



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.175**

(04/97)

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

Connexions et circuits téléphoniques internationaux –  
Aspects liés au plan de transmission dans les connexions  
et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication  
téléphonique international

---

**Planification de la transmission pour  
l'interconnexion des réseaux publics et privés  
en trafic vocal**

Recommandation UIT-T G.175

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

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

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
<b>Aspects liés au plan de transmission dans les connexions et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication téléphonique international</b>	<b>G.170–G.179</b>
Protection et rétablissement des systèmes de transmission	G.180–G.189
Outils logiciels pour systèmes de transmission	G.190–G.199
<b>SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS</b>	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
<b>CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION</b>	G.600–G.699
<b>SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES</b>	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

## **RECOMMANDATION UIT-T G.175**

### **PLANIFICATION DE LA TRANSMISSION POUR L'INTERCONNEXION DES RESEAUX PUBLICS ET PRIVES EN TRAFIC VOCAL**

#### **Résumé**

La Recommandation G.171 (1988) "Aspects des réseaux à usage privé relatifs au plan de transmission", qui traite essentiellement des communications se déroulant entièrement sur un réseau privé. Elle contient uniquement des directives limitées sur l'interconnexion des réseaux privés et du RTPC.

La présente Recommandation traite de l'interconnexion numérique des RNIS publics/RTPC et des réseaux privés. La principale considération concerne la qualité globale de la transmission de la parole pour la téléphonie en bande vocale (3,1 kHz) avec des postes à combiné, indépendamment de tous les autres types de services (tels que la télécopie et la transmission de données en bande vocale) assurés sur ces réseaux. L'objectif est de donner des directives pour les besoins de la planification des transmissions, non seulement pour un opérateur de réseau donné mais aussi pour les négociations entre les opérateurs concernés.

#### **Source**

La Recommandation UIT-T G.175, élaborée par la Commission d'études 12 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 18 avril 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'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.

Dans certains secteurs de la technologie de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## 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.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait/n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© 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

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application..... 1
2	Références normatives..... 1
3	Abréviations..... 2
4	Définitions ..... 3
4.1	réseau privé ..... 3
4.2	réseau public ..... 3
4.3	éléments de réseau ..... 4
4.4	types de trafic..... 4
4.5	Accès au réseau public..... 4
4.5.1	Accès numérique au commutateur local..... 4
4.5.2	Accès numérique aux niveaux hiérarchiques supérieurs (tels que les commutateurs de transit) ..... 5
4.5.3	réseaux privés virtuels ..... 5
4.6	Accès à d'autres réseaux privés..... 5
5	Configurations de référence..... 5
6	Principes de planification fondamentaux..... 8
6.1	Méthode du facteur de dégradation due à l'équipement..... 9
6.1.1	La valeur de dégradation totale ( <i>I<sub>tot</sub></i> ) ..... 10
6.2	Le modèle E..... 10
6.2.1	Calcul du facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( <i>R</i> )..... 11
6.2.2	Le rapport signal/bruit de base ( <i>R<sub>o</sub></i> ) ..... 12
6.2.3	Facteur de dégradation simultanée ( <i>I<sub>s</sub></i> )..... 12
6.2.4	Facteur de dégradation due au temps de propagation ( <i>I<sub>d</sub></i> )..... 13
6.2.5	Facteur de dégradation due à l'équipement ( <i>I<sub>e</sub></i> )..... 14
6.2.6	Facteur d'attente ( <i>A</i> )..... 15
6.2.7	Mesures de qualité obtenues à partir du facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( <i>R</i> )..... 16
7	Méthode de planification et ses limites..... 16
7.1	Méthode de planification ..... 17
7.2	Principaux paramètres..... 18
7.3	Prévision de la qualité et limites de planification supérieures absolues ..... 19

	<b>Page</b>
7.4 Utilisation du modèle E .....	20
7.4.1 Paramètres d'entrée .....	20
7.4.2 Le calcul proprement dit.....	22
7.4.3 Valeurs par défaut.....	23
8 Implémentation d'annuleurs d'écho.....	23
Appendice I – Bibliographie .....	24

## Recommandation G.175

# PLANIFICATION DE LA TRANSMISSION POUR L'INTERCONNEXION DES RESEAUX PUBLICS ET PRIVES EN TRAFIC VOCAL

(Genève, 1997)

## 1 Domaine d'application

La plupart des Recommandations de la série G sont actuellement fondées sur des configurations dans lesquelles la partie nationale d'une connexion internationale est généralement terminée par un simple poste téléphonique analogique ou par un terminal numérique. En conséquence, ces Recommandations ne tiennent pas compte des autocommutateurs privés (PABX) ni des réseaux privés. Toutefois, les réseaux privés modernes, surtout ceux de grandes dimensions et/ou à technologie nouvelle, contribueront de manière précise, éventuellement non négligeable, à la qualité de transmission globale.

La présente Recommandation traite de l'interconnexion numérique des RNIS/RTPC publics et des réseaux privés. La principale considération concerne la qualité globale de la transmission de la parole pour la téléphonie en bande vocale (3,1 kHz) avec des postes à combiné, indépendamment de tous les autres types de services (tels que la télécopie et la transmission de données en bande vocale) assurés sur ces réseaux. L'objectif consiste à donner des directives pour les besoins de la planification des transmissions, non seulement pour un opérateur de réseau donné mais aussi pour les négociations entre les opérateurs concernés.

Pour les besoins de la présente Recommandation, seuls les trajets de communication entre le réseau privé et d'autres réseaux (privés ou publics) comportant des postes téléphoniques ou d'autres terminaux téléphoniques vocaux, sont pris en considération. En conséquence, elle ne traite pas de la partie de connexions de transit située entre les interfaces avec deux autres réseaux ou des trajets entre deux terminaux d'un même réseau.

NOTE – Bien qu'en principe la planification des connexions internes et des transits sur le réseau privé ne soit pas traitée dans la présente Recommandation, les méthodes et les dispositions qu'elle contient peuvent être utilisées à cet effet.

## 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- Recommandation UIT-T G.101 (1996), *Le plan de transmission*.
- Recommandation UIT-T G.113 (1996), *Dégradations de la transmission*.
- 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*.
- Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho*.
- Recommandation UIT-T G.168 (1997), *Annuleurs d'écho pour les réseaux numériques*.

- Recommandation G.171 du CCITT (1988), *Aspects de réseaux à usage privé relatifs au plan de transmission.*
- Recommandation G.703 du CCITT (1991), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions.*
- Recommandation G.711 du CCITT (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales.*
- Recommandation G.726 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- Recommandation G.727 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) imbriqué à 5, 4, 3 et 2 bits par échantillon.*
- Recommandation G.728 du CCITT (1992), *Codage vocal à 16 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code.*
- Recommandation UIT-T G.729 (1996), *Codage vocal à 8 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée (CS-ACELP).*
- ETSI ETS 300 580-2 (5/94), *European digital cellular telecommunications system (Phase 2); Full Rate Speech Transcoding; (GSM 06.10).*
- ETSI ETS 300 581-2 (8/95), *European digital cellular telecommunications system (Phase 2); Half Rate Speech Transcoding; (GSM 06.20).*
- ETSI ETS 300 726 (3/96), *Digital cellular telecommunications system; Enhanced Full Rate (EFR) Speech Transcoding; (GSM 06.60).*
- EIA/TIA/IS-54-B (4/92), *Cellular System Dual-Mode Mobile Station Base Station; Compatibility Standard.*

### 3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ATM	mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
DCME	équipement de multiplication de circuit numérique ( <i>digital circuit multiplication equipment</i> )
ETSI	institut européen des normes de télécommunication ( <i>european telecommunication standards institute</i> )
GOB%	pourcentage de connexions "bonnes à très bonnes" ( <i>percentage good or better</i> )
ICP	point de connexion international ( <i>international connection point</i> )
LSTR	affaiblissement d'effet local pour l'auditeur ( <i>listener sidetone rating</i> )
MIC	modulation par impulsions et codage
MOS	note moyenne d'opinion ( <i>mean opinion score</i> )
OLR	équivalent global pour la sonie ( <i>overall loudness rating</i> )
PABX	autocommutateur privé ( <i>private automatic branch exchange</i> )
POW%	pourcentage de connexions "médiocres à très mauvaises" ( <i>percentage poor or worse</i> )
qdu	unité de distorsion de quantification ( <i>quantizing distortion unit</i> )
RLR	équivalent pour la sonie à la réception ( <i>receiving loudness rating</i> )
RNIS	réseau numérique à intégration de services

RTPC	réseau téléphonique public commuté
SLR	équivalent pour la sonie à l'émission ( <i>sending loudness rating</i> )
STMR	affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage ( <i>sidetone masking rating</i> )
TELRL	équivalent à la sonie pour l'écho pour le locuteur ( <i>talker echo loudness rating</i> )
VPN	réseau privé virtuel ( <i>virtual private network</i> )
WEPL	affaiblissement du trajet d'écho pondéré ( <i>weighted echo path loss</i> )

## 4 Définitions

### 4.1 réseau privé

Le terme "privé" est généralement utilisé en association avec plusieurs autocommutateurs privés formant un réseau, essentiellement dans une application destinée à un groupe restreint d'utilisateurs, alors que le terme "public" se rapporte généralement aux grands réseaux de télécommunication nationaux ou régionaux fournissant des services au public en général.

L'énumération ci-après, qui définit en détail un réseau privé, est en outre fondée sur l'hypothèse que le trajet à l'intérieur du réseau privé contribue éventuellement de manière importante aux dégradations de la qualité de transmission globale telles que l'affaiblissement, le temps de transmission, le nombre d'unités qdu, etc.

Un "réseau privé" est défini de la manière suivante:

- 1) le réseau privé est normalement constitué d'au moins deux équipements de commutation (commutateurs privés) connectés via des lignes privées ou louées, formant un réseau, quels que soient sa structure et son niveau hiérarchique. Les équipements de commutation et les lignes louées peuvent être numériques ou analogiques;
- 2) le réseau privé fournit des fonctions, notamment de commutation, à un seul client ou groupe de clients, mais n'est pas accessible à tous;
- 3) il n'y a pas de restriction à sa taille géographique, au nombre d'extensions et de points d'accès à d'autres réseaux, et il n'est pas limité au territoire national.

Un réseau privé est constitué d'une part de commutateurs locaux privés fournissant des interfaces pour tous les types d'éléments terminaux et pour les éléments de transmission vers d'autres commutateurs locaux privés ou de transit et, d'autre part, de commutateurs privés de transit ayant des interfaces pour les éléments de transmission vers d'autres commutateurs privés de transit ou locaux.

### 4.2 réseau public

Dans la présente Recommandation, l'expression "réseau public" est utilisée pour désigner tous les réseaux qui fournissent leurs fonctions de commutation et autres non seulement à un groupe spécifique d'utilisateurs, mais également au public en général. Le terme "public" ne se rapporte pas au statut légal de l'opérateur du réseau. Les réseaux publics peuvent être limités en taille ou à des caractéristiques et fonctions de commutation spécifiques.

De plus, les réseaux publics peuvent avoir des points d'accès dans une zone géographique donnée seulement. Du point de vue de la connexion, ils sont essentiellement des "réseaux de transit". Néanmoins, ils peuvent également être considérés comme une combinaison de "réseaux de transit" et de "réseaux d'arrivée" lorsque l'opérateur du réseau public fournit également des équipements terminaux tels que des postes téléphoniques et des autocommutateurs privés (PABX) ou des fonctions propres à ces derniers.

### 4.3 éléments de réseau

Toutes les composantes formant une connexion peuvent être réparties en trois grands groupes. L'interconnexion des réseaux privé et public est représentée dans les configurations de référence des Figures 1 à 4. Le réseau privé est constitué d'éléments terminaux, d'éléments de commutation et d'éléments de transmission.

### 4.4 types de trafic

Dans le cas de certains réseaux privés, on peut considérer que les "principaux types de trafic" passant par d'autres réseaux (principalement des réseaux publics) sont à l'origine d'une éventuelle augmentation du nombre de dégradations permises dans le réseau privé. L'introduction du trafic extérieur dans la planification permet au planificateur, dans la mesure du possible, d'étendre les limites de paramètres spécifiques (tels que le temps de propagation) dans le réseau privé, ce qui permet une conception plus économique du réseau.

Dans le cas de traversée des réseaux publics, on peut considérer, pour les besoins de la planification et sur la base de l'importance des dégradations de la transmission, trois types fondamentaux de trafic. Dans le contexte de l'élément de commutation (commutateur) du réseau public assurant l'accès au réseau privé, le *trafic local* englobe toutes les connexions du réseau public local ou dans une zone géographique restreinte du réseau public.

Un deuxième type de trafic est le *trafic national interurbain* qui concerne toutes les communications dans l'ensemble d'un pays. Généralement, cette zone est identique à la zone de couverture du ou des grands réseaux publics du pays.

Enfin, il faut considérer que dans la plupart des cas, les *communications internationales* contribuent de manière importante aux dégradations de transmission que les communications nationales.

La distinction entre ces trois types de trafic peut être utile lors d'une négociation entre les opérateurs des réseaux public et privé, non seulement pour la répartition des dégradations de transmission, mais aussi par rapport à d'autres aspects techniques tels que l'emploi correct des annuleurs d'écho, l'utilisation du mode ATM avec des nœuds dans différents réseaux, etc.

### 4.5 Accès au réseau public

Entre autres choses, le type d'accès au réseau public peut également influencer la planification de la transmission sur le réseau privé et peut être utile lors d'une négociation entre les opérateurs. Dans le présent contexte, le terme "accès" se rapporte non seulement aux caractéristiques physiques des interfaces entre réseaux public et privé, mais aussi au point d'accès par rapport à la hiérarchie du réseau public et à des caractéristiques additionnelles pour le réseau privé assurées par le réseau public. Dans le cas des grands réseaux privés, le point d'accès au réseau public ne doit pas nécessairement être le même que celui des abonnés individuels. Etant donné le domaine d'application de la présente Recommandation, seules les interfaces numériques pour l'accès aux réseaux publics sont prises en considération.

#### 4.5.1 Accès numérique au commutateur local

Dans la plupart des cas, l'accès au réseau public sera assuré par un commutateur local ou par un élément de commutation comparable de même niveau hiérarchique dans le réseau public desservant la zone de l'élément de commutation en question dans le réseau privé. Les caractéristiques physiques de ces interfaces numériques seront conformes à des structures de trame et des débits normalisés et couramment utilisés, décrits dans la Recommandation G.703.

#### **4.5.2 Accès numérique aux niveaux hiérarchiques supérieurs (tels que les commutateurs de transit)**

Pour les grands réseaux privés complexes ayant un très grand nombre de voies d'accès au réseau public, les opérateurs publics et privés pourraient avoir intérêt à accéder au réseau public par un niveau hiérarchique supérieur (un commutateur de transit, par exemple) sans passer par le commutateur local. Cela peut être fait pour l'ensemble des voies d'accès ou seulement pour celles acheminant exclusivement du trafic interurbain ou international. Dans les deux cas, on peut utiliser des interfaces physiques à débit élevé et des fibres optiques comme support de transmission.

#### **4.5.3 réseaux privés virtuels**

Dans le présent contexte, le sens de l'expression réseau privé virtuel est lié à une caractéristique par laquelle les connexions entre deux éléments de commutation du réseau privé sont établies "à la demande" via les éléments de commutation et de transmission d'un réseau public plutôt que sur une ligne louée fixe. Pour la planification, il faudrait considérer qu'un tel acheminement fait partie du réseau privé en tenant compte du fait que les dégradations d'un réseau privé virtuel peuvent varier considérablement d'une connexion à l'autre, ce qui n'est pas le cas avec une ligne louée fixe.

#### **4.6 Accès à d'autres réseaux privés**

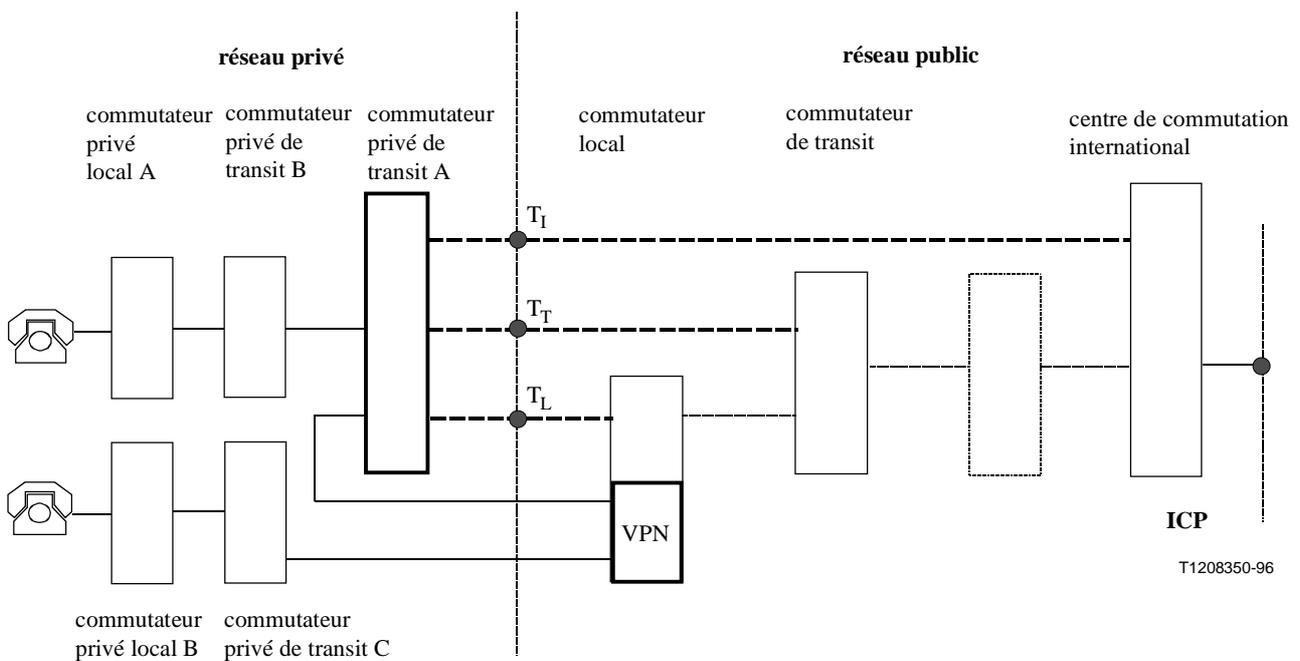
En ce qui concerne l'accès à un autre réseau privé, il faut déterminer clairement s'il y a une distinction réelle entre les deux réseaux en question par rapport à la définition du réseau privé du 4.1 ou si l'on peut considérer que ces deux réseaux ne font qu'un pour les besoins de la planification de la transmission. Les directives de planification de la présente Recommandation peuvent également présenter d'autres avantages, principalement dans des cas où l'interconnexion n'est utilisée que pour les communications entre les deux réseaux privés sans passer par un réseau public.

Alors que l'on utilise couramment des interfaces et points d'accès normalisés pour l'accès au réseau public, il faut envisager, pour l'interconnexion de différents réseaux privés, un plus grand nombre de caractéristiques physiques relatives aux structures de trame, aux débits et aux supports de transmission. Pour les besoins de la planification, il paraît important de déterminer si les interconnexions sont faites directement ou via un élément de transmission additionnel (sur une ligne louée, par voie hertzienne, par une liaison par satellite, etc.) qui entraîne d'autres dégradations.

### **5 Configurations de référence**

En raison de la diversité des niveaux hiérarchiques, des structures, des acheminements et des types d'éléments de réseau dans un réseau privé, chaque connexion examinée se traduira par une configuration de référence différente. Pour cette raison, on ne peut pas établir une seule illustration pour l'ensemble du travail de planification des réseaux privés. Les Figures 1 à 4 doivent être considérées uniquement comme des exemples utilisés essentiellement pour les besoins des définitions de la présente Recommandation.

La configuration de référence de base de l'interconnexion d'un réseau public et d'un réseau privé est montrée à la Figure 1. Le réseau privé contient des commutateurs locaux et de transit et des terminaux. Seule la partie du réseau public jusqu'au point de connexion international du centre de commutation international est montrée.

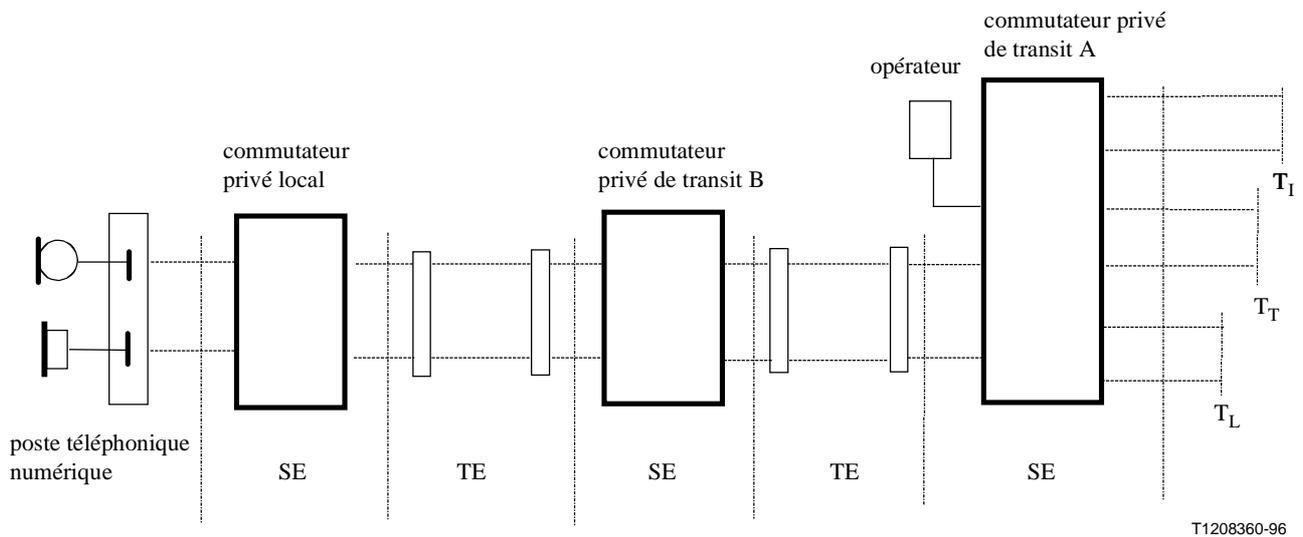


- ICP point de connexion international
- T<sub>L</sub> point d'accès au commutateur local du réseau public
- T<sub>T</sub> point d'accès au commutateur de transit du réseau public
- T<sub>I</sub> point d'accès au centre de commutation international
- VPN réseau privé virtuel (*virtual private network*)

**Figure 1/G.175 – Configuration de référence de base pour l'interconnexion de réseaux privés et publics**

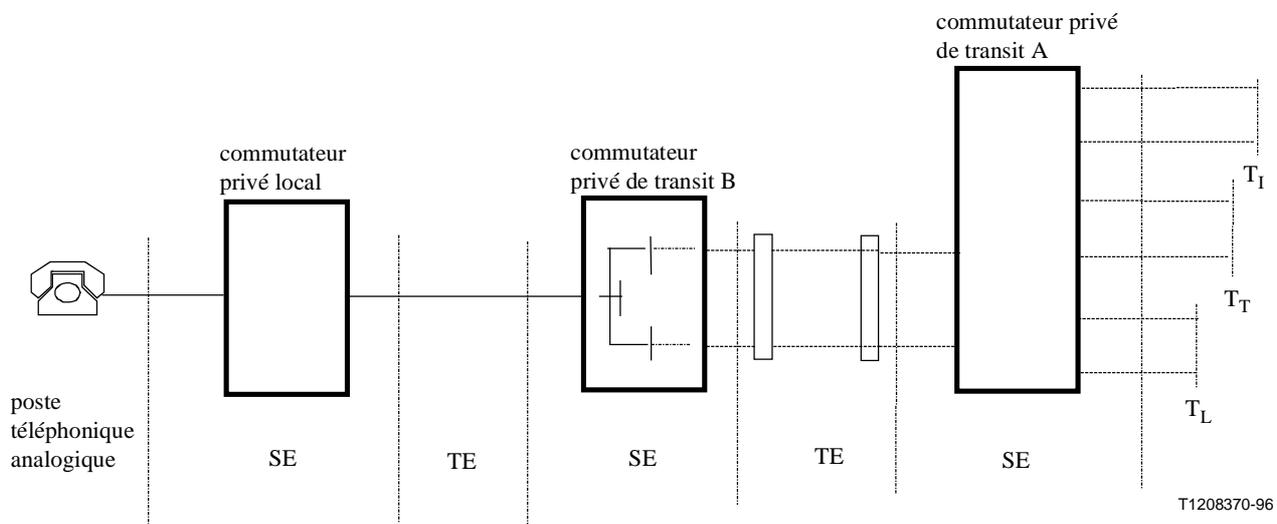
On part de l'hypothèse que les dégradations permises entre les points d'accès des communications sur le réseau national sont réparties symétriquement par rapport au point de connexion international (ICP), que l'on considérera comme le centre virtuel du réseau public. Puisque des connexions peuvent être terminées aux deux extrémités des réseaux privés par une configuration du même type, il est apparu suffisant de représenter la Figure 1 de cette manière simplifiée. Du point de vue de la planification, le réseau privé est aussi divisé en commutateurs locaux et commutateurs de transit de niveau supérieur, comme un réseau public. L'interconnexion des réseaux privé et public est proposée en trois configurations différentes. L'accès T<sub>L</sub> représente l'interconnexion standard avec un commutateur local du réseau public. D'autres types d'accès appelés T<sub>T</sub> et T<sub>I</sub> contournent le commutateur local et pénètrent dans le réseau public à un niveau hiérarchique supérieur, soit par le commutateur de transit, soit directement par le centre de commutation international.

Les Figures 2 à 4 contiennent des exemples plus détaillés des configurations possibles dans le réseau privé, conjointement avec différents types d'accès au réseau public.



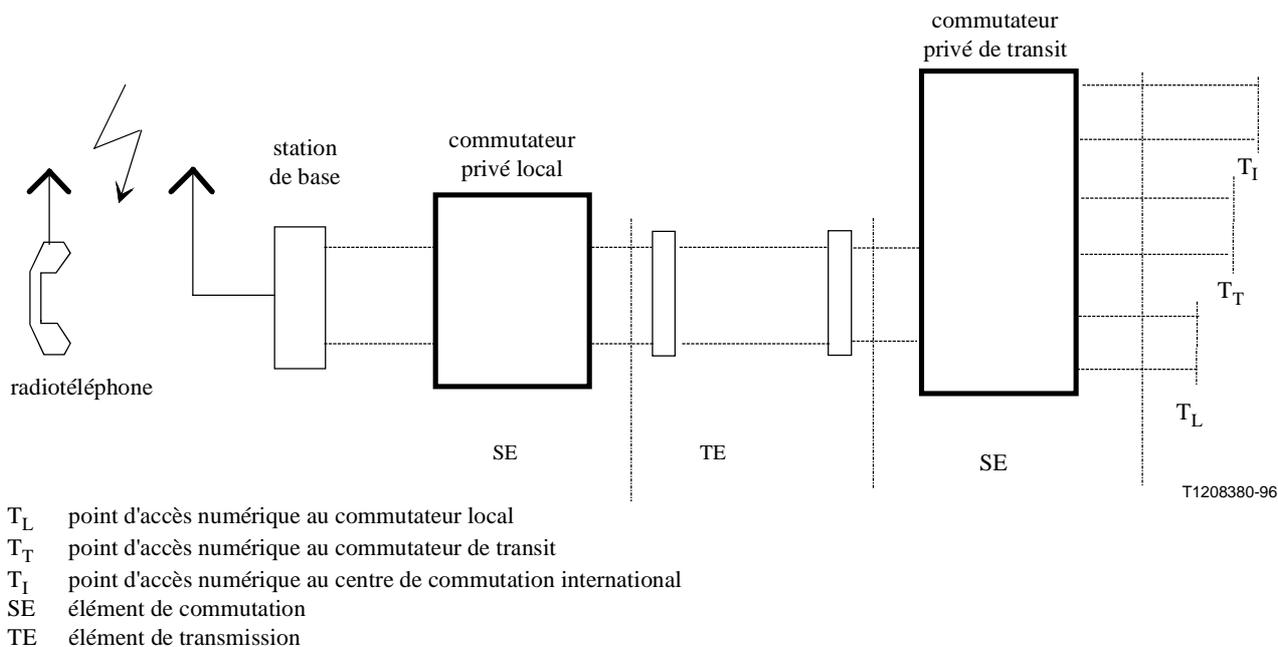
- T<sub>L</sub> point d'accès numérique au commutateur local
- T<sub>T</sub> point d'accès numérique au commutateur de transit
- T<sub>I</sub> point d'accès numérique au centre de commutation international
- SE élément de commutation (*switching element*)
- TE élément de transmission (*transmission element*)

**Figure 2/G.175 – Réseau privé avec acheminement entièrement numérique**



- T<sub>L</sub> point d'accès numérique au commutateur local
- T<sub>T</sub> point d'accès numérique au commutateur de transit
- T<sub>I</sub> point d'accès numérique au centre de commutation international
- SE élément de commutation
- TE élément de transmission

**Figure 3/G.175 – Réseau privé à acheminement analogique/numérique**



**Figure 4/G.175 – Réseau privé associé à un radiotéléphone à connexion numérique**

## 6 Principes de planification fondamentaux

En général, la qualité de transmission de la parole sur des voies téléphoniques est basée sur une évaluation subjective faite par les deux interlocuteurs. Pour cette raison, la planification de la transmission telle qu'elle figure dans la Recommandation G.101 (Le plan de transmission) est en principe obtenue dans une optique de bout en bout accompagnée de la répartition de tous les paramètres concernés entre les différents réseaux ou, le cas échéant, parties de réseau. Dans le cas des réseaux privés, cette méthode a été largement appliquée dans le cadre réglementaire pour des communications passant par le réseau public; elle établissait des limites pour les réseaux privés entre l'interface acoustique du poste téléphonique et une interface électrique avec le réseau public. Ces limites ont été définies pour garantir une qualité suffisante de toutes les communications (nationales et internationales).

Parallèlement à la déréglementation croissante qui apparaît dans de nombreux pays, la responsabilité de la qualité de transmission de la parole s'est déplacée vers l'opérateur du réseau privé. Mais comme la planification des réseaux privés eu égard à cette qualité de transmission de la parole nécessite des connaissances et de l'expérience des paramètres de transmission et leur influence sur la qualité, il semble nécessaire d'établir une méthode de planification simple à utiliser accompagnée de toutes les informations nécessaires (didactiques) et des outils de planification. C'est cela qui constitue le principal objet de la présente Recommandation.

Le principe de planification fondamental utilisé dans la présente Recommandation trouve son origine dans des méthodes de planification antérieures des réseaux privés interconnectés avec des réseaux publics. Cette interconnexion n'est pas traitée dans les Recommandations de la série G.100, mais celles-ci constituent néanmoins une bonne orientation pour la planification de la transmission de bout en bout. Pour toutes les configurations qui relèvent de la présente Recommandation, il faut baser la planification de la qualité de transmission de la parole sur une considération de bout en bout plutôt que sur la spécification de limites objectives des paramètres individuels. La qualité de transmission de bout en bout est exprimée en termes de note moyenne d'opinion (MOS), de pourcentage d'utilisateurs

trouvant la connexion "bonne à très bonne" (GOB%) ou "médiocre à très mauvaise" (POW%). Les valeurs correspondantes de la qualité escomptée sont calculées au moyen d'un modèle de calcul (tel que le modèle E décrit dans l'Appendice I/G.101), qui sera l'outil de planification, et sont fondées sur la "méthode du facteur de dégradation due aux équipements" décrite dans la Recommandation G.113.

Il convient de noter que l'objectif que l'on choisira de préférence pour planifier le réseau sera de limiter l'accumulation de dégradations de transmission résultant des différents éléments de réseau dans toutes les configurations possibles. La planification du réseau n'a pas pour objectif de limiter la dégradation d'un élément de réseau donné. A moins d'une indication expresse, on part du principe que les éléments de commutation et les éléments terminaux sont essentiellement conçus pour répondre à toutes les prescriptions qui s'appliquent et qui figurent dans des Recommandations et dans les normes nationales et internationales relatives à ce type d'élément.

L'introduction de l'aspect "qualité" pour les besoins de la planification permet également à l'opérateur du réseau privé de concevoir un réseau en fonction du rapport coût/qualité en tenant compte des besoins spécifiques du réseau privé.

### **6.1 Méthode du facteur de dégradation due à l'équipement**

Le principe de planification tel qu'il est recommandé au paragraphe 6 est fondé sur une prévision de la qualité escomptée de la configuration de connexion examinée. Cette qualité escomptée, exprimée en termes de MOS, de GOB% ou de POW%, est obtenue à partir d'essais subjectifs. Dans la pratique de la planification, il n'est cependant guère réaliste d'effectuer des essais subjectifs. Pour cette raison, il faut fournir des méthodes permettant aux planificateurs de combiner mathématiquement toutes les dégradations existantes de la connexion en question en valeur de dégradation totale. Cette valeur totale doit alors être exprimée en termes de qualité au moyen d'un algorithme ayant une base subjective. Dans les connexions téléphoniques réunissant de nombreux éléments de réseau, des paramètres de transmission différents peuvent également contribuer simultanément à la dégradation totale. Pour cette raison, les méthodes de planification utilisées doivent aussi tenir compte des effets combinés.

Une méthode de planification répondant à la plupart des prescriptions ci-dessus est la méthode du facteur de dégradation due à l'équipement utilisée en combinaison avec le modèle E. Cette méthode est décrite dans la Recommandation G.113. Son principe de base consiste à attribuer une valeur de distorsion à tous les éléments de réseau, principalement ceux dans lesquels sont utilisés des codeurs non harmoniques. Cette méthode tient également compte des dégradations introduites par les codeurs harmoniques et de celles qui ne sont pas directement liées au traitement numérique. L'attribution d'une valeur pour les distorsions ne peut être réalisée que moyennant des essais subjectifs fournissant une note moyenne d'opinion (MOS) effectués en combinaison avec l'application d'un modèle de calcul.

La méthode du facteur de dégradation due à l'équipement est basée sur l'hypothèse que les dégradations de transmission peuvent être transformées en facteurs psychologiques et que ceux-ci s'additionnent sur une "échelle psychologique". Si le modèle de calcul fournit suffisamment d'algorithmes, les différents paramètres de transmission peuvent être transformés en "facteurs de dégradation  $I$ " qui, après sommation, forment la "valeur de dégradation totale,  $I_{tot}$ ". Cette méthode ainsi que les algorithmes du modèle de calcul tiennent également compte des effets combinés des dégradations qui surviennent simultanément dans la connexion examinée ainsi que certains effets de masquage. On dispose ainsi, par cette méthode simple et facile, d'un outil très utile dans la pratique de la planification.

### 6.1.1 La valeur de dégradation totale (*Itot*)

La valeur de dégradation totale (*Itot*) est la somme de plusieurs valeurs de dégradation individuelles, soit,

$$Itot = Io + Iq + Idte + Idd + Ie$$

où:

- Io* représente les dégradations provoquées par un équivalent global pour la sonie non optimal;
- Iq* représente toutes les dégradations dues à la distorsion de quantification résultant du codage MIC;
- Idte* représente les dégradations dues à l'écho pour le locuteur;
- Idd* représente les dégradations provoquées par un long temps de propagation dans un sens dans les connexions exemptes d'écho, telles que des difficultés dans une conversation vocale;
- Ie* représente les dégradations dues à des équipements spéciaux dans une connexion à codage à faible débit.

La somme de ces valeurs de dégradation particulières peut être complétée d'une valeur additionnelle, le "facteur d'attente *A*". Cette valeur, que l'on soustrait de la valeur de dégradation totale, permet de tenir compte du fait que l'utilisateur tolérera une certaine baisse de la qualité de transmission en échange de "l'avantage d'accès" que présente, par exemple, la mobilité fournie par un service sans fil. L'utilisation du facteur *A* est exprimée en tant que facteur de dégradation totale (*Icpif*),

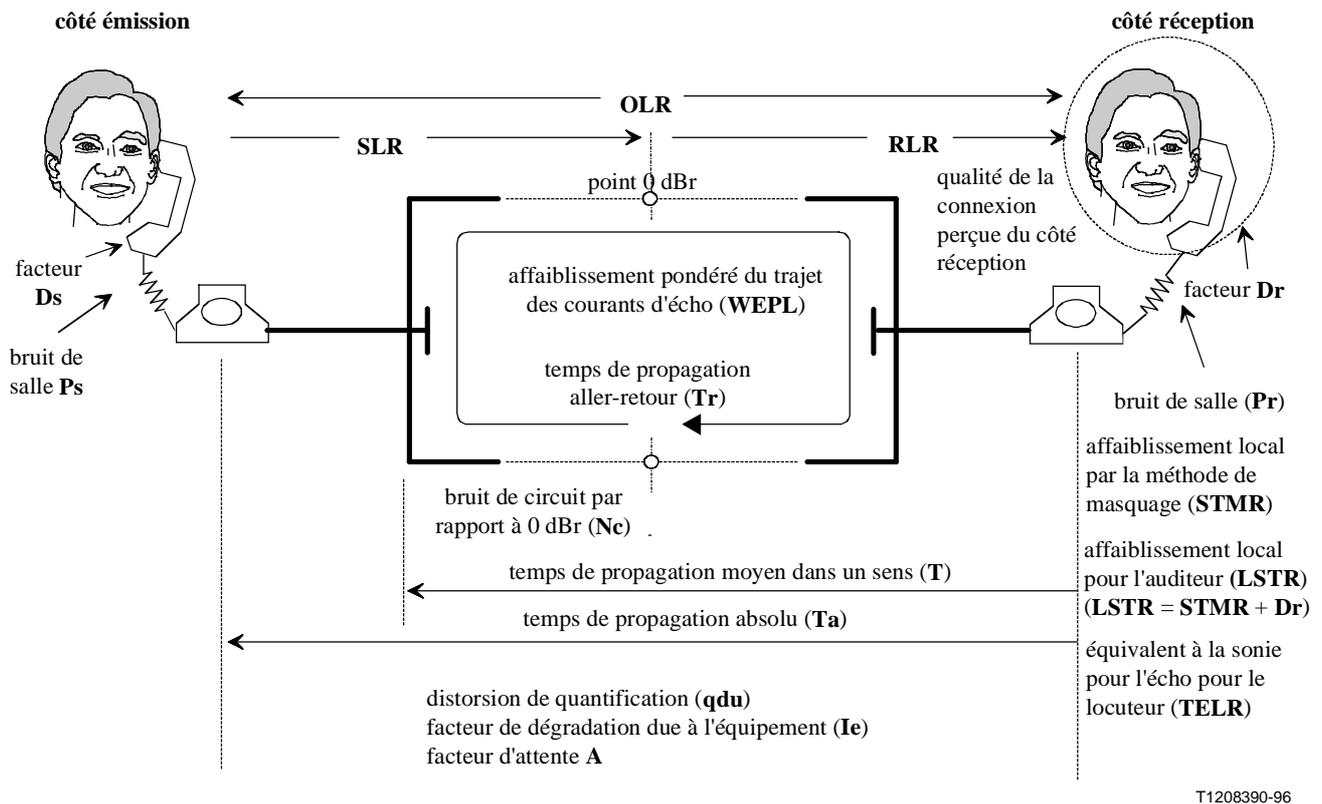
$$Icpif = Itot - A$$

On trouvera une description plus détaillée des divers facteurs de dégradation dans la Recommandation G.113; les algorithmes utilisés dans le modèle E sont donnés au 6.2.

## 6.2 Le modèle E

Le modèle E est basé sur la méthode du facteur de dégradation due aux équipements et fait suite à des modèles antérieurs d'évaluation de l'indice de transmission. Il a été élaboré par un Groupe ad hoc de l'ETSI appelé "Voice Transmission Quality from Mouth to Ear" (qualité de transmission de la parole de la bouche à l'oreille).

La connexion de référence montrée dans la Figure 5 est divisée en deux parties: le côté émission et le côté réception. Le modèle a pour but d'évaluer la qualité de la communication de la parole de la bouche à l'oreille perçue par l'utilisateur du côté réception en tant qu'auditeur et en tant que locuteur.



**Figure 5/G.175 – Connexion de référence du modèle E**

Les paramètres de transmission utilisés comme entrées du modèle de calcul sont représentés dans la Figure 5. Les valeurs de bruit de salle et des facteurs  $D$  sont traitées séparément dans l'algorithme pour le côté émission et pour le côté réception et peuvent être d'importance différente. Les paramètres  $SLR$ ,  $RLR$  et le bruit de circuit  $N_c$  sont établis par rapport à un point de référence défini 0 dBr. Tous les autres paramètres d'entrée sont soit considérés comme des valeurs s'appliquant à l'ensemble de la connexion, telles que l' $OLR$  (qui est toujours la somme de  $SLR$  et de  $RLR$ ), le nombre d'unités  $q_{du}$ , les facteurs de dégradation due à l'équipement  $I_e$  et le facteur d'attente  $A$ , ou se réfèrent uniquement au côté réception, telles les valeurs  $STMR$ ,  $LSTR$ ,  $WEPL$  (pour le calcul de l'écho pour l'auditeur) et  $TELR$ .

Trois paramètres différents sont associés au temps de propagation. Le temps de propagation absolu  $T_a$  représente le temps total dans un sens entre les côtés émetteur et récepteur; il est utilisé pour évaluer les dégradations dues à des temps de propagation excessivement longs. Le temps de propagation moyen dans un sens ( $T$ ) est le retard depuis l'extrémité du côté réception (en état d'émission) au point d'une connexion où se produit un couplage de signaux formant une source d'écho. Le temps de propagation en boucle  $T_r$  représente uniquement le retard dans une boucle à 4 fils lorsque le signal subit une double réflexion qui entraîne des dégradations dues à l'écho pour l'auditeur.

### 6.2.1 Calcul du facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( $R$ )

Comme le montre la méthode du facteur de dégradation due à l'équipement, le principe fondamental du modèle E est basé sur un concept donné dans la description du modèle OPINE [1]:

Les facteurs psychologiques de l'échelle psychologique s'additionnent.

Le résultat de tout calcul fait en premier lieu au moyen du modèle E est le facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( $R$ ), qui combine tous les paramètres de transmission s'appliquant à la connexion. Ce facteur d'évaluation  $R$  est composé de:

$$R = Ro - Is - Id - Ie + A \quad (6-1)$$

$Ro$  représente en principe le rapport signal/bruit de base, y compris les sources de bruit telles que le bruit de circuit et le bruit de salle. Le facteur  $Is$  est une combinaison de toutes les dégradations qui surviennent plus ou moins simultanément avec le signal vocal. Le facteur  $Id$  représente les dégradations causées par le temps de propagation et le facteur de dégradation due à l'équipement  $Ie$  représente les dégradations causées par les codecs à faible débit. Le facteur d'attente  $A$  permet de compenser les facteurs de dégradation lorsqu'il y a d'autres avantages liés à l'accès fourni à l'utilisateur. Le terme  $Ro$  ainsi que les valeurs  $Is$  et  $Id$  sont subdivisés en d'autres valeurs de dégradation spécifiques. Les sous-paragraphes suivants contiennent les formules utilisées dans le modèle E.

### 6.2.2 Le rapport signal/bruit de base ( $Ro$ )

Le rapport signal/bruit de base  $Ro$  est défini par:

$$Ro = 15 - 1,5(SLR + No) \quad (6-2)$$

Le terme  $No$  [en dBm0p] est la sommation en puissance des différentes sources de bruit:

$$No = 10 \lg \left[ 10^{Nc/10} + 10^{Nos/10} + 10^{Nor/10} + 10^{Nfo/10} \right] \quad (6-3)$$

$Nc$  [en dBm0p] est la somme de toutes les puissances de bruit du circuit, toutes par référence au point 0 dBr.

$Nos$  [en dBm0p] est le bruit de circuit équivalent au point 0 dBr causé par le bruit de salle  $Ps$  du côté émission:

$$Nos = Ps - SLR - Ds - 100 + 0,008(Ps - OLR - Ds - 14)^2 \quad (6-4)$$

où  $OLR = SLR + RLR$ . D'une manière analogue, le bruit de salle  $Pr$  du côté réception est transféré dans un bruit de circuit équivalent  $Nor$  [en dBm0p] au point 0 dBr:

$$Nor = RLR - 121 + Pre + 0,008(Pre - 35)^2 \quad (6-5)$$

Le terme  $Pre$  [en dBm0p] est le "bruit de salle effectif" causé par l'amélioration du  $Pr$  par le trajet d'effet local pour l'auditeur:

$$Pre = Pr + 10 \lg \left[ 1 + 10^{(10 - LSTR)/10} \right] \quad (6-6)$$

$Nfo$  [en dBm0p] représente le "bruit de fond" du côté réception,

$$Nfo = Nfor + RLR \quad (6-7)$$

$Nfor$  étant généralement mis à  $-64$  dBmp.

### 6.2.3 Facteur de dégradation simultanée ( $Is$ )

Le facteur  $Is$  est la somme de toutes les dégradations pouvant survenir plus ou moins en même temps que la transmission de la parole. Il est subdivisé en trois autres facteurs de dégradation spécifiques:

$$Is = Iolr + Ist + Iq \quad (6-8)$$

Le facteur *Iolr* représente la diminution de la qualité causée par des valeurs trop faibles d'OLR; il est donné par:

$$Iolr = 20 \left[ \left\{ 1 + (X / 8)^8 \right\}^{1/8} - X / 8 \right] \quad (6-9)$$

où

$$X = OLR + 0,2(64 + No - RLR) \quad (6-10)$$

Le facteur *Ist* représente la dégradation causée par un effet local n'atteignant pas la valeur optimale:

$$Ist = 10 \left[ 1 + \left\{ (STMRO - 12) / 5 \right\}^6 \right]^{1/6} - 46 \left[ 1 + \left\{ STMRO / 23 \right\}^{10} \right]^{1/10} + 36 \quad (6-11)$$

où

$$STMRO = -10 \lg \left[ 10^{-STM/10} + e^{-T/4} 10^{-TEL/10} \right] \quad (6-12)$$

Le facteur de dégradation *Iq* représente la dégradation causée par la distorsion de quantification:

$$Iq = 15 \lg \left[ 1 + 10^Y \right] \quad (6-13)$$

où

$$Y = \frac{Ro - 100}{15} + \frac{46 - G}{10} \quad (6-14)$$

et

$$G = 1,07 + 0,258Q + 0,0602Q^2 \quad (6-15)$$

$$Q = 37 - 15 \lg(\text{qdu}) \quad (6-16)$$

Dans cette formule qdu représente le nombre d'unités qdu pour l'ensemble de la connexion entre le côté émission et le côté réception.

NOTE – Si l'on utilise le facteur de dégradation *Ie* pour un équipement, il ne faut pas utiliser la valeur qdu pour ce même équipement.

#### 6.2.4 Facteur de dégradation due au temps de propagation (*Id*)

Le facteur de dégradation *Id* représente toutes les dégradations dues au temps de propagation des signaux vocaux; il est lui aussi subdivisé en trois facteurs, à savoir *Idte*, *Idle* et *Idd*.

Le facteur *Idte* donne une estimation des dégradations dues à l'écho pour le locuteur:

$$Idte = \left[ (Roe - Re) / 2 + \sqrt{(Roe - Re)^2 / 4 + 100} - 1 \right] (1 - e^{-T}) \quad (6-17)$$

où

$$Roe = -1,5(No - RLR) \quad (6-18)$$

$$Re = 80 + 2,5(TErv - 14) \quad (6-19)$$

$$TErv = TELR - 40 \lg \frac{1 + T / 10}{1 + T / 150} + 6e^{-0,3T^2} \quad (6-20)$$

Pour des valeurs de  $T < 1$  ms, l'écho pour la personne qui parle doit être considéré comme de l'effet local, autrement dit  $Idte = 0$ . L'algorithme de calcul combine par ailleurs l'influence de l'affaiblissement STMR et de l'écho pour la personne qui parle. Si l'on tient compte du fait que des faibles valeurs de STMR peuvent avoir certains effets de masquage sur l'écho pour le locuteur et que pour les valeurs très élevées de STMR l'écho pour le locuteur peut devenir plus perceptible, les termes  $TERV$  et  $Idte$  sont ajustés de la manière suivante:

Pour  $STMR < 9$  dB:

Dans l'équation (6-19)  $TERV$  est remplacé par  $TERVs$ , où:

$$TERVs = TERV + Ist / 2 \quad (6-21)$$

Pour  $9 \text{ dB} \leq STMR \leq 15$  dB:

les équations (6-17) à (6-20) s'appliquent.

Pour  $STMR > 15$  dB:

$Idte$  est remplacé par  $Idtes$ , où

$$Idtes = \sqrt{Idte^2 + Ist^2} \quad (6-22)$$

Le facteur  $Idle$  représente les dégradations dues à l'écho pour la personne qui écoute. Les équations sont:

$$Idle = (Ro - Rle) / 2 + \sqrt{(Ro - Rle)^2 / 4 + 169} \quad (6-23)$$

où

$$Rle = 10,5(WEPL + 7)(Tr + 1)^{-0,25} \quad (6-24)$$

Le facteur  $Idd$  représente la dégradation causée par un temps de propagation absolu  $Ta$  excessif, qui survient même en cas d'une annulation parfaite de l'écho.

Pour  $Ta < 100$  ms:

$$Idd = 0$$

Pour  $Ta > 100$  ms:

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

avec

$$X = \frac{\lg(Ta / 100)}{\lg 2} \quad (6-26)$$

### 6.2.5 Facteur de dégradation due à l'équipement ( $Ie$ )

Les valeurs du facteur de dégradation  $Ie$  des éléments utilisant des codecs à faible débit ne sont pas liées aux autres paramètres d'entrée. Elles dépendent des résultats des essais subjectifs sous forme de note moyenne d'opinion (MOS) et de l'expérience des opérateurs du réseau. Certaines valeurs énumérées dans le Tableau 1 sont tirées du Tableau 7/G.113.

**Tableau 1/G.175 – Valeurs de planification pour le facteur de dégradation due à l'équipement (*I<sub>e</sub>*)**

Type de codec	Débit de fonctionnement kbit/s	Valeur <i>I<sub>e</sub></i>	Référence
MICDA	40	2	G.726, G.727
	32	7	G.721(1988), G.726, G.727
	24	25	G.726, G.727
	16	50	G.726, G.727
LD-CELP	16	7	G.728
	12,8	20	
CS-ACELP	8	15	G.729
VSELP	8	20	IS-54-B TIA
RPE-LTP	13	20	GSM 06.10, à plein débit
VSELP	5,6	23	GSM 06.20, à mi-débit
ACELP	12,2	6 <sup>1)</sup>	GSM 06.60, à plein débit amélioré
CELP+	6,8	25	
1) Valeur provisoire.			

### 6.2.6 Facteur d'attente (*A*)

En raison de la signification particulière du facteur d'attente *A* celui-ci n'a pas de relation avec les autres paramètres de transmission. Certaines valeurs provisoires sont données dans le Tableau 2.

**Tableau 2/G.175 – Exemples provisoires de valeurs du facteur d'attente *A***

Exemple de système de communication	Valeur maximale de <i>A</i>
Classique (système filaire)	0
Mobile par réseau cellulaire dans un bâtiment	5
Mobile dans une zone géographique ou en déplacement dans un véhicule	10
Accès à des emplacements difficiles à atteindre, par exemple via des connexions par satellite à plusieurs bonds	20

Il faut noter que les valeurs du Tableau 2, tirées de la Recommandation G.113, ne sont que provisoires. L'utilisation du facteur *A* et la valeur retenue pour celui-ci dans une application donnée seront décidées par le planificateur. Toutefois, il faut considérer que les valeurs du Tableau 2 sont des limites supérieures absolues de *A*. Par rapport aux abonnés d'un réseau privé, le facteur *A* peut être utilisé dans le même sens que pour les abonnés directement connectés au RTPC. Néanmoins, on part de l'hypothèse que la qualité attendue par les abonnés d'un réseau privé est identique à celle des abonnés du RTPC. Cela revient à dire qu'il n'est pas nécessaire de disposer d'une nouvelle valeur de *A* pour le simple fait qu'une connexion est faite via un réseau privé, même si celui-ci comporte davantage de fonctions que le réseau public.

### 6.2.7 Mesures de qualité obtenues à partir du facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( $R$ )

Le facteur d'évaluation de l'indice de transmission ( $R$ ) peut prendre les valeurs 0 à 100, où  $R = 0$  représente une qualité extrêmement mauvaise et  $R = 100$  une qualité extrêmement bonne. Le modèle E fournit une estimation statistique des mesures de qualité. Les pourcentages de connexions "bonnes à très bonnes" (GOB%) ou "médiocres à très mauvaises" (POW%) sont tirés du facteur  $R$  au moyen de la fonction d'erreurs de Gauss:

$$E(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (6-27)$$

Les équations sont:

$$GOB = 100E\left(\frac{R-60}{16}\right) \% \quad (6-28)$$

$$POW = 100E\left(\frac{45-R}{16}\right) \% \quad (6-29)$$

La note moyenne d'opinion (MOS) sur l'échelle 1-5 peut être obtenue à partir du facteur  $R$  au moyen des formules suivantes:

Pour  $R < 0$ : MOS = 1

Pour  $0 < R < 100$ : MOS =  $1 + 0,035R + R(R-60)(100-R)7 \cdot 10^{-6}$  (6-30)

Pour  $R > 100$ : MOS = 4,5

## 7 Méthode de planification et ses limites

L'introduction des principes fondamentaux et des nouvelles méthodes de planification a été brièvement décrite au paragraphe 6. Dans beaucoup de cas, la planification des réseaux privés est faite par les opérateurs des réseaux en question, mais dans la plupart des applications elle est fortement influencée par la planification de la transmission du réseau public. Les règles de planification antérieures ou actuelles s'appliquant aux interconnexions avec le RNIS/RTPC public sont appliquées uniquement au domaine du réseau privé, autrement dit entre les interfaces acoustiques et l'interface avec le réseau public. Les valeurs de planification sont fondées sur la répartition des dégradations permises ou sur des limites pour chaque paramètre de transmission particulier.

Une telle répartition, qui ne tient généralement pas compte de la taille spécifique, de la structure et de la complexité d'un réseau privé se traduira par un traitement très rigide doublé de limites rigoureuses pour les différents paramètres de transmission. Pour obtenir une plus grande souplesse, il convient de baser la planification et la conception des réseaux privés davantage sur des négociations individuelles entre les opérateurs publics et privés que sur la répartition. Bien que dans la plupart des cas, les frontières entre les réseaux publics et privés puissent être clairement identifiées à des interfaces spécifiques, la priorité des négociations devrait être mise davantage sur la détermination des dégradations réelles dans les domaines des réseaux public et privé. Cela peut être réalisé en considérant les configurations et les besoins individuels d'un réseau privé tels que le type et le point d'accès au réseau public et la majorité des types de connexions (internationales, interurbaines, locales).

Pour atteindre ces objectifs, il est recommandé de suivre la méthode de planification décrite ci-après s'appliquant à l'interconnexion des réseaux publics et privés. La méthode est généralement également applicable aux réseaux à plusieurs opérateurs.

## 7.1 Méthode de planification

On peut considérer que la méthode de planification de l'interconnexion de réseaux privés et de réseaux RNIS/RTPC publics est une suite d'étapes dont la description détaillée est donnée ci-après à titre d'information.

### – *Configuration et exigences propres au réseau privé*

La première étape devrait consister à examiner la configuration du réseau privé, ses caractéristiques et les acheminements possibles qui en résultent, ainsi que le type et le point d'accès au réseau public. De plus, il faut tenir compte de la majorité du trafic acheminé sur le réseau public, quand cela s'applique, et compte tenu des considérations commerciales de l'opérateur du réseau privé.

### – *Détermination des configurations de référence*

Il est souhaitable, comme c'est généralement le cas dans la planification des réseaux, de mettre au point une configuration de référence, principalement pour le trajet à l'intérieur du réseau privé. Cela permet d'identifier aisément et clairement tous les éléments du réseau et les dégradations de la transmission correspondantes. On part de l'hypothèse que c'est le trajet le plus critique en terme de dégradations de transmission qui est choisi comme configuration de référence. Toutefois, l'opérateur du réseau peut décider d'accepter certaines configurations ou acheminements spécifiques, possibles dans des cas exceptionnels au sein du réseau, présentant une qualité moindre, mais qui ne peuvent être pris comme configurations de référence.

### – *Etablissement des valeurs réelles des dégradations de transmission*

Il faut déterminer les valeurs réelles correspondant à chacun des éléments du réseau privé et de tous les principaux paramètres relatifs à la planification énumérés au 7.2. Il convient de noter que certains éléments peuvent contribuer à plusieurs paramètres de la dégradation totale. Pour la plupart des principaux paramètres de transmission, les valeurs effectives de dégradation correspondant à chaque élément peuvent être déterminées séparément et ensuite simplement additionnées. Toutefois, pour d'autres paramètres tels que l'écho et la stabilité, l'examen doit porter sur l'ensemble de la partie concernée de la connexion.

Au cours de cette étape, il est également judicieux d'examiner quelques sources possibles d'autres dégradations de transmission telles qu'une désadaptation des impédances aux interfaces analogiques, la relation entre le niveau du signal et la capacité de charge des codecs, ainsi qu'un bruit de salle excessif à des emplacements donnés.

La détermination des dégradations de transmission effectives causées par les réseaux publics est subordonnée à des accords entre les opérateurs des réseaux publics et privés. Quand cela est possible, cette détermination devrait inclure non seulement les informations sur les paramètres contributifs et leurs valeurs réelles compte tenu des acheminements différents pour les communications locales, interurbaines et internationales, mais également des renseignements sur l'utilisation d'annuleurs d'écho et sur leur efficacité. Il faut tenir compte du fait que ces valeurs peuvent varier sur une plage importante et qu'elles ne représentent qu'une estimation de la qualité de la transmission sur les trajets via le réseau public. Néanmoins, il est recommandé de donner la préférence à des considérations statistiques plutôt qu'à des considérations portant sur le cas le plus défavorable.

La même chose est valable pour la terminaison opposée, qui doit être définie pour les besoins d'un examen de bout en bout. La plupart des terminaisons opposées sont constituées d'un simple poste téléphonique analogique ou numérique, mais il faut également envisager les autocommutateurs (PABX) et les réseaux privés. La définition de ces terminaisons et de leurs paramètres de transmission, principalement l'équivalent pour la sonie à l'émission, l'équivalent pour la sonie à la réception, les distorsions, le temps de propagation, l'affaiblissement d'écho assuré devrait également être déterminée par voie statistique. Le cas échéant, les renseignements nécessaires relatifs à la configuration du réseau dans la zone de l'abonné peuvent être obtenus auprès de l'opérateur du réseau public.

Les valeurs effectives de tous les paramètres de transmission entrant en ligne de compte doivent être déterminées pour tous les types de lignes louées numériques ou analogiques. Bien que ces lignes louées soient généralement fournies par les opérateurs de réseaux publics, il faut considérer que du point de vue de la planification de la transmission, elles font partie du réseau privé.

– *Calculs de planification*

Toutes les valeurs effectives des principaux paramètres ou des différents éléments du réseau privé, du ou des réseaux publics et de la terminaison opposée sont transformées pour être utilisées par le modèle E. L'utilisation de ce modèle est décrite en détail au 7.4. Les résultats peuvent être obtenus sous la forme du facteur d'évaluation de l'indice de transmission  $R$  qu'il convient d'évaluer compte tenu du Tableau 3, ou exprimés en MOS, GOB% et POW%. D'autres détails concernant les calculs de planification au moyen du modèle E sont donnés au 7.4.2.

– *Evaluation des résultats*

Les résultats de l'examen de planification exprimés en termes de qualité escomptée pourraient être évalués compte tenu des limites données au 7.3. Il est utile de noter que cette méthode de planification peut également être utilisée pour comparer des solutions techniques différentes s'appliquant à un élément de réseau donné et son influence sur la qualité escomptée, par exemple l'emploi de différents algorithmes de codage/décodage, d'équipements de multiplication de circuits numériques (DCME) dans les éléments de transmission, le mode ATM, etc. Dans l'intérêt de l'économie de conception du réseau privé, la décision finale sera fondée sur le rapport entre les coûts et la qualité perçue.

## 7.2 Principaux paramètres

Partant de l'hypothèse que dans les réseaux privés modernes la majorité des commutateurs et les lignes (louées) d'interconnexion font appel à une technologie numérique et que les interconnexions avec le RNIS/RTPC public sont uniquement numériques, il conviendrait d'évaluer les différents paramètres de transmission en ce qui concerne leur influence sur la qualité de la parole. Dans un environnement numérique, certains paramètres (tels que la distorsion en fréquence, le bruit de circuit permanent, la variation d'affaiblissement en fonction du temps, etc.) sont devenus moins importants. Il est recommandé d'inclure les paramètres suivants dans la planification de la transmission.

– *Equivalent global pour la sonie (OLR)*

Dans certaines configurations de réseaux privés, particulièrement de niveau hiérarchique inférieur, de petits autocommutateurs connectés par des sections analogiques à deux fils contribuent de fait à l'affaiblissement. Par ailleurs, les postes téléphoniques analogiques conçus pour les équivalents pour la sonie à l'émission et à la réception des anciennes connexions entièrement analogiques peuvent introduire des dégradations résultant d'un équivalent global pour la sonie n'atteignant pas la valeur optimale.

– *Temps de propagation absolu sur connexion exempte d'écho*

Ce paramètre est surtout important dans le cas des communications internationales.

– *Echo*

L'examen des dégradations dues aux effets de l'écho s'avère l'un des aspects de planification les plus importants dans un contexte numérique. Deux paramètres différents, l'équivalent à la sonie pour l'écho pour le locuteur (TELR) et le temps moyen de propagation dans un sens (T) du trajet d'écho doivent être pris en considération. L'examen de l'écho doit comporter des décisions relatives à l'utilisation d'annuleurs d'écho.

– *Stabilité*

Compte tenu de l'hypothèse que les réseaux privés sont interconnectés numériquement avec le RNIS/RTPC public, une conversion de 4 en 2 fils dans le réseau privé peut terminer la chaîne internationale et influencer la stabilité. Les calculs de la stabilité ne sont pas traités par le modèle E mais un affaiblissement pour la stabilité suffisant est fortement recommandé. On trouvera dans la Recommandation G.122 des valeurs et des indications à ce sujet.

– *Distorsion de quantification*

Dans les réseaux publics et privés modernes faisant de plus en plus appel à un acheminement numérique, les dégradations dues à la distorsion de quantification, exprimées en nombre d'unités qdu, va en diminuant. Le modèle E tient compte de ce paramètre mais il ne faudrait l'utiliser que pour une paire de codecs conformes à la Recommandation G.711. Pour tous les autres algorithmes de codage, il conviendrait d'utiliser le facteur de dégradation due à l'équipement ( $I_e$ ) comme indiqué dans le Tableau 1.

– *Facteur de dégradation due à l'équipement pour des dispositifs de traitement de la parole complexes*

Le facteur de dégradation due à l'équipement ( $I_e$ ) qui exprime les dégradations causées par les algorithmes de codage de la parole et les dispositifs de traitement peut s'avérer l'un des facteurs de dégradation les plus importants dans les réseaux modernes. On trouvera dans le Tableau 1 les valeurs qu'il convient d'utiliser avec le modèle E.

### **7.3 Prévision de la qualité et limites de planification supérieures absolues**

Comme indiqué dans les 6.2.1 et 7.4, les résultats des calculs de planification au moyen du modèle E sont essentiellement obtenus en termes de facteur d'évaluation  $R$  pour la configuration étudiée. Le facteur d'évaluation de l'indice de transmission  $R$  peut se situer dans la gamme de 0 à 100, voire plus haut, où  $R = 100$  représente une qualité de transmission très élevée et  $R = 0$  une qualité extrêmement mauvaise ou inacceptable. La valeur  $R$  peut être transformée en différentes mesures de qualité telles que la note MOS, le pourcentage GOB et le pourcentage POW en utilisant la fonction des erreurs de Gauss décrite au 6.2.7.

A la base, le jugement à porter sur les mesures de la qualité résultante est une décision qui relève du planificateur. Il est cependant fortement recommandé d'établir une limite spécifique qu'il conviendrait de ne jamais dépasser, même dans les cas exceptionnels. Cette limite peut être exprimée directement par une valeur du facteur d'évaluation  $R$  et ne devrait jamais être inférieure à 50.

Dans certains cas les planificateurs ne sont pas nécessairement familiarisés avec l'utilisation des mesures de qualité résultant des calculs de planification. Des directives provisoires obtenues par une description verbale de la qualité escomptée pour les différentes valeurs de  $R$  sont données dans le Tableau 3. Ce tableau contient les valeurs de MOS, de GOB% et de POW% correspondantes.

**Tableau 3/G.175 – Orientation provisoire concernant la relation  
entre la valeur de R et la satisfaction de l'utilisateur**

<b>Valeur R Limite inférieure</b>	<b>MOS</b>	<b>GOB%</b>	<b>POW%</b>	<b>Satisfaction de l'utilisateur</b>
90	4,34	97	~0	Très satisfait
80	4,03	89	~0	Satisfait
70	3,60	73	6	Quelques usagers insatisfaits
60	3,10	50	17	Beaucoup d'usagers insatisfaits
50	2,58	27	38	Cas limite exceptionnel

#### **7.4 Utilisation du modèle E**

Les premiers résultats de la planification de la transmission obtenus au moyen du modèle E sont à ce point prometteurs que l'utilisation de cette méthode est désormais recommandée pour évaluer les interconnexions des réseaux privés/publics. La Commission d'études 12 vérifie actuellement de manière formelle le modèle E. Comme pour les autres modèles, il y aura des circonstances données dans lesquelles les résultats obtenus avec le modèle E ne seront pas nécessairement précis.

Les principes de base et l'algorithme du modèle E font l'objet du paragraphe 6. Une configuration de référence du modèle est montrée à la Figure 5. Quand on utilise le modèle E pour les calculs de planification, il faut prendre soin d'entrer correctement tous les paramètres de transmission. La liste ci-après de l'ensemble des paramètres donnera les orientations nécessaires à ce sujet. Comme indiqué dans la Figure 5, le modèle fait la distinction entre le côté émission et le côté réception. Les deux côtés et la plupart des paramètres se réfèrent à un point virtuel 0 dBr. Il y a au total 18 paramètres de transmission d'entrée mais on ne les fait pas varier tous pour les besoins de la planification. Il est important de noter que le modèle évalue la qualité de la communication vocale tant pour le locuteur que pour l'auditeur, telle qu'elle est perçue par l'utilisateur côté réception. On adoptera, pour les paramètres de transmission qui ne varient pas au cours des calculs de planification, les valeurs par défaut recommandées au 7.4.3.

##### **7.4.1 Paramètres d'entrée**

Les paramètres suivants sont utilisés dans le calcul du modèle E:

- *Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR) et équivalent pour la sonie à la réception (RLR)*  
Les valeurs de SLR et de RLR ne sont pas directement liées aux valeurs des postes téléphoniques utilisés. Le SLR est l'équivalent pour la sonie entre la bouche du côté émission et le point virtuel 0 dBr; le RLR est l'équivalent pour la sonie entre le point 0 dBr et l'oreille du côté réception. Si des éléments de réseau contribuant à l'affaiblissement sont introduits entre un poste téléphonique et le point 0 dBr et vice versa, les calculs du SLR et du RLR total doivent être effectués séparément étant donné que le modèle ne permet pas l'entrée de l'équivalent pour la sonie du circuit. L'équivalent global pour la sonie (OLR) est toujours la somme de SLR et RLR. S'il y a lieu d'examiner une gamme donnée de l'OLR, il est recommandé de faire varier le SLR et le RLR simultanément pour éviter les erreurs. Si l'on a des valeurs de SLR et de RLR différentes pour les postes téléphoniques utilisés à chaque extrémité de la connexion, il y a lieu de calculer séparément les valeurs de R pour les deux sens de transmission. Dans cette application, on ne peut utiliser comme entrée du modèle que le SLR du côté émission et le RLR du côté réception. Les paramètres restants (SLR côté réception et RLR côté émission) ne sont pas utilisés. Leur influence sur la qualité de

transmission de la parole résultant du bruit de salle et de l'écho pour le locuteur est incluse par la voie des paramètres TELR, STMR et LSTR.

- *Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR) et affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (LSTR)*

Ces paramètres, qui sont directement liés aux postes téléphoniques utilisés, ne sont généralement pas planifiés et doivent être mis aux valeurs par défaut, sauf si on prévoit une désadaptation des impédances des postes téléphoniques analogiques ou des faibles valeurs de STMR et de LSTR.

- *Facteurs D (Ds et Dr)*

Les facteurs *D* (*Ds* pour le côté émission et *Dr* pour le côté réception) sont des valeurs fixes dépendant de la forme des combinés téléphoniques. Comme ces valeurs sont fixes, elles ne sont généralement pas planifiées. On part de l'hypothèse de la relation fixe suivante entre les facteurs *D* et les valeurs de STMR et de LSTR d'un poste téléphonique:

$$LSTR = STMR + D$$

- *Equivalent à la sonie pour l'écho pour le locuteur (TELR)*

Le TELR, qui exprime l'équivalent à la sonie pour le trajet d'écho, est défini comme étant la somme des équivalents SLR et RLR du téléphone du locuteur et de l'affaiblissement d'écho sur le trajet d'écho. Cette valeur doit être calculée séparément au moyen des valeurs de SLR/RLR du côté réception par rapport au modèle. Il faut identifier les trajets d'écho et les calculer soigneusement dans la configuration de référence pour éviter les erreurs d'entrée de l'équivalent TELR.

- *Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)*

En combinaison avec le temps de propagation aller-retour sur une boucle fermée à 4 fils, ce paramètre peut causer des dégradations résultant de l'écho pour l'auditeur. Des boucles fermées à 4 fils peuvent se présenter dans une configuration si la connexion comporte des conversions de 4 à 2 fils. Celles-ci peuvent être situées dans des réseaux différents et dans des pays différents. L'affaiblissement WEPL est défini comme étant la somme de tous les affaiblissements et gains à l'intérieur de la boucle; il est également appelé "affaiblissement sur le trajet aller-retour". La plupart du temps on peut négliger l'écho pour la personne qui écoute si l'écho est suffisamment limité sur la connexion.

- *Temps de propagation (T, Ta et Tr)*

Le modèle E fait la distinction entre trois valeurs du temps de propagation qu'il y a lieu de déterminer et d'utiliser séparément dans le modèle. Le temps moyen *T* de propagation dans un sens est utilisé pour calculer les dégradations dues à l'écho pour le locuteur en combinaison avec l'équivalent TELR. On notera que même s'il s'agit d'une dégradation pour le locuteur, l'estimation de la dégradation concerne le côté réception du modèle. Le temps de propagation moyen *T* dans un sens doit être déterminé et calculé uniquement pour les sections de la configuration de référence formant un trajet d'écho, c'est-à-dire du poste téléphonique du locuteur jusqu'au point identifié où les réflexions du signal peuvent se produire, par exemple une conversion de 4 en 2 fils. Parallèlement, le temps de propagation absolu *Ta* dans un sens, exprimé en ms, est en tout cas le temps de propagation total sur l'ensemble de la connexion entre les deux abonnés. *Ta* représente les dégradations dues à un temps de propagation excessif et doit être introduit principalement dans la planification des communications internationales, même en présence d'une annulation parfaite de l'écho. Le temps de propagation aller-retour *Tr*, en ms, produira de l'écho pour l'auditeur en combinaison avec l'affaiblissement WEPL. *Tr* est défini comme étant le temps de propagation total dans une boucle fermée à 4 fils.

- *Facteur de dégradation due à l'équipement ( $I_e$ )*  
Les valeurs du facteur de dégradation due à l'équipement ( $I_e$ ) utilisées comme valeurs d'entrée pour le modèle E représentent les dégradations dues à des codecs à faible débit utilisés dans certains éléments de réseau. Des valeurs provisoires basées sur des essais subjectifs sont données dans le Tableau 1.
- *Facteur d'attente ( $A$ )*  
L'algorithme du modèle E inclut également le facteur  $A$  pour le calcul du facteur d'évaluation  $R$ , bien que son utilisation et la valeur qui lui est attribuée doivent être décidées par les planificateurs. D'autres informations à ce sujet sont données au 6.2.6.
- *Bruits de salle ( $P_s$  et  $P_r$ )*  
Les dégradations perçues du côté réception peuvent également être causées par le bruit de salle du côté émission et du côté réception, qui contribue au rapport signal/bruit de base. Les paramètres des bruits de salle des côtés émission et réception [ $P_s$  et  $P_r$ , en dB(A)] sont généralement mis à des valeurs par défaut mais ils peuvent varier pour les besoins de la planification en cas de bruit excessif à un emplacement donné. L'algorithme du modèle E transforme ces valeurs en un bruit de circuit équivalent par rapport au point 0 dBr.
- *Bruit de circuit ( $N_c$ )*  
Au besoin, le bruit de circuit  $N_c$  (dBm0p) peut être obtenu par la sommation en puissance de toutes les sources de bruit électrique dans la connexion, toutes par référence au point 0 dBr. Dans la plupart des cas, on peut négliger les sources de bruit contenues dans un environnement numérique et le paramètre d'entrée peut être mis à sa valeur par défaut.
- *Bruit de fond ( $N_{for}$ )*  
Le paramètre d'entrée du bruit de fond, en dBmp, représente un bruit de base dans l'équipement du côté réception. Sa valeur nominale est de  $-64$  dBmp.
- *Nombre d'unités de distorsion de quantification ( $q_{du}$ )*  
Les dégradations dues à la distorsion de quantification sont entrées dans le modèle sous la forme d'un nombre d'unités. On notera que les  $q_{du}$  ne peuvent être utilisées que pour une paire de codecs utilisant un algorithme de codage conforme à la Recommandation G.711 et pour des dégradations résultant de l'affaiblissement numérique ou d'affaiblisseurs ( $0,7$   $q_{du}$ ). Pour tous les autres algorithmes on utilisera le facteur de dégradation de l'équipement ( $I_e$ ).

#### 7.4.2 Le calcul proprement dit

Si tous les paramètres sont présents, le calcul peut se dérouler de la manière suivante:

- a) calculer séparément les équivalents SRL et RLR et effectuer les calculs du rapport signal/bruit de base ( $R_o$ );
- b) calculer le facteur de dégradation simultanée ( $I_s$ );
- c) calculer séparément le temps de propagation dans un sens et l'équivalent TELR du trajet d'écho, le temps de propagation en un seul sens absolu ( $T_a$ ) et le temps de propagation aller-retour ( $T_r$ ), puis calculer le facteur de dégradation par retard ( $I_d$ );
- d) additionner les divers facteurs de dégradation due aux équipements ( $I_e$ );
- e) calculer le facteur d'évaluation  $R$  et ajouter le facteur  $A$  s'il s'applique;
- f) s'assurer que la limite extrême (inférieure)  $R = 50$  est respectée;
- g) calculer les valeurs de MOS, GOB% et POW%.

Dans la pratique, on aura recours à l'ordinateur pour faire l'ensemble des calculs des étapes a) à g).

### 7.4.3 Valeurs par défaut

Les valeurs par défaut de tous les paramètres d'entrée utilisés dans l'algorithme du modèle E sont réunies dans le Tableau 4. Il est vivement recommandé d'utiliser ces valeurs par défaut pour tous les paramètres que l'on ne fait pas varier au cours des calculs de planification. Si tous les paramètres sont mis à leurs valeurs par défaut, les résultats du calcul correspondant à une qualité très élevée est un facteur d'évaluation  $R = 94,1$ .

**Tableau 4/G.175 – Valeurs par défaut des paramètres d'entrée des modèles E**

Paramètre d'entrée	Abréviation	Valeur par défaut	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission	SLR	8	dB
Equivalent pour la sonie à la réception	RLR	2	dB
Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR	15	dB
Affaiblissement d'effet local pour l'auditeur	LSTR	18	dB
Facteur D, côté émission	Ds	3	–
Facteur D, côté réception	Dr	3	–
Equivalent à la sonie pour l'écho pour le locuteur	TELR	50	dB
Affaiblissement du trajet d'écho pondéré	WEPL	80	dB
Temps de propagation moyen dans un sens	$T$	0	ms
Temps de propagation absolu dans un sens	$Ta$	0	ms
Temps de propagation aller-retour	$Tr$	0	ms
Bruit de salle, côté émission	$Ps$	35	dB(A)
Bruit de salle, côté réception	$Pr$	35	dB(A)
Facteur de dégradation due à l'équipement	$Ie$	0	–
Facteur d'attente	$A$	0	–
Bruit de circuit	$Nc$	-70	dBm0p
Bruit de fond	$Nfor$	-64	dBmp
Unité de distorsion de quantification	qdu	1	–

## 8 Implémentation d'annuleurs d'écho

L'utilisation de dispositifs de traitement de la parole et de sections radio numériques, et dans les réseaux privés modernes, augmente les temps de propagation à l'intérieur du réseau privé de telle manière qu'il est nécessaire de recourir à des dispositifs de contrôle de l'écho, non seulement sur les appels interurbains mais aussi pour les appels locaux et internes. Etant donné que l'expérience avec l'utilisation de tels dispositifs dans le domaine des réseaux privés semble limitée, il convient de donner au planificateur quelques orientations à ce sujet.

En premier lieu il est recommandé d'utiliser des annuleurs d'écho. Ils devraient être au minimum conformes aux prescriptions de la Recommandation G.168. Une mise en cascade d'annuleurs d'écho peut survenir, principalement dans le cas des communications internationales, quand de tels dispositifs sont également introduits par l'opérateur du réseau public. L'expérience pratique a montré que les annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 ne créent pas de problème majeur quand ils sont utilisés en cascade. Il est souhaitable de s'informer auprès de l'opérateur du réseau

public sur l'application des annuleurs et sur leur efficacité. Selon le temps de propagation sur le trajet d'écho permis pour ces équipements, au point d'accès et au cours de l'acheminement dans le réseau public, on pourrait éviter dans certains cas d'avoir recours à des annuleurs supplémentaires dans le réseau privé.

Les examens et la décision finale relatifs à l'introduction d'annuleurs d'écho dans un réseau privé doivent tenir compte non seulement de la limitation de l'écho pour le locuteur dans le réseau privé, mais également pour la personne qui parle depuis le terminal opposé dans le cas des communications locales ou interurbaines via le réseau public.

Certains terminaux et éléments de transmission, tels que les téléphones sans cordon et les téléphones mobiles, ou encore les dispositifs de compression-expansion de la parole, peuvent comporter des annuleurs d'écho intégrés dont il y a lieu de tenir compte. Ces dispositifs doivent être soigneusement examinés en ce qui concerne les paramètres de qualité de fonctionnement qui s'appliquent, tels que le temps de propagation sur le trajet d'écho, l'affaiblissement d'écho résiduel, l'affaiblissement nécessaire sur le trajet d'écho, etc.

Comme règle de base, on placera les annuleurs d'écho près de la source d'écho dans le réseau privé, dans l'intérêt de la terminaison opposée. Il faut disposer d'un affaiblissement minimal de 6 dB sur le trajet d'écho linéaire. Pour supprimer pour le locuteur son propre écho (le trajet d'écho via le réseau public et la terminaison opposée), les renseignements relatifs à ce trajet d'écho en ce qui concerne le temps de propagation, l'affaiblissement sur le trajet d'écho et la linéarité doivent être obtenus par des négociations entre les opérateurs des réseaux public et privé afin de permettre de sélectionner soigneusement les dispositifs nécessaires. Dans la plupart des cas, les annuleurs d'écho sont situés près de l'interface avec le réseau public.

## APPENDICE I

### **Bibliographie**

- [1] Supplément n° 3 aux Recommandations UIT-T de la série P (1993), *Modèles de prévision de la qualité de transmission à partir de mesures objectives*.

## SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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