir la Figure 5). Les points de connexion internationaux sont également utilisés comme points de référence pour la partie nationale et internationale d'une connexion.

NOTE – Auparavant, les termes «points de commutation virtuels» et «points de commutation analogiques virtuels» étaient utilisés pour définir la limite entre la partie nationale et la partie internationale d'une connexion. Cependant, d'autres niveaux relatifs étaient attribués à ces points.



NOTE – Cette configuration des systèmes nationaux n'est indiquée qu'à titre d'exemple. Dans de nombreux cas, le commutateur local (LE) (représenté en mode analogique sur la figure) est numérique.

FIGURE 6/G.101
Connexion internationale illustrant la terminologie adoptée

3.10.1.4 Niveaux relatifs spécifiés aux points de connexion internationaux virtuels

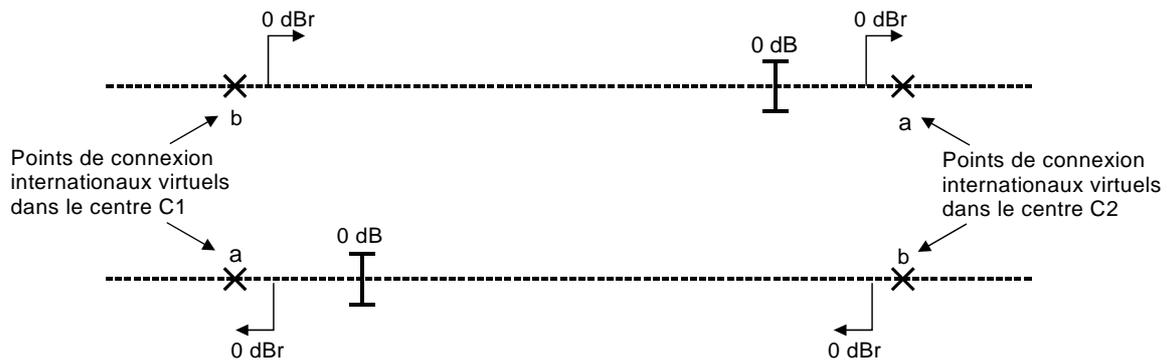
Les points de connexion internationaux virtuels d'un circuit téléphonique international à 4 fils sont, par convention, fixés aux points du circuit où les niveaux relatifs nominaux sont les suivants:

- émission: 0 dBr;
- réception: 0 dBr pour les circuits numériques ou pour les circuits très courts mentionnés dans la Note 4;
 –0,5 dBr pour les circuits analogiques et mixtes analogiques/numériques.

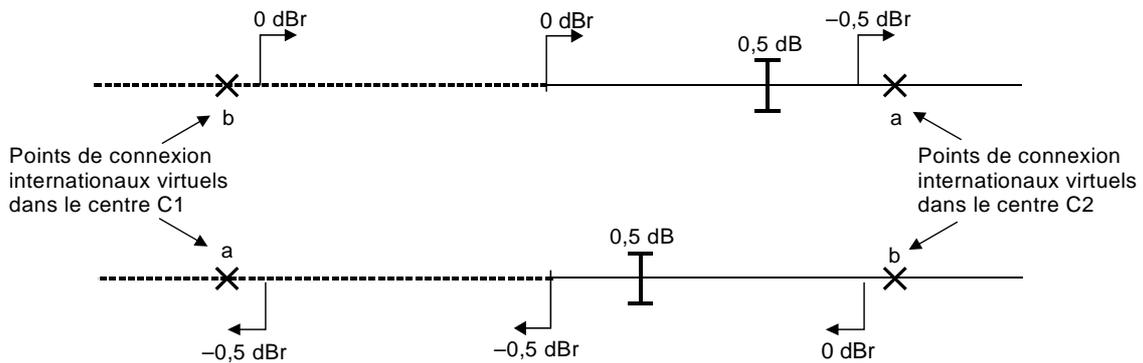
L'affaiblissement de transmission nominal des circuits internationaux est de 0 dB pour les circuits numériques et de 0,5 dB pour les circuits analogiques et mixtes analogiques/numériques (voir la Figure 7).

NOTES

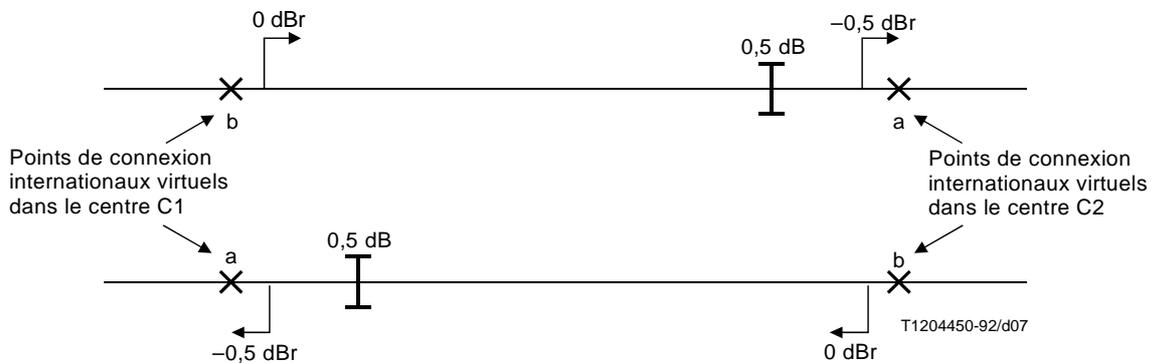
- 1 Il faut généralement introduire un affaiblissement de 0,5 dB dans le circuit mixte analogique/numérique pour répondre aux conditions de stabilité requises.
- 2 Les «points de commutation analogiques virtuels» utilisés antérieurement avaient les niveaux relatifs suivants:
 - émission: –3,5 dBr;
 - réception: –3,5 dBr pour les circuits numériques ou pour les circuits très courts mentionnés dans la Note 4;
 –4 dBr pour les circuits analogiques et mixtes analogiques/numériques.
- 3 Les points de connexion internationaux virtuels sont, dans les commutateurs numériques, rapportés à un train binaire numérique, par exemple les points de mesure du commutateur. Dans les commutateurs analogiques, ils ne sont souvent pas accessibles et diffèrent des niveaux de commutation utilisés au niveau national dans l'ISC (centre de commutation international).
- 4 Si un circuit analogique à quatre fils, faisant partie de la chaîne à 4 fils, présente un temps de propagation et une variation d'affaiblissement négligeables, en fonction du temps, on peut le régler à un affaiblissement nominal de zéro décibel entre points de connexion internationaux virtuels. Cette exception s'applique en particulier aux circuits à quatre fils entre centres téléphoniques, par exemple entre deux centres de commutation internationaux situés dans la même ville.



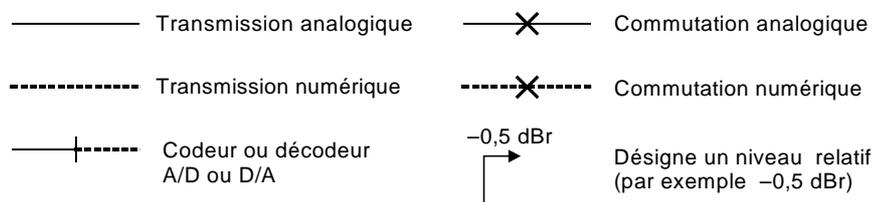
a) Définition des points de connexion internationaux virtuels pour un circuit international numérique entre des centres internationaux numériques



b) Définition des points de connexion internationaux virtuels pour un circuit international mixte analogique/numérique entre un centre international analogique et un centre international numérique



c) Définition des points de connexion internationaux virtuels pour un circuit international analogique entre des centres internationaux analogiques



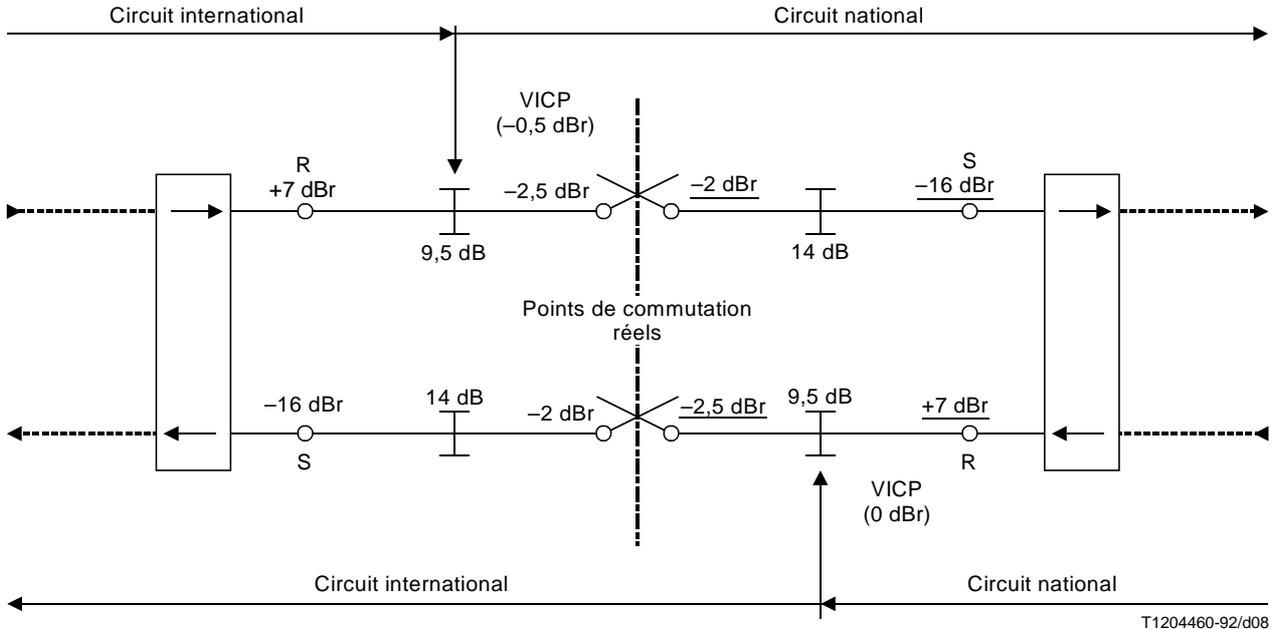
NOTE – Le niveau relatif en un point d'une liaison numérique est déterminé à l'aide de décodeurs idéaux décrits au 3.8.

FIGURE 7/G.101
Définitions pour les circuits internationaux

3.10.1.5 Point d'accès au circuit

L'UIT-T a défini les points d'accès au circuit comme des «points d'accès à quatre fils situés de telle manière qu'une partie aussi importante que possible du circuit international soit comprise entre paires correspondantes de ces points d'accès aux deux centres intéressés» (voir la Recommandation M.565). Ces points et leur niveau relatif (par rapport au point de référence pour la transmission) sont déterminés dans chaque cas par l'Administration intéressée. On les considère comme les points de référence de base dont les niveaux relatifs sont connus et auxquels les mesures de transmission seront rapportées. En d'autres termes, pour les mesures et réglages, le niveau relatif en un point d'accès pour les mesures du circuit, convenablement choisi, est le niveau relatif par rapport auquel on règle les autres niveaux.

La Figure 8 montre un exemple de dispositif réel.



NOTES

- 1 Les valeurs soulignées des niveaux relatifs se rapportent au circuit national. Les valeurs des niveaux relatifs non soulignées se rapportent au circuit international. Dans un centre de commutation réel, les points de connexion internationaux peuvent ne pas exister physiquement. Comme indiqué dans la figure, le VICP est situé à l'intérieur d'un complément de ligne de 9,5 dB.
- 2 Chacun des compléments de ligne de 9,5 et 14 dB inclut une moitié de l'affaiblissement du commutateur.
- 3 Dans cet exemple, le circuit national a un affaiblissement de 0,5 dB, ce qui donne un «saut de niveau» de 0,5 dB dans le commutateur, à l'entrée du circuit international.

FIGURE 8/G.101

Exemple montrant une représentation simplifiée d'une connexion de transit dans un centre de commutation international

3.10.1.6 Fréquence de l'onde de mesure

Sur tous les circuits internationaux, la fréquence 1020 Hz est la fréquence recommandée pour les mesures de maintenance à une seule fréquence. Toutefois, sur les circuits entièrement analogiques, la fréquence 800 Hz peut être utilisée pour de telles mesures sous réserve d'accord entre les Administrations intéressées.

NOTE – La fréquence doit être de 1020 (+2/-7) Hz; voir la Recommandation O.6.

3.10.2 Réseaux à opérateurs multiples

Pour les réseaux à opérateurs multiples (ce qui implique la déréglementation), les éléments constitutants à définir sont les «réseaux d'extrémité» et les «réseaux de transit», qui sont tous gérés par des opérateurs distincts. Ces termes reflètent donc le *partage de responsabilité* entre les opérateurs impliqués dans les connexions.

Conformément à leur étymologie, les terminaux associés à une connexion se situent dans les réseaux d'extrémité. Chaque communication commence et se termine dans un réseau d'extrémité, soit dans le même réseau soit dans un réseau différent. Les réseaux d'extrémité peuvent être interconnectés directement ou au moyen d'un ou de plusieurs réseaux de transit. Un réseau d'extrémité peut contenir des équipements de brassage afin d'aiguiller les communications vers différents réseaux commutés.

La Figure 9 montre un exemple de réseau de transit connecté à un réseau d'extrémité.

Dans les réseaux modernes, on peut partir du principe que tous les réseaux de transit sont numériques. Les conventions, définitions et règles données au 3.10.1 pour les circuits numériques sont applicables aux points d'interconnexion.

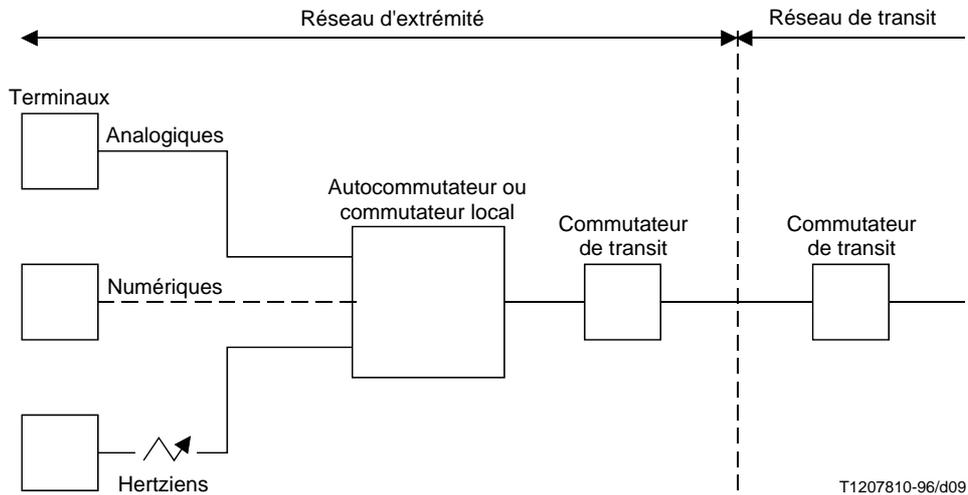


FIGURE 9/G.101

Exemple montrant un simple «réseau d'extrémité» connecté à un «réseau de transit», ces réseaux étant les éléments constituant des connexions dans un marché à opérateurs multiples (Les réseaux d'extrémité et de transit sont gérés par des opérateurs différents)

4 Composants et configurations typiques de réseau

4.1 Composants de réseau

Du point de vue technique, tous les composants formant une connexion peuvent être répartis en trois groupes: éléments d'extrémité, éléments de commutation et éléments de transmission.

Éléments d'extrémité (pour transmission de signaux vocaux)

Tous types de postes téléphoniques numériques et analogiques, y compris les combinés mobiles et sans cordon.

Éléments de commutation

Tous types d'équipement de commutation.

Éléments de transmission

Tous types de média utilisés comme liens entre éléments de commutation ou entre éléments de commutation et éléments d'extrémité. Le support physique de ces éléments peut être en métallique, optique ou hertzien. Le signal est de forme analogique ou numérique.

En plus des systèmes traditionnels de multiplexage en modulation MRF ou MIC, diverses autres techniques de «compression des voies» sont de plus souvent utilisées sur des circuits longs (et/ou coûteux). Ces systèmes font appel à des codecs de faible débit, parfois avec affectation dynamique des voies comme dans les systèmes DCME et VPE. L'utilisation de systèmes à mode ATM pour la transmission de signaux vocaux est également en cours d'étude.

Les annuleurs d'écho peuvent aussi être rangés dans la catégorie des éléments de transmission lorsqu'ils sont déployés dans le réseau. Mais certains terminaux contiennent également des annuleurs d'écho.

4.2 Configurations de réseau

La diversité des configurations possibles d'un réseau est presque infinie. Elles dépendent du type de connexion: courte, moyenne ou à longue distance, ainsi que du type des éléments de connexion et de transmission utilisés dans les divers éléments constituant de la connexion. Seuls quelques exemples seront donnés ci-après afin d'illustrer quelques cas importants.

La Figure 10 décrit un aiguillage purement analogique entre deux postes téléphoniques. Les paramètres les plus critiques sont l'équivalent global pour la sonie (OLR) et, dans certains cas, le bruit, à condition que des annuleurs d'écho soient employés dans les très longues connexions (cas qui était plus courant autrefois).

Dans la Figure 11, un poste téléphonique numérique est connecté à un poste analogique par l'intermédiaire d'une artère purement numérique. En plus des systèmes MIC conventionnels, un circuit virtuel en mode ATM est inséré dans le conduit numérique. (De telles configurations seront sans doute très courantes dans le proche avenir.) A l'extrémité analogique, des réflexions peuvent se produire dans le termineur hybride du commutateur. La principale dégradation est causée, dans ces configurations, par des effets d'écho pour le locuteur au poste téléphonique numérique, dus au temps de transmission – augmenté ici par le mode ATM – et aux réflexions du signal dans le termineur hybride distant. On notera cependant qu'un écho peut être perçu par le locuteur même si des circuits ATM ne sont pas utilisés dans le conduit numérique.

Bien que les phénomènes d'écho puissent être atténués par des annuleurs d'écho, un très long temps de transmission provoque à lui seul des dégradations de la communication vocale. Une connexion soumise à un tel risque est représentée sur la Figure 12, qui décrit une communication partant d'un téléphone mobile (par exemple du type GSM) via une liaison par satellite. Bien qu'ils ne soient pas représentés sur la figure, des équipements DCME sont couramment employés sur des circuits à satellite pour trafic vocal. Ce type d'équipement augmente également le temps de propagation et peut produire une distorsion spécifique, s'il n'est pas correctement dimensionné.

La Figure 13 donne un autre exemple d'utilisation de systèmes DCME, où un téléphone sans cordon est utilisé à une extrémité de la connexion. La mise en cascade en ce point des codecs à faible débit contenus dans le poste sans cordon et dans l'équipement DCME diminue la qualité de la transmission.

5 Commande de stabilité par attribution de valeurs d'affaiblissement aux circuits

Cette fonction a été mentionnée au 3.10.1.4. Des renseignements plus détaillés sont donnés dans la Recommandation G.122. La Figure 14 illustre l'application de ces règles à des circuits typiques.

Le circuit du type 1 de la Figure 14 a) représente le cas où l'on a recours à la transmission numérique sur toute la longueur du circuit et où la commutation est du type numérique aux deux extrémités. Vu ses caractéristiques de transmission (par exemple, des variations relativement faibles de l'affaiblissement dans le temps), un tel circuit peut généralement être exploité avec un affaiblissement nominal de transmission de 0 dB, comme l'indique le schéma.

Le circuit du type 2 de la Figure 14 b) représente le cas où le trajet de transmission est établi sur une voie numérique raccordée en cascade à une voie analogique. La commutation utilisée est numérique à l'extrémité numérique et analogique à l'extrémité analogique.

Dans certains cas, il pourrait être possible d'exploiter des circuits du type 2 avec un affaiblissement nominal de 0 dB dans chaque sens de transmission. Par exemple, lorsqu'on peut assurer sur la portion analogique la stabilité de gain nécessaire et que la distorsion d'affaiblissement permet ce type d'exploitation.

Le circuit du type 3 de la Figure 14 c) représente le cas où le trajet de transmission est établi selon une disposition en cascade comprenant des voies numériques/analogiques/numériques, conformément au schéma. La commutation aux deux extrémités est supposée être du type numérique.

Le circuit du type 4 de la Figure 14 d) représente le cas où le trajet de transmission est établi selon une disposition en cascade comprenant des voies analogiques/numériques/analogiques, conformément au schéma. La commutation aux deux extrémités est supposée être du type analogique.

Le circuit du type 5 de la Figure 14 e) représente le cas où l'on a recours à la transmission analogique sur toute la longueur du circuit et où la commutation est du type numérique aux deux extrémités.

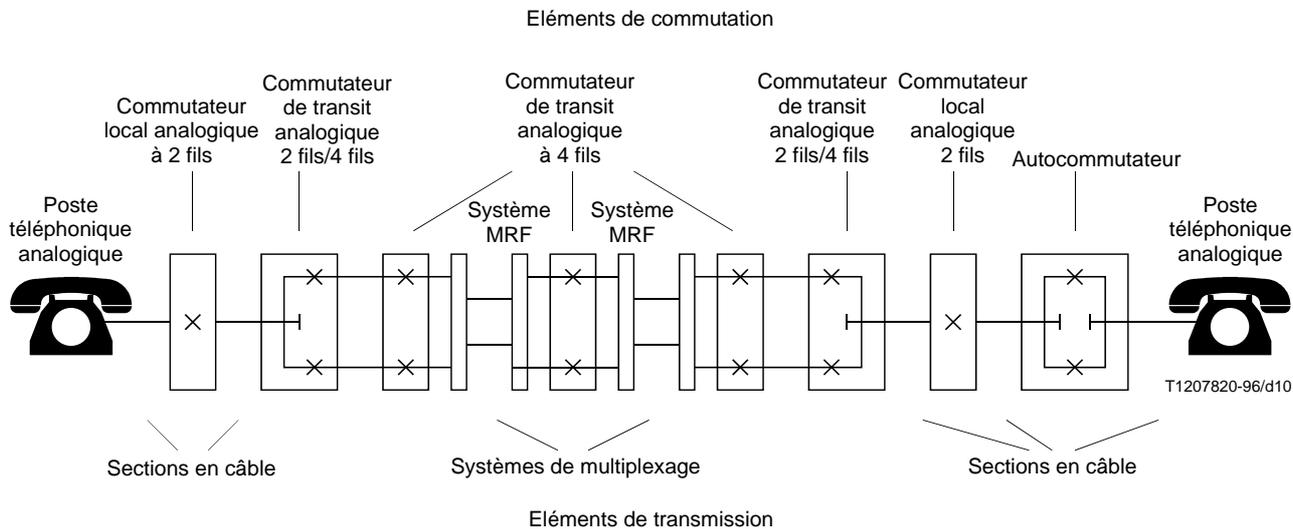


FIGURE 10/G.101
Configuration typique d'une connexion purement analogique

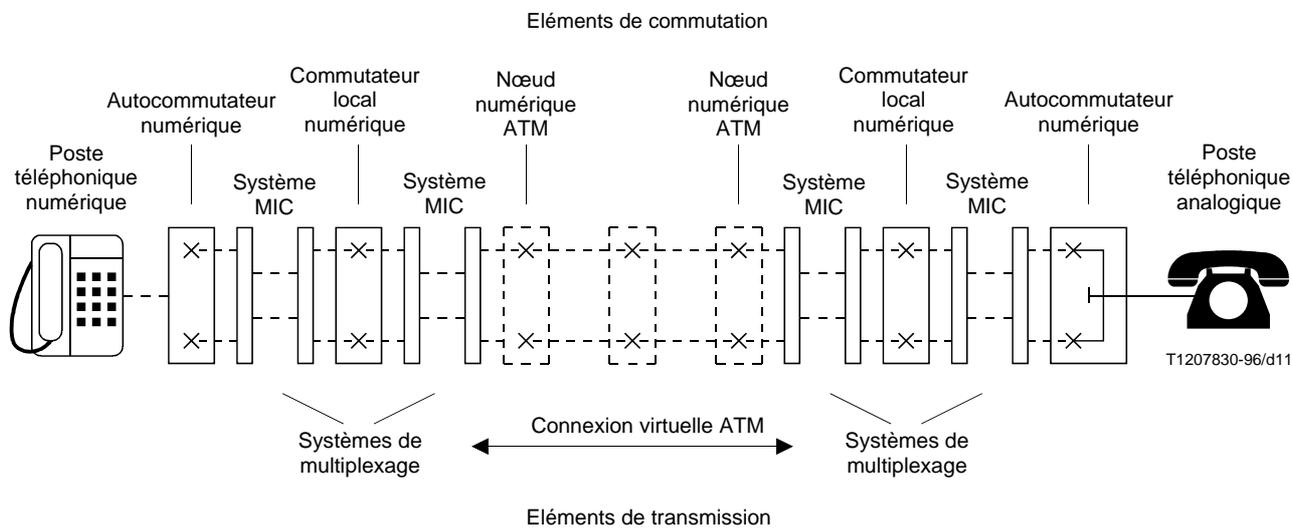


FIGURE 11/G.101
**Configuration pour une connexion purement numérique, avec mode ATM,
entre un poste numérique et un poste analogique**

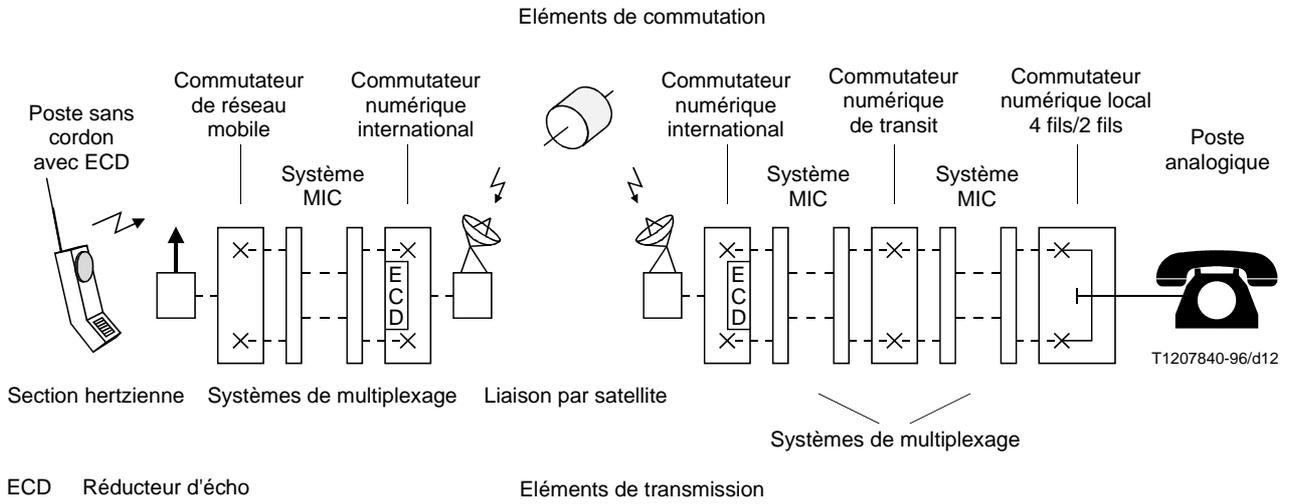


FIGURE 12/G.101

Configuration pour un téléphone mobile connecté au RTPC, avec liaison par satellite

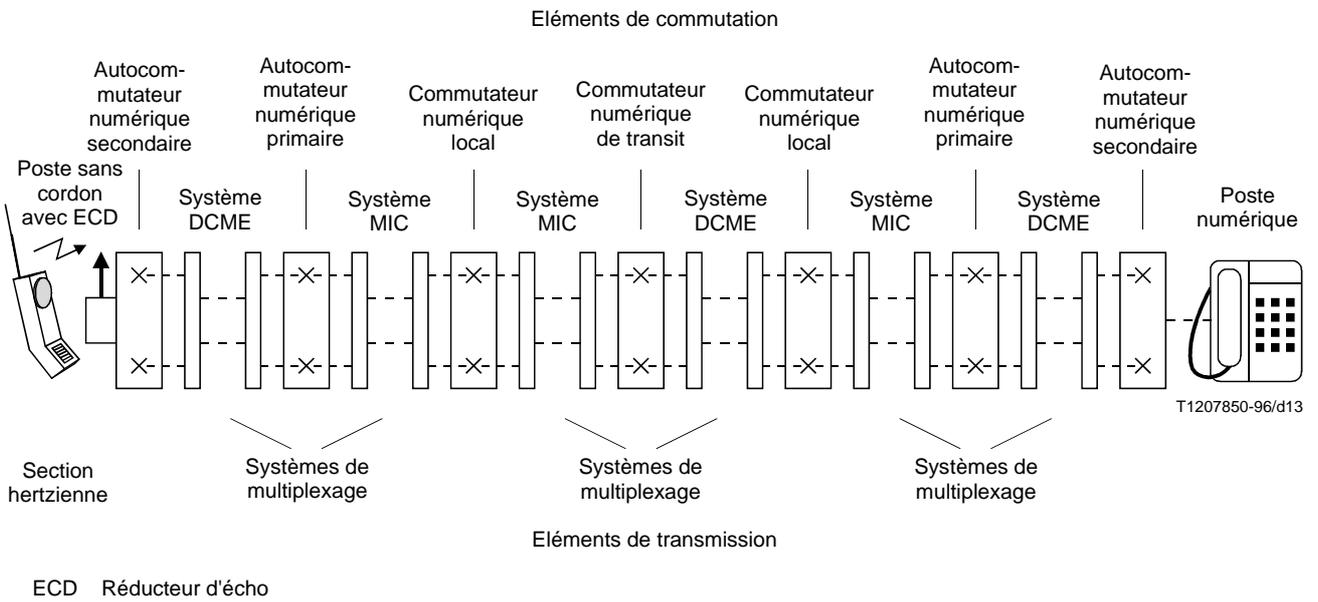


FIGURE 13/G.101

Connexion pour un téléphone sans cordon, avec équipements DCME dans les liaisons de transmission

Les circuits internationaux de ce type sont habituellement exploités avec un affaiblissement L de valeur nominale égale à 0,5 dB entre les points de connexion internationaux virtuels.

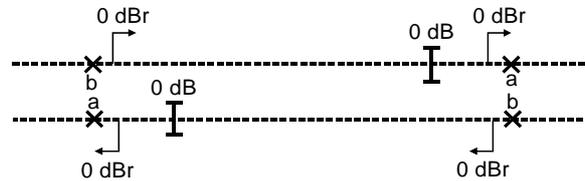
NOTE – Remarques générales concernant l'attribution des affaiblissements dans les circuits mixtes analogiques et numériques:

Dans les circuits de types 2, 3 et 4, les compléments de ligne nécessaires pour commander toute variation dans les sections de circuit analogiques (provenant des variations de l'affaiblissement avec le temps ou de la distorsion d'affaiblissement) sont présentés de façon symétrique dans les deux sens de transmission. Cependant, dans la pratique, ces dispositions peuvent exiger des niveaux non normalisés aux frontières entre les sections de circuit. Les Administrations sont averties que, si elles préfèrent adopter une disposition asymétrique, par exemple en mettant tout l'affaiblissement dans le sens réception à une seule extrémité d'un circuit (ou section de circuit), il n'y a aucune objection au niveau du plan de transmission à condition que l'affaiblissement soit faible, par exemple inférieur à 1 dB.

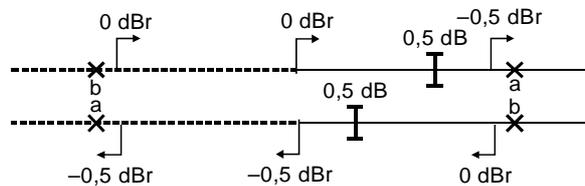
La faible asymétrie produite dans la portion internationale de la communication sera acceptable, compte tenu du petit nombre de circuits internationaux que l'on rencontre dans la plupart des communications réelles.

En ce qui concerne les circuits nationaux, les Administrations peuvent adopter toutes les dispositions qu'elles désirent à condition de satisfaire aux conditions du 2.2/G.121.

On peut parfois utiliser des transmultiplexeurs, auquel cas les circuits peuvent ne pas être disponibles en audiofréquence au point auquel le symbole de complément de ligne est utilisé dans le diagramme de la Figure 14. Si la variation des portions analogiques mérite un affaiblissement supplémentaire, il appartient aux Administrations de décider bilatéralement de la façon précise dont il convient d'insérer cet affaiblissement dans les circuits.

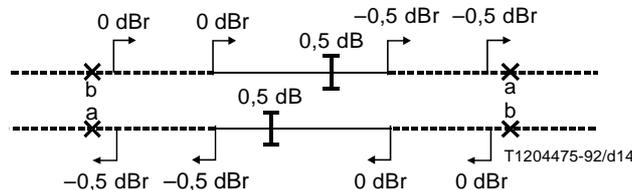


a) Circuit de type 1 – Circuit entièrement numérique avec commutation numérique aux deux extrémités



NOTE – L'affaiblissement est nécessaire si les sections de circuit analogique introduisent un niveau important de distorsion d'affaiblissement ou de variation en fonction du temps.

b) Circuit de type 2 – Circuit numérique/analogique avec commutation numérique à une extrémité et commutation analogique à l'autre extrémité

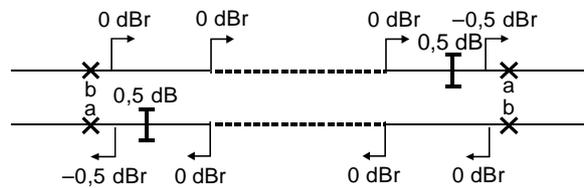


NOTE – L'affaiblissement est nécessaire si les sections de circuit analogique introduisent un niveau important de distorsion d'affaiblissement ou de variation en fonction du temps.

c) Circuit de type 3 – Circuit numérique/analogique/numérique avec commutation numérique à chaque extrémité

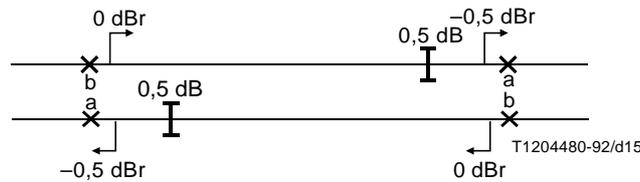
FIGURE 14/G.101 (feuillet 1 sur 2)

Types de circuits internationaux

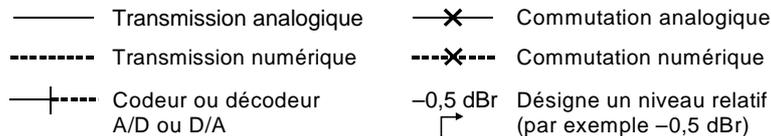


NOTE – L'affaiblissement est nécessaire si les sections de circuit analogique introduisent un niveau important de distorsion d'affaiblissement ou de variation en fonction du temps.

d) Circuit de type 4 – Circuit analogique/numérique/analogique avec commutation analogique à chaque extrémité



e) Circuit de type 5 – Circuit entièrement analogique avec commutation analogique aux deux extrémités



NOTES

- 1 Les symboles des compléments de ligne dans les circuits ne signifient pas que des lignes d'affaiblissement réelles soient nécessaires. Il s'agit d'une convention des ingénieurs en planification de la transmission.
- 2 Le niveau relatif en un point d'une liaison numérique est déterminé à l'aide de décodeurs idéaux décrits au 3.8.

FIGURE 14/G.101 (feuillet 2 sur 2)

Types de circuits internationaux

6 Stratégies de réduction de l'écho

L'écho perçu par l'auditeur ne pose habituellement pas de problème dans les réseaux modernes. (Des directives à ce sujet peuvent être trouvées dans la Recommandation G.126.)

La Recommandation G.131 donne des règles pour l'évaluation et la réduction de l'écho pour le locuteur. On notera que la perturbation due à l'écho pour le locuteur dépend non seulement du temps de transmission moyen mais aussi de l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR, *talker echo loudness rating*). Cet équivalent est fonction de l'efficacité du poste téléphonique du locuteur, de la grandeur de la désadaptation d'impédance provoquant des réflexions du signal et de l'affaiblissement entre le poste et le point de réflexion. Une façon de diminuer l'écho pour le locuteur en général consiste à employer une gestion appropriée des impédances dans les sections à deux fils du réseau. Ce point est examiné dans la Recommandation Q.552.

On notera qu'afin d'obtenir un fonctionnement pleinement efficace des annuleurs d'écho, il y a lieu que le trajet d'écho possède une caractéristique d'amplitude pratiquement linéaire.

7 Prise en compte du temps de transmission total

Des directives sont données dans la Recommandation G.114.

8 Effet du codage et du traitement de signal dans le conduit numérique

Les dégradations causées sous forme de distorsions par les dispositifs de codage et de décodage à faible débit ou par d'autres formes de traitement du signal dans le conduit numérique sont décrites et quantifiées dans la Recommandation G.113. On notera que le traitement numérique du signal et le codage à faible débit augmentent en général le temps de transmission.

9 Techniques de compression des voies

Les Recommandations G.763 et G.765 spécifient ces équipements.

10 Evaluation des dégradations individuelles ou combinées

Ce point est traité dans la Recommandation G.113.

11 Planification de la transmission dans le cadre de la planification générale d'un réseau

La planification de la transmission est un sous-ensemble de la planification générale d'un réseau, tant pour la création de nouveaux réseaux que pour l'extension de réseaux existants. Les réseaux modernes offrent une très grande flexibilité d'aiguillage et des fonctions de commutation «intelligentes». Il importe cependant de ne pas perdre de vue les aspects de transmission dans le processus de planification.

Pour des réseaux complexes, il convient de tenir compte des possibilités du système de signalisation qui est mis en œuvre. Les systèmes de signalisation évolués peuvent non seulement remplir leurs fonctions normales mais acheminer dans les connexions des informations concernant certains paramètres de transmission. Ceux-ci seront par exemple le temps de propagation cumulé, l'existence d'annuleurs d'écho dans le conduit, la présence de terminaux ne nécessitant pas de réduction d'écho, les dégradations cumulées, le choix d'itinéraires particuliers pour des communications exigeant spécialement des connexions de haute qualité, etc.

Annexe A

Notions de niveaux relatifs, dBm0, circuits et connexions, et leur utilisation dans la planification de la transmission

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

A.1 Introduction

Les niveaux relatifs ont été au cours des trente dernières années, et continueront à être dans l'avenir, un terme très utile dans le domaine de la planification de la transmission. Cependant, les réseaux téléphoniques publics avec commutation ont considérablement évolué ces dernières années. L'introduction de commutateurs numériques cause, en particulier, une certaine incertitude concernant l'application des niveaux relatifs et nécessite certaines modifications dans la façon traditionnelle d'appliquer les niveaux relatifs. Les niveaux relatifs et les termes associés ont été expliqués ci-dessous et des exemples sont donnés pour clarifier ces concepts.

A.2 Circuits et connexions

Le terme circuit désigne le trajet de transmission direct entre deux commutateurs, y compris l'équipement terminal associé dans les commutateurs. Dans la planification de la transmission, l'affaiblissement du circuit comprend l'affaiblissement du commutateur.

Dans les commutateurs analogiques, cela signifie que la «moitié» de l'affaiblissement du commutateur à chaque extrémité du circuit est incluse dans l'affaiblissement du circuit. L'entrée du circuit est donc située au «milieu» d'un commutateur et la sortie du circuit est située au «milieu» de l'autre commutateur. Les points d'entrée et de sortie d'un circuit entre des commutateurs analogiques ne sont pas des points accessibles mais des points fictifs utilisés pour la planification de la transmission.

Dans les commutateurs numériques, l'entrée du circuit sera généralement un train binaire numérique, par exemple aux points de mesure du commutateur, et l'affaiblissement dans les différents équipements terminaux, les coupleurs hybrides, etc. est considéré comme faisant partie du circuit.

Les circuits sont reliés les uns aux autres dans les commutateurs et forment des connexions. Une connexion est une chaîne de circuits interconnectés par des points de commutation entre différents points du réseau commuté. Une connexion complète est une connexion entre deux équipements terminaux reliés au réseau commuté.

L'affaiblissement d'une connexion est la somme des affaiblissements des circuits qui constituent la connexion (étant donné que l'affaiblissement des commutateurs est inclus dans les circuits, les points de commutation n'ont pas d'affaiblissement. Il n'y a pas d'affaiblissement associé aux points d'interconnexion entre deux circuits, tout l'affaiblissement étant inclus dans les circuits).

Dans certains cas, notamment dans les réseaux privés, la définition du circuit n'est pas applicable. Les commutateurs dans un réseau privé sont généralement interconnectés par des lignes louées spécifiées aux interfaces des systèmes de transmission.

A.3 Niveaux relatifs

Les niveaux relatifs servent à décrire la capacité de traitement de la signalisation des systèmes de transmission, commutateurs et autres types d'équipement. Les niveaux relatifs servent également à décrire l'affaiblissement entre différents points d'un circuit, d'un système de transmission, d'un commutateur ou d'un autre type d'équipement.

Le niveau relatif en un point se définit comme le gain composite entre un point fictif de référence pour la transmission (point 0 dBr) et le point considéré (ou comme l'affaiblissement composite du point considéré au point de référence pour la transmission) à la fréquence de référence de 1020 Hz. En général, le point de référence pour la transmission n'est pas accessible mais est un point purement fictif utilisé pour définir la notion de niveau relatif. Lors de la spécification et de la mesure de systèmes de transmission, de commutateurs, de commutateurs privés, etc., on utilise souvent le terme «point de référence de niveau» au lieu du terme «point de référence pour la transmission».

Dans les conditions réelles d'exploitation, les niveaux relatifs de différents points d'un circuit seront déterminés sur la base des niveaux relatifs fixes à l'entrée et à la sortie des systèmes de transmission ou des commutateurs numériques. La capacité de traitement de la puissance de ces systèmes est définie et une tâche délicate est celle qui consiste à trouver le niveau relatif d'entrée des circuits qui permettra d'obtenir la meilleure charge possible des systèmes de transmission et des commutateurs.

Les niveaux d'entrée dans le circuit seront déterminés par le SLR des appareils téléphoniques utilisés, par la ligne d'abonné et par l'affaiblissement dans les circuits entre le commutateur local et l'entrée du circuit.

Traditionnellement, dans la planification de la transmission, chaque circuit a son propre point de référence pour la transmission; les niveaux relatifs dans un circuit s'appliquent uniquement à ce circuit et n'ont aucune signification en dehors de ce circuit. L'affaiblissement entre différents points d'un circuit peut, en général, se définir comme étant la différence entre les niveaux relatifs aux points considérés. Pour déterminer l'affaiblissement entre les points de différents circuits, il est nécessaire de connaître le plan de transmission (dans les réseaux où les circuits n'ont pas d'affaiblissement, par exemple, les réseaux numériques, il est possible d'avoir, à la sortie d'un circuit, un niveau dBr identique au niveau dBr à l'entrée du circuit interconnecté. Dans ces cas particuliers, l'affaiblissement entre différents points de différents circuits peut se définir directement comme étant la différence de niveau relatif, ce qui implique toutefois que le plan de transmission soit connu).

La notion de niveaux relatifs est utilisée pour différentes applications, telles que celles indiquées ci-dessous:

- 1) planification de la transmission;
- 2) établissement, réglage et maintenance des circuits;
- 3) spécification et mesure d'équipements (par exemple, systèmes de transmission, commutateurs numériques et commutateurs privés).

Ces diverses applications utilisent toutes le même concept de base de l'unité dBr défini et décrit dans la présente Recommandation, mais selon des modalités différentes qui, dans certains cas, peuvent créer des malentendus.

Dans la planification de la transmission, on attribue aux différents points du circuit des niveaux dBr pour obtenir la qualité de fonctionnement optimale du circuit lorsque les niveaux d'entrée et la qualité de fonctionnement des différents équipements faisant partie du circuit sont pris en considération. Dans certains cas (notamment pour les commutateurs numériques), cela signifie qu'un point peut, lorsqu'il est considéré comme une partie de circuit, avoir un niveau dBr différent de celui qui lui a été assigné dans les spécifications et les procédures d'essai, mais cette éventualité ne devrait toutefois pas causer de problèmes si l'on sait qu'elle tient simplement au fait que des niveaux dBr différents sont utilisés selon les applications.

A.4 Compléments de ligne numériques et désignation des niveaux relatifs

Lorsqu'on utilise des compléments de ligne numériques (ou un gain) dans un circuit, le train binaire numérique subit une modification du niveau relatif, comme indiqué sur la Figure A.1 où un complément de ligne numérique de 6 dB est introduit dans un circuit numérique entre deux commutateurs numériques. Dans ce cas, le train binaire numérique aura un niveau de -6 dBr à droite du complément de ligne. Si une séquence numérique de référence (DRS) est appliquée à droite du complément de ligne, elle aura un niveau de 0 dBr. La DRS doit donc être utilisée avec prudence comme indiqué en 3.9.2.

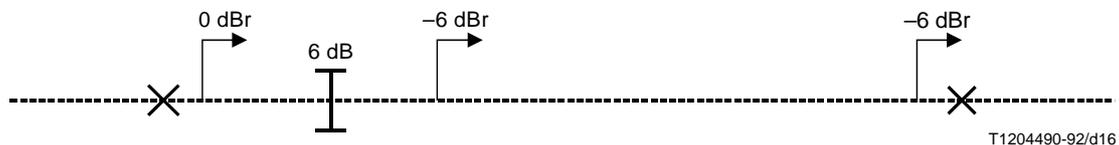


FIGURE A.1/G.101

A.5 Sauts de niveau

Les circuits sont interconnectés dans les commutateurs. Dans le réseau téléphonique analogique, où les circuits doivent avoir un affaiblissement pour maintenir la stabilité, cela signifie souvent que la sortie d'un circuit ayant un niveau de A dBr est reliée à l'entrée d'un autre circuit ayant un niveau B dBr différent. Cette différence de niveau est souvent appelée un «saut de niveau». Le «saut de niveau» est la différence de niveau, c'est-à-dire $B - A$ dB. Les points de commutation n'ont pas d'affaiblissement, le «saut de niveau» indique seulement qu'on passe d'un ensemble de dBr propre à un circuit à un autre ensemble de dBr propre à l'autre circuit. L'affaiblissement sera toujours présent dans les circuits proprement dits (voir l'exemple 1 en A.7).

A.6 Capacité de traitement de la puissance

Dans les systèmes de transmission MRF, c'est la charge totale résultant de la charge de toutes les voies du système qui peut donner lieu à une distorsion due aux amplificateurs de surcharge, etc. Ces systèmes sont donc conçus pour une puissance moyenne nominale pendant l'heure chargée de -15 dBm0 (32 μ W0) (voir la Recommandation G.223); il s'agit de la moyenne en fonction du temps et de la moyenne d'un grand nombre de circuits.

On admet que la puissance moyenne se compose des éléments suivants:

- 1) signalisation et tonalités ayant un niveau de -20 dBm0 (10 μ W0);
- 2) un niveau de puissance de -16,6 dBm0 (22 μ W0) dû:
 - aux courants vocaux, y compris les échos;
 - aux résidus de porteuse;
 - aux signaux télégraphiques et phototélégraphiques.

La contribution des résidus de porteuse peut atteindre -26 dBm0, ce qui donne un niveau vocal moyen de -17 dBm0. Pour les signaux vocaux, on admet un facteur d'activité de 0,25, ce qui correspond à un niveau moyen de parole active (pauses non comprises) de -11 dBm0 (ces relations ne tiennent pas compte de la transmission de données dans la bande vocale et de télécopie. Ce point est à l'étude). On notera que ces valeurs de niveau ne doivent être utilisées que pour la conception de systèmes MRF. Les niveaux vocaux réels dans le réseau sont inférieurs (voir 3.6).

Les codeurs MIC ont un niveau maximal T_{max} de 3,14 dBm0 pour la loi A et de 3,17 dBm0 pour la loi μ , ce qui signifie que les signaux sinusoïdaux ayant des niveaux efficaces dépassant T_{max} seront écrêtés. Cette limitation s'applique à chaque voie.

Dans la planification de la transmission, il est essentiel que les niveaux vocaux qui entrent dans les systèmes de transmission ne causent pas de surcharge des systèmes MRF et que l'écrêtage des signaux vocaux dans les codeurs MIC se situe dans des limites acceptables. En même temps, les niveaux vocaux doivent être aussi élevés que possible pour donner un rapport signal/bruit acceptable.

NOTE – Les niveaux de parole active peuvent être mesurés à l'aide d'un appareil conforme à la Recommandation P.56, méthode B. Cependant, il convient de noter que, compte tenu du fait que l'appareil a un temps de maintien de 200 ms, les pauses inférieures à 200 ms ne seront pas enregistrées, ce qui se traduira par un facteur d'activité supérieur à 0,25. Pendant les mesures, des précautions doivent être prises pour éviter d'inclure la transmission de données dans la bande vocale et de télécopie.

Pour mesurer le facteur d'activité, il convient d'utiliser des appareils ayant un temps de maintien inférieur à 10 ms.

A.7 Exemples

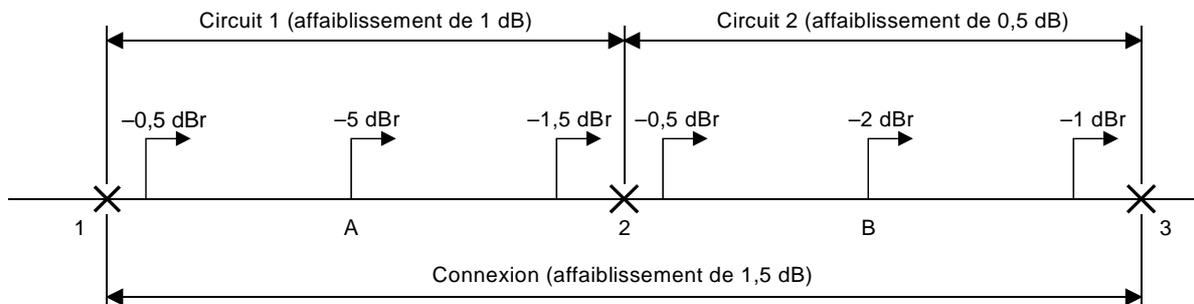
Exemple 1

La Figure A.2 montre, à titre d'exemple, une connexion constituée de 2 circuits. L'affaiblissement du circuit 1 est de 1 dB et celui du circuit 2 de 0,5 dB. L'affaiblissement de la connexion sera de 1,5 dB. L'affaiblissement entre les points A et B sera de -2 dB (gain de 2 dB), alors que la différence des niveaux relatifs est de -3 dB.

Dans le commutateur 2, on aura un «saut de niveau» de $-0,5 - (-1,5) = 1$ dB.

L'affaiblissement entre les points A et B peut être déterminé comme suit:

$$(\text{niveau dBr en A}) - (\text{niveau dBr en B}) + \text{«saut de niveau»} = -5 - (-2) + 1 = -2 \text{ dB.}$$



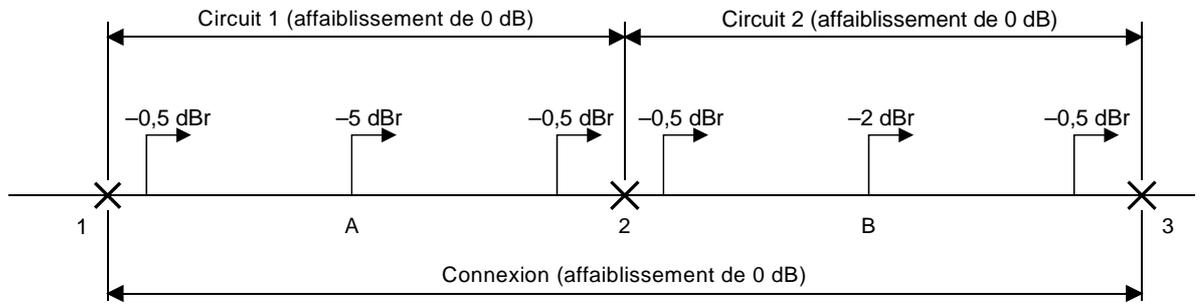
T1204500-92/d17

FIGURE A.2/G.101

Exemple 2

La Figure A.3 montre, à titre d'exemple, des circuits qui n'ont pas d'affaiblissement et qui ont les mêmes niveaux relatifs d'entrée. Dans ce cas exceptionnel, l'affaiblissement entre les points A et B sera égal à -3 dB, c'est-à-dire à la différence entre les niveaux relatifs. Il est possible d'établir un plan de transmission où:

- tous les circuits à 4 fils ont un affaiblissement de 0 dB;
- tous les circuits ont les mêmes niveaux relatifs d'entrée. Dans ce cas, on peut considérer que toute la chaîne de circuits à 4 fils n'a qu'un seul point de référence pour la transmission. Il convient de noter que cela est vrai seulement dans les conditions a) et b) mentionnées ci-dessus. Dans le cas général, chaque circuit aura son propre point de référence pour la transmission.



T1204510-92/d18

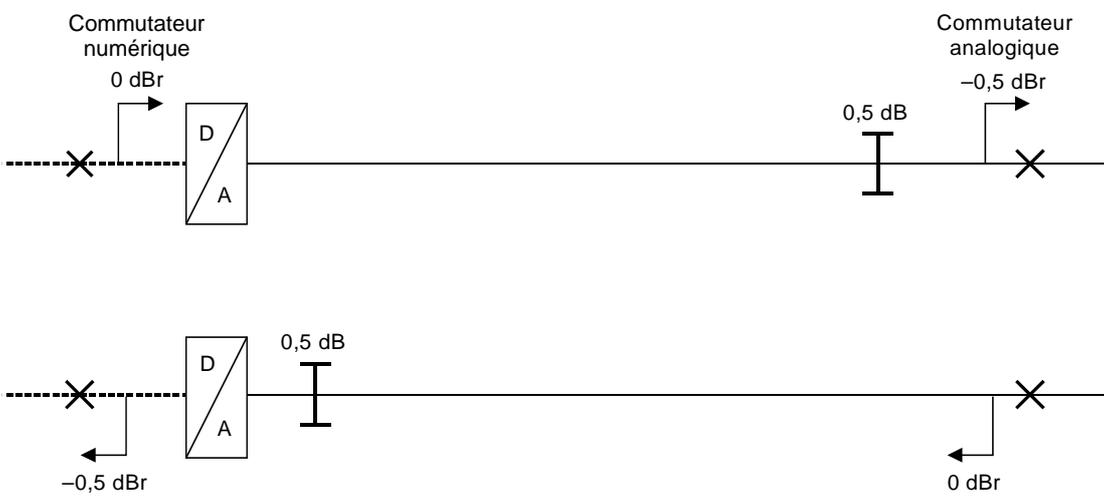
FIGURE A.3/G.101

Exemple 3

La Figure A.4 montre un exemple où un circuit relie un commutateur numérique et un commutateur analogique par l'intermédiaire d'un système de transmission analogique. Pour des raisons de stabilité, le circuit doit avoir un affaiblissement de 0,5 dB. Le niveau d'entrée au commutateur analogique est de 0 dBr.

Il en résulte que, du côté réception, le train binaire numérique dans le commutateur numérique aura un niveau de -0,5 dBr. Il convient de noter que, lors de la spécification et de la mesure du commutateur numérique seul, un niveau de 0 dBr est attribué à ce même train binaire numérique. Ce point aura, lorsqu'il fait partie d'un circuit, un autre niveau dBr que celui qu'il a dans les spécifications et les mesures de l'équipement.

NOTE – Si le niveau relatif d'entrée du circuit avait été remplacé par +0,5 dBr, ce problème aurait été évité.

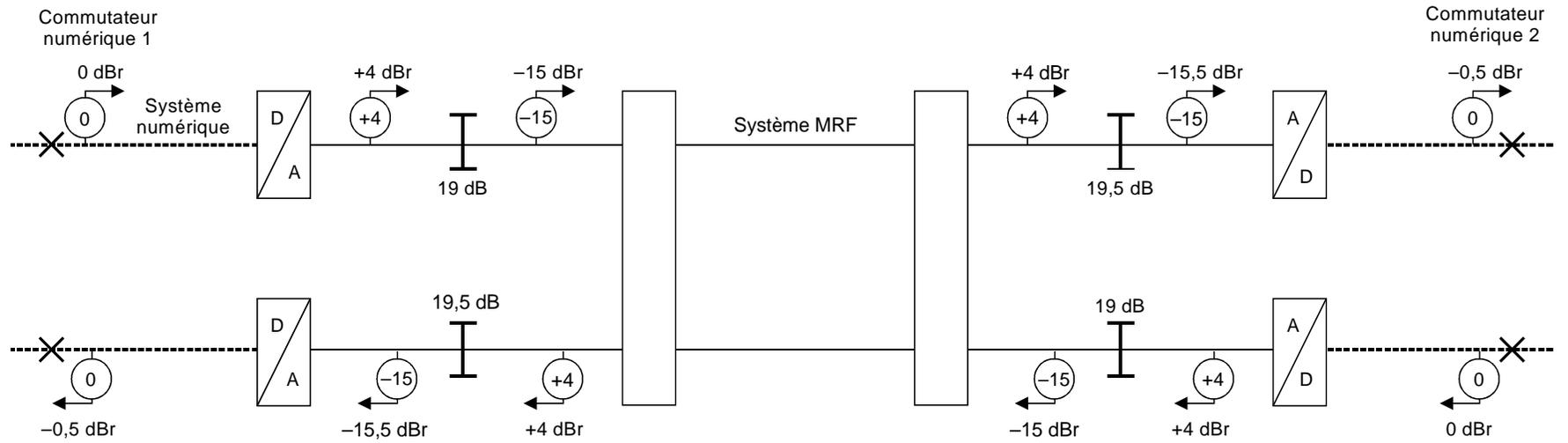


T1204520-92/d19

FIGURE A.4/G.101

Exemple 4

La Figure A.5 montre, à titre d'exemple, deux commutateurs numériques reliés par l'intermédiaire d'un système de transmission analogique et numérique. Les niveaux relatifs spécifiés pour les systèmes de transmission sont indiqués dans les cercles. Dans le plan de transmission, le circuit mixte analogique/numérique doit avoir un affaiblissement de 0,5 dB. Les niveaux relatifs du circuit sont indiqués par les flèches.



T1204530-92/d20

FIGURE A.5/G.101

Appendice I

Modèle de calcul pour directives de planification de transmission

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation)

I.1 Introduction

Cet appendice informatif décrit une version du modèle de calcul publié par l'ETSI [39], appelé ci-dessous *modèle E*.

Il convient de noter que, lors de sa publication, le modèle E n'a pas subi de vérification complète. Dans l'attente de celle-ci, il y a donc lieu de traiter avec précaution les prédictions résultant de son utilisation.

Les études se poursuivent et appellent des contributions contenant des informations venant à l'appui ou à l'encontre de tout aspect de ce modèle et pouvant aider à la vérification ou à l'amélioration de celui-ci.

Les modèles de calcul comme celui de l'ETSI prennent actuellement un rôle de plus en plus utile pour aider les opérateurs de réseau à faire en sorte que les usagers soient satisfaits de la qualité de transmission tout en évitant un suréquipement des réseaux. La Recommandation G.113 donne des directives sur les dégradations, y compris certains effets de leurs combinaisons, sur la base d'une simplification du modèle E. L'objet du présent appendice est de donner des renseignements plus complets sur les algorithmes de ce modèle.

Pour effectuer la planification de la transmission, la complexité des réseaux modernes oblige non seulement à examiner individuellement les nombreux paramètres de transmission mais aussi à tenir compte des effets de leurs combinaisons. A cette fin, on peut faire appel à «l'avis autorisé d'un expert». Mais une approche plus systématique est souhaitable, par exemple en utilisant un modèle informatique réaliste. Un tel modèle peut produire des estimations «nominales» des réactions d'usagers, par exemple sous forme de pourcentages d'usagers trouvant la connexion «au moins bonne (GOB, *good or better*)» ou «au mieux médiocre (POW, *poor or worse*)». Un autre résultat, plus neutre, consiste en une valeur d'évaluation, R, que l'on peut associer à la qualité de la communication vocale.

Dans ce contexte, il vaut la peine de rappeler le fait général que «la perception par l'utilisateur de la qualité d'un produit ou d'un service dépend de la mesure dans laquelle les attentes de cet usager sont satisfaites ou dépassées». Pour évaluer la qualité d'une communication vocale, le planificateur de transmission doit (actuellement) tenir compte des deux catégories suivantes:

- 1) la qualité de type circuit interurbain, qui est celle des connexions à grande distance des réseaux téléphoniques publics commutés, caractérisée par une bonne intelligibilité, une bonne identification de l'interlocuteur, une voix naturelle, des dégradations perturbatrices mineures seulement;
- 2) la qualité de type radiocommunications, qui est celle que l'on trouve dans de nombreux systèmes mobiles, caractérisée par une bonne intelligibilité, une bonne identification de l'interlocuteur, mais une certaine perte de qualité lors d'une comparaison directe avec celle d'un circuit interurbain.

Pour chaque catégorie, l'utilisateur peut trouver que la qualité du système offert est tout à fait satisfaisante, c'est-à-dire qu'elle est de «bonne qualité» en fonction de ses besoins et de ses attentes. Ce n'est que dans des cas exceptionnels que l'utilisateur est en mesure de faire des comparaisons de qualité entre les deux catégories.

Il existe un certain nombre de modèles de calcul permettant d'effectuer une telle évaluation, au moins pour certains des paramètres de transmission (voir par exemple l'Annexe A/P.11 et le Supplément 3 aux Recommandations de la série P). Le modèle E est en partie fondé sur ces modèles et en partie sur certains essais subjectifs récemment publiés. De nombreux algorithmes utiles ont en particulier été repris du modèle «d'indice de la qualité de transmission» de Bellcore, directement ou avec certaines modifications. Le modèle E est cependant plus complet, surtout parce qu'il peut prendre en compte les dégradations dues aux codecs à faible débit et les attentes de la clientèle concernant différents services de transmission. L'article I.4 donne de plus amples détails sur les données utilisées pour le modèle E.

I.2 Structure et algorithmes de base du modèle E

Ce modèle fournit des mesures de la «qualité d'une communication vocale» pour la téléphonie par combiné dans la bande normale de conversation comprise entre les valeurs nominales de 300 Hz et 3400 Hz. La configuration de la connexion est décrite sur la Figure I.1 avec ses paramètres de transmission associés. La communication vocale s'effectue entre les extrémités (S) et (R). Le modèle estime la qualité de transmission vocale de bouche à oreille perçue par l'utilisateur à l'extrémité (R), en conditions de locution comme d'écoute.

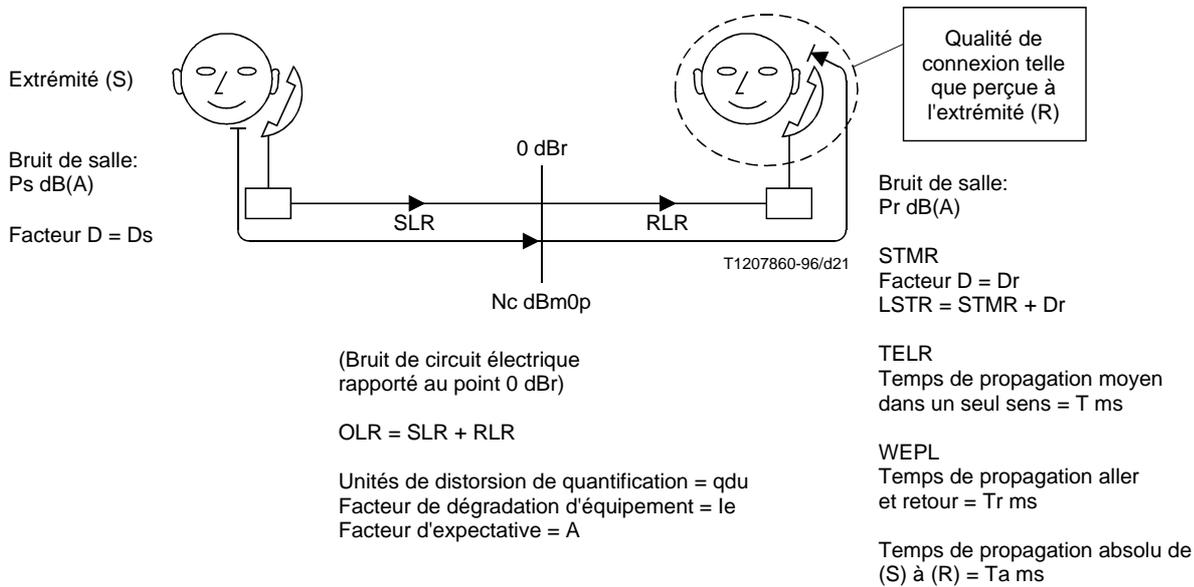


FIGURE I.1/G.101

Configuration de la connexion et paramètres de transmission correspondants

On notera que le modèle E ne tient actuellement pas compte de l'influence de différences dans la courbe de distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence dans le circuit téléphonique, parce que le planificateur de transmission n'a aucune possibilité, avec la déréglementation et la libéralisation du marché des équipements terminaux, de connaître avec une précision suffisante la courbe de réponse réelle pour un circuit d'utilisateur particulier, y compris la réponse du poste téléphonique, ce qui l'empêche d'évaluer correctement l'influence de ces courbes sur la qualité des communications téléphoniques. (Le modèle est fondé sur l'hypothèse que la réponse en fréquence est «à l'intérieur des limites normales».)

D'autres dégradations, non encore incluses dans le modèle E, sont par exemple une transmission hertzienne médiocre pour les communications mobiles et l'influence des impulsions de bruit sur les réseaux câblés normaux. (En ce qui concerne ce dernier point, on peut trouver quelques informations dans les Recommandations P.55 et P.11.)

Le principe fondamental du modèle E est fondé sur un concept établi il y a plus de vingt ans par J. Allnatt et utilisé par exemple dans le modèle OPINE de NTT: «les facteurs psychologiques sont additifs sur l'échelle psychologique».

Le modèle ETSI combine l'effet des divers paramètres de transmission pour construire un facteur d'évaluation *R* qui permet de prédire la réaction de l'utilisateur, par exemple sous la forme de pourcentages d'utilisateurs trouvant la connexion «au moins bonne (GOB)» ou «au mieux médiocre (POW)» ou même si mauvaise qu'ils mettront rapidement fin à la communication; ce facteur permet également d'évaluer les notes qui seraient données lors d'une expérience de notes moyennes d'opinion (MOS). Le facteur d'évaluation *R* se compose des termes suivants:

$$R = R_o - I_s - I_d - I_e + A \tag{I-1}$$

R_o représente en principe le rapport de base signal vocal sur bruit.

I_s, I_d, I_e sont ce qu'on appelle les facteurs de dégradation:

I_s représente les dégradations se produisant en simultanéité avec le signal vocal, comme un volume téléphonique trop important, un effet local puissant, une distorsion de quantification due à la MIC;

I_d représente les dégradations dues à des retards, comme l'écho pour le locuteur ou pour l'auditeur ainsi qu'un temps de propagation absolu trop long;

I_e représente les dégradations de transmission dues à des équipements spéciaux tels que certains codecs à faible débit, à des équipements de multiplication de circuit numérique (DCME), etc. (Ce facteur est un nouveau concept.)

NOTE 1 – Chaque paramètre de transmission individuel peut apparaître plusieurs fois dans le même facteur de dégradation *I*, parfois sous la forme d'un effet de masquage.

Le terme A est appelé *facteur d'expectative*. Il représente un «avantage d'accès» que certains systèmes possèdent par rapport aux habituels systèmes de communication câblés. Le concept de «haute qualité» est intimement lié à la mesure dans laquelle les attentes du client sont satisfaites. La qualité de transmission globale de la connexion, telle que perçue par l'utilisateur, dépend donc étroitement de la facilité ou de la difficulté d'établissement d'une connexion. Dans certaines circonstances, les systèmes hertziens ont un avantage à cet égard sur les systèmes filaires. Cet avantage peut compenser l'effet subjectif de certains défauts de transmission de la parole, par exemple dans les connexions de téléphonie mobile et les liaisons multibonds par satellite vers des régions difficiles à atteindre. (Parfois, pour des raisons d'ordre économique, certaines connexions à grande distance à *tarif réduit* peuvent être considérées comme ayant un avantage similaire.)

Le facteur d'expectative est un nouveau concept qui n'a pas encore été utilisé dans les modèles de calcul. La raison pour laquelle il a été introduit est que le modèle E est censé représenter les deux catégories «qualité de type circuit interurbain» et «qualité de type radiocommunications» et qu'il devrait être possible d'effectuer une comparaison équitable en termes de perception réelle par l'utilisateur du service de communication téléphonique. (Le facteur A est omis lorsqu'il s'agit d'effectuer des comparaisons directes entre systèmes appartenant respectivement à la catégorie «circuit interurbain» et à la catégorie «radiocommunications».)

NOTE 2 – Le modèle d'évaluation de la qualité de transmission (Bellcore) qui est décrit dans le Supplément 3 aux Recommandations de la série P pourra également être remanié sous une forme équivalente à l'addition de facteurs de dégradation.

NOTE 3 – La structure des facteurs de dégradation additifs facilite la mise à jour, le cas échéant, du modèle E.

Le «facteur d'évaluation» R peut se situer dans l'étendue allant de 0 (qualité extrêmement mauvaise) à 100 (très bonne qualité). Ce facteur est transposé dans un certain nombre de «mesures de qualité» différentes, représentant des estimations statistiques «nominales» des grandeurs suivantes:

- a) pourcentage d'utilisateurs trouvant la connexion «au moins bonne» (GOB), «au mieux médiocre» (POW) ou si mauvaise qu'ils mettront fin à la communication prématurément (TME);
- b) notes moyennes d'opinion (MOS, *mean opinion scores*).

Les pourcentages GOB, POW et TME sont déduits du facteur R au moyen de la fonction d'erreur suivante:

$$E(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt \quad (\text{I-2})$$

Donc:

$$\text{GOB} = 100E\left(\frac{R - 60}{16}\right) \% ; \text{POW} = 100E\left(\frac{45 - R}{16}\right) \% ; \text{TME} = 100E\left(\frac{36 - R}{16}\right) \% \quad (\text{I-3})$$

L'échelle des notes MOS, allant de 1 à 5, s'obtient par les relations suivantes:

$$\text{Pour } 0 < R < 100 \quad \text{MOS} = 1 + 0,035 \cdot R + R(R - 60)(100 - R) \cdot 7 \cdot 10^{-6} \quad (\text{I-4})$$

$$\text{Pour } R < 0 \quad \text{MOS} = 1 \quad (\text{I-5})$$

$$\text{Pour } R > 100 \quad \text{MOS} = 4,5 \quad (\text{I-6})$$

NOTE 4 – Note maximale susceptible d'être donnée dans les essais.

Les Figures I.2 et I.3 décrivent respectivement les valeurs GOB, POW, TME et MOS en fonction de R .

Concernant les termes de la relation (I-1), l'expression pour R_o est la suivante:

$$R_o = 15 - 1,5 (\text{SLR} + N_o) \quad (\text{I-7})$$

L'équivalent *SLR* est rapporté au point 0 dBr le plus proche de l'extrémité (R).

No est le bruit total exprimé en dBm0p, également rapporté au point 0 dBr. *No* s'obtient par addition en puissance des facteurs suivants:

- le bruit de circuit électrique *Nc* (dBm0p);
- le bruit de *circuit* équivalent *Nos* (dBm0p) dû au bruit de *salle Pos* dB(A) à l'extrémité (S);
- le bruit de *circuit* équivalent *Nor* (dBm0p) dû au bruit de *salle Por* dB(A) à l'extrémité (R);
- le «bruit de fond» *Nfo* (dBm0p) dû aux conditions à l'extrémité (R) (où le bruit de fond *Nfo* = -64 dBmp, valeur établie expérimentalement)

Le paragraphe suivant décrit la façon d'effectuer cette addition en puissance. Les expressions pour *Is* et pour *Id* sont un peu lourdes et y sont donc indiquées aussi.

Le facteur de dégradation d'équipement *Ie* s'applique à des dispositifs complexes de traitement des signaux vocaux, en particulier aux codecs à faible débit. Chaque type de codec est représenté par une valeur spécifique de *K* pour la dégradation qu'il apporte. Lorsque plusieurs codecs de types identiques ou différents sont associés en cascade, le facteur de dégradation d'équipement total s'obtient par la somme des valeurs *K* individuelles, indiquées dans le Tableau I.1.

Le facteur d'expectative *A* est indiqué dans le Tableau I.2.

TABLEAU I.1/G.101

Codec	kbit/s	<i>K</i>
MICDA (Rec. G.726, Rec. G.727)	40	2
	32	7
	24	25
	16	50
LD-CELP (Rec. G.728)	16	7
	12,8	20
VSELP (IS54; USA)	8	20
RPE-LTP (GSM)	13	20
CELP+	6,8	25

TABLEAU I.2/G.101

Systèmes de communication	<i>A</i>
Systèmes conventionnels (fixes)	0
DECT et similaires	5
GSM et similaires	10
Liaisons multibonds par satellite vers lieux difficiles à atteindre	20

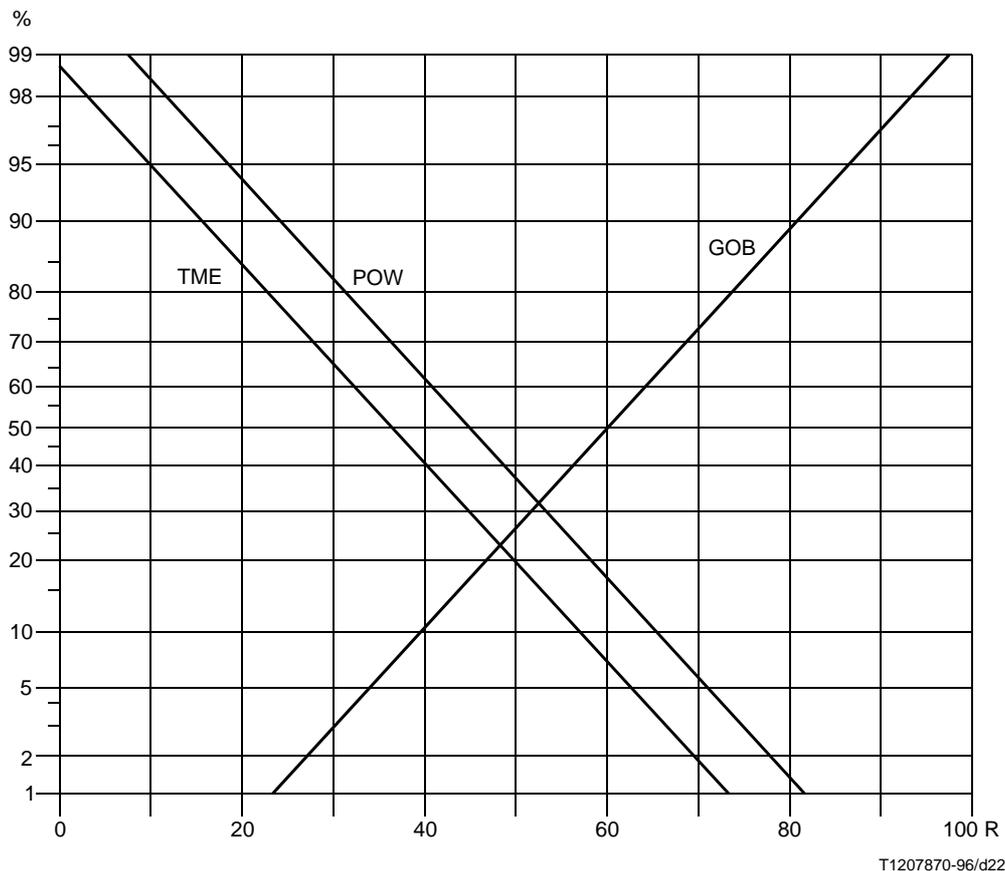


FIGURE I.2/G.101

Pourcentages GOB (au moins bonne), POW (au mieux médiocre) et TME (terminaison prématurée) en fonction du facteur d'évaluation R

I.3 Description détaillée des algorithmes

I.3.1 Considérations relatives au bruit

N_o est le bruit *total* exprimé en dBm0p, également rapporté au point 0 dBr. La valeur N_o s'obtient par addition en puissance des grandeurs suivantes:

- le bruit de circuit électrique N_c (dBm0p);
- le bruit de *circuit* équivalent N_{os} (dBm0p) dû au bruit de *salle* P_{os} dB(A) à l'extrémité (S);
- le bruit de *circuit* équivalent N_{or} (dBm0p) dû au bruit de *salle* P_{or} dB(A) à l'extrémité (R);
- le «bruit de fond» N_{fo} (dBm0p) dû aux conditions à l'extrémité (R).

Le bruit de circuit électrique N_c s'obtient par addition en puissance des diverses sources électriques de bruit présentes dans la connexion, toutes rapportées au point 0 dBr. (Si une source de bruit de N dBmp est insérée dans le circuit à un point de niveau relatif L dBr, cela correspond à un niveau de bruit de $(N-L)$ dBm0p au point 0 dBr.)

Le bruit de circuit équivalent N_{os} causé par le bruit de *salle* P_{os} dB(A) à l'extrémité (S) est le suivant:

$$N_{os} = P_{os} - SLR - D_s - 100 + 0,008 (P_{os} - OLR - D_s - 14)^2 \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-8})$$

où:

$$OLR = SLR + RLR \quad (\text{I-9})$$

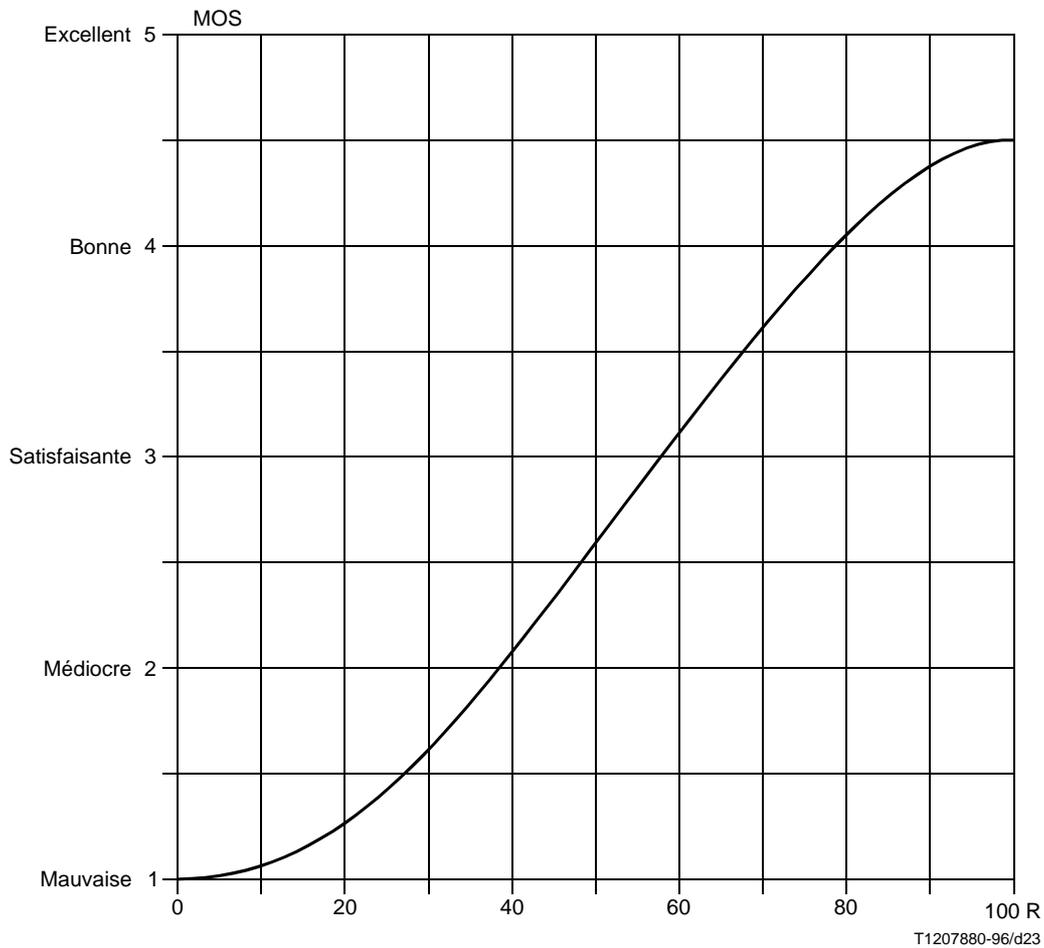


FIGURE I.3/G.101
Notes MOS en fonction du facteur d'évaluation R

[D_s est le facteur D du combiné à l'extrémité (S)].

Le bruit de circuit équivalent N_{or} causé par le bruit de salle P_{or} dB(A) à l'extrémité (R) est le suivant:

$$N_{or} = RLR - 121 + P_{or} + 0,008 (P_{or} - 35)^2 \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-10})$$

où P_{or} est le bruit de salle *effectif* dû à un renforcement du bruit P_{or} par le trajet d'effet local de l'auditeur:

$$P_{or} = P_{or} + 10 \lg \left[1 + 10^{(10 - LSTR)/10} \right] \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-11})$$

[$LSTR$ est l'affaiblissement d'effet local pour l'auditeur à l'extrémité (R)].

La valeur du bruit de fond N_{fo} (en dBm0p) se rapporte à celle de l'extrémité (R), N_{for} (en dBmp).

$$N_{fo} = N_{for} + RLR \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-12})$$

Normalement, $N_{for} = -64$ dBmp

Finalement, le bruit total N_o s'obtient par addition en puissance des composantes de bruit:

$$N_o = 10 \lg \left[10^{N_c/10} + 10^{N_{os}/10} + 10^{N_{or}/10} + 10^{N_{fo}/10} \right] \quad \text{dBm0p} \quad (\text{I-13})$$

A noter que le bruit de distorsion de quantification n'est *pas* inclus dans cette sommation.

I.3.2 Le facteur de dégradation simultanée I_s

L'expression du facteur I_s est la suivante:

$$I_s = I_{olr} + I_{st} + I_q \quad (\text{I-14})$$

I_{olr} représente la perte de qualité due à une connexion soniquement trop forte, c'est-à-dire lorsque l'équivalent OLR est trop bas;

I_{st} représente la dégradation due à un effet local non optimal;

I_q représente la dégradation due à une distorsion de quantification provoquée par des codecs MIC, des compléments de ligne numériques, etc.

L'expression du facteur I_{olr} est la suivante:

$$I_{olr} = 20 \left[\left\{ 1 + (X/8)^8 \right\}^{1/8} - X/8 \right] \quad (\text{I-15})$$

où:

$$X = OLR + 0,2(64 + N_p) \quad (\text{I-16})$$

$$N_t = N_o - RLR \quad (\text{I-17})$$

L'expression pour I_{st} est la suivante:

$$I_{st} = 10 \cdot \left[1 + \left\{ (STMR_o - 12)/5 \right\}^6 \right]^{1/6} - 46 \cdot \left[1 + \left\{ STMR_o/23 \right\}^{10} \right]^{1/10} + 36 \quad (\text{I-18})$$

où:

$$STMR_o = -10 \cdot \lg \left[10^{-STMR/10} + e^{-T/4} \cdot 10^{-TELR/10} \right] \quad (\text{I-19})$$

L'expression pour I_q est la suivante:

$$I_q = 15 \lg \left[1 + 10^Y \right] \quad (\text{I-20})$$

où:

$$Y = (R_o - 100)/15 + (46 - G)/10 \quad (\text{I-21})$$

R_o est donné par la relation (I-7) et G par les expressions suivantes:

$$G = 1,07 + 0,258 Q + 0,0602 Q^2 \quad (\text{I-22})$$

$$Q = 37 - 15 \cdot \lg(qdu) \quad (\text{I-23})$$

où qdu est le nombre d'unités de *quantification* dans la connexion.

I.3.3 Le facteur de dégradation par retard, Id

L'expression pour Id est la suivante:

$$Id = Idte + Idle + Idd \quad (\text{I-24})$$

$Idte$ représente la dégradation causée par l'écho pour le locuteur. Les paramètres applicables sont l'équivalent pour la sonie de l'écho pour le locuteur (TEL_R , *talker echo loudness rating*) et le temps de propagation moyen dans un seul sens, T ms pour l'écho.

$Idle$ représente la dégradation causée par l'écho pour l'auditeur. Les paramètres applicables sont l'affaiblissement du trajet d'écho pondéré ($WEPL$, *weighted echo pass loss*) et le temps de propagation aller et retour Tr ms pour l'écho.

Idd représente la dégradation causée par un temps de propagation absolu trop long qui se produit même avec une annulation d'écho parfaite. Le paramètre applicable est le temps de propagation absolu dans un sens, Ta ms.

L'expression pour $Idte$ est la suivante:

$$Idte = \left[(Roe - Re)/2 + \sqrt{(Roe - Re)^2 / 4 + 100} - 1 \right] \cdot (1 - e^{-T}) \quad (\text{I-25})$$

où:

$$Roe = -1,5 \cdot (No - RLR) \quad (\text{I-26})$$

$$Re = 80 + 2,5(TERV - 14) \quad (\text{I-27})$$

$$TERV = TELR - 40 \lg \frac{1 + T/10}{1 + T/150} + 6e^{-0,3T^2} \quad (\text{I-28})$$

On notera que pour $T < 1$ ms, il y a lieu de considérer «l'écho pour le locuteur» comme un «effet local», de manière que $Idte = 0$.

Les équations (I-20) à (I-22) s'appliquent lorsque l'effet local pour le locuteur est «normal», c'est-à-dire lorsque $9 < STMR < 15$. Pour des valeurs inférieures de l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage ($STMR$), l'écho pour le locuteur est partiellement masqué par l'effet local, alors que pour des valeurs supérieures de l'affaiblissement $STMR$ l'écho pour le locuteur devient plus perceptible qu'avec un effet local normal. Ces phénomènes sont pris en compte par des réglages de la valeur de référence de l'écho pour le locuteur ($TERV$) et du facteur $Idte$, selon le cas, comme suit:

Pour un affaiblissement $STMR < 9$, la valeur $TERV$ est remplacée dans l'équation (I-27) par les valeurs $TERV_s$ suivantes:

$$TERV_s = TERV + Ist / 2 \quad (\text{I-29})$$

Pour un affaiblissement STMR > 15, le facteur *Idte* est remplacé par le facteur *Idtes* suivant:

$$Idtes = \sqrt{Idte^2 + Ist^2} \quad (I-30)$$

L'expression du facteur *Idle* est la suivante:

$$Idle = (Ro - Rle)/2 + \sqrt{(Ro - Rle)^2/4 + 169} \quad (I-31)$$

où le terme *Ro* est donné par l'équation (I-7) et où

$$Rle = 10,5(WEPL + 7)(Tr + 1)^{-0,25} \quad (I-32)$$

Les expressions pour le facteur *Idd* sont les suivantes:

$$\text{Pour } Ta < 100 \text{ ms} \quad Idd = 0 \quad (I-33)$$

Pour $Ta > 100$ ms

$$Idd = 25 \left\{ \left[1 + X^6 \right]^{1/6} - 3 \left[1 + (X/3)^6 \right]^{1/6} + 2 \right\} \quad (I-34)$$

où:

$$X = \frac{\lg(Ta/100)}{\lg 2} \quad (I-35)$$

I.4 Sources utilisées dans le modèle E pour l'évaluation des dégradations et du facteur d'expectative

Les sources suivantes peuvent être plus particulièrement mentionnées pour les évaluations.

Sur l'influence du bruit de salle aux extrémités d'émission et de réception, y compris l'influence de l'affaiblissement LSTR et des facteurs D: le modèle BcTR et les résultats d'essai publiés par les Administrations de l'Australie et de la Suède.

Sur l'influence des équivalents pour la sonie (OLR, SLR, RLR) et du bruit de circuit équivalent: le modèle BcTR mais adapté à de faibles valeurs d'équivalent OLR par prise en compte des résultats obtenus avec le modèle CATNAP et avec quelques essais subjectifs additionnels.

Sur l'influence de l'effet local pour le locuteur (affaiblissement STMR): l'interprétation des informations contenues dans le Supplément 11 aux Recommandations de la série P et l'indication que l'écho pour le locuteur avec très faible temps de propagation est interprété comme une forme d'effet local.

Sur l'influence des distorsions de quantification pour systèmes MIC (unités *qdu*): le modèle CATNAP (*Computer-aided telephone network assessment program*) (Supplément 3 aux Recommandations de la série P).

Sur l'influence de l'écho pour le locuteur (TELR): le modèle BcTR a été utilisé pour des valeurs normales de l'affaiblissement STMR, mais avec de légères adaptations pour tenir compte des résultats des recherches NTT et avec un complément pour les temps de propagation courts selon des résultats publiés par France Telecom et Telia Research. Pour les très faibles valeurs de l'affaiblissement STMR on a utilisé les résultats issus du modèle BcTR tandis que, pour les valeurs supérieures du STMR, on a utilisé les résultats d'essais subjectifs effectués par Telia Research et par British Telecom.

Sur l'influence de l'écho pour l'auditeur (WEPL): le modèle BcTR.

Sur l'influence de longs temps de propagation absolus: l'interprétation des informations figurant dans la Recommandation G.114, avec un certain accent sur la façon dont le temps de propagation influence des conversations hautement interactives, jusqu'à 800 ms environ. Pour des temps de propagation encore plus longs, les interlocuteurs sont susceptibles de prendre conscience qu'ils doivent attendre pour recevoir une réponse.

Sur l'influence des codecs à faible débit et les facteurs de dégradation dus à l'équipement: les essais subjectifs publiés dans les Contributions soumises à la CE 12 (groupe SQEG), à la CE 15 et autres commissions de l'UIT-T.

Sur le facteur d'expectative A : l'interprétation des informations issues du marché selon lesquelles certains systèmes jouissent d'une acceptation étendue auprès du public, c'est-à-dire que leur «qualité de communication vocale» est censée être élevée, bien que leur qualité de transmission vocale «absolue» doivent être considérée comme assez basse en comparaison de celle du réseau téléphonique conventionnel. Le premier exemple est donné par les communications mobiles, avec leur croissance phénoménale. Le deuxième exemple est celui des liaisons par satellite à double bond vers des emplacements qui ne pourraient pas être atteints téléphoniquement par d'autres moyens. (Les valeurs du facteur d'expectative A sont provisoirement choisies de manière qu'elles compensent la moitié des dégradations causées par le codec GSM (RPE-LTP (excitation par impulsions résiduelles avec codage prédictif linéaire utilisant une prévision à long terme) ou le long temps de propagation absolu, c'est-à-dire $A = 10$ dans le premier cas, 20 dans le second).

Sur les fonctions de *prédiction de l'opinion de l'abonné*: on a utilisé le modèle Bellcore d'évaluation de la qualité de la transmission et le modèle présenté dans l'Annexe A/ P.11.

Pour les notes GOB et POW, le modèle E représente une moyenne des recherches effectuées sur des connexions de type «transit long», «UIT-T» et «MH». La note TME correspond à des résultats issus d'une ancienne étude AT&T.

Finalement, dans le modèle ETSI, l'expression des notes MOS en fonction du facteur R a été déduite indirectement, en partie par comparaison avec les relations entre notes GOB, POW et MOS indiquées dans l'Annexe A/P.11, en partie d'après la constatation du fait que l'étendue de notation est celle que les équipes d'évaluation subjective appliquent habituellement aux diverses voies de transmission de signaux vocaux. Une conversion directe à partir de la Recommandation P.11 donne l'étendue $1 < MOS < 5$. Dans des essais subjectifs réels, la note MOS maximale est cependant rarement supérieure à 4,5. Le modèle de l'ETSI a donc été adapté à cette valeur par interpolation linéaire à partir des résultats obtenus selon la Recommandation P.11.

SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Réseau téléphonique et RNIS
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission
Série H	Transmission des signaux autres que téléphoniques
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques et télévisuels
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophoniques et télévisuels
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Equipements terminaux et protocoles 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 Z	Langages de programmation