



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.108

(09/99)

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

Connexions et circuits téléphoniques internationaux –
Définitions générales

Application du modèle E: guide de planification

Recommandation UIT-T G.108

(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
Aspects liés au plan de transmission dans les connexions et circuits spéciaux utilisant le réseau de communication téléphonique international	G.170–G.179
Protection et rétablissement des systèmes de transmission	G.180–G.189
Outils logiciels pour systèmes de transmission	G.190–G.199
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	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
EQUIPEMENTS DE TEST	
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES	
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.108

APPLICATION DU MODÈLE E: GUIDE DE PLANIFICATION

Résumé

La présente Recommandation a pour but de démontrer comment le modèle E (décrit dans la Recommandation G.107 [3]) peut être utilisé dans la planification de la transmission de bout en bout pour une large gamme de réseaux: locaux, nationaux, multinationaux et intercontinentaux.

Source

La Recommandation UIT-T G.108, élaborée par la Commission d'études 12 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 30 septembre 1999 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Mots clés

Autocommutateur privé, bout en bout, interconnexion, Internet, modèle E, parole, planification, qualité, réseau, terminal, transmission.

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 des technologies 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 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 2000

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

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives 2
3	Liste des abréviations..... 6
4	Définitions 9
4.1	réseau privé 9
4.2	réseau public 9
4.3	aspects de qualité 9
4.4	réseau en protocole IP 11
4.5	éléments de réseau 11
4.5.1	éléments de terminaison 11
4.5.2	éléments de connexion..... 12
4.5.3	éléments de transmission..... 12
4.6	types de connexion..... 12
5	Configurations de référence 13
6	Principe de planification de base – La méthode du facteur de dégradation dans le cadre du modèle E..... 17
7	Paramètres soumis à planification et leurs limites..... 22
7.1	Equivalent global pour la sonie..... 22
7.2	Echo 23
7.3	Temps de transmission dans les connexions sans écho 25
7.3.1	Généralités 25
7.3.2	Considérations relatives aux codeurs à bas débit 26
7.4	Stabilité 27
7.5	Unités de distorsion de quantification 28
7.6	Facteur de dégradation due à l'équipement..... 29
7.6.1	Facteur de dégradation due à l'équipement pour codecs en situation de perte de paquet..... 31
7.7	Variation du temps de propagation en fonction du temps 32
7.8	Facteur d'avantage A..... 33
7.9	Limites relatives à l'écho à l'interface public/privé..... 34
7.9.1	Interfaces entre réseaux publics et privés – Europe..... 34
7.9.2	Interfaces entre réseaux publics et privés – Amérique du Nord 35
7.10	Paramètres non soumis directement à la planification de la transmission..... 36
7.10.1	Réponse en fréquence 36
7.10.2	Bruit de circuit..... 36

	Page
7.10.3	Echo pour l'auditeur..... 36
7.10.4	Affaiblissement local..... 36
7.10.5	Bruit de salle..... 37
7.10.6	Bruit de confort et détection d'activité vocale..... 37
7.10.7	Correction d'erreur directe..... 38
7.11	Synchronisation..... 39
8	Calcul des paramètres de bout en bout..... 39
8.1	Equivalent global pour la sonie..... 39
8.2	Echo pour le locuteur..... 42
8.2.1	Calcul pour connexions avec un seul trajet d'écho..... 43
8.2.2	Calcul pour connexions avec deux trajets d'écho..... 44
8.3	Temps de transmission dans les connexions sans écho..... 47
8.4	Unités de distorsion de quantification..... 47
8.5	Facteur de dégradation due à l'équipement..... 47
8.6	Facteur de dégradation due à l'équipement pour codecs en situation de perte de paquet..... 48
8.7	Variation du temps de propagation en fonction du temps..... 48
9	Application du modèle E dans la pratique de la planification..... 48
9.1	Généralités..... 48
9.2	Configurations de référence..... 49
9.3	Traitement des paramètres d'entrée..... 53
9.4	Interprétation des résultats..... 54
9.5	Application du modèle E à des configurations avec deux trajets d'écho..... 55
9.6	Utilisation de programmes informatiques..... 57
9.7	Valeurs par défaut et étendues des paramètres..... 58
10	Règles d'insertion d'annuleurs d'écho..... 60
10.1	Introduction..... 60
10.2	Caractéristiques des annuleurs d'écho..... 62
10.3	Limites d'application des annuleurs d'écho..... 62
10.4	Détermination de l'emplacement..... 63
10.5	Traitement des annuleurs d'écho dans le modèle E..... 65
11	Réalisation de la planification..... 66
11.1	Généralités..... 66
11.2	Détermination des prescriptions spécifiques..... 66
11.3	Définition des configurations de référence..... 67
11.4	Détermination des paramètres de transmission..... 68

	Page	
11.5	Calcul de bout en bout avec le modèle E.....	69
11.6	Analyse des résultats.....	69
Annexe A – Paramètres de transmission pour éléments spécifiques.....		71
A.1	Eléments dans les réseaux privés et en base IP.....	71
A.1.1	Postes téléphoniques câblés.....	71
A.1.2	Postes téléphoniques radioélectriques (y compris postes sans cordon).....	73
A.1.3	Equipement de commutation.....	74
A.1.4	Passerelles IP.....	77
A.1.5	Lignes louées et lignes directes de jonction.....	78
A.1.6	Liaisons câblées en propriété privée.....	79
A.1.7	Liaisons par satellite.....	79
A.1.8	Codage à bas débit.....	79
A.1.9	Signaux vocaux assemblés en paquets.....	80
A.1.10	Annuleurs d'écho.....	81
A.2	Paramètres de transmission des réseaux publics.....	83
A.2.1	Affaiblissement.....	85
A.2.2	Temps moyen de propagation dans un seul sens.....	85
A.2.3	Affaiblissement d'écho.....	85
A.2.4	Insertion d'annuleurs d'écho.....	86
A.2.5	Unités de distorsion de quantification (qdu).....	86
A.2.6	Valeur du facteur de dégradation due à l'équipement (Ie).....	86
A.2.7	Paramètres associés à la transmission IP.....	86
A.3	Paramètres de transmission à la terminaison distante.....	87
A.3.1	Scénarios européens de terminaison distante.....	87
A.3.2	Scénarios nord-américains de terminaison distante.....	89
Annexe B – Exemples de planification.....		90
B.1	Exemple de planification pour le scénario européen.....	91
B.1.1	Description du réseau et de la demande des usagers.....	91
B.1.2	Définition des configurations de référence.....	92
B.1.3	Détermination des paramètres de transmission.....	94
B.1.4	Calcul de bout en bout avec le modèle E.....	97
B.1.5	Analyse des résultats.....	106
B.1.6	Application des annuleurs d'écho.....	107
B.2	Exemple de planification pour le scénario nord-américain.....	109
B.2.1	Définition des configurations de référence.....	109
B.2.2	Détermination des paramètres de transmission.....	111
B.2.3	Calcul de bout en bout avec le modèle E.....	111
B.2.4	Configuration de référence 1a (poste analogique @ A, poste analogique @ B).....	111

	Page
B.2.5 Configuration de référence 1b (poste numérique @ A, poste analogique @ B).....	116
B.2.6 Configuration de référence 2 (scénario de connexion mobile).....	121
B.2.7 Configuration de référence 3a (poste analogique @ B).....	126
B.2.8 Configuration de référence 3b (poste numérique @ côté B).....	131
B.3 Exemple de planification pour les scénarios fondés sur la transmission IP.....	136
Annexe C – Limitation de l'écho dans des applications spécifiques.....	138
C.1 Trajets d'écho effectifs	139
C.1.1 Trajet d'écho 1 – Locuteur au téléphone sans cordon.....	139
C.1.2 Trajet d'écho 2 – Locuteur au téléphone sans cordon.....	139
C.1.3 Trajet d'écho 3 – Locuteur au téléphone sans cordon.....	139
C.1.4 Trajet d'écho 4 – Locuteur du réseau public.....	140
C.1.5 Trajet d'écho 5 – Locuteur du réseau public.....	140
C.1.6 Trajet d'écho 6 – Locuteur du réseau public dans une communication internationale.....	140
C.2 Fonctionnement des annuleurs d'écho et des limiteurs logiciels	141
C.3 Fourniture de limitation d'écho au locuteur du réseau public.....	142

Introduction

La planification de la transmission dans les réseaux se fondait autrefois sur les scénarios reflétant la technique (principalement analogique) du moment ainsi que sur les composants (terminaux, commutateurs, installations) mis à la disposition du réseau.

Aujourd'hui, l'environnement mondial de la transmission dans les réseaux téléphoniques est en rapide évolution. Les facteurs qui alimentent ce changement sont les interconnexions de réseau (dont les règles ne sont plus appliquées de manière rigide), la libéralisation des paramètres de transmission dans les réseaux privés (particulièrement en Europe), la concurrence croissante entre réseaux publics, la mondialisation des réseaux privés, et l'utilisation de techniques modernes dans les réseaux privés, sous l'influence des besoins exprimés par la clientèle en solutions de réseau économiques et flexibles.

En Amérique du Nord, cette méthode de planification traditionnelle a dû prendre en compte le plan d'affaiblissement prescrit par l'industrie pour les systèmes de télécommunication à lignes multiples (MLTS, *multi-line telecommunications systems*) (par exemple pour les autocommutateurs privés, comme indiqué au [40]). Cela a constitué le préalable pour l'élaboration d'un guide d'application (TSB-32 [43]) du plan d'affaiblissement pour autocommutateurs privés numériques (DPBX, *digital DPBX*). Cette planification a par ailleurs été contrainte par le plan de transmission ainsi que par les prescriptions d'interconnexion du réseau téléphonique public commuté (RTPC) d'Amérique du Nord.

De même, en Europe, la planification a dû prendre en compte, non seulement les paramètres de réseau privé correspondants mais aussi les paramètres des principaux réseaux publics des différents pays. Dans la plupart des pays européens, une politique de réglementation a imposé un traitement rigide des interconnexions de réseaux, assorti de limites – parfois très strictes – pour les différents paramètres de transmission applicables aux communications via le réseau public.

Des modifications similaires peuvent s'appliquer à d'autres pays ou régions non mentionnés ci-dessus.

A l'UIT-T et autrefois au CCITT, la planification de la transmission était fondée sur l'attribution de limites paramétriques isolées à des sections individuelles d'une interconnexion internationale, donc sans tenir compte d'autres réseaux d'interconnexion, par exemple les réseaux privés ou même l'Internet.

Les méthodes et documents traditionnels de planification de la transmission ne sont plus assez flexibles pour tenir compte de tous ces nouveaux facteurs. Pour la planification de la transmission moderne, les aspects suivants doivent être pris en considération:

- a) les réseaux multinationaux (en particuliers les réseaux privés) deviennent courants et nécessitent une planification tenant compte des différences régionales dans les (éventuelles) prescriptions des plans d'affaiblissement et dans les plans de transmission entre réseaux;
- b) compte tenu de la libéralisation des marchés de télécommunication (en Europe), il n'existe plus d'étendues de valeurs formulées réglementairement pour les paramètres de transmission;
- c) le scénario d'évolution dans le domaine des opérateurs de réseaux publics exerce une influence sur la qualité de la transmission;
- d) la planification des réseaux privés est plus complexe que celle de simples configurations d'autocommutateur privé: il faut donc fournir suffisamment de renseignements (didactiques) sur les méthodes de planification – et de calcul;
- e) la Recommandation devra être applicable à l'utilisation des nouvelles techniques dans les réseaux examinés, y compris les sections hertziennes (sans cordon ou mobiles), la transmission des signaux vocaux assemblés en paquets, etc.;

- f) la Recommandation devra fournir suffisamment de méthodes de planification et contenir toutes les informations et tous les outils nécessaires pour que le planificateur puisse concevoir le plan de transmission dans le réseau de manière à conserver la qualité de transmission de la parole ainsi obtenue pour toutes les connexions possibles de bout en bout tout en respectant les limites prévues;
- g) il faut une plus grande flexibilité dans l'attribution des paramètres et des prescriptions de transmission, avec une plus grande marge pour les paramètres de transmission dans le réseau que dans les directives, normes ou réglementations antérieures;
- h) les directives et les exemples de planification figurant dans la présente Recommandation sont fondés sur l'utilisation du modèle E qui est décrit dans la Recommandation G.107 [3].

Tous les aspects susmentionnés doivent être pris en compte. Un seul nouvel aspect essentiel est le fait que le planificateur doit tenir compte du fait que l'attribution des paramètres de transmission est devenue très flexible. En raison de la libéralisation des marchés de télécommunication, il n'existe plus d'étendues de valeurs contraintes de façon rigide pour les paramètres de transmission dans les réseaux examinés. L'utilisation de nouvelles techniques et l'application de nouveaux services sont devenues tout à fait courantes dans les différents réseaux. Le planificateur doit donc tenir compte des divers effets causés par l'emploi de techniques différentes dans un environnement de réseaux interconnectés.

Les directives et les principes figurant dans la présente Recommandation reflètent cette flexibilité, en particulier dans les exemples de planification qui montrent comment l'attribution et la sélection des paramètres sont appliquées à l'optimisation de la qualité de transmission vocale pour divers scénarios de connexion.

Une des caractéristiques principales de la présente Recommandation est de fournir au planificateur des directives et des informations didactiques. L'objectif est de donner au planificateur le moyen de mettre au point un plan de transmission permettant de prédire la qualité de transmission vocale qui peut être obtenue de bout en bout dans une connexion téléphonique.

Les directives et les principes figurant dans la présente Recommandation sont fondés sur l'utilisation du modèle E, qui est un outil pratique pour estimer les effets combinés de divers paramètres de transmission. Il est recommandé d'utiliser le modèle E comme outil de planification de la transmission pour les connexions de bout en bout à l'intérieur d'un réseau (connexions entre deux terminaux du même réseau) ainsi que pour les connexions entre réseaux (entre deux terminaux de réseaux différents). Grâce au modèle E, le planificateur peut formuler des étendues de valeurs adéquates pour les différents paramètres de transmission.

La présente Recommandation devra également permettre au planificateur, non seulement de faire en sorte que les limites absolues des divers paramètres de transmission ne soient pas dépassées dans une quelconque connexion intraréseau ou interréseau, mais aussi d'obtenir une estimation de la qualité attendue de transmission de la parole, telle que perçue par l'utilisateur moyen (en termes d'équivalents R du modèle E, de notes moyennes d'opinion ou de pourcentage d'éléments au moins bons ou au mieux médiocres) pour la configuration étudiée.

Recommandation G.108

APPLICATION DU MODÈLE E: GUIDE DE PLANIFICATION

(Genève, 1999)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation s'applique à la planification de la transmission pour assurer la qualité de transmission des signaux vocaux de bout en bout dans les connexions à l'intérieur des réseaux et entre les réseaux. Elle doit être considérée comme un guide et comme une illustration pour la planification des réseaux en ce qui concerne la qualité de transmission vocale pour la téléphonie en temps réel à bande étroite (3,1 kHz) au moyen de combinés. Les réseaux conçus selon la présente Recommandation assureront également une qualité vocale suffisante pour la transmission des messages enregistrés.

Les directives et les principes de la présente Recommandation sont fondés sur l'emploi du modèle E. Les estimations de la qualité de transmission téléphonique perçue, calculées au moyen du modèle E, ne sont applicables qu'aux connexions de bout en bout offrant la téléphonie en temps réel dans la bande étroite de 3,1 kHz au moyen de combinés.

La transmission de signaux non vocaux comme ceux de télécopie et de modem, ainsi que la transmission de données entièrement numériques, sont hors du domaine d'application de la présente Recommandation.

La présente Recommandation ne traite pas des questions de savoir:

- qui possède et exploite le réseau;
- qui est responsable de la qualité de transmission de bout en bout;
- à qui les services sont fournis.

Une des applications de la présente Recommandation concerne les réseaux privés moyens et grands, qui se composent de plusieurs systèmes MLTS. Les termes de "réseau d'entreprise" ou "réseau étendu" sont parfois utilisés pour décrire un grand réseau privé. Dans certains pays, ces termes sont utilisés dans un sens juridique pour un groupe de réseaux privés interconnectés. Du point de vue de la planification de la transmission, il n'y a pas de différence entre un grand réseau privé et plusieurs petits réseaux interconnectés. Seul le terme "réseau privé" sera donc utilisé dans la présente Recommandation.

Celle-ci ne traite, sous forme d'exemples, que les scénarios dans lesquels le réseau étudié (par exemple un "réseau privé") fonctionne comme un réseau de terminaison (celui auquel l'équipement terminal est connecté). Les scénarios dans lesquels un réseau fournit des connexions de transit entre d'autres réseaux ne sont pas pris en considération.

Sans préjuger ces limitations, il est recommandé d'appliquer les principes décrits et les informations données dans la présente Recommandation à d'autres connexions de bout en bout prenant en charge également la téléphonie en temps réel à bande étroite (3,1 kHz) au moyen de combinés. La présente Recommandation peut être appliquée à toutes sortes de connexions, intraréseau ou interréseau. Il est recommandé d'utiliser ces principes pour la planification des connexions de bout en bout quel que soit le nombre de réseaux publics ou privés mis en jeu ou leur configuration d'interconnexion spécifique.

Pour les besoins de la présente Recommandation, il n'y a pas de restrictions dans le réseau quant aux dimensions, à la configuration, à la hiérarchie, à la technique et aux composants utilisés dans le

réseau. Les supports de transmission peuvent être des câbles, des fibres optiques ou des ondes hertziennes.

Le fond de la présente Recommandation porte principalement sur l'emploi d'interfaces numériques (presque universel en Europe) entre les réseaux examinés; mais il porte aussi sur les interconnexions de réseaux analogiques. La transmission des signaux à l'intérieur du réseau considéré peut être analogique ou numérique.

La prééminence des supports de transmission de signaux numériques et du traitement numérique des signaux dans les équipements de commutation se répercute sur l'importance relative des divers paramètres de transmission à examiner lors de la planification. Dans l'intérêt de la simplification, les directives de planification figurant dans la présente Recommandation ne traitent pas des paramètres qui ne provoquent que des dégradations mineures dans un environnement numérique, comme la courbe de réponse en fréquence des câbles, le bruit des circuits, la diaphonie, les variations de l'affaiblissement en fonctions du niveau ou du temps, etc. L'accent est surtout mis sur des paramètres tels que l'écho, le temps de propagation, les dégradations dues aux équipements de traitement des signaux et les caractéristiques acoustiques des terminaux.

La présente Recommandation ne contient pas de prescriptions de transmission pour des éléments de réseau spécifiques comme les postes téléphoniques, les équipements de commutation (par exemple les autocommutateurs privés) ou les équipements de transmission. L'on part du principe que la conception de tels éléments est conforme aux Recommandations, normes régionales ou réglementations applicables.

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 tout 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.

- [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.101 (1996), *Le plan de transmission.*
- [3] Recommandation UIT-T G.107 (1998), *Le modèle E, modèle de calcul utilisé pour la planification de la transmission.*
- [4] Recommandation UIT-T G.109 (1999), *Définition des catégories de qualité de transmission vocale.*
- [5] Recommandation UIT-T G.113 Appendice I (1999), *Dégradations de transmission – Appendice I: valeurs de planification provisoires pour le facteur (Ie) de dégradation due à l'équipement.*
- [6] Recommandation UIT-T G.114 (1996), *Temps de transmission dans un sens.*
- [7] 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.*
- [8] Recommandation UIT-T G.126 (1993), *Echo pour la personne qui écoute dans les réseaux téléphoniques.*
- [9] Recommandation UIT-T G.131 (1996), *Réduction de l'écho pour le locuteur.*
- [10] Recommandation UIT-T G.164 (1988), *Suppresseurs d'écho.*

- [11] Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'écho*.
- [12] Recommandation UIT-T G.168 (1997), *Annuleurs d'écho pour les réseaux numériques*.
- [13] Recommandation UIT-T G.177 (1999), *Planification de la transmission pour les services en bande vocale sur les connexions hybrides Internet/RTPC*.
- [14] Recommandations UIT-T de la série G Supplément 31 à la section 1 (1993), *Principes de détermination d'une stratégie de l'impédance pour le réseau local*.
- [15] Recommandation UIT-T G.711 (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales*.
- [16] Recommandation UIT-T G.721 (1988), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 32 kbit/s*.
- [17] Recommandation UIT-T G.723.1 (1996), *Codeur de signaux vocaux à double débit pour communications multimédias acheminées à 5,3 kbit/s et à 6,3 kbit/s*.
- [18] Recommandation UIT-T G.726 (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s*.
- [19] Recommandation UIT-T G.727 (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) imbriqué à 5, 4, 3 et 2 bits par échantillons*.
- [20] Recommandation UIT-T G.728 (1992), *Codage de la parole à 16 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code*.
- [21] Recommandation UIT-T G.728 Annexe H (1997), *Fonctionnement de l'algorithme LD-CELP à débit variable, principalement pour équipements DCME à des débits inférieurs à 16 kbit/s*.
- [22] Recommandation UIT-T G.729 (1996), *Codage de la parole à 8 kbit/s par prédiction linéaire avec excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée*.
- [23] Recommandation UIT-T G.729 Annexe D (1998), *Algorithme de codage vocal CS-ACELP à 6,4 kbit/s*.
- [24] Recommandation UIT-T G.729 Annexe E (1998), *Algorithme de codage vocal CS-ACELP à 11,8 kbit/s*.
- [25] Recommandation UIT-T G.822 (1988), *Objectifs de limitation du taux de glissement commandé dans une communication numérique internationale*.
- [26] Recommandation UIT-T H.323 (1998), *Systèmes de communication multimédia en mode paquet*.
- [27] Recommandation UIT-T P.310 (1996), *Caractéristiques de transmission pour téléphones numériques à bande téléphonique (300-3400 Hz)*.
- [28] Recommandation UIT-T P.50 (1993), *Voix artificielle*.
- [29] Recommandation UIT-T P.79 (1993), *Calcul des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques*.
- [30] Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission*.
- [31] Recommandation UIT-T P.82 (1984), *Méthode d'évaluation du service du point de vue de la qualité de transmission de la parole*.
- [32] Recommandation UIT-T P.830 (1996), *Évaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande*.

- [33] Recommandation UIT-T P.84 (1993), *Méthode d'essai d'écoute subjective pour évaluer les équipements de multiplication de circuit numérique et les systèmes téléphoniques avec mises en paquets.*
- [34] Recommandation UIT-T P.561 (1996), *Dispositif de mesure en service et sans intrusion – Mesures pour les services vocaux.*
- [35] Recommandation UIT-T P.861 (1998), *Mesure objective de la qualité des codecs vocaux fonctionnant en bande téléphonique (300-3400 Hz).*
- [36] Recommandation UIT-T Q.551 (1996), *Caractéristiques de transmission des commutateurs numériques.*
- [37] Recommandation UIT-T Q.552 (1996), *Caractéristiques de transmission des interfaces analogiques à 2 fils d'un commutateur numérique.*
- [38] Recommandation UIT-T Q.553 (1996), *Caractéristiques de transmission aux interfaces analogiques à 4 fils d'un commutateur numérique.*
- [39] Recommandation UIT-T Q.554 (1996), *Caractéristiques de transmission aux interfaces numériques d'un commutateur numérique.*
- [40] TIA/EIA-464-B (1996), *Requirements for Private Branch Exchange (PBX) Switching Equipment.*
- [41] TIA/EIA-470-B (1997), *Telecommunications – Telephone Terminal Equipment – Performance and Compatibility Requirements for Telephone sets with Loop Signalling.*
- [42] TIA/EIA-579-A (1998), *Telecommunications Telephone Terminal Equipment Transmission Requirements for Digital Wireline Telephones.*
- [43] TIA/EIA TSB32-A (1998), *Overall Transmission Plan Aspects for Telephony in a Private Network.*
- [44] ANSI T1.508 (1998), *Telecommunications – Network Performance – Loss Plan for Evolving Digital Networks.*
- [45] EIA/TIA/IS-54-B (1992), *Cellular System Dual Mode Mobile-Station Base-Station Compatibility Standard* (upgraded to ANSI/TIA/EIA-627 in June 1996).
- [46] TIA/EIA-96-C (1998), *Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Systems.*
- [47] TIA/EIA/IS-127 (1997), *Enhanced Variable Rate Codec, Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems.*
- [48] TIA/EIA/IS-641-A (1996), *TDMA Cellular/PCS-Radio Interface – Enhanced Full-Rate Speech Codec.*
- [49] ETSI TBR 008 ed.1 (1994), *Integrated Services Digital Network (ISDN); Telephony 3.1 kHz teleservice; Attachment requirements for handset terminals.*
- [50] ETSI TBR 010 ed.2 (1997), *Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); General terminal attachment requirements: Telephony applications.*
- [51] ETSI EG 201 377-1 V1.1.1 (1999), *Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); Specification and measurement of speech transmission quality; Part 1: Introduction to objective comparison measurement methods for one-way speech quality across networks.*
- [52] ETSI ES 201 168 V1.1.1 (1998), *Corporate telecommunication Networks (CN); Transmission characteristics of digital Private Branch eXchanges (PBXs).*
- [53] ETSI EN 300 175-8 V1.4.2 (1999), *Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Common Interface (CI); Part 8: Speech Coding and Transmission.*

- [54] ETSI ETS 300 283 ed.1 (1994), *Business TeleCommunications (BTC); Planning of loudness rating and echo values for private networks digitally connected to the public network.*
- [55] ETSI: EN 300 462-series (1998), *Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks.*
- [56] Dans le cadre de la présente Recommandation, les normes suivantes doivent être considérées dans leur ensemble:
- ETSI EN 300 961 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Transcoding (GSM 06.10 version 7.0.2 Release 1998).*
- ETSI EN 300 962 V7.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Substitution and muting of lost frames for full rate speech channels (GSM 06.11 version 7.0.1 Release 1998).*
- ETSI EN 300 963 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Comfort noise aspect for full rate speech traffic channels (GSM 06.12 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 964 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for full rate speech traffic channels (GSM 06.31 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 965 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for full rate speech traffic channels (GSM 06.32 version 6.0.1 Release 1997).*
- [57] Dans le cadre de la présente Recommandation, les normes suivantes doivent être considérées dans leur ensemble:
- ETSI EN 300 969 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Half rate speech transcoding (GSM 06.20 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 970 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Substitution and muting of lost frames for half rate speech traffic channels (GSM 06.21 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 971 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Comfort noise aspects for the half rate speech traffic channels (GSM 06.22 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 972 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for half rate speech traffic channels (GSM 06.41 version 6.0.1 Release 1997).*
- ETSI EN 300 973 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for half rate speech traffic channels (GSM 06.42 version 6.0.1 Release 1997).*
- [58] Dans le cadre de la présente Recommandation, les normes suivantes doivent être considérées dans leur ensemble:
- ETSI EN 300 726 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Enhanced Full Rate (EFR) speech transcoding (GSM 06.60 version 7.0.2 Release 1998).*
- ETSI EN 300 727 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Substitution and muting of lost frames for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels (GSM 06.61 version 6.0.1 Release 1997).*

ETSI EN 300 728 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Comfort noise aspects for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels (GSM 06.62 version 6.0.1 Release 1997)*.

ETSI EN 300 729 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Discontinuous Transmission (DTX) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels (GSM 06.81 version 6.0.1 Release 1997)*.

ETSI EN 300 730 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Voice Activity Detector (VAD) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels (GSM 06.82 version 6.0.1 Release 1997)*.

- [59] ETSI ETR 250 ed.1 (1996), *Transmission and Multiplexing (TM); Speech communication quality from mouth to ear for 3.1 kHz handset telephony across networks*.
- [60] ETSI ETR 275 ed.1 (1996), *Transmission and Multiplexing (TM); Considerations on transmission delay and transmission delay values for components on connections supporting speech communications over evolving digital networks*.
- [61] ISO/CEI 11573:1994, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Méthodes de synchronisation et exigences techniques pour les réseaux privés avec intégration de services*.
- [62] ARIB: RCR STD-27 H, Fascicle 1 (Révision H, 2 février 1999), *Personal Digital Cellular Telecommunication System ARIB Standard*.

3 Liste des abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ACELP	prédiction linéaire avec excitation par code algébrique (<i>algebraic code-excited linear prediction</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CDMA	accès multiple par répartition de code (<i>code division multiple access</i>)
CLR	équivalent pour la sonie du circuit (<i>circuit loudness rating</i>)
CNG	générateur de bruit de confort (<i>comfort noise generator</i>)
CRE	équivalent de référence corrigé (<i>corrected reference equivalent</i>)
CS-ACELP	prédiction linéaire avec excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée (<i>conjugate structure algebraic code-excited linear prediction</i>)
DAL	ligne d'accès numérique (<i>digital access line</i>)
DCME	équipement de multiplication de circuit numérique (<i>digital circuit multiplication equipment</i>)
DECT	système télépoint (<i>digital enhanced cordless telecommunication</i>)
DPBX	autocommutateur privé numérique (<i>digital PBX</i>)
EC	annuleur d'écho (<i>echo canceller</i>)
ECD	limiteur d'écho (<i>echo control device</i>)
EFR	codec à plein débit amélioré (<i>enhanced full rate codec</i>)
EL	affaiblissement d'écho (<i>echo loss</i>)
ELE	amélioration de l'affaiblissement d'écho (<i>echo loss enhancement</i>)

ERLE	amélioration du facteur d'adaptation en réflexion (<i>echo return loss enhancement</i>)
ERP	point de référence oreille (<i>ear reference point</i>)
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication (<i>European telecommunications standards institute</i>)
FDM	multiplexage fréquentiel (<i>frequency division multiplex</i>)
FEC	correction d'erreur directe (<i>forward error correction</i>)
GoB	au moins bon (<i>good or better</i>)
GSM	système mondial de communication mobile (<i>global system for mobile communications</i>)
IC	opérateur de jonctions (<i>interexchange carrier</i>)
ICP	point de connexion international (<i>international connection point</i>)
ICS	poste compatible avec RNIS (<i>ISDN compatible station</i>)
INMD	dispositif de mesure en service sans intrusion (<i>in-service non-intrusive measurement device</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
IST	jonction de réseaux à services intégrés (<i>integrated services trunk</i>)
IWF	fonction d'interfonctionnement (<i>interworking function</i>)
KTS	postes téléphoniques à touches (<i>key telephone system</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LD-CELP	prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code (<i>low-delay code-excited linear prediction</i>)
LEC	opérateur de commutateur local (<i>local exchange carrier</i>)
LELR	équivalent en sonie du trajet d'écho pour l'auditeur (<i>listener echo loudness rating</i>)
LSTR	affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (<i>listener sidetone masking rating</i>)
MIC	modulation par impulsions et codage
MICDA	modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
MICU	MIC uniforme
MLTS	système de télécommunication à lignes multiples (<i>multi-line telecommunications system</i>)
MOS	note moyenne d'opinion (<i>mean opinion score</i>)
MRP	point de référence bouche (<i>mouth reference point</i>)
NCP	point de connexion du réseau (<i>network connection point</i>)
NLP	processeur non linéaire (<i>non-linear processor</i>)
OLL	affaiblissement en boucle ouverte (<i>open-loop loss</i>)
OLR	équivalent global pour la sonie (<i>overall loudness rating</i>)
ONS	poste interne (<i>on-premises station</i>)
OREM	dispositif de mesure de l'équivalent de référence objectif (<i>objective reference equivalent measurement</i>)
PACS	système de communication à accès personnel (<i>personal access communications system</i>)

PBX	autocommutateur privé (<i>private branch exchange</i>)
PCI	interface de communications personnelles (<i>personal communications interface</i>)
PoW	au mieux médiocre (<i>poor or worse</i>)
PWT	télécommunications personnelles radioélectriques (<i>personal wireless telecommunications</i>)
qdu	unité de distorsion de quantification (<i>quantization distortion unit</i>)
RLR	équivalent pour la sonie à la réception (<i>receive loudness rating</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RPE-LTP	codage par prédiction à long terme à excitation par impulsions résiduelles régulières (<i>residual pulse excitation – long term predictor</i>)
RTP	protocole en temps réel (<i>real time protocol</i>)
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SLR	équivalent pour la sonie à l'émission (<i>send loudness rating</i>)
SS	suppresseur programmable (<i>soft suppressor</i>)
STMR	affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (<i>sidetone masking rating</i>)
TBRL	affaiblissement d'équilibrage du terminal (<i>terminal balance return loss</i>)
TCLw	équivalent pondéré de couplage du terminal (<i>terminal coupling loss weighted</i>)
TCP	protocole de commande de transmission (<i>transmission control protocol</i>)
TDM	multiplexage par répartition dans le temps (<i>time division multiplex</i>)
TDMA	accès multiple par répartition dans le temps (<i>time division multiple access</i>)
TELR	équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (<i>talker echo loudness rating</i>)
TIA	Association des industries de télécommunication (<i>Telecommunications Industry Association</i>)
UDP	protocole de datagramme d'utilisateur (<i>user data protocol</i>)
UIT	Union internationale des télécommunications
UIT-T	Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT
VAD	détection d'activité vocale (<i>voice activity detection</i>)
VNL	équivalent en transit (<i>via net loss</i>)
VPN	réseau privé virtuel (<i>virtual private network</i>)
VSELP	prédiction linéaire à excitation par somme vectorielle (<i>vector sum excited linear prediction</i>)
WAN	réseau régional (<i>wide area network</i>)
WEPL	affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (<i>weighted echo path loss</i>)
WUPE	équipement radioélectrique de locaux d'abonné (<i>wireless user premises equipment</i>)

4 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

4.1 réseau privé

Dans la présente Recommandation, le terme "réseau privé" sert à décrire un réseau qui ne fournit des éléments de service qu'à un groupe restreint d'utilisateurs, contrairement au réseau public (RTPC) qui est à la disposition du grand public. En général, un réseau privé est un réseau terminal qui se compose de plusieurs nœuds (c'est-à-dire d'autocommutateurs privés) interconnectés avec d'autres réseaux (principalement publics).

Un réseau privé se caractérise comme suit:

- 1) il se compose normalement de plusieurs équipements de commutation [autocommutateurs ou postes téléphoniques à touches (KTS, *key telephone system*)] connectés par l'intermédiaire de lignes directes de jonction ou de lignes louées ou d'un réseau privé virtuel (VPN, *virtual private network*). Les capacités d'un tel réseau sont indépendantes de sa structure et de sa hiérarchie. L'équipement de commutation et les liaisons peuvent être soit analogiques soit numériques;
- 2) il offre des fonctions de commutation et tous les autres éléments de service à un seul client ou à un groupe de clients, sans être accessible au grand public;
- 3) il n'est pas limité par des dimensions géographiques ou par une zone ou région nationale spécifique;
- 4) il n'est pas limité en termes de nombre de postes supplémentaires et de points d'accès à d'autres réseaux.

4.2 réseau public

Le terme de "réseau public" est utilisé dans la présente Recommandation pour désigner tout réseau offrant des fonctions de transmission et commutation ainsi que des éléments de service mis à la disposition du grand public, sans limitation à un groupe d'utilisateurs spécifiques. Dans ce contexte, le terme "public" n'implique aucun rapport avec le statut juridique de l'opérateur du réseau.

Dans certains cas, un réseau public peut n'offrir qu'un ensemble limité d'éléments de service. Dans un environnement concurrentiel, un réseau public peut se borner à desservir un nombre limité de clients ou à fournir des éléments de service ou des fonctions spécifiques. De façon générale, les réseaux publics ne fournissent des points d'accès à d'autres réseaux ou terminaux qu'à l'intérieur d'une zone géographique déterminée.

Du point de vue d'une connexion de bout en bout, un réseau public peut fonctionner soit comme un "réseau de transit" (assurant le lien entre deux autres réseaux) soit comme un réseau combiné "de transit et de terminaison" s'il offre des connexions vers des équipements terminaux tels que des postes téléphoniques ou des autocommutateurs privés. En Amérique du Nord, les opérateurs de jonction (IC, *interexchange carriers*) fonctionnent généralement comme des réseaux de transit, tandis que les fonctions de réseau de transit-terminaison sont attribuées à des opérateurs de commutateur local (LEC, *local exchange carriers*).

4.3 aspects de qualité

Les anciennes méthodes de planification des réseaux terminaux étaient généralement fondées sur des valeurs limites pour les différents paramètres de transmission entre le poste téléphonique (l'interface acoustique) et l'interface avec un autre réseau – principalement public. En d'autres termes, seule était prise en considération la section comprise dans le réseau privé dans le cadre d'une connexion complète formée par les différents éléments de réseaux reliant une bouche/oreille humaine à une interface électrique.

La perception de la qualité de transmission de la parole au cours d'une conversation téléphonique relève cependant et avant tout, d'un jugement "subjectif". La notion de "qualité" ne peut pas être considérée comme une unique grandeur discrète car elle peut varier en fonction de l'attente, par l'utilisateur, d'une "qualité de transmission de la parole" suffisante pour une communication téléphonique à 3,1 kHz, aussi bien pour le type de terminal (combiné par exemple) que pour le service concerné (radioélectrique par exemple). En ce qui concerne la planification de la transmission, la méthode de planification et les calculs nécessaires doivent être fondés sur une étude de bout en bout de la liaison entre la bouche d'un être humain et l'oreille d'un autre être humain.

Plusieurs méthodes sont utilisées et décrites dans différentes Recommandations (par exemple P.800 [30], P.82 [31], P.830 [32] et P.84 [33]) pour juger la qualité dans une configuration donnée et la représentativité des "essais subjectifs". L'une des méthodes les plus courantes consiste à effectuer des essais en laboratoire (par exemple des "essais d'écoute seulement"). Au cours de tels essais, les sujets sont priés de ranger la qualité perçue en catégories. Par exemple, une "évaluation de qualité" peut être définie selon l'échelle à 5 niveaux suivante:

Qualité	Note
Excellent	5
Bon	4
Satisfaisant	3
Médiocre	2
Mauvais	1

Les notes sont utilisées pour calculer la valeur moyenne du jugement de plusieurs observateurs concernant la même configuration expérimentale. Le résultat est appelé "note moyenne d'opinion" (MOS, *mean opinion score*), qui peut théoriquement être comprise entre 1 et 5. Une évaluation de la qualité de transmission de la parole peut aussi être obtenue par calcul du pourcentage de tous les observateurs qualifiant la configuration de "de connexions au moins bonnes" ou de "de connexions au mieux médiocres". Pour une connexion donnée, ces résultats sont exprimés sous la forme d'un "pourcentage de connexions au moins bonnes" (% GoB, *good or better*) ou d'un "pourcentage de connexions au mieux médiocres" (% PoW, *poor or worse*).

Dans les réseaux existants, les fournisseurs de réseaux publics et privés peuvent aussi faire appel à diverses méthodes (comme les suivantes) pour régler et **surveiller** la "qualité de service" en termes de qualité de transmission de la parole:

- méthode subjective par enquêtes auprès des clients conformément à la Recommandation P.800 [30];
- méthode objective faisant appel à un appareillage d'essai appelé "appareil de mesure sans intrusion en service" (INMD, *in-service non-intrusive measurement device*) conformément à la Recommandation P.561 [34];
- méthode objectif faisant appel à des appareils de mesure conformes à la Recommandation P.861 [35]. Noter toutefois qu'un processus de raffinement est en cours dans la Commission d'études 12 de l'UIT-T.

Ces méthodes, décrites dans la référence [51], ne sont pas applicables à la **planification** des réseaux.

Lors de la planification des réseaux, la principale tâche consiste à recueillir les informations nécessaires au sujet des divers éléments de réseau dans la configuration étudiée ainsi que la contribution de ces éléments sur la qualité de transmission vocale de la connexion de bout en bout. Pour aider le planificateur, des modèles de calcul sont proposés. Ils offrent, avec les données d'entrée correspondantes, une valeur calculée pour le facteur d'évaluation R du modèle E ainsi que d'autres mesures de qualité comme les notes MOS et les pourcentages % GoB ou % PoW.

L'un de ces outils est le "**modèle E**", dont l'utilisation est recommandée aux fins de la planification des connexions de téléphonie de bout en bout par combinés à 3,1 kHz. On trouvera de plus amples informations sur le modèle E dans le paragraphe 6 ci-dessous ainsi que dans la Recommandation G.107 [3] et au [59].

4.4 réseau en protocole IP

Les réseaux en protocole IP peuvent apparaître selon différentes réalisations que l'on peut classifier comme suit:

- réseaux privés internes d'entreprise, gérés et/ou dimensionnés (LAN);
- domaines de fournisseur de service (WAN);
- Internet public (concaténation de réseaux étendus WAN);
- combinaison des réseaux précédents.

Ces réseaux se composent de routeurs internes et de routeurs périphériques (par exemple entre LAN et WAN) qui établissent des liaisons de réseau entre les fonctions d'interfonctionnement (IWF, *interworking function*) dites "passerelles" (par exemple vers le RTPC) et les terminaux IP (conformes par exemple à la Recommandation H.323 [26]).

Les réseaux de type IP se fondent sur le protocole Internet (IP, *Internet protocol*). Ils assurent le transport de données en mode paquet. Un signal vocal numérisé, appliqué à l'entrée d'une fonction d'interfonctionnement (IWF) sera donc assemblé en petits paquets eux-mêmes formés d'un en-tête IP contenant en général les données suivantes:

- adresse de destination;
- autres informations relatives au transport;
- en-têtes d'autres protocoles de transmission, de téléphonie en temps réel, etc. (TCP, UDP, RTP par exemple);
- et d'un petit segment temporel extrait du signal vocal.

Finalement, à la sortie d'une autre fonction IWF, les segments de parole seront décomposés en un nouveau signal numérique de parole continu. En variante, la mise en paquets ainsi que la décomposition du signal de parole peuvent être effectuées par un terminal conformément à la Recommandation H.323 [26] au lieu de l'être par la fonction IWF.

4.5 éléments de réseau

Tous les composants qui constituent une connexion de bout en bout doivent être classés en trois grands groupes: les éléments de terminaison, les éléments de connexion et les éléments de transmission.

4.5.1 éléments de terminaison

En ce qui concerne la transmission de la parole, les éléments de terminaison sont tous les types de poste téléphonique, numériques ou analogiques, avec ou sans cordon ou mobiles, y compris les interfaces acoustiques avec la bouche et l'oreille de l'utilisateur. Ces composants sont caractérisés par leur équivalent pour la sonie à l'émission (SLR, *send loudness rating*) et par leur équivalent pour la sonie à la réception (RLR, *receive loudness rating*), qui contribuent à l'équivalent global pour la sonie (OLR, *overall loudness rating*) d'une connexion. D'autres paramètres d'élément de terminaison, comme l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR, *sidetone masking rating*), l'affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (LSTR, *listener sidetone rating*), la conception du combiné (facteur D), la réponse en fréquence dans les sens d'émission et de réception, ainsi que le bruit de fond, contribuent également à l'évaluation de la qualité de transmission de la parole d'une connexion de bout en bout. Dans le cas de systèmes radioélectriques ou de type IP, des distorsions et

des retards additionnels peuvent être ajoutés, selon les algorithmes de codage et de modulation utilisés dans ces interfaces.

4.5.2 éléments de connexion

Les éléments de connexion sont tous les types d'équipement de commutation, comme les autocommutateurs privés locaux (pour la connexion directe d'éléments de terminaison) et les autocommutateurs privés de transit dans les réseaux. Les éléments de connexion peuvent faire appel à une technique de commutation analogique ou numérique ou au mode paquet. Les principales contributions aux dégradations des systèmes analogiques sont l'affaiblissement et le bruit. Les systèmes de commutation numérique contribuent au temps de propagation de bout en bout à cause du traitement du signal, ainsi qu'à la grandeur de la distorsion de quantification associée aux affaiblisseurs numériques et à la conversion de code. Les routeurs en mode paquet contribuent également à la variation du temps de propagation en fonction du temps et à la perte de paquets. Lorsque des conversions de 4 fils à 2 fils sont effectuées à l'intérieur d'interfaces avec des équipements de commutation (ou entre de telles interfaces), des réflexions de signal apportent des dégradations qui sont à l'origine d'effets d'écho.

4.5.3 éléments de transmission

Les éléments de transmission sont tous les types de supports utilisés comme ressource entre des éléments de connexion et entre ceux-ci et des éléments de terminaison. Les supports physiques de ces éléments peuvent être métalliques (cuivre), optiques (fibres) ou radioélectriques. Le signal est de forme analogique ou numérique. Les dégradations associées à la transmission de signaux analogiques sont le temps de propagation (généralement proportionnel à la distance), l'affaiblissement, la réponse en fréquence et le bruit (principalement dû au brouillage longitudinal).

Dans le cadre de la planification, les dégradations dues à la réponse en fréquence et au bruit peuvent habituellement être négligées pour des longueurs de ligne courtes et moyennes.

Pour les éléments de transmission numériques, la principale dégradation de transmission est due au temps de propagation sur les supports métalliques, optiques et radioélectriques. Pour les sections hertziennes, un retard additionnel est introduit en fonction de l'algorithme de codage et de modulation utilisé. Lorsque l'élément de transmission comporte une conversion analogique à numérique, l'affaiblissement et la distorsion sont des facteurs de dégradation additionnels.

Le multiplexage est généralement utilisé pour transporter plusieurs canaux sur un seul support physique. Une variété de systèmes de multiplexage est utilisée dans les réseaux existants:

- multiplexage par répartition dans le temps (TDM, *time division multiplex*);
- équipement de multiplication de circuit numérique (DCME);
- ressources de type paquet:
 - en mode connexion (ATM, *asynchronous transfer mode*)
 - en mode sans connexion (Ethernet, IP)

Dans les éléments de transmission numériques, les systèmes utilisent soit la modulation par impulsions et codage (MIC) à 64 kbit/s selon la Recommandation G.711 [15], soit l'une des techniques de compression introduites plus récemment sur la base de codecs à bas débit. Une influence majeure sur la qualité de transmission de ces systèmes peut être exercée par des distorsions supplémentaires en termes d'unités qdu ou de facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) ainsi que par un temps moyen supplémentaire de propagation dans un seul sens.

4.6 types de connexion

Pour certains réseaux, l'attribution de dégradations est possible par la prise en compte de l'assortiment de types de connexion. Par exemple, des réseaux privés peuvent assurer des connexions principalement internes ou peuvent acheminer une majorité de communications destinées à un

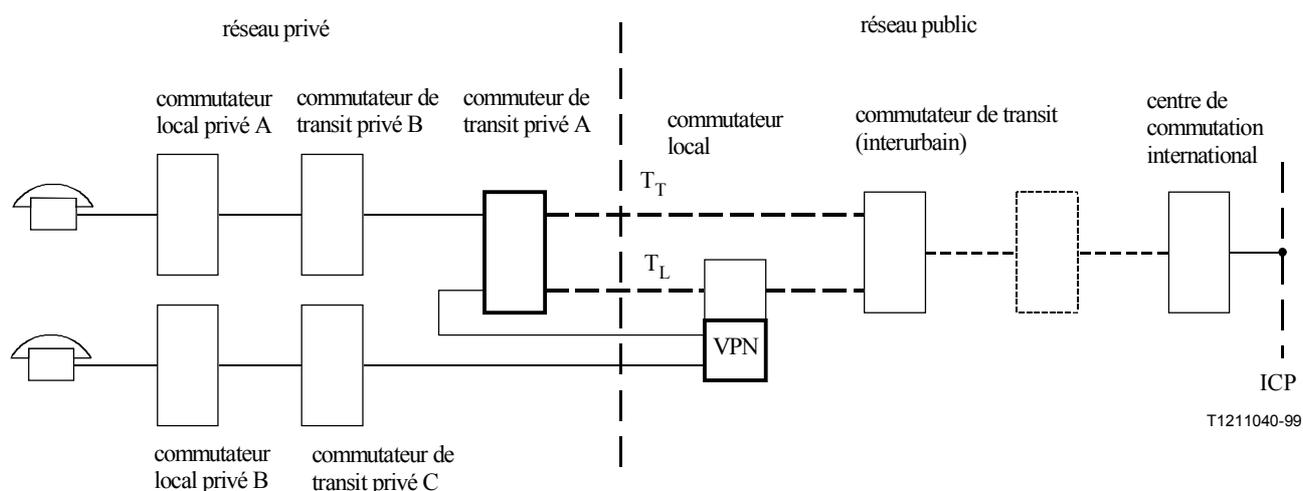
terminal de réseau public en passant par des ressources de réseau privé pour aboutir à un commutateur local du RTPC à proximité de la destination ("déport sur extrémité de destination"). Selon l'activité de l'utilisateur du réseau privé, la prédominance de communications entrantes et sortantes ne peut avoir son origine ou sa destination qu'à l'intérieur d'une zone d'appels locaux. Il est également possible de séparer les communications entre connexions internes (entre deux éléments de terminaison du même réseau privé) et connexions externes via un réseau public. Ces dernières connexions peuvent ensuite être subdivisées en "communications locales" pour les connexions de zone exclusivement locale, en "communications nationales à longue distance" et en "communications internationales".

Il y a lieu de remarquer que, dans ce contexte, le terme de "prédominance" est interprété comme une proportion de connexions (par exemple en zone locale) supérieure à 95 %. L'examen de l'assortiment des types de connexion à introduire dans la planification permet au planificateur – chaque fois que possible – d'élargir l'objectif (habituellement petit) attribué à des paramètres spécifiques (comme le temps de transmission) dans le réseau étudié, afin d'obtenir un réseau de conception plus économique.

5 Configurations de référence

Les configurations de référence ont, dans la planification de la transmission, pour fonction de donner un aperçu général de la connexion considérée et de simplifier l'identification de tous les éléments (de terminaison, de connexion et de transmission) qui apportent des dégradations de la qualité de transmission de bout en bout.

Compte tenu de la variété des hiérarchies, des structures, des routages, des nombres et des types d'éléments dans un réseau, chaque connexion étudiée produira une configuration de référence différente. Il n'est donc pas possible de créer une seule configuration générique pour toute la tâche de planification du réseau. Les figures suivantes ne doivent être considérées que comme des exemples, utilisés principalement pour les définitions données dans la présente Recommandation. Une des principales tâches de la planification consiste à identifier le type d'interconnexion entre le réseau examiné et d'autres réseaux. La Figure 1 montre une configuration de base en admettant une interface numérique entre les réseaux.



- ICP point de connexion international
- T_L point d'accès à un commutateur local du réseau public
- T_T point d'accès à un commutateur de transit du réseau public
- VPN réseau privé virtuel

Figure 1/G.108 – Configuration de base pour l'interconnexion entre réseaux privés et publics

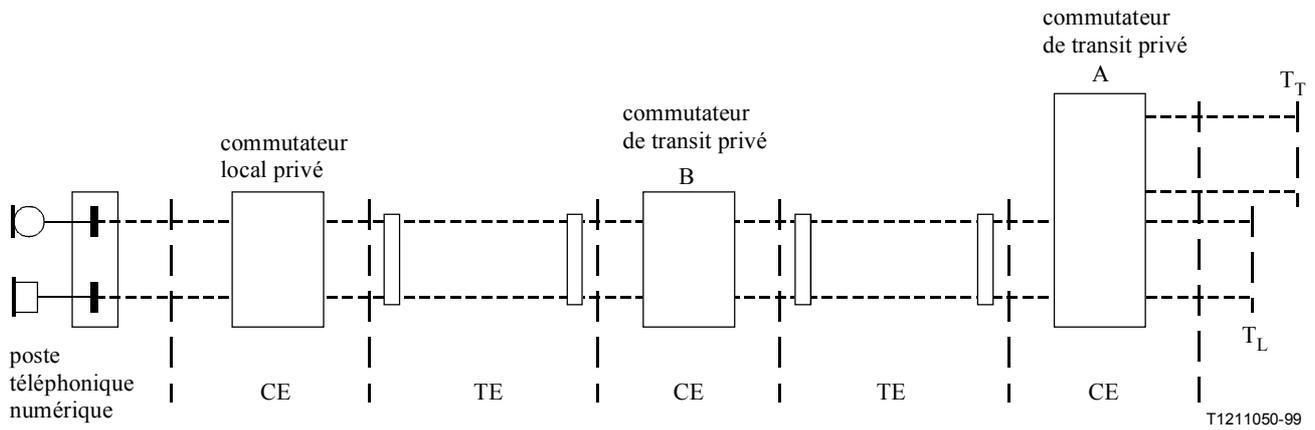
Dans la Figure 1, qui est généralisée de façon à inclure les scénarios internationaux, le réseau public – donc la connexion entière – n'est représenté que jusqu'au point de connexion international (ICP, *international connection point*) d'un centre de commutation international (CCI). L'on part du principe que la marge de dégradation entre les points d'accès pour des communications à l'intérieur du réseau public national est attribuée symétriquement par rapport au point ICP, qui peut être considéré comme le centre virtuel du réseau public pour les communications internationales. Comme, dans la même configuration, des communications peuvent être terminées de part et d'autre par des réseaux privés, il semble suffisant de dessiner la figure de cette manière simple. Pour des chaînes de connexion ne mettant pas en jeu de point ICP (par exemple la plupart des connexions à l'intérieur de l'Amérique du Nord), on peut partir du principe que le centre virtuel équivalent se trouve à l'intérieur de la partie numérique du fournisseur de réseau de niveau le plus élevé, généralement un opérateur de jonctions.

Cette configuration montre deux types différents d'interfaces entre réseaux publics et privés: l'une, appelée T_L , connecte le réseau privé à un commutateur local (par exemple à un opérateur LEC), habituellement de niveau hiérarchique le moins élevé et constituant le point de connexion commun dans un réseau public. L'autre interface, appelée T_T , connecte le réseau privé directement à un niveau hiérarchique plus élevé, par exemple à un opérateur de jonctions, en court-circuitant le commutateur local. Dans certains cas, surtout pour de très grands réseaux privés, ce circuit court permet d'attribuer de meilleurs objectifs à des paramètres de transmission (comme le temps de propagation) du réseau privé.

La Figure 1 montre également l'interconnexion entre les commutateurs de transit privés A et C au moyen des caractéristiques d'un réseau privé virtuel (VPN, *virtual private network*). Aux fins de la planification de la transmission, ce réseau VPN – bien que faisant partie du réseau public – doit être considéré comme faisant partie du réseau privé. Il en est de même pour les lignes louées ou pour les lignes directes de jonction servant d'éléments de transmission entre différents autocommutateurs privés dans le réseau privé mais habituellement fournis par des opérateurs de réseau public.

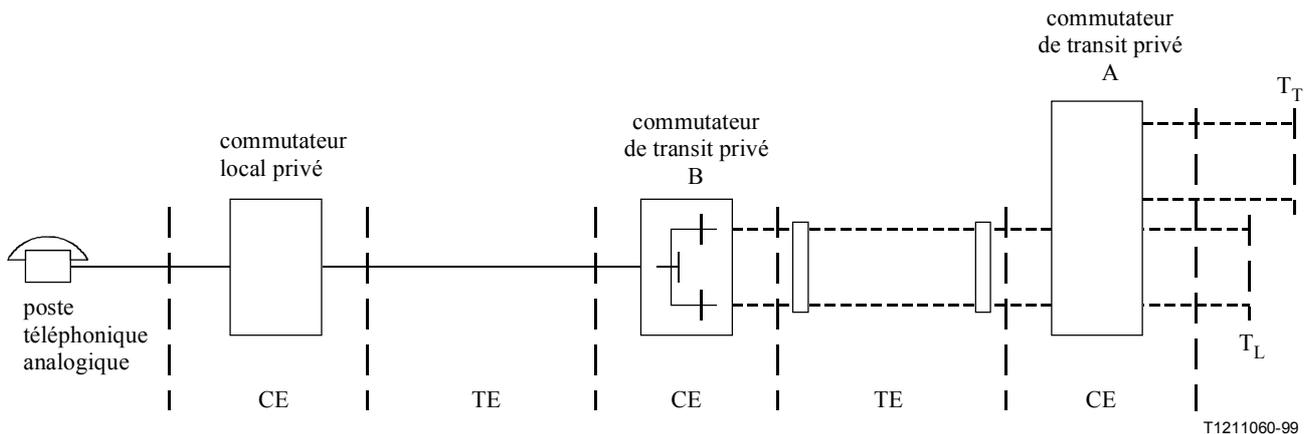
Lorsque le réseau privé comporte des lignes louées ou des lignes directes de jonction, des connexions de réseau VPN ou des terminaux Centrex, le planificateur de réseau privé doit obtenir, auprès du fournisseur de ces ressources ou services de réseau public, des informations sur la planification de transmission concernant ces connexions.

Les Figures 2 à 4 montrent plus en détail des configurations communes à l'intérieur du réseau privé. La Figure 2 montre une chaîne de connexion entièrement numérique entre un poste téléphonique numérique et les interfaces numériques T_L ou T_T avec le réseau public. En supposant une transmission entièrement transparente au niveau des bits dans tous les éléments du réseau privé, cette configuration peut être considérée comme l'optimum qualitatif pour une connexion dans laquelle le réseau privé apporte probablement une dégradation de transmission minimale à la connexion globale.



- T_L point d'accès numérique au commutateur local
- T_T point d'accès numérique au commutateur de transit
- CE élément de connexion
- TE élément de transmission

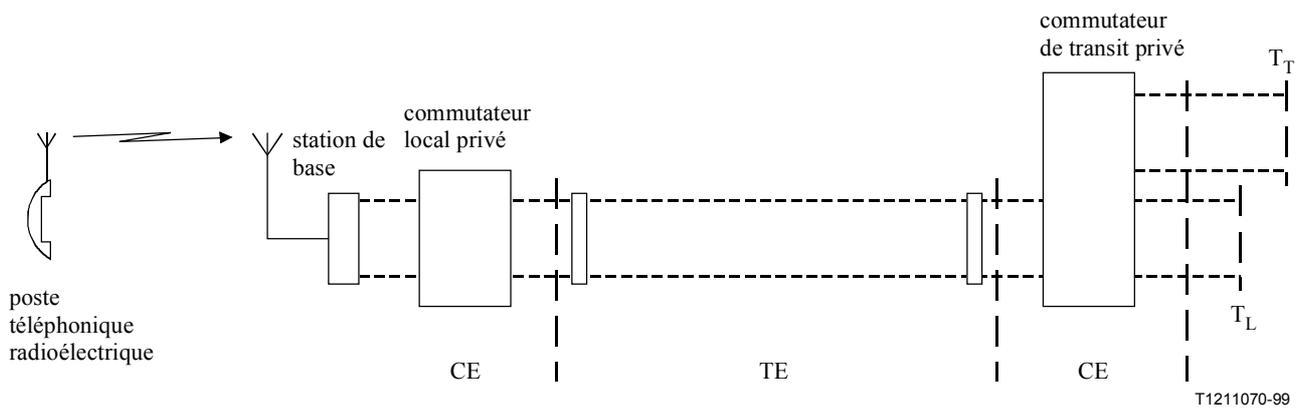
Figure 2/G.108 – Configuration normale avec routage entièrement numérique dans le réseau privé



- T_L point d'accès numérique au commutateur local
- T_T point d'accès numérique au commutateur de transit
- CE élément de connexion
- TE élément de transmission

Figure 3/G.108 – Réseau privé avec conversion 4 fils/2 fils

La configuration de la Figure 3 implique une conversion 4 fils/2 fils (hybride) dans le commutateur de transit privé B et des ressources à 2 fils vers le commutateur de terminaison privé ainsi que vers le poste téléphonique analogique. Dans ce cas, il y a lieu de s'attendre à des dégradations dues à l'affaiblissement dans la section de câble à 2 fils. Par ailleurs, l'hybride dans le commutateur de transit B peut provoquer des dégradations pouvant être à l'origine d'un écho pour l'abonné distant. Cet hybride forme également le raccordement de terminaison à 4 fils avec le réseau public et peut donc influencer la stabilité de la connexion.



T_L point d'accès numérique au commutateur local
 T_T point d'accès numérique au commutateur de transit
 CE élément de connexion
 TE élément de transmission

Figure 4/G.108 – Téléphone radioélectrique connecté numériquement

Lorsque des postes téléphoniques radioélectriques servent d'élément de terminaison (comme indiqué sur la Figure 4), les dégradations dues au retard additionnel et à la distorsion doivent faire l'objet d'une planification. Dans de telles configurations, l'utilisation de limiteurs d'écho doit également être envisagée.

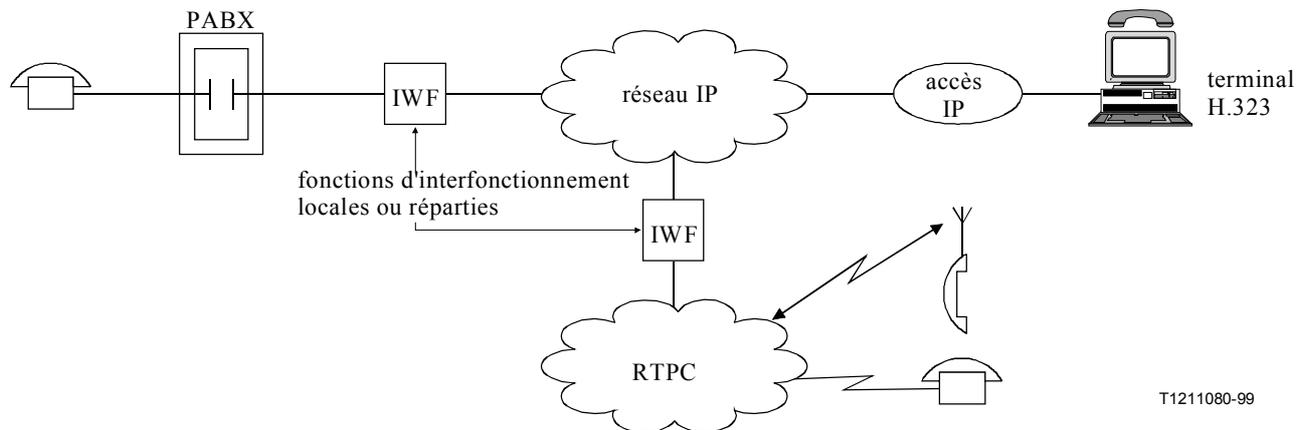


Figure 5/G.108 – Connexion de base entre le RTPC et un réseau IP avec son terminal H.323 et un autocommutateur privé connecté par l'intermédiaire d'une fonction IWF

Lorsque des réseaux de type IP servent d'élément de transmission (contenant des éléments de connexion), comme représenté sur la Figure 5, les dégradations dues au transcodage ou à l'interconnexion en cascade de codecs à bas débit, la perte de paquets ainsi que le retard additionnel doivent faire l'objet d'une planification. Dans de telles configurations, il y a lieu d'étudier également l'existence, la nécessité et les caractéristiques de limiteurs d'écho.

6 Principe de planification de base – La méthode du facteur de dégradation dans le cadre du modèle E

Comme indiqué dans l'introduction de la présente Recommandation, il faut donner plus de flexibilité, en termes de planification de la transmission, au scénario d'évolution rapide dans le domaine des réseaux multiples en interconnexion (par exemple des réseaux privés) dont les dimensions et la complexité augmentent, en association avec les nouvelles techniques et avec la nécessité de trouver des solutions plus économiques.

En général, la qualité de la transmission des signaux de parole dans les voies téléphoniques est fondée sur un jugement subjectif par les usagers des deux bouts. La planification de la transmission indiquée dans la Recommandation G.101 (Le Plan de transmission) [2] est en principe issue d'une étude de bout en bout en liaison avec une répartition de tous les paramètres associés entre les différents réseaux ou segments de réseau. Pour les réseaux privés, cette méthode était courante dans le domaine du contrôle de toutes les communications passant par le réseau public en fixant des limites pour le réseau privé entre l'interface acoustique du poste téléphonique et une interface électrique avec le réseau public. Ces limites étaient définies de façon à garantir une qualité suffisante de toutes les communications (nationales et internationales). En Amérique du Nord, c'étaient habituellement les fournisseurs de réseau public qui fixaient les objectifs attribués; en Europe, ces objectifs étaient régis par réglementation.

Au fur et à mesure que les réseaux devenaient plus complexes (modernisation des normes d'interfonctionnement en Amérique du Nord et passage des pays européens à la libéralisation), ce principe perdait de sa validité. En concomitance avec la progression de la libéralisation dans de nombreux pays, la responsabilité d'une qualité suffisante de transmission des signaux vocaux est passée à l'opérateur du réseau de terminaison (privé par exemple). La planification de tels réseaux en termes de qualité de transmission de la parole nécessite toutefois des connaissances et de l'expérience dans le domaine des paramètres de transmission et de leur influence sur cette qualité. Il paraît donc indispensable de disposer d'une méthode de planification qui soit facile à manier et qui soit assortie d'informations didactiques et d'outils de planification détaillés: telle est la raison d'être de la présente Recommandation.

Il convient de noter que l'objet principal de la planification des réseaux consiste à limiter le cumul des dégradations de transmission dues aux différents éléments de réseau dans toutes les configurations possibles. La planification des réseaux n'a pas pour tâche de limiter la dégradation de transmission d'un élément de réseau particulier. Sauf indication contraire, l'on part du principe que les éléments de transmission, de commutation et de terminaison sont en général conçus de façon à satisfaire à toutes les prescriptions applicables figurant dans des Recommandations de l'UIT-T et dans des normes internationales ou nationales applicables à ce type d'élément.

Sur la base d'essais subjectifs, la perception des usagers est exprimée en termes de notes MOS, de pourcentage GoB ou de pourcentage PoW. Au cours de la planification de la transmission, il n'est cependant pas pratique d'effectuer des essais subjectifs. Il faut donc trouver une méthode permettant au planificateur de combiner par calcul toutes les dégradations de transmission existant dans la connexion étudiée, afin d'obtenir une valeur totale de dégradation. Ce calcul doit être effectué au moyen d'un algorithme fondé sur des essais subjectifs. Dans les chaînes de connexion téléphonique comportant divers éléments de réseau, différents paramètres de transmission peuvent aussi contribuer simultanément à la dégradation totale. La méthode de planification retenue devra donc comporter également des effets combinatoires. Pour toutes les configurations étudiées par la présente Recommandation, la planification de la qualité de transmission de la parole devra être fondée sur une étude de bout en bout plutôt que sur une spécification de limites individuelles de paramètres objectifs.

L'on utilise des modèles algorithmiques pour calculer les différentes valeurs de dégradation en vue de la planification, particulièrement s'il faut étudier l'effet combiné de plusieurs paramètres en présence. Plusieurs de ces "modèles d'évaluation" ont été mis au point. Ils ont été reproduits et

décrits dans d'anciennes publications de l'UIT et du CCITT, dont l'application n'est plus recommandée et qui n'ont aujourd'hui qu'une valeur documentaire. Actuellement, la Recommandation G.107 [3] donne l'algorithme pour le modèle "E" en tant que modèle commun de l'UIT-T pour l'évaluation de l'indice de transmission.

La planification de la transmission fondée sur le modèle E tel qu'il est recommandé permet de prédire la qualité – qui sera perçue par l'utilisateur – d'une connexion donnée. L'on calcule des valeurs de dégradation sur la base d'une évaluation de bout en bout pour chaque paramètre de transmission (y compris le type et le nombre de codecs à bas débit). Cette méthode tient compte des dispositifs de codage à bas débit et des dégradations dues à des codeurs MIC normalisés ainsi que des dégradations non directement associées au traitement numérique. L'introduction d'un critère de qualité aux fins de la planification permet également à l'opérateur de réseau privé de concevoir son réseau en fonction d'un rapport qualité/prix tenant compte des besoins spécifiques de ce réseau.

Le principe fondamental de la planification, utilisé dans la présente Recommandation, s'écarte des précédentes méthodes de planification en ce qui concerne les scénarios d'interconnexion de réseaux. La qualité de transmission de bout en bout des signaux de parole est maintenant exprimée en termes de facteur d'évaluation R obtenu par les calculs du modèle E. Ce facteur peut être transformé en d'autres mesures de qualité, qui ont déjà été utilisées pour la planification de la transmission, comme les notes moyennes d'opinion (MOS), le pourcentage de connexions au moins bonnes (%GoB) ou le pourcentage de connexions au mieux médiocres (%PoW), conformément à l'Annexe B/G.107 [3].

La Figure 6 est destinée à montrer en détail la relation et l'interdépendance entre notes MOS subjectives, notes MOS objectives, notes MOS prédites et facteur R du modèle E.

Plus précisément:

- les notes MOS subjectives représentent la qualité d'écoute de paroles calculée par un "essai subjectif" conforme à la Recommandation P.800 [30];
- les notes MOS objectives représentent la qualité d'écoute de paroles mesurée. Il s'agit d'une méthode type d'évaluation comparative;
- les notes MOS prédites représentent la qualité téléphonique estimée.

Le cadre "système" contient tous les équipements (acoustiques ou d'entrée/sortie électrique) qui doivent être soumis aux essais (subjectifs ou objectifs).

Le cadre "essai subjectif" représente l'essai auditif permettant d'obtenir une note moyenne d'opinion subjective.

Le cadre "méthode d'évaluation comparative" représente un dispositif de mesurage objectif (étalonné avec les résultats de l'essai auditif) dont le résultat est une "Note MOS objective". Ce résultat (dans le cas d'un codeur-décodeur pur) peut ensuite être transformé en "facteur de dégradation due à l'équipement" (I_e) pour usage dans le modèle E. Les notes MOS subjectives et objectives sont transformées en "facteur de dégradation due à l'équipement" (I_e) comme décrit dans l'Appendice I/G.113 [5].

Le "modèle E" est un algorithme paramétrique fondé sur les résultats d'essais auditifs subjectifs qui étaient autrefois effectués avec les paramètres d'entrée "Système" (et les valeurs du facteur I_e). Le résultat des calculs du modèle E est le "facteur d'évaluation R du modèle E", qui peut être transformé en "notes MOS prédites".

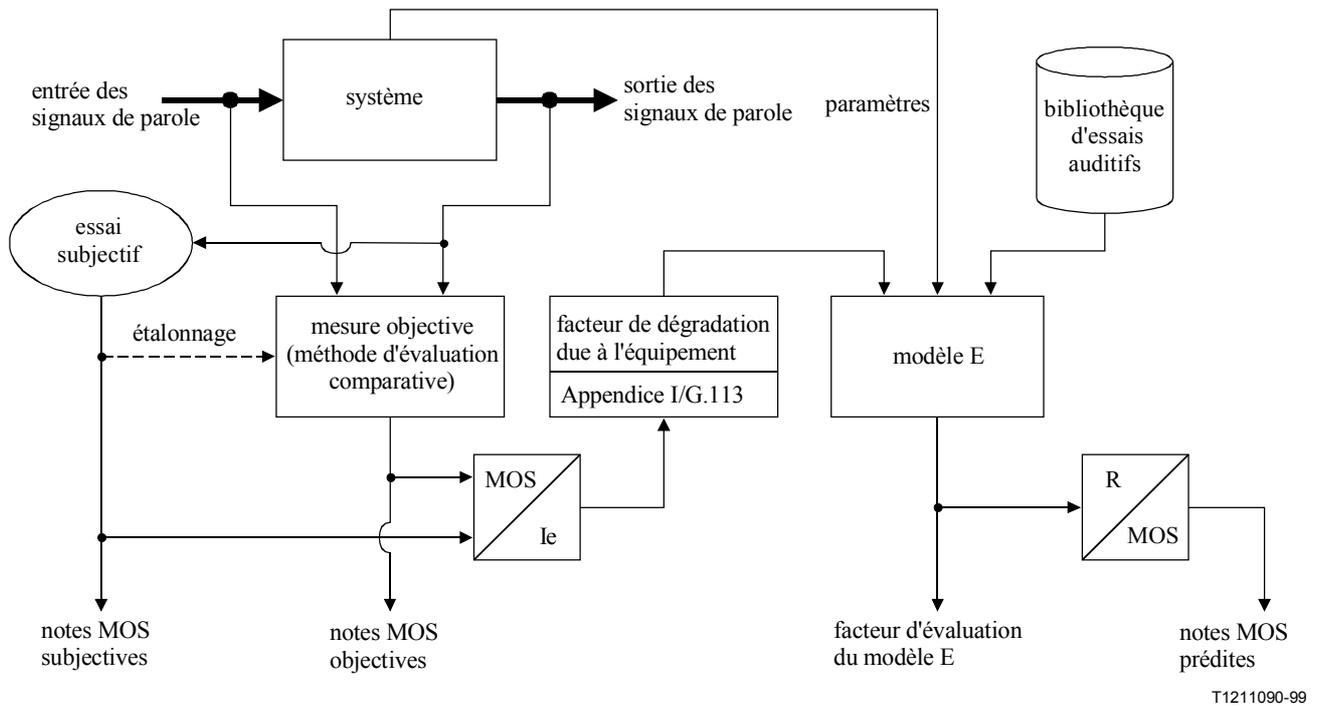


Figure 6/G.108 – Le modèle E dans l'environnement des essais subjectifs et des essais objectifs

Ce principe de base est appliqué non seulement aux communications internes du réseau examiné mais aussi aux communications passant par des réseaux publics. Dans ce dernier cas, illustré par la Figure 7, l'application du "principe de connexion de bout en bout" vise des parties d'une connexion qui ne sont pas directement soumises à planification par le planificateur de réseaux. Les dégradations dues au réseau public (ou aux connexions en cascade par l'intermédiaire de plusieurs réseaux publics) et à la terminaison distante doivent pouvoir être déterminées et incluses dans la planification de la transmission. En pratique, cela peut soulever certains problèmes pour le planificateur car ces valeurs ne sont pas disponibles dans tous les cas, en particulier pour la terminaison distante. Dans ces situations, l'on peut utiliser des valeurs moyennes pour différents paramètres de transmission. Ces valeurs sont indiquées dans la présente Recommandation (voir A.3) pour les terminaisons de base (poste téléphonique isolé, réseau privé). Des problèmes mineurs peuvent se poser pour des sections de réseau public. Des renseignements sur les dégradations selon différents routages devraient pouvoir être obtenues grâce à des négociations entre le fournisseur de réseau public et le planificateur de réseau privé. Une application judicieuse des paramètres de dégradation dans les sections de réseau public permet cependant de différencier les types de communication: nationales-locales, nationales-longue distance et internationales. Elle permet aussi de différencier l'attribution des objectifs de dégradation au profit de la conception du réseau privé.

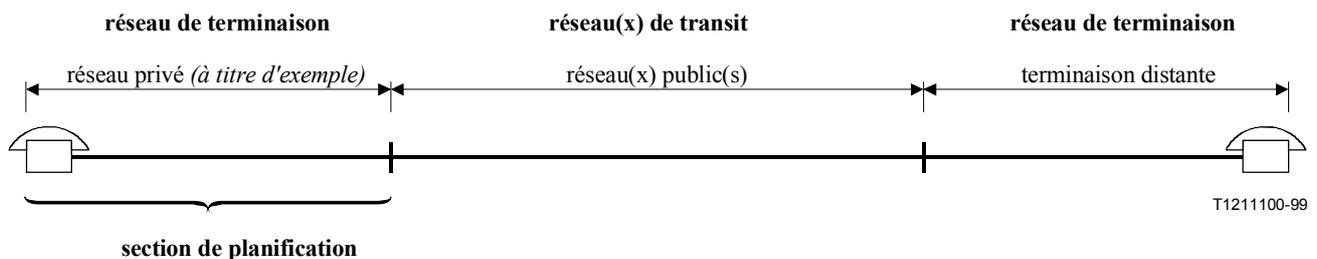


Figure 7/G.108 – Configuration générale pour les communications par réseaux publics

La méthode du facteur de dégradation est fondée sur l'hypothèse que les dégradations de transmission peuvent être transformées en facteurs psychologiques et que ces derniers sont additifs sur "l'échelle psychologique" représentée sur la Figure 8 ci-après.

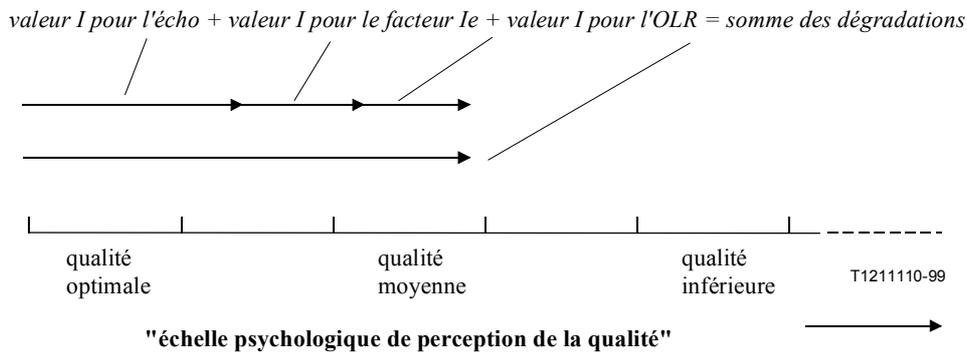


Figure 8/G.108 – Exemple d'addition des dégradations sur une "échelle psychologique"

Un algorithme mathématique approprié est fourni par le modèle E. Cet algorithme permet de transformer les différents paramètres de transmission en différents "facteurs de dégradation". Cette méthode et l'algorithme du modèle E comportent également les effets combinatoires de ces dégradations lorsqu'elles se produisent simultanément dans la connexion considérée, ainsi que certains effets de masquage. Avec le modèle E, l'on dispose d'un outil très pratique, offrant un moyen simple et maniable d'effectuer une planification concrète.

Le résultat final d'un calcul quelconque avec le modèle E est le facteur d'évaluation R de ce modèle. La relation entre les différentes valeurs de dégradation et R est donnée par l'équation suivante:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A$$

Le terme R_0 exprime le rapport signal sur bruit de base.

Le terme I_s représente toutes les dégradations qui se produisent plus ou moins en même temps que le signal vocal. Ce sont par exemple: un niveau vocal (volume téléphonique) trop élevé (en raison d'un équivalent OLR non optimal); un effet local non optimal (affaiblissement STMR); un bruit de quantification (unités qdu), etc.

Le "facteur de dégradation due au temps de propagation" (I_d) cumule toutes les dégradations dues au temps de propagation et aux effets d'écho. Le "facteur de dégradation due à l'équipement" (I_e) représente les dégradations dues aux codecs à bas débit qui sont utilisés dans des équipements spéciaux.

Le "facteur d'avantage" (A) représente un "avantage d'accès" que certains systèmes peuvent offrir par rapport aux systèmes classiques. Alors que tous les autres facteurs de dégradation sont soustraits du rapport signal sur bruit de base R_0 , cette valeur est ajoutée et compense donc, dans une certaine mesure, d'autres dégradations. Elle peut servir à tenir compte du fait que l'utilisateur tolérera une certaine baisse de qualité en contrepartie de "l'avantage d'accès". Exemples de tels avantages: les systèmes sans cordon et mobiles ou les connexions par bonds satellitaires multiples dans les régions difficiles à atteindre. L'utilisation et la grandeur du facteur d'avantage A s'inscrivent dans la responsabilité du planificateur de transmission individuel. Elles feront l'objet d'un complément d'étude.

Des valeurs élevées du facteur d'évaluation R dans le modèle E, comprises dans l'étendue de $90 \leq R < 100$ doivent être interprétées comme indiquant une qualité excellente, alors qu'une qualité inférieure de R indique une qualité inférieure.

Il convient de noter que, dans certains cas, c'est non seulement le résultat final pour R qui importe mais également les valeurs de dégradation spécifique I_s , I_d et I_e . Leur contribution individuelle à la valeur totale des dégradations peut être utilisée pour la détermination des dégradations majeures dans la configuration examinée et pour l'obtention éventuelle d'une réduction de la gravité de ces dégradations: par exemple une réduction du facteur I_d en insérant des annuleurs d'écho.

Le Tableau 1, repris de la Recommandation G.109 [4], associe le facteur d'évaluation R du modèle E à des catégories de qualité de transmission de la parole et à des degrés de satisfaction des usagers.

Tableau 1/G.108 – Définition des catégories de qualité de transmission de la parole

Etendue du facteur d'évaluation R du modèle E	Catégorie de qualité de transmission de la parole	Degré de satisfaction de l'utilisateur
$90 \leq R < 100$	Optimale	Très satisfait
$80 \leq R < 90$	Elevée	Satisfait
$70 \leq R < 80$	Moyenne	Insatisfaction de quelques usagers
$60 \leq R < 70$	Basse	Insatisfaction de nombreux usagers
$50 \leq R < 60$	Médiocre	Insatisfaction de presque tous les usagers
NOTE 1 – Les connexions dont le facteur d'évaluation R du modèle E est inférieur à 50 ne sont pas recommandées.		
NOTE 2 – Bien que la tendance en planification de la transmission soit d'utiliser le facteur d'évaluation R du modèle E, l'on peut trouver dans l'Annexe B/G.107 [3] des équations permettant de convertir ce facteur en d'autres critères comme les notes MOS, le pourcentage GoB et le pourcentage PoW.		

Le modèle E et son algorithme impliquent l'introduction des paramètres suivants:

- **SLR** équivalent pour la sonie à l'émission;
- **RLR** équivalent pour la sonie à la réception;
- **OLR** équivalent global pour la sonie¹;
- **STMR** affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage²;
- **LSTR** affaiblissement d'effet local pour l'auditeur²;
- **Ds** valeur D du côté émission téléphonique;
- **Dr** valeur D du côté réception téléphonique²;
- **TELR** équivalent en sonie du trajet d'écho pour le locuteur;
- **WEPL** affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho;
- **T** temps de propagation moyen dans un sens du trajet d'écho;
- **Tr** temps de propagation aller-retour dans une boucle fermée à 4 fils;
- **Ta** temps de propagation absolu sur connexion exempte d'écho;
- **qdu** nombre d'unités de distorsion de quantification;
- **Ie** facteur de dégradation due à l'équipement (codecs à bas débit);
- **Nc** bruit de circuit rapporté au point de référence 0 dBr;
- **Nfor** bruit de fond du côté réception;

¹ Valeur d'entrée indirecte, calculée par $OLR = SLR + RLR$.

² Ces paramètres sont en relation fixe comme suit: $LSTR = STMR + Dr$.

- Ps bruit de salle du côté émission;
- Pr bruit de salle du côté réception;
- A **facteur d'avantage.**

Seuls les paramètres indiqués en caractères gras sont habituellement soumis à planification. Les autres paramètres peuvent être réglés aux valeurs par défaut. Pour plus de détails, voir paragraphe 7.

Une description détaillée de l'algorithme complet est donnée dans la Recommandation G.107 [3]. On trouvera au paragraphe 9 des informations sur l'utilisation pratique du modèle E aux fins de la planification.

7 Paramètres soumis à planification et leurs limites

Comme indiqué dans son domaine d'application, la présente Recommandation offre surtout des exemples fondés sur des connexions avec interfaces numériques entre réseaux privés et publics ainsi que sur des supports numériques pour les principaux éléments de transmission à l'intérieur du réseau privé. Etant donné que les réseaux et leurs éléments passent du mode analogique au mode numérique, certains paramètres de transmission deviennent plus significatifs en ce qui concerne la qualité téléphonique de bout en bout et prennent plus d'importance pour les objectifs de planification alors que d'autres paramètres sont réduits à une influence mineure ou peuvent même être négligés. Les sous-paragraphes 7.1 à 7.9 décrivent les paramètres qui, dans un environnement principalement numérique, doivent être soumis à planification. Le sous-paragraphe 7.10 traite des paramètres qui, par souci de simplification, peuvent être négligés ou pris en considération seulement dans des applications spéciales.

7.1 Equivalent global pour la sonie

Bien que, dans les réseaux privés, l'accent soit surtout mis sur les interfaces numériques avec d'autres réseaux (surtout publics) et sur les supports de transmission numérique pour les principaux éléments de transmission, il y a lieu de prendre en considération l'équivalent global pour la sonie (OLR, *overall loudness rating*) d'une connexion. Pour des raisons d'ordre économique, des portions de réseau privé peuvent continuer à faire appel à des lignes analogiques à 2 fils et à des éléments de connexion (PBX, *private branch exchange*) en technique de commutation analogique, apportant ainsi des dégradations généralement associées à l'environnement analogique, comme l'affaiblissement et le bruit. De même, à l'intérieur des réseaux publics, on ne peut supposer que toutes les connexions seront entièrement numériques en termes de routage et de terminaison.

Fondamentalement, l'équivalent OLR d'une connexion se calcule comme la somme de l'équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) du poste téléphonique à une extrémité, de l'équivalent pour la sonie à la réception (RLR) du poste distant et de l'équivalent pour la sonie du circuit (CLR, *circuit loudness rating*). Il représente donc la somme de tous les affaiblissements analogiques et numériques entre ces postes téléphoniques.

$$\text{OLR} = \text{SLR} + \text{CLR} + \text{RLR}$$

Les dégradations dues à l'équivalent OLR peuvent être dues à des valeurs trop élevées ou trop basses de cet équivalent. La valeur optimale est comprise entre 6 et 10 dB. Les communications entre deux postes téléphoniques numériques, c'est-à-dire conformes à la Recommandation P.310 [27] ou au [42] avec SLR = 8 dB et RLR = 2 dB, ou conformes au [49] avec SLR = 7 dB et RLR = 3 dB, acheminées sur une connexion entièrement numérique, répondront à cette valeur optimale de l'équivalent OLR (10 dB). La relation entre le facteur R du modèle E et l'équivalent OLR d'une connexion est représentée sur la Figure 9. Cette courbe, calculée avec le modèle E, est obtenue lorsque tous les autres paramètres d'entrée de ce modèle sont réglés à leur valeur par défaut (voir 9.7), c'est-à-dire que l'équivalent OLR est la seule dégradation dans la connexion examinée.

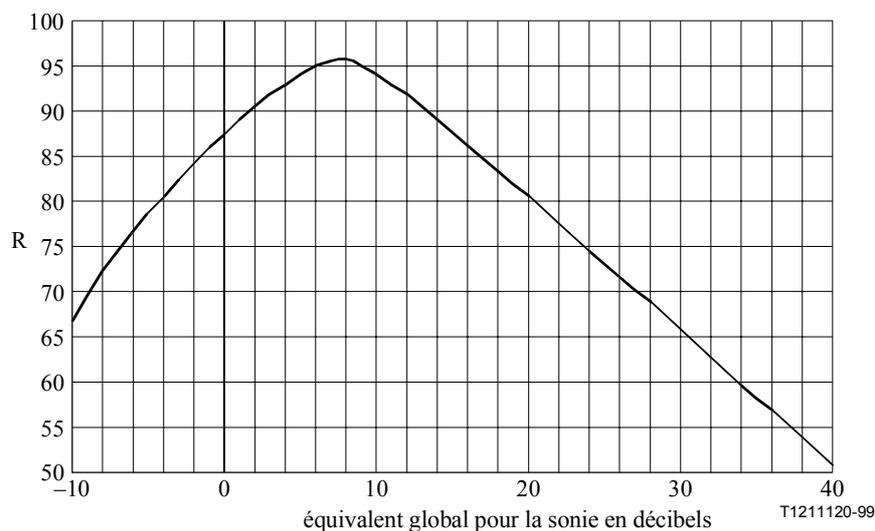


Figure 9/G.108 – Relation entre OLR et facteur d'évaluation R dans le modèle E

Si l'on compare la courbe de la Figure 9 avec la définition, dans le Tableau 1, des catégories de qualité de transmission de la parole, une étendue d'équivalents OLR comprise entre -10 dB et +30 dB assure une qualité comprise entre "optimale" et "basse". La valeur de 30 dB doit toutefois être considérée, pour une connexion, comme une limite supérieure maximale à ne jamais dépasser même en cas exceptionnels. Pour une qualité de transmission vocale de catégorie "moyenne" (limite préférée pour les connexions normalisées), il est recommandé que la valeur supérieure de l'équivalent OLR soit comprise entre 20 dB et 25 dB. De faibles valeurs d'équivalent OLR peuvent exister pour des connexions internes de réseau privé, entre deux postes analogiques ou si les postes numériques ont des valeurs d'équivalents SLR et/ou RLR inférieure à celles qui figurent dans la Recommandation P.310 [27], et références [42] ou [49]. De très faibles valeurs d'équivalent OLR sont à éviter. Pour $OLR < 0$ dB, l'insertion d'un affaiblissement additionnel est recommandée.

7.2 Echo

Comme indiqué ci-dessus, un routage entièrement numérique ne peut pas être pris comme hypothèse dans toutes les configurations. Un routage mixte analogique-numérique dans les réseaux privés et publics implique généralement la présence de convertisseurs 4 fils/2 fils, dans lesquels des réflexions de signal ainsi que des retards de transmission peuvent provoquer des dégradations dues à l'écho pour le locuteur, qui doivent être prises en compte. Les réflexions de signal se produisent surtout aux hybrides, où le trajet bilatéral de la connexion entre le poste téléphonique du locuteur et l'hybride forme le "trajet des courants d'écho". Dans certaines connexions à points de conversion multiples, il existe plusieurs trajets d'écho.

Les effets de l'écho sur une conversation peuvent se traduire par des dégradations pour le locuteur comme pour l'auditeur. Ces dégradations sont exprimées respectivement par l'écho pour le locuteur et l'écho pour l'auditeur. On trouvera de plus amples informations sur ces effets dans la Recommandation G.131 [9] et dans la Recommandation G.126 [8]. En règle générale, l'écho pour l'auditeur peut être négligé si l'écho pour le locuteur est suffisamment limité.

La dégradation due à l'écho pour le locuteur dépend de deux facteurs: le temps de propagation et le niveau du signal vocal réfléchi vers le locuteur. La qualité perçue diminue lorsque le temps de propagation et/ou le niveau du signal d'écho reçu augmentent.

Aux fins de la planification, le temps de transmission, (T), est défini comme le temps moyen de transmission dans un sens sur le trajet d'écho. Bien que le temps de transmission total (aller et retour) entre le poste du locuteur et l'hybride constitue le temps de propagation de l'écho, le temps moyen de

transmission dans un seul sens est utilisé dans les calculs du modèle E en supposant que, pour la plupart des configurations, le temps de transmission est presque égal dans les deux sens de transmission.

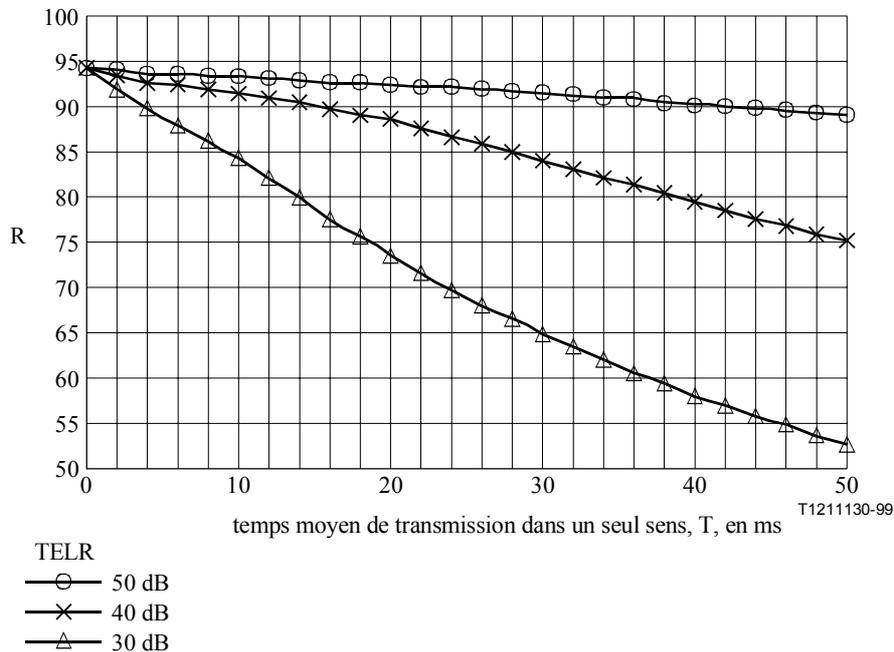


Figure 10/G.108 – Equivalent R dans le modèle E dû à l'écho pour le locuteur

Pour les calculs de planification, le niveau du signal d'écho reçu est exprimé, en tant que paramètre d'entrée dans le modèle E, comme l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR, *talker echo loudness rating*). Cet équivalent est défini par la somme SLR + RLR du poste téléphonique du locuteur plus l'affaiblissement d'écho (EL, *echo loss*) du trajet des courants d'écho. L'affaiblissement d'écho (EL) comprend les affaiblissements dans le trajet de transmission aller-retour et l'équivalent TBRL (voir A.1.3) à un point de conversion 4 fils/2 fils.

$$\text{TELR} = \text{SLR} + \text{EL} + \text{RLR}$$

La relation entre le temps moyen de propagation dans un seul sens, (T), et le facteur d'évaluation R du modèle E est représentée dans la Figure 10 pour trois valeurs différentes de l'équivalent TELR. Les courbes sont calculées avec tous les autres paramètres réglés sur leur valeur par défaut.

L'écho pour le locuteur est le plus important paramètre dans les réseaux modernes en combinaison numérique-analogique.

Des améliorations de la qualité perçue, en termes d'écho pour le locuteur, peuvent être obtenues soit par des valeurs plus élevées de l'équivalent TELR soit par des valeurs moins élevées du temps moyen dans un sens, (T), ou par une combinaison de ces deux variations:

- la valeur de l'équivalent TELR peut être augmentée par des améliorations de la conversion 4 fils/2 fils (augmentation de l'équivalent TBRL) ou par une augmentation délibérée de l'affaiblissement dans la connexion. Cependant, dans une connexion donnée, l'augmentation de l'équivalent TELR par insertion d'affaiblissement est limitée afin d'éviter de trop grandes valeurs d'équivalent OLR (noter cependant que pour chaque augmentation de 1 dB de l'équivalent OLR, l'équivalent TELR augmentera de deux décibels). Lorsque la valeur d'affaiblissement, qui serait nécessaire pour obtenir un équivalent TELR adéquat, se traduit par un OLR excessif, il y a lieu d'envisager l'utilisation d'annuleurs d'écho (EC, *echo canceller*), au sujet desquels on trouvera des informations d'application au paragraphe 10;

- pour diminuer la valeur du temps moyen dans un sens au cours de la planification de la transmission, il convient de considérer que, dans les réseaux modernes, deux catégories de "sources" de retard contribuent à la valeur de bout en bout de T. La première catégorie comprend les sources de retard traditionnellement associées à la distance, comme les sections de câble analogique ou numérique (y compris les ressources de commutation). La deuxième catégorie de sources de retard comprend les dispositifs modernes de traitement du signal comme les codecs à bas débit, dans lesquels la valeur du retard ne dépend que du type et du nombre des équipements insérés dans une connexion. La diminution de la valeur de T pour la première catégorie permet d'éviter un routage indirecte alors que pour la deuxième catégorie, le type et le nombre de tels dispositifs de traitement du signal peuvent être modifiés en conséquence de la planification de la transmission.

Pour obtenir une qualité de transmission vocale entrant dans la catégorie "élevée" avec un facteur d'évaluation R du modèle E ≥ 80 (voir Tableau 1), la Figure 10 montre que, avec un équivalent TELR = 30 dB, le temps moyen de propagation dans un seul sens est limité à T = 14 ms tandis qu'avec TELR = 40 dB une valeur de T = 39 ms peut être tolérée. En pratique, les valeurs de l'équivalent TELR seront comprises, dans la plupart des applications, entre 30 dB et 40 dB. Pour des connexions dont le trajet de courants d'écho a un temps moyen dans un sens supérieur à une étendue de 20 à 25 ms, il est recommandé d'étudier de manière approfondie les dégradations dues aux effets d'écho et d'envisager la possibilité d'utiliser des annuleurs d'écho.

De très basses valeurs du temps moyen de propagation dans un seul sens, avec T < 1,5 ms, sont considérées comme un effet local et ne nécessitent pas d'étude en tant que dégradation due à l'écho. Pour de basses valeurs de l'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR < 9 dB), on peut observer un certain masquage de l'écho pour le locuteur. Cet effet est inclus dans l'algorithme du modèle E.

Dans la pratique de la planification, il est nécessaire de préciser clairement le trajet d'écho dans une connexion. Comme indiqué, plusieurs trajets d'écho peuvent exister dans certaines configurations. On trouvera les règles de planification pour ces situations aux 8.2.2 et 9.5.

7.3 Temps de transmission dans les connexions sans écho

Alors que les réseaux et les éléments de réseau passent de l'analogique au numérique, le temps de transmission dans les connexions sans écho prend une importance croissante pour la qualité téléphonique de bout en bout et pour la planification. Hors de ces considérations générales, les mécanismes spécifiques qui régissent le temps de traitement associé aux codecs appelle une attention particulière.

7.3.1 Généralités

Des dégradations supplémentaires peuvent se produire en raison de très longs temps de propagation, même si l'on assure une parfaite annulation de l'écho. Elles apparaissent couramment sur des connexions internationales ou intercontinentales acheminées par liaisons satellitaires ou par câbles sous-marins. Mais des connexions nationales ou internes au réseau étudié peuvent également être affectées en cas d'insertion de dispositifs modernes de traitement du signal, comme des codecs à bas débit. Un très long temps de propagation peut se traduire par des difficultés lors d'une conversation. Conformément à des essais subjectifs, on rencontre principalement cet effet avec un temps de transmission dans un sens supérieur à 150 ms.

Le paramètre utile pour la planification est le temps de propagation absolu, (Ta), défini en millisecondes comme le temps moyen de propagation dans un seul sens entre les deux postes téléphoniques, indépendamment du nombre de trajets d'écho dans la même connexion. Le facteur R du modèle E est représenté dans la Figure 11 pour une étendue de Ta comprise entre 100 et 600 ms, tous les autres paramètres étant à leur valeur par défaut.

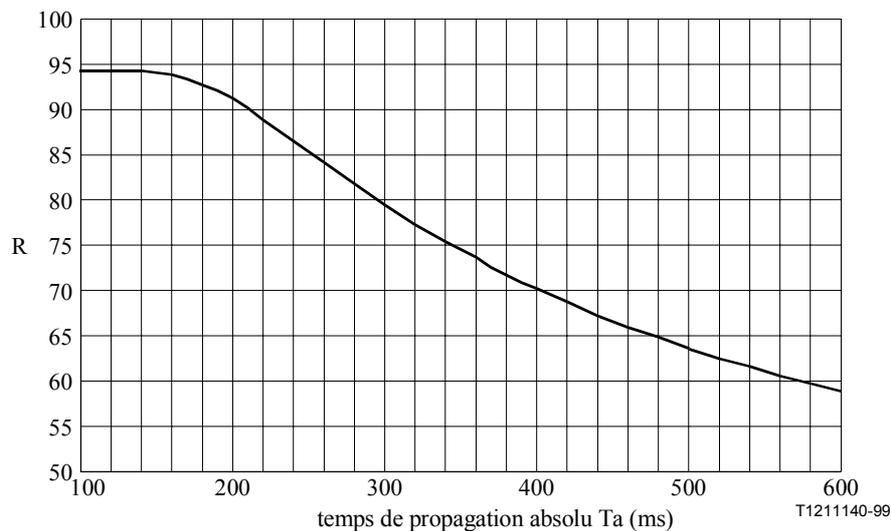


Figure 11/G.108 – Relation entre le temps de propagation absolu Ta et le facteur d'évaluation R dans le modèle E

Dans le cadre d'une qualité de transmission vocale entrant dans la catégorie "moyenne" conformément au Tableau 1, la valeur limite pour la plupart des connexions devrait être dans l'étendue de 300 à 350 ms avec une limite supérieure de 400 ms, ce qui est également conforme à la Recommandation G.114 [6] et qui ne devrait être dépassé que dans des cas exceptionnels.

7.3.2 Considérations relatives aux codeurs à bas débit

Les codecs téléphoniques modernes traitent des ensembles d'échantillons vocaux appelés trames. Chaque bloc d'échantillons vocaux d'entrée est transformé en trame comprimée. La trame vocale codée n'est pas produite avant que tous les échantillons vocaux du bloc d'entrée aient été collectés par le codeur. Il y a donc un retard d'une trame avant que le traitement puisse commencer. Par ailleurs, de nombreux codeurs analysent la trame suivante pour améliorer l'efficacité de compression. La longueur de cette préanalyse est appelée temps de préanalyse du codeur. Le temps nécessaire pour traiter une trame d'entrée est censé être égal à la longueur de trame car un usage efficace des ressources de processeur est assuré lorsqu'un couple codeur/décodeur (ou de multiples couples codeur/décodeur fonctionnent en parallèle sur des flux d'entrée multiples) utilise pleinement la puissance de traitement disponible (et répartie régulièrement dans le domaine temporel). Le retard apporté par un couple codeur/décodeur sera donc censé être normalement égal à :

$$2 \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

7.3.2.1 Retard dans l'environnement filaire

Si la ressource de sortie fonctionne au même débit que le codec téléphonique (par exemple à 8 kbit/s pour une ressource conforme à la Recommandation G.729), un retard supplémentaire d'une trame est ajouté lors du pointage de la trame comprimée à l'entrée de cette ressource. Le retard maximal imputable au traitement associé aux codecs dans des systèmes filaires classiques (tel que le RTPC) sera donc égal à :

$$3 \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

7.3.2.2 Retard dans l'environnement mobile et radioélectrique

Si la ressource de sortie est un réseau mobile ou un appareil sans cordon, la production de trames par le codeur fonctionnera comme dans l'environnement filaire (voir 7.3.2.1) mais un retard additionnel sera apporté par le verrouillage de la trame comprimée dans le trajet radioélectrique (partant de

l'hypothèse, ici aussi, que l'appareil mobile fonctionne au même débit que le codec vocal. Le retard maximal attribuable au traitement associé aux codecs dans les systèmes mobiles et sans fil sera donc égal à:

$$3 \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse} + \text{verrouillage de trames à l'interface radioélectrique}$$

7.3.2.3 Retard dans l'environnement IP (une trame par paquet)

Si la ressource de sortie est un réseau IP, la production de trames par le codeur sera instantanément délimitée par un paquet IP. Le retard additionnel nécessaire pour l'assemblage du paquet IP et la présentation à la couche Liaison inférieure dépendra de la couche Liaison. S'il s'agit d'un réseau LAN (Ethernet, par exemple), ce retard additionnel sera généralement très court. Le retard minimal imputable au traitement associé aux codecs dans les systèmes de type IP sera donc égal à:

$$2 \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

Si la couche Liaison a une faible fréquence de base (connexion par modem, par exemple) ou une importante charge de trafic (réseau LAN encombré, par exemple), le retard additionnel augmente considérablement. Pour pointer des trames comprimées à l'entrée de la ressource au moins au même rythme que celui de la collecte des échantillons vocaux à l'entrée du codeur, le retard additionnel ne doit pas dépasser une longueur de trame. Le délai maximal imputable au traitement associé aux codecs dans les systèmes de type IP fonctionnant en temps réel est donc égal à:

$$3 \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

7.3.2.4 Retard dans l'environnement IP (plusieurs trames par paquet)

Si plusieurs trames vocales sont regroupées dans un même paquet IP, un retard additionnel sera ajouté au signal vocal. Ce retard sera au moins égal à la durée d'une trame vocale supplémentaire au décodeur pour chaque trame vocale additionnelle ajoutée au paquet IP. Le délai minimal imputable au traitement associé aux codecs dans les systèmes de type IP à plusieurs trames par paquet est donc égal à:

$$(N+1) \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

où N est le nombre de trames dans chaque paquet.

Si la couche Liaison a une faible fréquence de base (connexion par modem, par exemple) ou une importante charge de trafic (réseau LAN encombré, par exemple), un retard additionnel se produira dans la remise du paquet à la ressource. Pour pointer des trames comprimées à l'entrée de la ressource au moins au même rythme que celui de la collecte d'échantillons vocaux du codeur, le retard additionnel ne doit pas dépasser, en cas de paquets à trames multiples, la longueur des trames contenues dans un paquet. Il convient de noter que le pointage d'un paquet à la sortie de la ressource IP ne peut pas commencer avant que toutes les trames vocales pour ce paquet soient disponibles. Le délai maximal imputable au traitement associé aux codecs dans les systèmes de type IP fonctionnant en temps réel avec des paquets à trames multiples est égal à:

$$(2N+1) \times \text{longueur de trame} + \text{préanalyse}$$

où N est le nombre de trames par paquet.

7.4 Stabilité

La stabilité d'une connexion doit être étudiée lors de la planification de la transmission pour toute connexion lorsque le réseau en question contient un circuit à 4 fils ou lorsqu'un tel circuit est formé par une conversion 2 fils/4 fils (hybride) dans le réseau en question avec une conversion 4 fils/2 fils dans le réseau public ou dans la terminaison distante. On trouvera encore d'autres informations sur la stabilité dans la Recommandation G.122 [7].

Une stabilité insuffisante peut provoquer un amorçage d'oscillations parasites à l'intérieur du circuit à 4 fils, ce qu'il faut toujours éviter. Bien que le problème de la stabilité se pose plutôt au cours de l'établissement et de la libération d'une communication (en raison d'un affaiblissement d'équilibrage inférieur au cours de ces états dans les hybrides) et bien que ce problème n'ait pas d'incidence sur l'état conversationnel, un circuit affecté d'oscillations parasites peut perturber d'autres voies d'un réseau de télécommunication par diaphonie, surtout dans les systèmes analogiques. Le principal paramètre régissant la stabilité est appelé affaiblissement en boucle ouverte (OLL, *open loop loss*), qui est la somme de tous les affaiblissements et de tous les gains dans le circuit à 4 fils. Le terme de "stabilité" définit la marge (marge d'oscillations parasites) comprise entre la valeur réelle de l'affaiblissement OLL et le point où un amorçage d'oscillations parasites peut se produire à une certaine fréquence dans la bande vocale. Les configurations les plus critiques en cours d'établissement d'appel sont les états de circuit ouvert et de court-circuit du côté 2 fils des hybrides auxquels le circuit à 4 fils aboutit.

Etant donné qu'un amorçage d'oscillations parasites ne se produit normalement pas au cours de l'état conversationnel (lorsque les extrémités du circuit à 2 fils sont correctes), la stabilité n'est pas un facteur dans l'évaluation de la qualité téléphonique. Il convient néanmoins de la prendre en compte lors de la planification de la transmission. Il faut pour cela effectuer un calcul séparé car le modèle E ne comporte pas d'algorithme pour le calcul de la stabilité des circuits à 4 fils. Pour éviter un amorçage d'oscillations ou un "quasi-amorçage" (situation proche de l'amorçage d'oscillations parasites), il convient que la stabilité (exprimée par l'affaiblissement OLL) soit au moins de 4 à 6 dB dans chaque circuit à 4 fils à toute fréquence de la bande vocale. Si un réseau privé ne contient qu'une extrémité d'un circuit à 4 fils, par exemple dans les connexions passant par un réseau public, l'affaiblissement d'adaptation pour la stabilité doit être supérieur à 6 dB pour toute fréquence de la bande vocale à l'interface entre réseau privé et réseau public, dans tous les scénarios de connexion possibles.

Les connexions comportant un ou plusieurs circuits à 4 fils provoquant des réflexions de signal peuvent – au cours de l'état conversationnel, apporter des dégradations dues à l'écho pour le locuteur en raison d'échos multiples ainsi que de dégradations dues à l'écho pour l'auditeur. Voir au 7.10.3 des informations sur l'écho pour l'auditeur en tant qu'objet de planification.

7.5 Unités de distorsion de quantification

La dégradation dite "distorsion de quantification" est inhérente au processus de codage-décodage MIC conformément à la "loi (A ou μ) de 8 bits" qui est décrite dans les Tableaux 5 et 6 de la Recommandation G.711 [15]. Cette dégradation est perçue comme un bruit de quantification accompagnant le signal vocal reçu (c'est-à-dire qu'elle n'est pas perçue dans une voie au repos). Elle réduit donc le rapport signal sur bruit. Les distorsions de quantification sont additives, c'est-à-dire que chaque conversion A/D-D/A apportera un bruit additionnel.

Pour la planification de la transmission, il est de pratique courante d'exprimer le bruit de quantification en "unités de distorsion de quantification (qdu)" et de fixer une limite au nombre maximal d'unités qdu acceptable dans une connexion. Une unité qdu est définie comme le bruit de quantification dû à un codage complet d'analogique à numérique (A/D) puis de numérique à analogique (D/A) d'une forme de signal selon la Recommandation G.711 [15].

Etant donné l'usage croissant des éléments numériques de transmission et de connexion dans les réseaux privés et publics, l'importance du bruit de quantification ira en diminuant. La distorsion de quantification ne peut toutefois être omise dans la planification que si l'on peut partir du principe d'un routage entièrement transparent au niveau des bits. Chaque fois que des éléments numériques/analogiques sont présents dans une connexion, le nombre résultant d'unités qdu doit être soumis à la planification. L'influence du nombre d'unités qdu d'une connexion sur le facteur R du modèle E est représentée à la Figure 12.

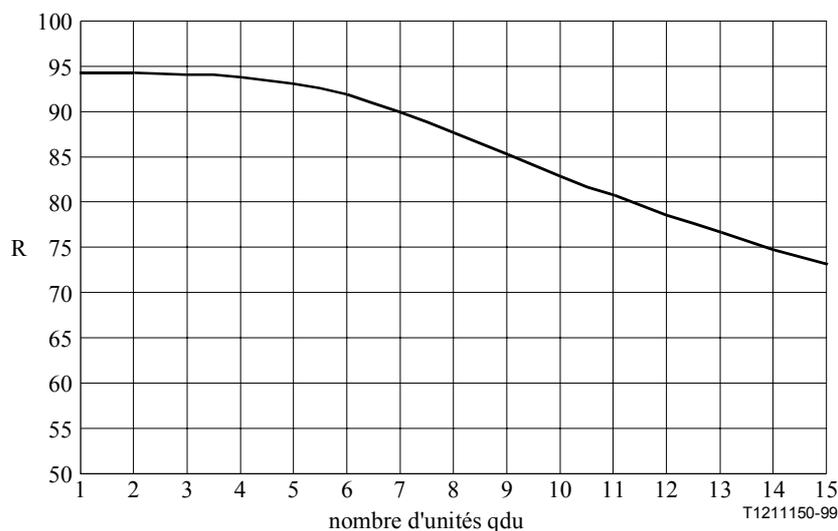


Figure 12/G.108 – Relation entre le nombre d'unités qdu et le facteur d'évaluation R dans le modèle E

La courbe de la Figure 12, issue du modèle E avec tous les autres paramètres à leur valeur par défaut, montre que les dégradations sont négligeables pour une distorsion composite inférieure ou égale à 4 ou 5 qdu. Les connexions ayant plus d'une seule qdu seront généralement influencées aussi par d'autres dégradations, comme les effets d'affaiblissement et d'écho, au point que la somme de toutes les dégradations aura une influence sur la qualité téléphonique perçue. Comme les calculs du modèle E comportent toujours le nombre d'unités qdu comme paramètre d'entrée, il est recommandé que le nombre correct d'unités qdu de la connexion soit déterminé et utilisé comme entrée dans le modèle à la place de la valeur par défaut (1 qdu).

En planification de la transmission, le paramètre qdu s'applique non seulement aux conversions A/D-D/A mais aussi à d'autres processus influençant le flux binaire numérique. Ces processus sont, par exemple, l'insertion d'un affaiblissement ou d'un gain numérique, l'addition de signaux dans des circuits de conférence, l'utilisation d'annuleurs d'écho numériques, etc. Pour des lois de codage autres que A et μ (par exemple selon les Recommandations G.726, G.727 et G.728), le paramètre qdu est, en planification de la transmission, remplacé par le facteur de dégradation due à l'équipement, I_e (voir 7.6 ci-après).

7.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Les lois de codage modernes, comme celles qui sont associées aux codecs à bas débit comme décrit dans les Recommandations de la série G.720 ou dans les normes GSM, ainsi que la MICDA avec différents débits d'exploitation, apportent des distorsions se traduisant par une diminution de la qualité téléphonique perçue. Contrairement à la distorsion de quantification due au codage MIC sur 8 éléments binaires (en loi A ou μ), ces dégradations ne peuvent pas être quantifiées directement en un nombre d'unités qdu. Aux fins de la planification, les dégradations apportées par les différents types de codecs sont exprimées par le "facteur de dégradation due à l'équipement", (I_e), dont les valeurs sont obtenues par des essais subjectifs ou objectifs (voir détails en Figure 6). Le résultat de ces notes moyennes d'opinion par essais subjectifs ou objectifs est transformé en une valeur, I_e , qui est conforme au principe fondamental décrit au 6.1 (addition des dégradations sur une échelle psychologique linéaire). Il peut donc être directement utilisé comme paramètre d'entrée dans le modèle E.

Certaines valeurs de planification provisoire du facteur I_e de dégradation due à l'équipement sont énumérées dans le Tableau 2a pour plusieurs types de codec. L'Appendice I/G.113 [5] (qui est destiné à être mis à jour régulièrement) peut donner des indications actualisées sur ces valeurs et sur celles qui concernent d'autres types de codec.

Tableau 2a/G.108 – Valeurs provisoires de planification pour le facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)

Type de codec	Référence	Débit d'exploitation (kbit/s)	Valeur du facteur I_e
MICDA	G.726, G.727	40	2
	G.721(1988), G.726, G.727	32	7
	G.726, G.727	24	25
	G.726, G.727	16	50
LD-CELP	G.728	16	7
		12,8	20
CS-ACELP	G.729	8	10
	G.729-A + VAD	8	11
VSELP	IS-54	8	20
ACELP	IS-641	7,4	10
QCELP	IS-96-A	8	19
RCELP	IS-127	8	6
VSELP	Système PDC japonais	6,7	24
RPE-LTP	GSM 06.10 plein débit	13	20
VSELP	GSM 06.20 demi-débit	5,6	23
ACELP	GSM 06.60 plein débit amélioré	12,2	5
ACELP	G.723.1	5,3	19
MP-MLQ	G.723.1	6,3	15

Les codecs et systèmes téléphoniques mentionnés dans le Tableau 2a sont brièvement décrits ci-dessous.

- IS-54** Première génération du système cellulaire numérique TDMA d'Amérique du Nord, qui utilise le codage par prédiction linéaire à excitation par somme vectorielle (VSELP, *vector sum excited linear prediction*) au débit net de 7,95 kbit/s (plus 5,05 kbit/s de correction FEC) [45].
- IS-96-A** Première génération du système cellulaire numérique CDMA d'Amérique du Nord, qui utilise le codage par prédiction linéaire à excitation par code Qualcomm (QCELP, *qualcomm code-excited linear prediction*) au débit net de 8, 4 ou 2 kbit/s [46].
- IS-127** Deuxième génération du système cellulaire numérique CDMA d'Amérique du Nord, qui utilise le codage par prédiction linéaire à excitation par code résiduel (RCELP, *residual code-excited linear prediction*) au débit net de 8, 4 ou 2 kbit/s [47].
- IS-641** Deuxième génération du système cellulaire numérique TDMA d'Amérique du Nord, qui utilise le codage par prédiction linéaire à excitation par code algébrique (ACELP, *algebraic code-excited linear prediction*) au débit net de 7,4 kbit/s (plus 5,6 kbit/s de correction FEC) [48].

- GSM-FR** Première génération européenne du système numérique mondial de communication mobile (GSM, *global system for mobile communication*) utilisant le codage par prédiction à long terme à excitation par impulsions résiduelles régulières (RPE-LTP, *regular pulse excitation long term prediction*) au débit net de 13 kbit/s (plus 9,8 kbit/s de correction FEC) [56].
- GSM-HR** Version à débit moitié du codec vocal pour le système GSM, utilisant le codage par prédiction linéaire à excitation par somme vectorielle (VSELP) au débit net de 5,6 kbit/s [57].
- GSM-EFR** Deuxième génération européenne du système numérique mondial de communication mobile (GSM) utilisant le codage par prédiction linéaire à excitation par code algébrique (ACELP) au débit net de 12,2 kbit/s (plus 10,6 kbit/s de correction FEC) [58].
- PDC** Première génération japonaise du système numérique de communication personnelle (PDC, *personal digital communication*) utilisant une version japonaise du codage par prédiction linéaire à excitation par somme vectorielle (JVSELP, *japanese version of vector sum excited linear prediction*) au débit binaire de 6,7 kbit/s (plus 4,5 kbit/s de correction FEC) [62].
- G.723.1** Norme UIT-T de codage de la parole dans les visiophones RTPC utilisant le codage par prédiction linéaire à excitation par code algébrique (ACELP) au débit de 5,3 kbit/s et la quantification actionnée par impulsions multiples selon le critère du maximum de vraisemblance (MP-MLQ, *multipulse maximum likelihood quantization*) au débit de 6,3 kbit/s [16].
- G.726** Norme UIT-T pour le codage de la parole à 40, 32, 24 ou 16 kbit/s par modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) [18]. Voir également la Recommandation G.721 [17] et la Recommandation G.727 [19].
- G.728** Norme UIT-T pour le codage de la parole au débit de 16 kbit/s au moyen du codage par prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code (LD-CELP, *low-delay code-excited linear prediction*) [20]. Cet algorithme possède également des extensions à 12,8 et à 9,6 kbit/s [21].
- G.729** Norme UIT-T pour le codage de la parole au débit de 8 kbit/s au moyen du codage par prédiction linéaire avec excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée (CS-ACELP, *conjugate structure algebraic code-excited linear prediction*) [22]. Cet algorithme possède également des extensions à 6,4 et à 11,8 kbit/s [23] et [24].

7.6.1 Facteur de dégradation due à l'équipement pour codecs en situation de perte de paquet

Les valeurs du facteur I_e , indiquées dans le Tableau 2a, se rapportent à des conditions exemptes d'erreur. Pour les erreurs de propagation et les effacements de trame ou les pertes de paquet, l'on ne dispose d'aucune valeur définie, qui soit valide pour plusieurs codecs ou pour une famille de codecs. Pour aider le planificateur de transmission, le Tableau 2b propose des exemples de valeurs I_e en conditions de perte de paquet et le Tableau 2c propose les séquences d'erreur de propagation EP 1 et EP 2. Ces valeurs ne sont que provisoires car elles ont été déterminées par des expériences isolées.

Tableau 2b/G.108 – Valeurs provisoires de planification pour le facteur de dégradation due à l'équipement (Ie) en conditions de perte de paquet – Codecs G.729-A + VAD et G.723.1-A + VAD

Pourcentage de paquets perdus	Facteur Ie pour G.729-A + VAD	Facteur Ie pour G.723.1-A + VAD 6,3 kbit/s
0	11	15
0,5	13	17
1	15	19
1,5	17	22
2	19	24
3	23	27
4	26	32
8	36	41
16	49	55
NOTE – Nombre de trames par paquet: – G.729-A + VAD: 2; – G.723.1-A + VAD: 1.		

Tableau 2c/G.108 – Valeurs provisoires de planification pour le facteur de dégradation due à l'équipement (Ie) en conditions d'erreur de propagation – Codecs GSM

Type de codec	Séquence d'erreur	Etendue Ie
GSM-HR	EP 1	25...32
	EP 2	31...42
GSM-FR	EP 1	32...39
	EP 2	40..45
GSM-EFR	EP 1	15...22
	EP 2	26...35
NOTE 1 – L'étendue indiquée résulte des difficultés rencontrées pour calculer les valeurs du facteur de dégradation due à l'équipement dans ces conditions.		
NOTE 2 – La séquence EP 1 est équivalente à un rapport C/I de 10 dB; la séquence EP 2 est équivalente à un rapport C/I de 7 dB. C/I est le rapport porteuse sur brouillage.		

7.7 Variation du temps de propagation en fonction du temps

Les systèmes de transmission en mode paquet révèlent un temps de propagation variable pour l'acheminement des paquets. Cela est dû au fait que différents paquets, contenant des échantillons vocaux de la même conversation téléphonique, peuvent être transportés par des routes distinctes dans le réseau. Les détails de ce phénomène dépendent beaucoup des modes spécifiques de transport, de mise en file d'attente ou d'affectation de priorités, qui peuvent être implémentés dans un tel système.

Les paquets qui ont été transportés dans un réseau en mode paquet sont collectés dans un tampon du côté réception. Ce tampon fonctionne comme l'instance de remise en ordre temporel des paquets. Si le temps d'acheminement d'un paquet dépasse la longueur du tampon de réception, ce paquet "arrive trop tard" par rapport à la capacité de ce tampon et il est ignoré. Cette "perte de paquet" a une

incidence sur la qualité de transmission téléphonique. Une méthode permettant de minimiser le pourcentage de ces paquets perdus consiste à effectuer une adaptation dynamique de la longueur du tampon de réception.

Un tampon de réception à longueur adaptative règle sa longueur réelle en fonction de son niveau de remplissage comme suit:

- si le nombre de paquets contenus à un moment donné dans le tampon augmente, la longueur du tampon augmentera et en même temps de brèves séquences de pause issues du signal original seront extraites à la sortie du tampon afin de vider celui-ci plus rapidement;
- si le nombre de paquets contenus à un moment donné dans le tampon diminue, la longueur du tampon diminuera et en même temps de brèves séquences de pause issues du signal original seront insérées à l'entrée du tampon afin de vider celui-ci moins rapidement.

Par conséquent, il y aura une valeur variable du temps moyen de propagation de bout en bout dans un seul sens, entre la bouche du locuteur et l'oreille de l'auditeur. Il importe d'établir une claire distinction entre ce phénomène et l'analyse des variations d'autres temps de propagation, qui ne se rapportent qu'à des processus internes du réseau. L'influence d'une variation du temps de propagation de bout en bout dépend étroitement – comme expliqué dans ce sous-paragraphe – de la longueur des éléments de pause extraits ou insérés. Un autre point important est l'implémentation correcte des processus d'adaptation dynamique, par exemple l'insertion d'éléments de pause dans une syllabe aura une incidence plus importante que l'insertion d'éléments de pause dans une séquence de pause.

Le paramètre de variation du temps de propagation de bout en bout est indépendant de l'utilisation de dispositifs de détection d'activité vocale (VAD, *voice activity detection*, voir 7.10.6).

L'incidence de la variation du temps de propagation de bout en bout sur la qualité de transmission téléphonique fera l'objet d'un complément d'étude et ne sera pas incluse dans l'algorithme du modèle E.

7.8 Facteur d'avantage A

Le "facteur d'avantage A" représente un "avantage d'accès" qui est introduit pour la première fois dans la planification de la transmission au moyen du modèle E (Recommandation G.107 [3] et référence [59]). Ce facteur permet au planificateur de prendre en compte le fait que les clients peuvent accepter une certaine baisse de qualité en échange d'un avantage d'accès: par exemple, la mobilité ou les connexions dans les régions difficiles à atteindre. Cette valeur peut être utilisée directement avec toutes les autres valeurs de dégradation et en tant que paramètre d'entrée dans le modèle E. Les valeurs provisoires du facteur A sont énumérées dans le Tableau 3, qui est repris de la Recommandation G.107 [3].

Tableau 3/G.108 – Exemples provisoires pour le facteur d'avantage A

Exemple de système de communication	Valeur maximale de A
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

Ces valeurs sont provisoires car à ce jour elles n'ont pas été confirmées par des recherches subjectives. Le facteur d'avantage A doit donc être utilisé avec précaution et dans le cadre des intérêts commerciaux du client de réseau privé, dont les usagers peuvent juger les avantages spécifiques en télécommunication selon d'autres critères que dans le domaine privé habituel.

L'utilisation du facteur d'avantage en planification de la transmission dans les réseaux privés et les valeurs ainsi choisies relèvent d'une décision du planificateur. Il convient cependant de considérer les valeurs du Tableau 3 comme une limite supérieure maximale pour A.

7.9 Limites relatives à l'écho à l'interface public/privé

La planification de la transmission dans les réseaux privés, décrite dans la présente Recommandation, est essentiellement orientée vers la qualité de ces réseaux. En d'autres termes, elle est destinée à offrir aux utilisateurs de réseau privé une qualité téléphonique acceptable. Un réseau privé peut cependant être aussi à l'origine de réflexions de signal en provenance de terminaisons ou d'éléments de réseau à 2 fils, connectés par l'intermédiaire d'hybrides à un point d'interface avec un réseau numérique. En association avec le temps moyen dans un sens de la connexion du réseau public, il peut en résulter une dégradation due à l'écho pour le locuteur situé à la terminaison distante (côté réseau public).

Bien que les principes fondamentaux de planification contenus dans la présente Recommandation soient fondés sur une qualité de transmission de bout en bout, l'interface entre le réseau privé et un réseau public nécessite un réglage supplémentaire pour ce qui est de certains paramètres. Ce réglage permet de satisfaire aux normes associées concernant ces interfaces. Comme ces normes diffèrent entre l'Europe et l'Amérique du Nord, chacune est traitée séparément.

7.9.1 Interfaces entre réseaux publics et privés – Europe

Ces directives sont extraites de la référence [54], qui indique des limites pour le "point de connexion de réseau" (NCP, *network connection point*) afin de limiter l'écho dans les communications nationales lorsque aucun annuleur d'écho n'est inséré. En résumé du contenu de la référence [54], les limites suivantes doivent être prises en compte au point NCP pour ce qui est de la planification de la transmission:

Equivalent minimal en sonie à l'émission	+7 dB
Equivalent minimal en sonie à la réception	+3 dB
Affaiblissement d'écho (d'entrée numérique à sortie numérique)	> 24 dB (objectif à long terme) > 20 dB (objectif à court terme)
Temps moyen de propagation dans un seul sens sur le trajet des courants d'écho	< 5 ms

Ces valeurs sont généralement considérées comme étant fondées sur un temps moyen de propagation dans un seul sens de 25 ms pour la totalité du trajet des courants d'écho, dont 15 ms pour le trajet à l'intérieur du réseau public (de transit) et 5 ms pour chaque trajet à l'intérieur des réseaux privés (de terminaison). On trouvera de plus amples détails à la référence [54]). L'objectif à long terme pour l'équivalent TELR total (en tant que somme SLR + RLR + EL) est de 34 dB. En supposant l'absence de nouvelles dégradations, ces valeurs de 25 ms avec TELR = 34 dB produiront un facteur d'évaluation R dans le modèle E égal à 77,1 (voir Figure 10). Cette valeur s'inscrit dans la catégorie de qualité de transmission téléphonique "moyenne" du Tableau 1.

Si la limite de 5 ms est dépassée à l'intérieur du réseau privé et/ou qu'un équivalent TELR de 34 dB ne puisse pas être obtenu, il y a lieu d'utiliser des limiteurs d'écho, même pour des communications nationales à l'intérieur de pays européens, afin d'assurer une protection adéquate contre l'écho pour le locuteur distant. Dans les configurations où les valeurs du temps moyen de propagation dans un seul sens et de l'équivalent TELR sont proches des limites ci-dessus ou susceptibles de les dépasser, il est recommandé d'utiliser le modèle E pour le calcul.

7.9.2 Interfaces entre réseaux publics et privés – Amérique du Nord

En Amérique du Nord, les directives applicables à l'interface entre un réseau public et un réseau privé sont indiquées dans la référence [44], qui définit les caractéristiques nominales prises comme base pour les lignes d'accès entre équipement d'abonné et réseau public.

On part du principe que les lignes analogiques d'accès aboutissent à un équipement dont les caractéristiques nominales sont indiquées dans le Tableau 4 (voir [41]). Une étendue appropriée est donnée afin de tenir compte des larges variations entre postes et raccordements téléphoniques. On estime que le facteur ERL indiqué dans le Tableau 4 ci-dessous est réalisable avec des lignes analogiques d'accès dans le spectre des configurations de réseau numérique en Amérique du Nord.

Tableau 4/G.108 – Caractéristiques d'accès analogique prises comme hypothèse

Paramètre	Valeur nominale (dB)	Etendue (dB)
SLR	+11 (Note 1)	+19 à +6 (Note 2)
RLR	-3 (Note 1)	-8 à +2 (Note 2)
ERL (Note 3)	$\mu = 14$	$\sigma = 3$

NOTE 1 – Les équivalents SLR et RLR sont spécifiés à l'interface de raccordement au commutateur local numérique (DEO). Ces valeurs sont attribuées à un circuit en fils de 0,4 mm sur 2,7 km sous une tension d'alimentation de 48 V.

NOTE 2 – Les variations entre postes téléphoniques comme entre lignes d'accès expliquent ces valeurs.

NOTE 3 – Les valeurs de facteur ERL indiquées ci-dessus se rapportent à l'affaiblissement dû à l'hybride lorsque la ligne d'accès aboutit à l'interface NI dans une impédance normalisée (en principe 600 Ω en série avec une capacité de 2,16 μF) sans autres affaiblissements dans le réseau.

Les lignes numériques d'accès sont censées aboutir à des postes téléphoniques numériques conformes aux spécifications du [42] comme indiqué dans le Tableau 5, ou à un autre équipement terminal numérique ayant des caractéristiques équivalentes.

Tableau 5/G.108 – Caractéristiques d'accès numérique prises comme hypothèse pour des lignes aboutissant à des postes numériques

Paramètre	Valeur souhaitée (dB)	Valeur requise (dB)
SLR	8	5 à 14
RLR	2	-1,5 à 5,5
TCL _w	>45	≥40

Les lignes numériques d'accès entre le RTPC et une interface de PBX/réseau privé doivent être conformes aux directives du Tableau 5. L'on admet toutefois que ces valeurs dépendent beaucoup du plan d'affaiblissement et des dispositions prises contre l'affaiblissement d'écho dans les autocommutateurs, comme indiqué au [40].

La référence [44] recommande que tout nouveau système, réseau ou composant ajoutant par lui-même plus de 2,5 ms de temps moyen de propagation dans un seul sens, assure une annulation d'écho. Sinon, une dégradation de la qualité de transmission se produirait. La raison d'être de cette directive est que, lorsqu'une nouvelle technique numérique s'intègre à une connexion de bout en bout dans le RTPC, cette connexion peut généralement ne pas contenir d'annuleur d'écho ou la capacité de l'annuleur d'écho est inconnue.

7.10 Paramètres non soumis directement à la planification de la transmission

Comme indiqué au début du paragraphe 7, certains paramètres de transmission peuvent être négligés par souci de simplification des calculs de qualité téléphonique. Bien que ces paramètres aient déjà été utilisés en planification de la transmission et parfois comme paramètres d'entrée dans le modèle E, l'hypothèse d'un environnement comportant principalement des éléments numériques de transmission et de connexion dans les domaines privés comme publics diminuera l'influence de ces paramètres spécifiques.

7.10.1 Réponse en fréquence

En transmission analogique, les dégradations dues à la *réponse en fréquence* de sections de câble non chargées ainsi qu'à d'autres éléments de connexion doivent être limitées. Dans le cadre de la présente Recommandation, l'on part du principe que le routage analogique sur des sections de câble non chargées dans le réseau privé n'intervient que dans des parties inférieures de la hiérarchie et généralement sur des tronçons de ligne courts ou moyens. Par ailleurs, l'effet de la pente de réponse en fréquence est habituellement corrigée par la préaccentuation de la réponse en fréquence de la plupart des postes téléphoniques analogiques. Le modèle E ne traite pas cette dégradation.

7.10.2 Bruit de circuit

Un autre paramètres à considérer seulement dans des applications spécifiques est le *bruit de circuit*. Historiquement, les sources de bruit de circuit étaient associées à des réseaux analogiques utilisant des systèmes FDM et à certains systèmes de commutation, qui ont été soumis à une "planification du bruit". Lorsque cependant des équipements de commutation (autocommutateurs privés) et des éléments de transmission sont conçus dans le réseau privé conformément aux normes internationales et nationales en termes de bruit (par exemple les Recommandations Q.551 [36], Q.552 [37], Q.553 [38], Q.554 [39], [40] ou [52] pour les systèmes de commutation), leur influence sur la qualité téléphonique est négligeable. Ce n'est que dans des cas spéciaux, par exemple le brouillage causé par des lignes d'alimentation ou par d'autres sources de bruit à des sections de câble analogiques, que le bruit doit être intégré dans les calculs de planification. Pour de tels cas, le modèle E prévoit l'introduction du paramètre de bruit de circuit, (N_c), avec une valeur par rapport au point à 0 dBr. On trouvera de plus amples informations au paragraphe 9.

7.10.3 Echo pour l'auditeur

De même, les dégradations dues à l'*écho pour l'auditeur* sont incluses dans l'algorithme de calcul du modèle E avec les paramètres d'entrée correspondants: *affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL, weighted echo path loss)* et *temps de propagation aller-retour (T_r)* d'un circuit à 4 fils faisant partie de la chaîne de connexion. L'effet de l'écho pour l'auditeur dépend généralement des mêmes caractéristiques de connexion et des mêmes éléments de réseaux que l'effet de l'écho pour le locuteur. Si une limitation suffisante de l'écho pour le locuteur est assurée dans une connexion, l'écho pour l'auditeur peut donc être considéré comme ayant une influence mineure.

7.10.4 Affaiblissement local

D'autres paramètres inclus dans le modèle E peuvent avoir une influence importante sur la qualité téléphonique mais ne sont habituellement pas soumis à la planification. C'est généralement le cas pour les paramètres associés à divers postes téléphoniques analogiques ou numériques. Les paramètres relatifs aux postes téléphoniques sont l'*affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR)* et l'*affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (LSTR)*, en association avec le "facteur D", valeur dépendant de la conception du combiné. Pour les postes analogiques, l'affaiblissement STMR et, dans une certaine mesure, l'affaiblissement LSTR dépendent du degré d'adaptation entre l'impédance d'équilibrage du circuit téléphonique et l'impédance d'entrée de l'interface avec la ligne de terminaison dans l'autocommutateur privé, en association avec l'impédance des accès d'interface avec les ressources à 2 fils.

Pour simplifier la tâche de planification de la transmission et pour minimiser ces dégradations, il est recommandé que les postes téléphoniques des réseaux privés soient conformes aux normes internationales ou nationales applicables en ce qui concerne les paramètres de transmission. Il est également recommandé que les interfaces analogiques soient conçues selon une "stratégie d'impédance" appropriée. Pour plus d'informations, voir le Supplément 31 aux Recommandations de la série G [14], référence [40] ou référence [52] ainsi que les Annexes A.1 et A.4 dans la référence [59].

7.10.5 Bruit de salle

Un autre paramètre, qui n'est habituellement pas soumis à la planification de la transmission, est le *bruit de salle*. Dans certaines conditions d'environnement particulières, le bruit de salle peut avoir une influence notable sur la qualité téléphonique, aussi bien du côté locuteur que du côté auditeur. Le modèle E inclut le bruit de salle, séparément pour les côté émission et réception, en tant que source de dégradations. Le bruit de salle dans un environnement bureautique normal, comme celui qui est censé exister dans le domaine commercial des réseaux privés, peut être estimé dans une étendue de 30 à 50 dB(A). Dans cette étendue, toute dégradation rencontrée à cause d'un bruit de salle sera mineure. Les deux paramètres Ps et Pr peuvent donc être réglés sur leur valeur par défaut dans le modèle E. Dans des applications spécifiques ayant un niveau de bruit ambiant nettement plus élevé, comme les postes téléphoniques situés dans des environnements industriels, une valeur moyenne établie par des mesurages du niveau de bruit devra être utilisée comme paramètre d'entrée dans le modèle E.

7.10.6 Bruit de confort et détection d'activité vocale

Le *contraste de bruit* se produit lorsque le bruit de fond est interrompu par un traitement numérique de signaux de parole, comme l'annulation d'écho au moyen d'écrêteurs centraux et de *détecteurs d'activité vocale* (suppression des silences). Le *bruit de confort* est le bruit que l'on peut introduire pour masquer les effets défavorables du contraste de bruit. Les Recommandations sur les limites du *contraste de bruit* et sur les valeurs du bruit de confort feront l'objet d'une étude complémentaire.

Pour l'insertion du *bruit de confort*, certains systèmes numériques cellulaires (comme le GSM) utilisent une méthode dans laquelle les paramètres de bruit sont extraits à l'extrémité d'émission puis sont envoyés à l'extrémité de réception à bas débit. Il est alors possible de reconstruire (avec une bonne approximation) le bruit de fond. Cette méthode devrait assurer une meilleure qualité de transmission téléphonique subjective pour les circuits utilisant la *détection d'activité vocale* et l'insertion d'un bruit de confort. Les *détecteurs d'activité vocale* et les générateurs de bruit de confort décrits dans l'Annexe B/G.729 et dans l'Annexe A/G.723.1, fonctionnent les uns et les autres de cette manière.

La meilleure qualité (subjective) sera obtenue lorsque le bruit inséré à l'extrémité de réception correspondra autant que possible au bruit de fond à l'extrémité d'émission. Les remarques suivantes peuvent être formulées au sujet des générateurs de bruit de confort (CNG, *comfort noise generator*):

- le bruit utilisé doit correspondre au bruit de fond, aussi bien en spectre de fréquences qu'en niveau;
- le niveau du bruit inséré doit correspondre à celui du bruit de fond; il y a lieu d'effectuer, sur la base du dBm0p, des mesurages et réglages appropriés de ce niveau;
- l'évolution dans le temps des variations de niveau du bruit inséré doivent correspondre autant que possible aux variations de niveau du bruit de fond.

Il convient cependant d'observer que ces types de bruit d'origine artificielle sont, comme indiqué plus haut, de nature essentiellement différente des paramètres de bruit conventionnels qui sont pris en compte dans le modèle E. Pour éviter des résultats erronés, les valeurs de bruit indiquées à propos des systèmes CNG ou VAD ne doivent donc jamais être utilisées comme valeurs d'entrée pour les calculs du modèle E.

7.10.7 Correction d'erreur directe

Si une séquence numérique émise n'arrive pas (ou arrive avec des erreurs) à destination, une méthode courante en transmission de données consiste à informer l'expéditeur de ce fait et à déclencher une retransmission de la même séquence. En transmission vocale téléphonique, cette méthode n'est pas applicable car cela produirait un temps de propagation de bout en bout excessif et diminuerait donc la qualité de transmission téléphonique (on trouvera de plus amples explications au 7.7 sur la variation du temps de propagation en fonction du temps).

Une méthode de remplacement d'échantillons vocaux manquants ou erronés consiste à réutiliser le dernier échantillon vocal (déjà reçu). Cette méthode est très efficace pour les codecs harmoniques (voir par exemple la Recommandation G.711 [15]) dans lesquels les échantillons vocaux sont de très courte longueur (125 μ s par exemple) et sont proportionnels à la forme d'onde réelle du signal de parole. Cette méthode n'est cependant pas applicable aux codecs prédictifs (de type Recommandation G.723.1 [17] par exemple), dans lesquels chaque trame comprend une portion beaucoup plus longue du signal de parole (par exemple de 30 ms). Selon le type de codec à bas débit, chaque trame manquante dans le récepteur peut provoquer une erreur à la sortie du décodeur pendant une durée qui est un multiple de celle de l'échantillon de parole contenu dans cette trame.

Dans le cadre des systèmes de codage à bas débit (qui sont le plus souvent des codecs de type prédictif), il y a donc lieu d'utiliser la correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*) afin d'améliorer la qualité de transmission téléphonique de bout en bout. Il en découlera une augmentation de la robustesse du codec en présence d'erreur de canal. Une robustesse appropriée est requise, en particulier dans les sections radioélectriques et dans les ressources de transport en protocole IP, dans lesquelles la probabilité de perte ou de rejet d'échantillons de parole est plus grande que dans les systèmes filaires traditionnels. La correction FEC peut être insérée à divers emplacements d'une connexion, selon différentes réalisations:

- 1) comme partie intégrante de l'algorithme de codage (Recommandation G.729 [22] par exemple);
- 2) comme algorithme associé à la section radioélectrique (GSM par exemple);
- 3) dans les connexions utilisant un réseau en mode IP [dans l'unité d'interfonctionnement (IWF, *interworking function*) à l'interface avec le RTPC/RNIS ou avec le terminal IP].

Le principe fondamental de la correction FEC est simplement qu'une trame ou un paquet contient, en plus de chaque échantillon de parole, des informations additionnelles qui sont associées à des échantillons antérieurs ou postérieurs. Du côté réception, ces informations additionnelles peuvent servir à reconstruire des échantillons de parole manquants ou erronés.

Le principe de la correction FEC peut être expliqué au moyen d'un exemple très simple:

- dans un réseau en mode paquet, chaque paquet peut contenir deux échantillons de parole consécutifs, dont chacun peut être contenu dans deux paquets consécutifs (par exemple, le paquet {n} contient les échantillons vocaux {m} et {m+1}, tandis que le paquet {n+1} contient les échantillons vocaux {m+1} et {m+2}, et ainsi de suite). Dans ce cas, même si un paquet sur deux est perdu ou ignoré, tous les échantillons vocaux arriveront sans erreurs du côté réception.

En pratique cependant, les algorithmes de correction FEC sont très complexes, afin de tenir compte du comportement réel en termes d'erreurs de canal et de capacité de transport. Concernant le premier et le deuxième type de correction FEC, comme indiqué ci-dessus, les caractéristiques de ces types font l'objet des normes qui les concernent. Leur efficacité est incluse dans le facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) pour de tels codecs en conditions d'erreur (voir les Tableaux 2b et 2c).

Pour le troisième type de correction FEC, aucune méthode normalisée n'est disponible à ce jour. L'effet de la FEC du troisième type sort donc du cadre des méthodes concrètes de planification de la transmission. Il fera l'objet d'une étude ultérieure.

7.11 Synchronisation

Une conception appropriée de la synchronisation fait partie de la stratégie de planification du réseau car les dégradations du synchronisme affecteront la qualité des communications. Il convient que les réseaux soient synchronisés comme indiqué dans la série de normes référence [55], Annexe F référence [40] et ISO/CEI 11573 [61], afin d'obtenir les objectifs en termes de taux de glissement conformément à la Recommandation G.822 [25].

Les dégradations du synchronisme se traduisent par des glissements, entraînant diverses autres dégradations. Cela est particulièrement important dans les connexions où des annuleurs d'écho sont déployés car le fonctionnement correct de ces dispositifs nécessite, pour des raisons propres à la technique d'annulation de l'écho, un trajet d'écho invariant dans le temps à l'extrémité locale (Note 2 du 3.2/G.165 [11]). Les glissements sur le trajet d'écho de l'annuleur d'écho provoqueront des déphasages et donc une divergence/reconvergence périodique de l'annuleur d'écho. Il s'agit d'un nouveau type de dégradation qui n'est pas traité par la présente Recommandation ni par la version actuelle du modèle E.

8 Calcul des paramètres de bout en bout

Comme décrit au paragraphe 9 en plus amples détails, l'utilisation du modèle E pour les calculs de planification nécessite la manipulation correcte de ce modèle afin d'éviter des résultats erronés. Le modèle E est fondé sur une configuration de référence primaire qui se subdivise en côté émission et côté réception avec un "centre virtuel" rapporté à un point à 0 dBr. Une des principales tâches à accomplir lors de l'utilisation du modèle E consiste à transformer les différentes connexions de bout en bout pour leur donner un format semblable à la configuration de référence primaire du modèle E. A ce propos, il est nécessaire de:

- définir le centre virtuel à utiliser comme point à 0 dBr;
- effectuer les "calculs préliminaires" pour les différents paramètres;
- et identifier clairement les trajets d'écho existants.

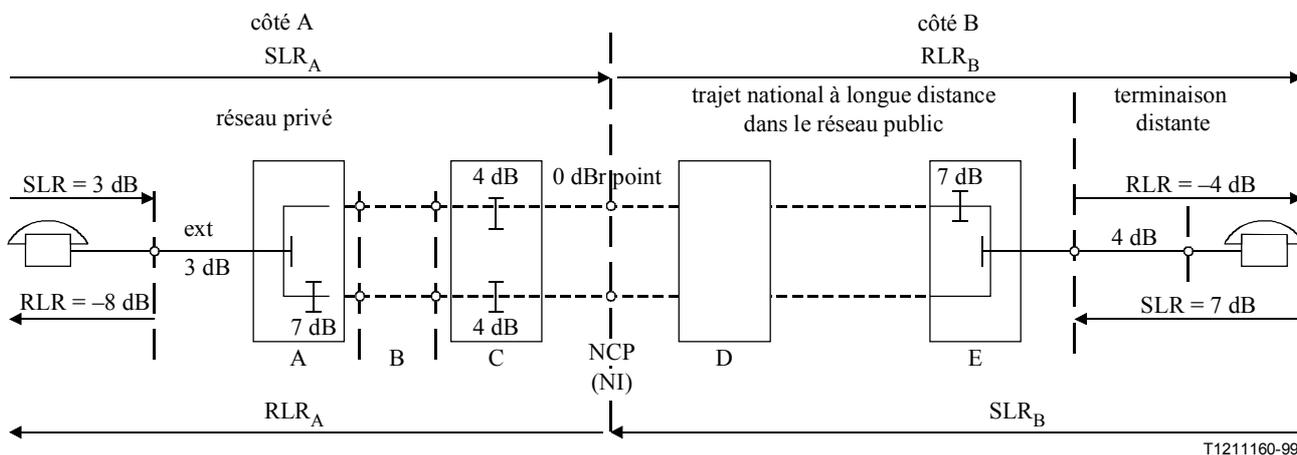
Les sous-paragraphe suivants donnent des directives permettant d'effectuer ces calculs avec tous les paramètres principaux qui sont soumis à planification.

8.1 Equivalent global pour la sonie

Compte tenu du principe fondamental de la présente Recommandation (selon lequel la planification de la transmission ne se fonde que sur la qualité de bout en bout), toute dégradation causée par un volume trop élevé ou trop bas d'une connexion ne se rapporte donc qu'à l'équivalent global pour la sonie (OLR). En pratique cependant, il faut subdiviser l'équivalent OLR au point à 0 dBr en un équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) et un équivalent pour la sonie à la réception (RLR), dans les deux sens de transmission, car le modèle E nécessite une entrée séparée de ces paramètres. Pour obtenir les valeurs d'entrée SLR et RLR correctes dans le modèle E, un "calcul préliminaire" de ces paramètres est nécessaire. La première étape consiste donc à définir le point 0 dBr dans la configuration considérée, puis à effectuer la sommation de toutes les valeurs SLR/RLR des différents postes téléphoniques ainsi que de tous les affaiblissements répartis sur la connexion de part et d'autre du point à 0 dBr.

Pour la définition du point 0 dBr dans une configuration donnée, il faut déterminer un point où le signal vocal est contenu dans une trame normale à 64 kbit/s et obéit à une loi MIC A ou μ . Dans la plupart des applications de réseau décrites dans la présente Recommandation, l'interface numérique entre le réseau privé et un réseau public servira de point 0 dBr.

Les principes de précalcul sont exposés avec la configuration décrite sur la Figure 13.



T1211160-99

NOTE – Les valeurs indiquées dans cette figure ne sont données qu'à titre indicatif et ne reflètent pas nécessairement les valeurs réelles de circuit ou de sonie dans différentes régions.

Figure 13/G.108 – Connexion de référence pour le calcul des équivalents SLR et RLR

Dans le réseau privé, un poste téléphonique analogique avec $SLR = 3 \text{ dB}$ et $RLR = -8 \text{ dB}$ est connecté à l'autocommutateur privé A par l'intermédiaire d'une ligne de prolongation analogique présentant un affaiblissement de 3 dB. L'hybride contenu dans le circuit de la ligne supplémentaire insère un affaiblissement de 7 dB dans le sens réception. L'élément de transmission B entre l'autocommutateur A et l'autocommutateur privé C est une ressource numérique (ligne louée et jonction interurbaine) avec routage transparent au niveau des bits. L'autocommutateur privé de transit C insère un affaiblisseur numérique de 4 dB dans chaque sens. Le trajet à l'intérieur du réseau public pour une communication nationale à longue distance assure un routage entièrement numérique entre l'interface du réseau privé (NCP ou NI) et le commutateur local (E) à la terminaison distante. A l'intérieur de ce commutateur local, la conversion 4 fils/2 fils insère, en association avec une conversion A/D-D/A, un affaiblissement de réception de 7 dB. La terminaison distante se compose d'un unique poste téléphonique analogique, connecté au commutateur local E par l'intermédiaire d'une ligne d'abonné analogique ayant un affaiblissement de 4 dB. On suppose que les valeurs combinées de sonie pour la terminaison distante (SLR et RLR du poste et affaiblissement du câble) sont respectivement de 7 dB et de -4 dB .

Pour cette configuration, le point à 0 dB peut être défini au point de connexion du réseau (NCP, *network connection point*) ou à l'interface (NI) entre réseau privé et réseau public. Par rapport au point à 0 dB, la configuration est subdivisée en côté A et côté B (qui ne se confondent pas automatiquement avec le côté émission et le côté réception du modèle E). La sommation des valeurs d'équivalent SLR/RLR et d'affaiblissement de circuit est effectuée pour chacun des deux sens de transmission de façon à obtenir les valeurs de SLR_A , SLR_B , RLR_A et RLR_B . Ces quatre valeurs d'équivalent pour la sonie peuvent être calculées comme suit:

Côté A:

		Poste > Point 0 dBr	Point 0 dBr > Poste
Poste téléphonique	SLR	3 dB	–
	RLR	–	–8 dB
Ligne supplémentaire		3 dB	3 dB
PBX A		0 dB	7 dB
Ligne louée (jonction) B		0 dB	0 dB
PBX de transit C		4 dB	4 dB
Somme au point 0 dBr		SLR_A = 10 dB	RLR_A = 6 dB

Côté B:

		Poste > Point 0 dBr	Point 0 dBr > Poste
Terminaison distante	SLR	7 dB	–
	RLR	–	–4 dB
Commutateur local E		0 dB	7 dB
Routage dans le réseau public		0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr		SLR_B = 7 dB	RLR_B = 3 dB

Il est très important de sélectionner les valeurs correctes comme valeurs d'entrée dans le modèle E à partir de ces résultats (voir paragraphe 9). Conformément au principe fondamental du modèle E, la qualité attendue est calculée telle que perçue du côté réception, c'est-à-dire que le client du réseau privé est l'auditeur (du côté réception) et que le client situé à la terminaison distante est le locuteur (du côté émission). Les valeurs dans le sens d'émission de la terminaison distante jusqu'au réseau privé doivent donc être utilisées comme valeurs d'entrée dans le modèle:

$$SLR_B = 7 \text{ dB} \quad RLR_A = 6 \text{ dB}$$

L'équivalent OLR pour ce sens de transmission est donc:

$$OLR = SLR_B + RLR_A = 7 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 13 \text{ dB}$$

L'équivalent OLR pour le sens de transmission opposé est donc:

$$OLR = SLR_A + RLR_B = 10 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 13 \text{ dB}$$

Pour la configuration et les valeurs de cet exemple, l'équivalent OLR est égal dans les deux sens de transmission. Dans ce cas, le calcul additionnel dans le sens d'émission à partir du poste du réseau privé vers la terminaison distante n'est donc pas, en général, nécessaire en termes de dégradations dues à l'équivalent OLR.

Dans le cas exceptionnel où le poste téléphonique du réseau privé est situé dans un environnement bruyant, il convient cependant d'examiner et de calculer séparément les deux sens de transmission. En supposant un bruit de salle moyen de 65 dB(A) mesuré à l'emplacement dans le réseau privé et une valeur par défaut du bruit de salle de 35 dB(A) à la terminaison distante, la procédure de calcul est la suivante:

dans le sens de la terminaison distante vers le réseau privé (celui-ci étant du côté réception), les valeurs de SLR_B et de RLR_A doivent être utilisées et le paramètre Pr (bruit de salle du côté réception) est réglé à 65 dB(A) tandis que Ps (bruit de salle du côté émission) reste à sa valeur par

défaut. Tous les autres paramètres étant à leur valeur par défaut, le facteur d'évaluation R du modèle E dans ce sens (qualité perçue par le client du réseau privé) est calculée avec $R = 66,9$.

Dans le sens du réseau privé vers la terminaison distante (côté réception à la terminaison distante), les valeurs de SLR_A et RLR_B sont utilisées, le paramètre P_s est réglé à 65 dB(A) et le paramètre P_r reste à sa valeur par défaut. Le facteur d'évaluation R du modèle E dans ce sens est $R = 57,1$, résultat qui montre que la dégradation due à un bruit de salle élevé est différente pour les auditeurs situés aux deux extrémités.

Lors du calcul des valeurs d'équivalent pour la sonie, il est recommandé de contrôler également les exigences au point NCP (NI) par rapport aux équivalents SLR et RLR du réseau privé comme décrit au 7.9. Pour l'exemple de la Figure 13, le point NCP se confond avec le point 0 dB: les valeurs calculées pour SLR_A et RLR_A pourront donc être utilisées pour évaluer la compatibilité avec les exigences de point NCP/NI. Dans cet exemple, les prescriptions du 7.9.1 (pour la méthode européenne) sont satisfaites avec les valeurs minimales données pour $SLR = 7$ dB et $RLR = 3$ dB.

8.2 Echo pour le locuteur

Dans le cas de la dégradation due aux effets d'écho, il y a lieu d'étudier les configurations données en ce qui concerne les sources de réflexion de signa, habituellement les hybrides. Pour les calculs de la qualité perçue selon le modèle E, deux paramètres d'entrée doivent faire l'objet d'un calcul préalable:

- le temps moyen T de propagation dans un seul sens (ms);
- l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR) (dB).

On trouvera de plus amples informations sur l'effet de l'écho dans les Recommandations G.126 [8] et G.131 [9].

Pour l'étude de l'écho (en particulier dans le cadre du modèle E), il importe de reconnaître que le paramètre TELR dépend des équivalents SLR et RLR du poste téléphonique **du locuteur**, conformément à la formule suivante:

$$TELR = SLR + EL + RLR$$

où EL est l'affaiblissement (pondéré) d'écho sur le trajet des courants d'écho. Les valeurs SLR et RLR du poste téléphonique seront donc insérées dans deux paramètres différents d'entrée dans le modèle E: dans le cadre de l'équivalent TELR et dans l'entrée directe des équivalents SLR et RLR pour calculer les autres dégradations.

NOTE – L'utilisation des équivalents SLR et RLR dans deux précalculs distincts est fondée sur le principe et sur l'algorithme du modèle E décrit en détail dans la Recommandation G.107 [3]. Dans la plupart des applications, ce modèle sera utilisé en même temps qu'un programme informatique. Le traitement des différentes valeurs d'entrée pourra toutefois être différent entre de tels programmes et le modèle E. Il est donc nécessaire de préciser clairement les valeurs d'entrée qui seront nécessaires et la forme dans laquelle elle devront être insérées dans les programmes afin d'éviter d'obtenir des résultats erronés. Par exemple, si le programme effectue automatiquement des calculs préalables sur la base de variables de connexion affectant SLR et RLR, les calculs préalables de l'équivalent pour la sonie comme de l'effet d'écho sont soumis aux variations de ces variables. Voir le paragraphe 9.

On notera également que les dégradations dues à l'écho pour le locuteur se rapportent à celui-ci lorsqu'il est du côté "réception", conformément aux principes de la méthode du facteur de dégradation et au modèle E. Ce point sera soigneusement pris en compte lors de la sélection des paramètres d'entrée dans le modèle E pour chaque configuration particulière.

Dans certaines applications, la connexion de référence examinée peut contenir plusieurs trajets d'écho. Les sous-paragraphe 8.2.1, 8.2.2 et 9.5 donnent des indications sur la procédure de calcul pour le cas d'un seul trajet d'écho comme pour celui de trajets d'écho multiples.

8.2.1 Calcul pour connexions avec un seul trajet d'écho

L'exemple de calcul suivant est fondé sur la connexion de référence représentée sur la Figure 14. Un poste téléphonique numérique avec $SLR = 7$ dB et $RLR = 3$ dB est connecté au PBX A dans le réseau privé, avec un temps moyen de propagation dans un seul sens de 1,5 ms. Ce PBX A est connecté au PBX C de transit par l'intermédiaire d'une jonction numérique ou d'une ligne louée B, avec un routage transparent au niveau des bits et un temps moyen de propagation dans un seul sens de 2 ms. Le PBX C de transit insère un affaiblisseur numérique de 3 dB dans chaque sens de transmission des communications vocales. Les autocommutateurs A et C contribuent chacun par 1 ms au temps moyen de propagation dans un seul sens.

Le réseau public assure un routage entièrement numérique jusqu'au commutateur local E distant, où un hybride est à l'origine de réflexions de signal et fait donc partie du trajet d'écho. La terminaison distante est supposée être un simple poste téléphonique analogique. Pour les calculs d'écho, les valeurs de cette terminaison distante ne sont pas applicables car ce poste ne fait pas partie du trajet d'écho. Sur la base des informations fournies par le fournisseur du réseau public, le temps moyen de propagation dans un seul sens à l'intérieur du réseau public est censé être de 10 ms pour une communication nationale à longue distance. L'hybride situé dans le commutateur local E est censé avoir un affaiblissement d'écho (pondéré) moyen (EL) de 24 dB, y compris un affaiblissement de 7 dB dans le trajet de réception (vers la terminaison d'extrémité).

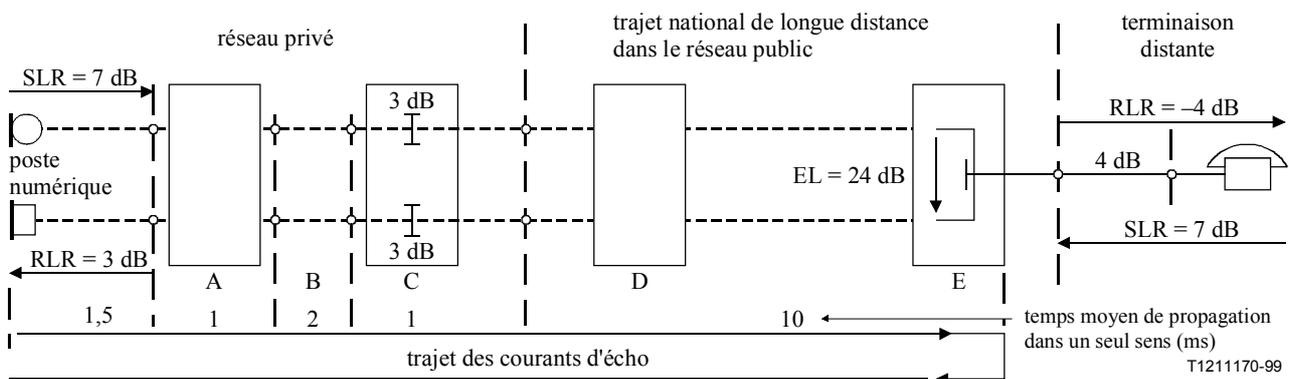


Figure 14/G.108 – Connexion de référence pour les calculs d'écho avec un seul trajet d'écho

Une claire définition du trajet d'écho doit être la première étape de chaque calcul. Pour l'exemple décrit sur la Figure 14, le trajet d'écho se compose du poste téléphonique numérique (où l'écho pour le locuteur est perçu), du trajet complet passant par les éléments de transmission et de commutation entre ce poste téléphonique et le commutateur local E, de l'affaiblissement d'écho (EL, *echo loss*) dans le commutateur local E et du trajet de retour. Ce trajet d'écho est décrit sur la Figure 14.

La deuxième étape consiste à calculer les deux paramètres d'entrée correspondant au trajet d'écho pour le modèle E: le temps moyen de propagation dans un seul sens, T, et l'équivalent TELR. Il importe de noter que seule le temps "dans un seul sens" est utilisé comme valeur d'entrée dans le modèle, bien que le signal d'écho soit retardé par deux fois la valeur de ce temps (en supposant le même trajet de connexion dans les deux sens).

Une fois que le trajet d'écho est défini, la première valeur d'entrée pour le calcul, le temps moyen de propagation dans un seul sens T, est la somme des valeurs de temps (dans un seul sens) des différents éléments. Dans l'exemple de la Figure 14 ci-dessus, cette somme calcule $T = 15,5$ ms. La deuxième valeur d'entrée dans le modèle E, l'équivalent TELR, se calcule comme la somme de tous les affaiblissements sur l'ensemble du trajet d'écho (dans les deux sens) y compris les équivalents SLR et RLR du poste téléphonique (du locuteur). Dans l'exemple précédent, le calcul de cette valeur donne $TELR = 40$ dB.

Sur la base du calcul dans le modèle E avec $T = 15,5$ ms et $TELR = 40$ dB comme valeurs d'entrée, la configuration de la Figure 14 aboutit à un facteur d'évaluation R dans le modèle E = 85,8, valeur qui s'inscrit dans la catégorie "élevée" de qualité de transmission téléphonique selon le Tableau 1.

8.2.2 Calcul pour connexions avec deux trajets d'écho

Compte tenu de la numérisation croissante dans les réseaux publics et privés, les configurations présentant plusieurs trajets d'écho apparaîtront de moins en moins souvent et de telles configurations devront être évitées lors de la conception des réseaux. On trouvera néanmoins ci-dessous un exemple montrant la façon de traiter une telle configuration. Cet exemple est construit sur la configuration de la Figure 14 et fait appel à un téléphone sans cordon connecté à un accès analogique de l'autocommutateur privé A. Le retard ajouté par une terminaison de téléphone sans cordon n'est pas négligeable et c'est la raison pour laquelle le poste sans cordon forme un trajet d'écho distinct du trajet d'écho de bout en bout dans le réseau public (qui est le même que dans la Figure 14). Cette connexion de référence est décrite dans la Figure 15 avec ses deux trajets d'écho effectifs. Dans une telle configuration, le locuteur peut être perturbé par deux échos différents, de volume et de retard différents.

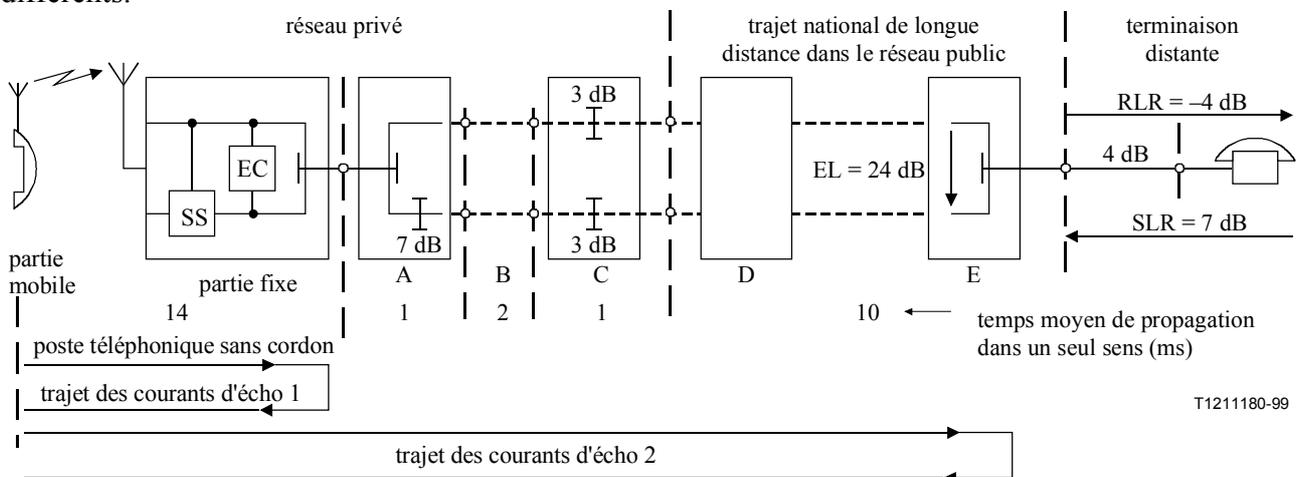


Figure 15/G.108 – Connexion de référence pour les calculs d'écho avec deux trajets d'écho

Pour déterminer la qualité globale prévue, une application spéciale du modèle E doit être calculée ici car le modèle E ne permet pas actuellement de calculer deux dégradations simultanées dues à l'écho pour le locuteur. Le modèle E ne permet pas d'additionner simplement ces deux paires de variables T et TELR, pour obtenir de nouveaux paramètres d'entrée. Le fait que deux sources d'écho soient présente simultanément est plus complexe et nécessite un complément d'étude. Des effets psychoacoustiques spéciaux, comme le masquage d'un écho par l'autre, peut influencer la perception de la qualité.

Dans cette situation, il est généralement recommandé de suivre une méthode en trois étapes. La première consiste à ne prendre en considération que les dégradations dues à l'écho en calculant séparément les deux trajets d'écho, 1 et 2. C'est-à-dire que pour chaque trajet d'écho, il y aura lieu de déterminer indépendamment les paramètres correspondants en termes de temps moyen de propagation dans un seul sens (T) et d'équivalent TELR, en supposant que l'autre trajet d'écho n'existe pas. Dans la deuxième étape, les valeurs de dégradation calculées pour les deux trajets d'écho doivent être combinées avec une formule spécifique (non fournie par le modèle E). Finalement, ce résultat est combiné avec celui des calculs du modèle E pour tous les autres paramètres de dégradation (par exemple la valeur du facteur I_e pour la MICDA) dans cette configuration. Le sous-paragraphe 9.5 décrit plus en détail cette procédure et la façon de traiter le modèle E dans cette application spéciale. Il donne également des indications générales pour

l'application du modèle E dans la pratique de la planification. Les alinéas suivants décrivent la façon de déterminer les paramètres TELR et T pour les deux trajets d'écho.

Pour le poste sans cordon de la Figure 15, la partie fixe (station de base) doit assurer une conversion 4 fils/2 fils pour la connexion à une interface analogique à 2 fils. Cet hybride sera ensuite une source de réflexions de signal et formera le trajet d'écho 1 avec la partie mobile passant par l'interface radioélectrique. Lors de la détermination des paramètres de temps moyen de propagation dans un seul sens (T) et d'équivalent TELR correspondant à ce trajet d'écho, il conviendra de tenir compte des paramètres propres au poste téléphonique sans cordon.

Les postes téléphoniques sans cordon conformes à la référence [50] et [53] insèrent un temps moyen de propagation dans un seul sens supplémentaire de 14 ms environ entre l'interface acoustique de la partie mobile et l'interface réseau de la partie fixe (voir Tableau A.1). Ce retard est susceptible de provoquer des effets d'écho dans de nombreuses applications. Cette configuration exige donc que des précautions soient prises afin de supprimer le signal réfléchi au moyen d'un annuleur d'écho (EC, *echo canceller*) ainsi que d'un supprimeur programmable (SS, *soft suppressor*). On trouvera dans l'Annexe C des informations plus détaillées sur la limitation de l'écho dans les postes téléphoniques sans cordon.

Lors de la détermination de l'équivalent TELR de ce trajet d'écho 1, ces limiteurs d'écho "intégrés" doivent être pris en compte. La Figure 16 montre de façon plus détaillée les composants relatifs à la limitation de l'écho dans un terminal. La plupart de ces composants sont implantés dans la partie fixe, où une "point de référence" virtuel est défini. C'est le point où le signal téléphonique est transcodé en MICDA pour transmission radioélectrique et où il revient en format MIC normal.

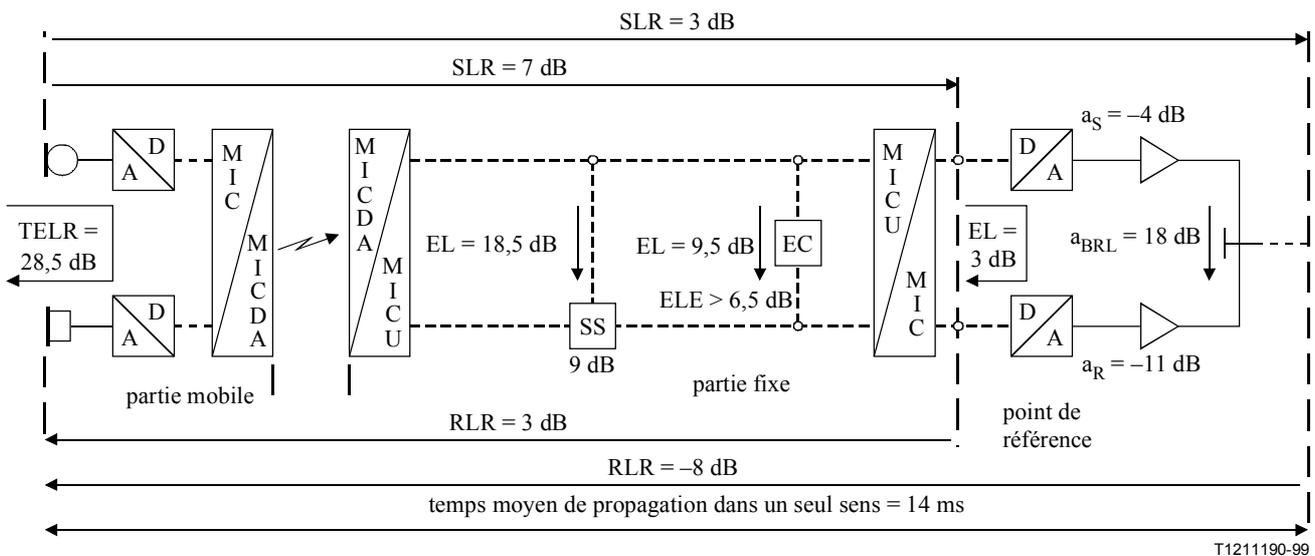


Figure 16/G.108 – Détails internes d'un téléphone sans cordon concernant la limitation d'écho

Conformément à la référence [50], le système est réglé sur $SLR = 7$ dB et $RLR = 3$ dB par rapport à ce point de référence. Ces valeurs d'équivalent pour la sonie ne répondront pas aux prescriptions lors d'une connexion à une interface analogiques à 2 fils. Dans l'exemple de la Figure 14, on suppose des valeurs $SLR = 3$ dB et $RLR = -8$ dB pour répondre à ces prescriptions (d'autres exigences nationales ou régionales peuvent s'appliquer). Le circuit hybride se trouvant à l'intérieur de la partie fixe (à droite du point de référence dans la Figure 16) ne fournit pas seulement la conversion A/D-D/A et 4 fils/2 fils nécessaire mais comprend, dans son étage analogique, un réglage de niveau de $a_s = -4$ dB dans le sens d'émission et de $a_R = -11$ dB dans le sens de réception afin de répondre aux valeurs d'équivalent SLR/RLR requises à l'interface 2 fils.

Le calcul de l'équivalent TELR pour le trajet d'écho 1 doit être effectué en plusieurs étapes. Pour l'hybride, un affaiblissement d'équilibrage moyen $a_{BRL} = 18$ dB peut être pris comme hypothèse si une adaptation correcte d'impédance, faisant appel à des réseaux d'équilibrage complexe, est assurée. Pour l'ensemble du circuit de l'hybride, cet affaiblissement d'équilibrage est diminué de la somme des ajustements a_S et a_R , ce qui donne un affaiblissement d'écho (EL) net de 3 dB. Pour améliorer cette faible valeur d'affaiblissement d'écho, l'on fait appel à un annuleur d'écho (EC) qui compensera en partie le signal réfléchi. Cette compensation est exprimée en termes d'amélioration de l'affaiblissement d'écho (ELE, *echo loss enhancement*). Cette grandeur doit, dans la norme DECT, être supérieure à 6,5 dB. L'affaiblissement d'écho est ainsi porté à $(3 + 6,5)$ dB = 9,5 dB. Une autre amélioration est possible par insertion d'un supprimeur programmable (SS) dans le trajet de réception (vers le téléphone) de la partie fixe. Ce supprimeur programmable introduit un affaiblissement additionnel de 9 dB (la norme DECT suggère de 9 à 12 dB) chaque fois qu'un signal est détecté dans le trajet d'émission. La valeur résultante de $(9,5 + 9)$ dB = 18,5 dB, ajoutée aux valeurs pour la sonie SLR = 7 dB et RLR = 3 dB, donne un équivalent TELR de 28,5 dB sur le trajet d'écho 1. Le temps moyen de propagation dans un seul sens de ce trajet est de 14 ms.

NOTE – Bien que les valeurs des équivalents SLR et RLR se rapportent au point de référence, on peut également les rapporter au point MIC uniforme (MICU) à gauche de la Figure 16 car il n'y a pas d'affaiblissement additionnel à l'intérieur du trajet en MICU. Il convient également de noter que le supprimeur programmable n'est activé que si un signal est présent dans le trajet d'émission – ce qui est valide lors du calcul de l'écho pour le locuteur. Mais ce dispositif est désactivé pendant l'écoute, alors que le locuteur est silencieux. Les valeurs d'équivalent RLR de la Figure 16 sont donc représentées pour un supprimeur programmable désactivé.

Pour le trajet d'écho 2, le calcul des valeurs correspondantes du temps moyen de propagation dans un seul sens (T) et de l'équivalent TELR est similaire à celui du 8.2.1 mais avec des valeurs différentes. La sommation des valeurs de retard pour chaque élément de réseau sur le trajet d'écho 2 indiqué sur la Figure 15 donne une valeur $T = 28$ ms pour le temps moyen de propagation dans un seul sens du trajet d'écho 2.

Le calcul de l'équivalent TELR sur le trajet d'écho 2 demande des précautions afin d'éviter des résultats erronés. Le trajet d'émission à partir du microphone de la partie mobile via le circuit hybride dans la partie fixe peut être résumé par SLR = 3 dB (Figure 16). Le trajet d'écho continue via le circuit hybride de l'autocommutateur A (0 dB), l'affaiblisseur numérique de l'autocommutateur C (3 dB), jusqu'au circuit hybride du commutateur local E, avec un affaiblissement d'écho de 24 dB.

Le trajet de retour comprend l'affaiblisseur numérique de l'autocommutateur C (3 dB) et le circuit hybride de l'autocommutateur A (7 dB) ainsi que le trajet de réception du téléphone sans cordon qui est représenté sur la Figure 16 avec RLR = -8 dB. Cette valeur d'équivalent RLR doit cependant être corrigée par l'affaiblissement de 9 dB apporté par le supprimeur programmable (qui est activé pendant la conversation et qui est donc également un facteur pour le trajet d'écho 2), c'est-à-dire afin de calculer l'équivalent TELR, on prend $RLR = (-8 + 9)$ dB = +1 dB. La somme pour le trajet d'écho 2, avec les valeurs indiquées dans les Figures 15 et 16, donne donc un équivalent TELR = $(3+3+24+3+7+1) = 41$ dB. Noter que l'annuleur d'écho situé en partie fixe n'a pas d'incidence sur le trajet d'écho 2 car la capacité de traitement de cet annuleur (généralement de 4 ms environ) est très inférieure au temps de la connexion, en termes de temps de propagation sur le trajet d'écho.

Les valeurs applicables aux deux trajets d'écho seront les suivantes:

- trajet d'écho 1 TELR = 28,5 dB T = 14 ms
- trajet d'écho 2 TELR = 41,0 dB T = 28 ms

8.3 Temps de transmission dans les connexions sans écho

Comme indiqué au 7.3, un très long temps de propagation peut provoquer des dégradations autres que l'écho. Les connexions qui révèlent un temps de propagation notable ont une incidence sur la qualité de transmission téléphonique perçue, même si elles sont conçues "sans écho" avec une parfaite annulation de l'écho. Aux fins de la planification, le temps de transmission n'est habituellement à prendre en compte que pour de longues connexions nationales (par exemple en Amérique du Nord) ou pour des connexions internationales ou lors d'un routage par liaison satellite. Mais des connexions nationales ou internes au réseau examiné peuvent être également affectées si des dispositifs modernes de traitement de signal comme des codecs à bas débit sont insérés. Pour être utilisé dans le modèle E, le temps absolu, (T_a), doit être calculé en millisecondes comme la somme de toutes les valeurs de temps moyen de propagation dans un seul sens des différents éléments de réseau sur toute la connexion. Il convient de noter que tous ces éléments, y compris les postes téléphoniques des deux extrémités, doivent être considérés indépendamment d'éventuelles sources d'écho comme les hybrides et les annuleurs d'écho insérés. Des éléments de transmission ou de connexion spécifiques, ou même des routages complets peuvent avoir différentes valeurs de temps de propagation dans chaque sens de transmission. Dans ces cas, il convient d'utiliser la moyenne arithmétique des deux valeurs.

8.4 Unités de distorsion de quantification

Le modèle E a besoin de ce paramètre d'entrée en termes de nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu) comme décrit au 7.5. Le processus complet de codage (conversion d'analogique à numérique) et de décodage (conversion de numérique à analogique) conformément aux lois de codage (loi A ou loi μ) définies dans la Recommandation G.711 [15] est considéré comme une seule unité qdu. Lors de l'exécution de la sommation pour la connexion entière, chaque paire de "codeur" et de "décodeur" correspondants doit être clairement indiquée.

Pour des lois de codage autres que celles qui figurent dans la Recommandation G.711 [15] (MICDA par exemple), les dégradations dues à la distorsion ne doivent pas être exprimées en termes d'unités qdu mais plutôt en termes de facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) (voir 8.5). Lorsque la connexion comporte des éléments qui ont une incidence sur le codage [comme des affaiblisseurs ou des compensateurs numériques, des annuleurs d'écho ou des circuits (numériques) de conférence], une valeur normalisée de 0,7 qdu doit être utilisée pour chaque élément dans le calcul.

NOTE – Bien que certaines Recommandations contiennent encore des attributions d'unités qdu à la MICDA (et à certains autres codecs à bas débit), l'utilisation de telles valeurs qdu n'est plus recommandée pour la planification de la transmission.

Si le routage d'une connexion est entièrement numérique, un minimum de 1 unité qdu doit être pris en compte, que le codeur/décodeur soit situé dans le poste téléphonique numérique ou dans la carte d'équipement de ligne pour la connexion d'un poste téléphonique analogique. Dans le modèle E, la valeur par défaut de ce paramètre est déjà fixée à $qdu = 1$. Elle ne doit pas être modifiée en $qdu = 0$ dans un environnement tout numérique.

8.5 Facteur de dégradation due à l'équipement

Comme décrit au 7.6, les lois de codage des modems provoqueront des dégradations dues à des distorsions. Contrairement au codage/décodage MIC normal selon la loi A ou la loi μ (Recommandation G.711 [15]), ces dégradations sont exprimées en termes de "facteur de dégradation due à l'équipement" (I_e) et non en unités de distorsion de quantification (qdu). Le Tableau 2a donne le facteur I_e pour différentes lois de codage et différents débits d'exploitation. En planification pratique, seule la somme algébrique de toutes les valeurs I_e de la connexion étudiée doit être calculée et insérée comme valeur d'entrée dans le modèle E. Il est cependant très important de bien préciser, au moyen de la configuration de référence, l'emplacement réel du codeur et du décodeur d'une telle section à bas débit, car celle-ci peut comporter plusieurs éléments de

transmission et de connexion. Une connexion peut également comporter plusieurs sections utilisant des types identiques ou différents de tels codage à bas débit, qui doivent être prises en compte dans le calcul.

8.6 Facteur de dégradation due à l'équipement pour codecs en situation de perte de paquet

Les Tableaux 2a et 2b donnent des valeurs provisoires pour le facteur de dégradation due à l'équipement dans des codecs en situation de perte de paquet. Même si ces valeurs sont très prématurées, elle donnent une estimation de la grande influence exercée par ce paramètre sur la qualité de transmission téléphonique. Selon la nature dynamique de la plupart des systèmes de transmission en mode paquet actuels, la difficulté pour le planificateur de transmission sera qu'il n'existe pas de réseau ayant un pourcentage fixe de perte de paquet: ce pourcentage pourra au contraire être variable et dépendra d'autres facteurs comme les mécanismes ou la charge du réseau.

Le facteur de dégradation due à l'équipement pour les codecs en situation de perte de paquet échappe donc aux méthodes de planification de la transmission. Il fera l'objet d'une étude ultérieure.

8.7 Variation du temps de propagation en fonction du temps

L'influence des variations du temps de propagation en fonction du temps sur la qualité de transmission téléphonique de bout en bout, décrite au 7.7, dépend surtout de l'implémentation correcte de l'adaptation dynamique de la longueur du tampon récepteur dans l'équipement. Ce paramètre peut donc être négligé dans la plupart des cas. Ce point fera l'objet d'une étude ultérieure.

9 Application du modèle E dans la pratique de la planification

9.1 Généralités

Les principes fondamentaux de planification exposés dans la présente Recommandation sont fondés sur l'emploi du modèle E (voir paragraphe 6) pour l'exécution de calculs de planification permettant de prédire la qualité probable d'une configuration spécifiée. Cette méthode de planification s'écarte des précédentes directives de planification de la transmission qui – en particulier pour les réseaux privés – étaient fondées sur l'attribution de limites aux paramètres de transmission pertinents. Le présent sous-paragraphe donne donc certains éléments d'introduction et d'orientation quant à l'application de ces nouveaux principes et quant à l'utilisation du modèle algorithmique qui y figure.

Une description détaillée du modèle E et de son algorithme associé se trouve dans la Recommandation G.107 [3]. Il convient de noter que, pour éviter des résultats erronés, l'emploi de ce modèle E nécessite une certaine compréhension de la configuration de référence primaire et des différents paramètres d'entrée, ce qui fait l'objet des 9.2, 9.3 et 9.4. Le sous-paragraphe 9.5 traite de la configuration spéciale avec deux trajets d'écho.

En raison du nombre et de la complexité des formules du modèle E, les calculs seront généralement effectués par des programmes informatiques. Il importe néanmoins que l'utilisateur soit familier de ce programme, y compris la manipulation des paramètres d'entrée et les limites d'application du programme. Le sous-paragraphe 9.6 donne des informations à ce sujet.

Le modèle E comporte divers paramètres de transmission mais seuls certains d'entre eux subissent une variation aux fins de la planification (voir 7.10). Ces paramètres doivent être réglés (et rester) à une valeur par défaut (qui n'est pas forcément égale à zéro) pendant l'exécution du calcul. Par ailleurs, l'algorithme du modèle E est fondé sur les résultats d'essais subjectifs dans lesquels les différents paramètres n'ont été modifiés que dans des étendues spécifiques. Lors de l'utilisation du modèle avec des paramètres d'entrée extérieurs à ces étendues, les résultats obtenus n'ont pas été

validés. L'utilisation de telles valeurs doit donc être évitée. Le sous-paragraphe 9.7 énumère toutes les valeurs par défaut et les étendues valides pour chaque paramètre.

9.2 Configurations de référence

Pour bien comprendre les principes fondamentaux du modèle E, il est utile de construire une configuration de référence primaire représentant une connexion téléphonique de bout en bout avec tous les paramètres de transmission qui influencent la qualité téléphonique perçue. Cette configuration de référence, représentée sur la Figure 17, est essentiellement subdivisée en "côté émission" et "côté réception" avec un centre virtuel rapporté à un "point 0 dBr". Une des plus importantes hypothèses formulées dans le modèle est que la qualité perçue se rapporte au "côté réception" c'est-à-dire à l'auditeur au cours d'une communication et à ce même côté en ce qui concerne les dégradations subies au cours de la locution, comme l'effet local, le bruit de salle et l'écho. La configuration de référence primaire de la Figure 17 contient un "circuit à 4 fils" afin de mettre en évidence les dégradations dues à l'écho pour le locuteur et pour l'auditeur. Ces dégradations n'ont qu'une influence mineure dans une connexion entièrement numérique (à 4 fils).

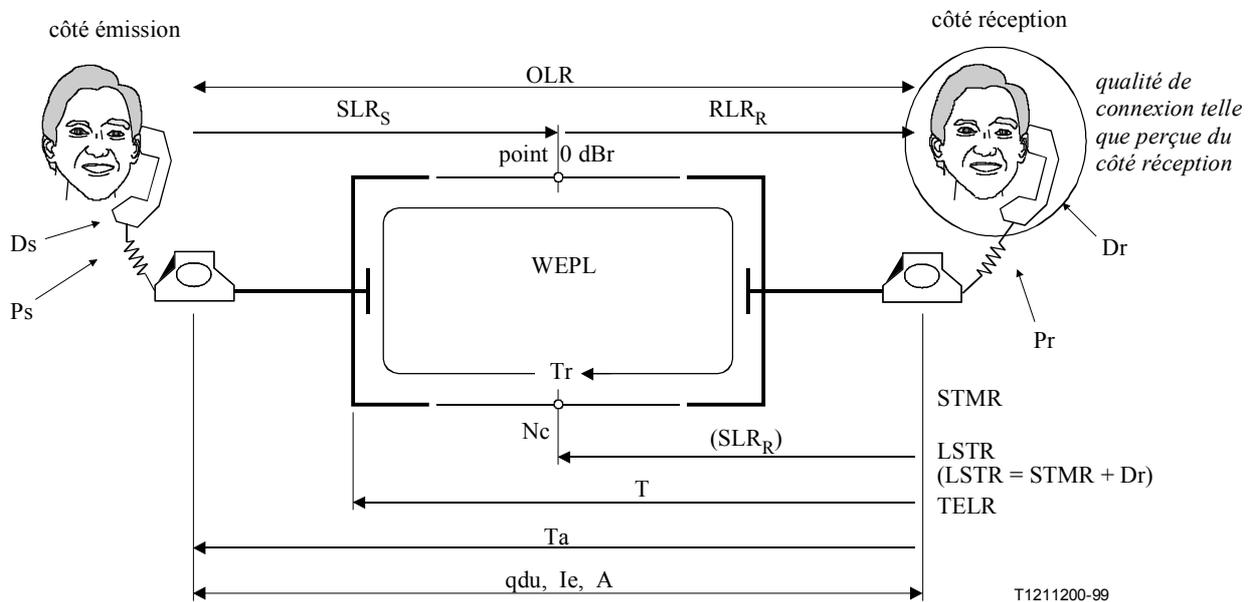


Figure 17/G.108 – Configuration de référence primaire du modèle E

Dans le processus de planification du réseau, il est souhaitable de définir une connexion "très critique" pour étude et planification, puis de désigner cette connexion comme configuration de référence pour ce réseau. Cette configuration de référence, qui devra contenir tous les éléments de transmission et de connexion pertinents, sert à définir et à calculer la grandeur totale de tout paramètre spécifique dans la connexion de bout en bout. Dans la plupart des situations cependant, cette configuration de référence s'écartera plus ou moins de la configuration de référence primaire du modèle E. Pour minimiser les erreurs lors de l'introduction des valeurs des différents paramètres dans le modèle E, y compris les résultats des calculs préalables, il est recommandé de transformer la configuration de référence de la connexion étudiée en une forme presque identique, si possible, à la configuration de base du modèle E représentée dans la Figure 17.

Les figures suivantes donnent des indications sur la transformation des configurations de planification réelles en configurations selon le modèle E. Pour chacune de ces configurations "de service", qui sont réparties en structures à 2 fils/2 fils, 2 fils/4 fils, 4 fils/2 fils ou 4 fils/4 fils, le traitement des paramètres applicables est décrit.

Dans la Figure 18, la même structure 2 fils/2 fils est représentée comme dans la configuration de base du modèle E mais avec ici une subdivision en différentes section pour faciliter la comparaison avec la connexion réelle. Concernant le centre virtuel de la connexion et par rapport au point 0 dBr, la figure est subdivisée en un "côté A" identique au "côté émission" et en un "côté B" identique au "côté réception". Ces deux côtés aboutissent à des postes téléphoniques analogiques A et B, chacun avec ses propres valeurs individuelles d'équivalent pour la sonie: SLR A, RLR A et SLR B, RLR B.

Les facteurs D_s (du côté émission) et D_r (du côté réception) dépendent de la conception du combiné et ne sont habituellement pas soumis à planification. Ces facteurs doivent être mis à leur valeur par défaut pour le calcul. Les paramètres d'affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR) et d'affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (LSTR) sont supposés avoir une relation fixe avec le facteur D selon la relation suivante:

$$LSTR = STMR + D$$

Ils n'influencent donc la qualité perçue que du côté réception.

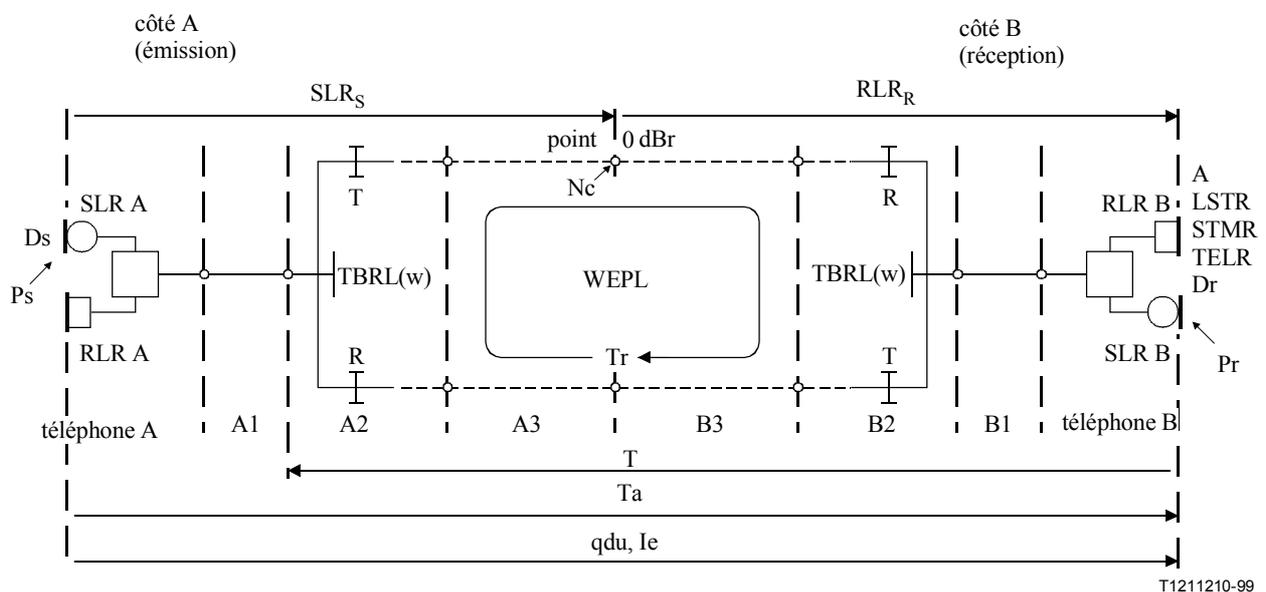


Figure 18/G.108 – Configuration de service pour connexions 2 fils/2 fils

Les paramètres STMR, LSTR et D ne sont habituellement pas soumis à planification et doivent être gardés à leur valeur par défaut, sauf pour des configurations de circuit téléphonique spécifiques, des rapports d'impédance spécifiques ou des conceptions non normalisées des combinés.

Le bruit de salle, P_s , du côté émission, peut influencer le rapport signal sur bruit perçu du côté réception, tandis que le bruit de salle, P_r , du côté réception, peut diminuer la qualité perçue via le trajet d'effet local. Pour les postes téléphoniques en environnement bureautique normal, les valeurs du bruit de salle peuvent toutefois rester par défaut.

L'équivalent pour la sonie pour le locuteur (TEL_R), qui est un des paramètres d'entrée du modèle E, appelle une étude particulière. Il est décrit plus en détail au 9.3.

Les sections A1 et B1 de la Figure 18 doivent être comprises comme l'interconnexion analogique entre le poste téléphonique et l'équipement de commutation dans lequel la conversion 4 fils/2 fils est assurée. Ces sections peuvent se composer d'éléments de transmission (comme des câbles non chargés) et d'éléments de commutation (comme un autocommutateur privé avec matrice de commutation analogique). Pour les sections A1 et B1, il faut donc surtout calculer des valeurs d'affaiblissement.

Les sections A2 et B2, qui font normalement partie d'éléments de commutation (comme une carte d'équipement de ligne d'abonné ou une carte de jonction) sont décrites en détail car elles comportent des circuits de conversion 4 fils/2 fils (hybrides) et les affaiblisseurs numériques (R dans le sens réception et T dans le sens émission). En fonction du degré d'adaptation d'impédance (affaiblissement TBRL), ces composants ont une influence significative sur la qualité téléphonique.

L'affaiblissement d'équilibrage du terminal (TBRL), représenté dans la Figure 18, exprime ce degré d'adaptation d'impédance entre le réseau d'équilibrage de l'hybride et l'impédance de la section terminale à 2 fils. L'affaiblissement d'équilibrage pondéré du terminal [TBRL(w)] n'est pas un paramètre d'entrée directe dans le modèle E mais est requis pour les calculs préliminaires de l'équivalent TELR.

Finalement, les sections A3 et B3 de la Figure 18 représentent la partie numérique de la connexion entre les hybrides – y compris la conversion A/D et D/A – ainsi que le point de la configuration qui a été déclaré comme point 0 dBr. L'interface entre différents réseaux (par exemple public et privé) peut aussi être incluse dans les sections A3 et B3. Ces sections peuvent contenir plusieurs éléments de commutation et plusieurs éléments de transmission, dont des affaiblisseurs ou compensateurs numériques, des codeurs à bas débit, etc., qui ajoutent des paramètres d'affaiblissement, de retard et de distorsion, par exemple. Ces paramètres de dégradation doivent être pris en compte dans le précalcul.

Le circuit à 4 fils composé des sections A2, A3 et B2, B3 peut contribuer aux dégradations par écho pour l'auditeur, caractérisées par les paramètres d'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL) et par le temps de propagation aller-retour (T_r). On peut calculer le temps T_r comme la somme de toutes les valeurs de temps de propagation (dans les deux sens), surtout dans les sections A3 et B3, alors que l'affaiblissement WEPL est la somme de tous les affaiblissements et de tous les gains insérés dans les sections A3 et B3, combinée à l'affaiblissement TBRL et aux affaiblissements des compléments R et T associés aux hybrides en A2 et B2.

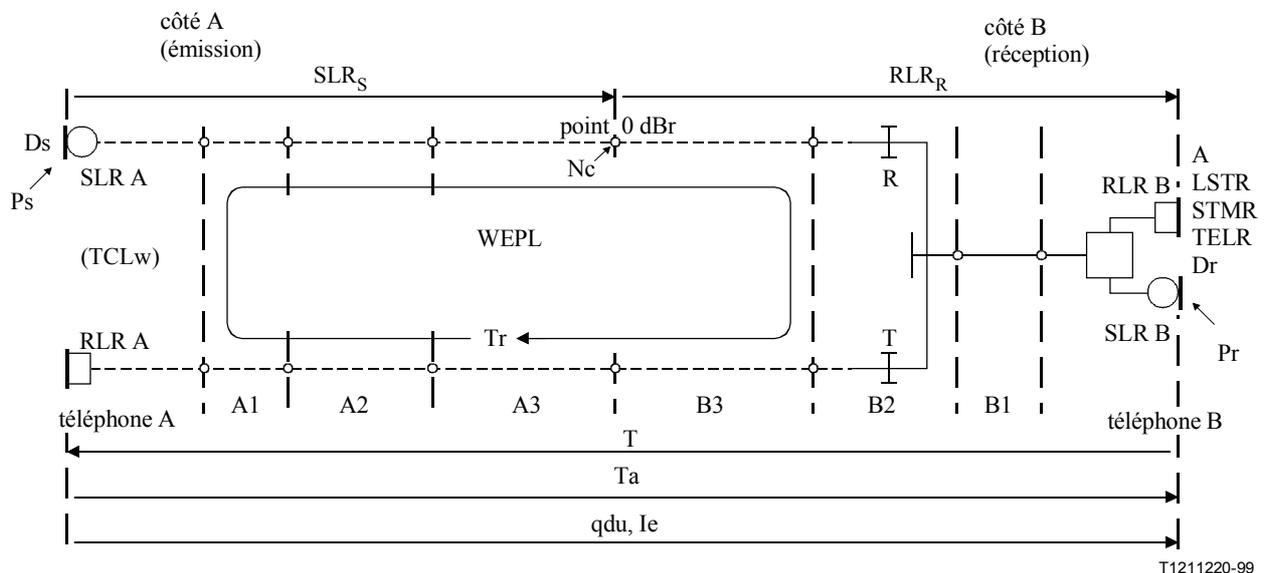


Figure 19/G.108 – Configuration de service pour connexions 4 fils/2 fils

La configuration de service qui est représentée sur la Figure 19 peut être utilisée pour des connexions à terminaison en 4 fils (poste numérique) du côté émission et à terminaison en 2 fils du côté réception. Dans cette configuration, les valeurs des équivalents SLR A et RLR A se rapportent au poste numérique A. Un paramètre supplémentaire, l'équivalent pondéré de couplage du terminal (TCLw du poste numérique) doit être pris en considération ici. Ce paramètre caractérise le couplage

entre le récepteur et le microphone (c'est-à-dire tout trajet de couplage acoustique, électrique ou mécanique) pouvant créer une source de réflexion de signal (voir également Recommandations G.100 [1] et G.122 [7]).

Le paramètre TCL_w , qui n'est pas une valeur d'entrée directe dans le modèle E, doit être inclus dans le précalcul de la valeur d'équivalent $TELR$ afin de définir les dégradations dues à l'écho perçu du côté réception. Le paramètre TCL_w doit également faire partie des précalculs de l'affaiblissement $WEPL$. En ce qui concerne l'écho pour le locuteur et l'écho pour l'auditeur, l'affaiblissement TCL_w de cette configuration remplace l'affaiblissement d'écho (TBRL et affaiblisseurs R et T associés) de l'hybride de la section A2 sur la Figure 18. Il y a lieu de noter que le temps moyen de propagation dans un seul sens (T) de la Figure 19 comprend la section A1 et le poste téléphonique, contrairement à la configuration de la Figure 18 où le trajet d'écho par rapport au locuteur du côté réception se termine dans la section A2.

Toutes les autres remarques et explications données pour la configuration de service de la Figure 18 sont également applicable à cette configuration.

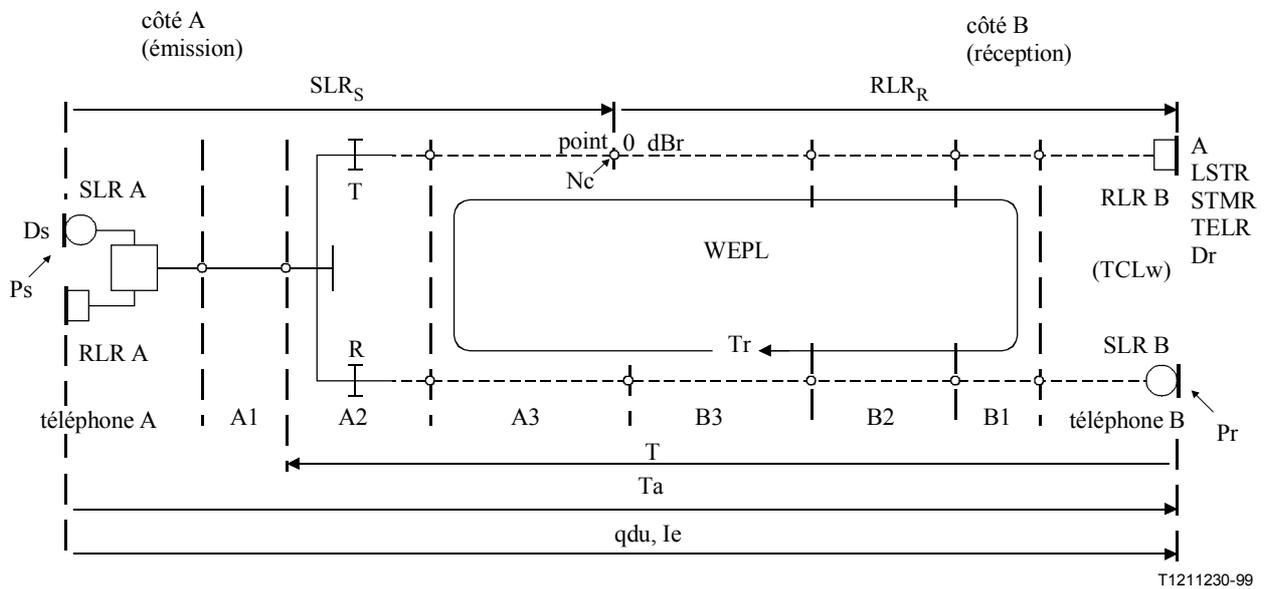


Figure 20/G.108 – Configuration de service pour connexions 2 fils/4 fils

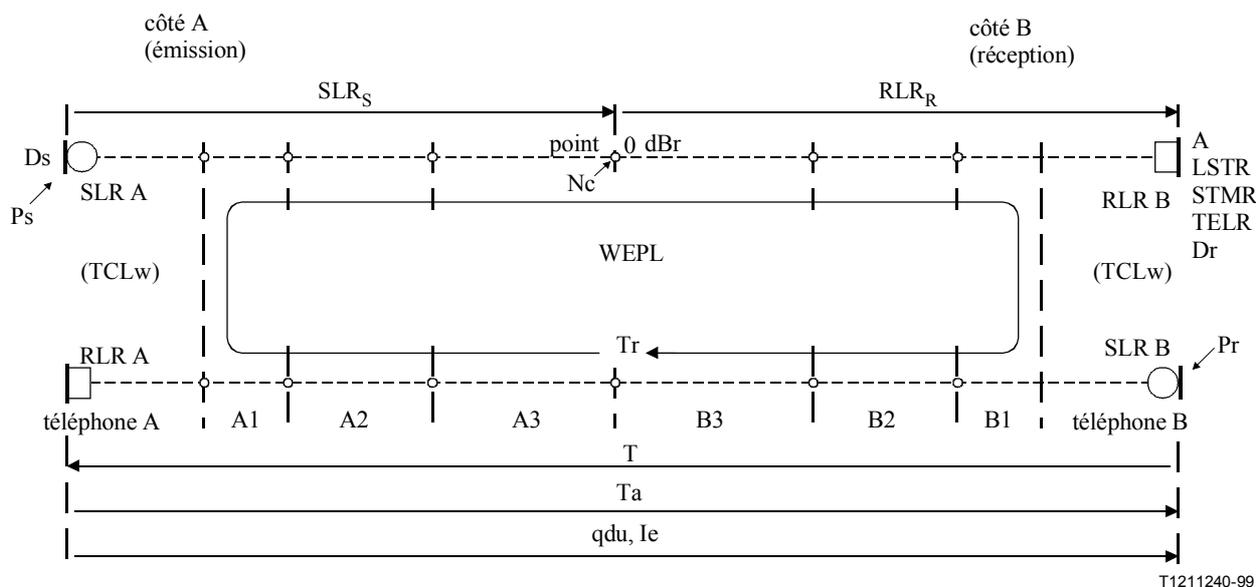


Figure 21/G.108 – Configuration de service pour connexions entièrement numériques

La Figure 20 illustre la configuration de service opposée, avec la terminaison à 4 fils (poste numérique) du côté réception. La Figure 21 montre une connexion entièrement numérique avec terminaison à 4 fils aux deux extrémités. L'application et le précalcul des paramètres d'entrée de la Figure 20 sont, surtout pour l'équivalent TELR, presque identiques à la configuration de la Figure 18 sauf que, pour le calcul de l'affaiblissement WEPL, l'équivalent TCLw du téléphone B fait partie du circuit à 4 fils. De même, les deux valeurs de TCLw pour les téléphones A et B dans la Figure 21 doivent être inclus dans le précalcul de l'affaiblissement WEPL. Il y a lieu de noter que le paramètre WEPL aura une influence mineure si l'on utilise des postes téléphoniques numériques avec un équivalent TCLw de plus de 40 dB et si le temps de propagation aller-retour (Tr) est faible.

9.3 Traitement des paramètres d'entrée

Pour obtenir des résultats corrects, il convient d'examiner de près la structure spécifique de l'algorithme et le traitement des différentes valeurs d'entrée dans le modèle E. Cela vaut particulièrement pour les valeurs d'équivalent pour la sonie (LR). L'algorithme du modèle E nécessite, en entrée, la valeur totale de l'équivalent SLR_S, couvrant le côté émission, ainsi que la valeur totale de l'équivalent RLR_R pour le côté réception, ces deux valeurs étant définies entre l'interface acoustique (microphone ou récepteur) et le point 0 dBr. En ce qui concerne les Figures 18 à 21, ces valeurs sont calculées comme suit: du côté émission, la somme des équivalents SLR A du téléphone A plus toutes les valeurs d'affaiblissement dans le sens d'émission des sections A1, A2 et A3. Pour le côté réception, la somme de tous les affaiblissements dans le sens de réception des sections B3, B2, B1 plus les valeurs d'équivalent RLR B du téléphone B. Il est très souhaitable de vérifier que les valeurs d'équivalent LR du poste téléphonique sont compatibles avec les normes applicables, au moyen de méthodes de mesure acceptées, comme la Recommandation P.79 [29].

Pour la recherche dans le sens de transmission de A à B, les valeurs RLR A et SLR B ne sont pas applicables.

Les valeurs d'équivalent pour la sonie sont applicables non seulement aux paramètres d'entrée SLR_S et RLR_R mais aussi aux paramètres TELR, STMR et LSTR. Les valeurs pour STMR et LSTR dépendent en fait des équivalents SLR et RLR du poste téléphonique. Aux fins de la planification pratique, l'on peut utiliser une valeur fixe pour les deux paramètres d'effet local conjointement aux équivalents SLR et RLR, comme indiqué par le constructeur des postes téléphoniques. Les paramètres d'entrée STMR et LSTR seront donc mis à leur valeur par défaut et ne seront modifiés

que si, dans le cas de postes analogiques, il faut tenir compte de la probabilité d'une notable désadaptation d'impédance.

NOTE – Dans le cas des postes téléphoniques possédant une commande de volume dans les sens d'émission et/ou de réception en mode combiné, il y a lieu d'utiliser pour la planification les équivalents SLR et RLR indiqués par le constructeur pour le réglage par défaut de la commande de volume et des valeurs correspondante d'affaiblissement STMR et LSTR.

Pour inclure les dégradations dues à l'écho pour le locuteur, l'algorithme du modèle E nécessite deux paramètres: le temps moyen de propagation dans un seul sens (T) en millisecondes sur le trajet d'écho, et l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR). Il est très important de noter que l'écho pour le locuteur se rapporte au côté réception. Comme expliqué au 8.2, la valeur d'équivalent TELR est obtenue par un précalcul selon la formule de base suivante:

$$\text{TELR} = \text{SLR} + \text{EL} + \text{RLR}$$

où SLR et RLR sont les valeurs d'équivalent pour la sonie du poste téléphonique du côté réception, c'est-à-dire SLR B et RLR B, dans le cadre des Figures 18 à 21. Bien que RLR B fasse déjà partie de la valeur d'entrée de base RLR_R , les formules du modèle E ne prévoient pas une inclusion automatique des valeurs d'équivalent pour la sonie. En d'autres termes, il faut précalculer les équivalents RLR_R et TELR séparément au moyen de la même valeur que pour RLR B.

L'affaiblissement d'écho (EL) est, dans la formule précédente, la somme de tous les affaiblissements sur le trajet des courants d'écho, c'est-à-dire dans les sections B1, B2, B3, A3 et A2 des configurations de service des Figures 18 et 20, ainsi que dans la section A1 des Figures 19 et 21. Les affaiblissements dans les sections B1, B2, B3 et A3 doivent être identifiés et inclus dans les **deux** sens de transmission. Par exemple, l'affaiblissement de la section B1 dans les Figures 18 et 19 est inclus deux fois dans le trajet d'écho. Pour la section A2 des Figures 18 et 20, les affaiblisseurs R et T et l'affaiblissement TBLR(w) des hybrides de terminaison sont compris dans l'affaiblissement EL, de même que l'équivalent TCLw des postes numériques du côté A dans les Figures 19 et 21. Il est absolument nécessaire d'utiliser la valeur "pondérée" pour l'affaiblissement TBRL.

La définition du paramètre de bruit de circuit (N_c) peut conduire à des résultats erronés si cette valeur d'entrée dans le modèle E n'est pas incluse correctement. L'algorithme du modèle E implique que toutes les sources de bruit soient définies par les niveaux de bruit qui apparaîtraient au point 0 dB. Le bruit de circuit n'est généralement plus un facteur majeur dans un environnement numérique et sa spécification peut être négligée dans la plupart des applications. En d'autres termes, la valeur par défaut de -70 dBm0p peut être utilisée. Dans un environnement analogique toutefois, comme dans les sections A1 ou B1 de la Figure 18, du bruit peut se produire, par exemple à cause de brouillages longitudinaux issus des lignes de transport d'énergie et couplés aux câbles téléphoniques. Si de telles sources de bruit ne peuvent pas être négligées, il y a lieu de précalculer le niveau de bruit pour obtenir une valeur équivalente au point à 0 dB.

Exemple: Le brouillage longitudinal mesuré dans un câble de section A1 dans la configuration de service de la Figure 18 donnera un niveau de bruit transversal de -50 dBmp à l'interface entre les sections A1 et A2. Si l'affaiblisseur T dans l'hybride de la section A2 introduit un affaiblissement de 3 dB, le niveau de bruit est réduit d'autant par cet affaiblisseur, ce qui donne une valeur de $-50 \text{ dBmp} - 3 \text{ dB} = -53 \text{ dBm0p}$ au point à 0 dB.

9.4 Interprétation des résultats

Comme décrit en détail dans les paragraphes 6 et 7, la présente Recommandation et les principes de planification qui y sont recommandés sont fondés sur la méthode du facteur de dégradation due à l'équipement associée à l'utilisation du modèle E (Recommandation G.107 [3]). Le résultat de toute recherche en planification concernant la qualité perçue est présentée en termes de facteur d'évaluation R du modèle E.

Comme indiqué dans le paragraphe 6, il y a lieu de prendre des dispositions afin que les résultats spécifiques pour les facteurs I_d , I_s et I_e soient disponibles au cours de la planification de la transmission, en plus du facteur R du modèle E. Cela permettra de reconnaître et de définir les différentes contributions dans chaque catégorie de dégradation, lors de la recherche de solutions pour obtenir une qualité améliorée.

9.5 Application du modèle E à des configurations avec deux trajets d'écho

Comme indiqué au 8.2.2, une procédure spéciale s'applique lorsqu'il faut calculer avec le modèle E une configuration comportant deux trajets d'écho effectifs. Etant donné que l'algorithme du modèle E ne traite pas la contribution simultanée à la qualité globale de deux dégradations dues à l'écho pour le locuteur, la procédure spéciale qui est décrite ci-dessous est nécessaire.

En général, la procédure est fondée sur le même principe fondamental que celui du modèle E, à savoir que les dégradations sont additives sur une échelle d'évaluation psychologique. La même hypothèse s'applique également aux deux effets d'écho différents (de valeurs différentes) pour le temps moyen de propagation dans un seul sens et pour l'équivalent TELR, comme indiqué dans l'exemple de la Figure 15 avec d'autres dégradations dans cette configuration. Une simple addition des deux dégradations, dues seulement aux deux effets d'écho différents, ne serait toutefois pas correcte. En admettant que, pour un auditeur humain, la qualité perçue et son jugement sont plus influencés par l'écho présentant la valeur de dégradation la plus élevée et que certains effets de masquage peuvent également se produire, il est recommandé d'effectuer une sommation quadratique.

Bien que tout calcul effectué avec le modèle E ait pour résultat final le facteur d'évaluation R du modèle E (voir paragraphe 6), l'on obtient au cours de ce calcul un résultat partiel qui est la valeur de dégradation I_d , englobant toutes les dégradations dues au temps de propagation et à l'écho. Un précalcul avec les valeurs I_d est nécessaire pour étudier les dégradations dues à deux trajets de courants d'écho.

Dans une première étape, on calcule les dégradations I_{d1} pour le trajet d'écho 1 et I_{d2} pour le trajet d'écho 2, dues seulement à l'écho pour le locuteur (en supposant que le programme informatique utilisé fournit les valeurs de dégradation séparées). Ce calcul est effectué séparément pour chaque trajet d'écho, en supposant que tous les autres paramètres soient réglés à leur valeur par défaut et que seules les valeurs du temps T et de l'équivalent TELR pour le trajet d'écho considéré soient distinctement spécifiées en tant que valeurs d'entrée dans le modèle E. Les deux résultats pour I_{d1} et I_{d2} sont ensuite combinés en une valeur (additive) totale I_d pour les deux dégradations, au moyen de l'équation suivante:

$$I_d = \sqrt{I_{d1}^2 + I_{d2}^2}$$

Cette valeur du facteur I_d représente donc toutes les dégradations dues aux effets d'écho pour le locuteur sur les deux trajets d'écho.

Dans une deuxième étape, on inclut toutes les autres dégradations effectives dans la configuration, en mettant tous les paramètres correspondants à leur valeur réelle. Il importe de noter que, dans ce deuxième calcul, les valeurs d'entrée des paramètres de temps moyen de propagation dans un seul sens (T) et d'équivalent TELR doivent être par défaut ($T = 0$ ms, TELR = 65 dB). Le facteur d'évaluation R' du modèle E résultant de ce deuxième calcul est alors combiné à la valeur de dégradation pour les deux trajets d'écho (I_d) comme suit:

$$R = R' - I_d$$

Pour le calcul réel de cette configuration avec deux trajets d'écho effectifs, il n'est pas nécessaire de prendre une décision sur la configuration de service (voir 9.2) à utiliser dans la première étape. Comme tous les paramètres sont (à l'exception de T et de TELR) mis à leur valeur par défaut, une configuration spéciale n'est pas applicable.

La configuration de la Figure 15 sera donc utilisée pour illustrer les principes ci-dessus.

Le tableau suivant indique les paramètres d'entrée T et TELR pour les deux trajets d'écho, qui ont déjà été calculés au 8.2.2 avec les valeurs de dégradation correspondantes (Id_1 et Id_2) pour les deux trajets d'écho qui peuvent être calculées au moyen de l'algorithme du modèle E (voir 3.4/G.107 [3]), tous les paramètres d'entrée étant mis à leur valeur par défaut (voir Tableau 6) sauf T et TELR.

	TELR/dB	T/ms	Id
Trajet d'écho 1	28,5	14	17,3
Trajet d'écho 2	41	28	8,1

Les résultats pour Id_1 et Id_2 sont ensuite combinés en une valeur unique au moyen de la relation quadratique suivante:

$$Id = \sqrt{Id_1^2 + Id_2^2} = \sqrt{17,3^2 + 8,1^2} = 19,1$$

Pour le calcul final y compris toutes les autres dégradations sans les effets d'écho pour le locuteur, l'une des configurations de service présentées au 9.2 doit être sélectionnée pour l'identification correcte des différents paramètres et leur utilisation comme paramètres d'entrée dans le modèle E. Pour cet exemple, la configuration de service représentée dans la Figure 18 pour des connexions 2 fils/2 fils est choisie comme étant la plus appropriée.

Si l'on compare cette configuration de service avec la configuration réelle qui est représentée sur la Figure 15, le téléphone B du côté réception de la Figure 18 représente l'équipement sans cordon complet, y compris la partie fixe. La terminaison distante est représentée par la Figure A. On peut définir le point à 0 dBr entre réseau public et réseau privé, c'est-à-dire à l'interface numérique entre les commutateurs C et D. Les valeurs d'équivalent pour la sonie pour le système sans cordon entier (téléphone B) et pour la terminaison distante (téléphone A) servent à définir les équivalents SLR et RLR de la connexion par rapport au côté récepteur, B.

L'équivalent SLR du côté émission, rapporté au point à 0 dBr, est égal à l'équivalent SLR = 7 dB de la terminaison distante, étant donné qu'aucun autre gain ou affaiblissement n'est inséré dans le chemin entre le poste téléphonique et le point à 0 dBr. L'équivalent RLR pour le chemin de réception entre le point 0 dBr et l'équipement sans cordon comprend l'affaiblisseur numérique de 3 dB dans le commutateur C, l'affaiblissement de 7 dB associé à l'hybride du commutateur A et l'équivalent RLR = -8 dB (voir Figure 16) du système sans cordon entier, ce qui donne RLR = 2 dB. Cet équivalent RLR peut donc rester à sa valeur par défaut pendant le calcul. Il importe de noter que, pour ce calcul permettant de juger les conditions d'écoute, le supprimeur programmable (SS) est censé être désactivé. L'autre dégradation dans cette connexion est due à l'emploi du codage MICDA à 32 kbit/s dans le système sans cordon, ce qui doit être pris en compte avec une valeur de 7 pour le paramètre d'entrée I_e , conformément au Tableau 2a.

Les effets de l'écho pour l'auditeur et du temps de propagation absolu auront une influence mineure dans cette configuration. A titre didactique et pour mémoire, les paramètres Tr , WEPL et T_a sont toutefois inclus dans le calcul suivant.

Lorsque la configuration de la Figure 15 est examinée par rapport à une source possible de dégradations dues à l'écho pour l'auditeur, l'on constate qu'il y a un circuit à 4 fils dans le réseau public/privé, formé par les hybrides contenus dans les commutateurs A et E. Un deuxième circuit à 4 fils est théoriquement formé dans l'équipement sans fil entre l'hybride de la partie fixe et l'équivalent TCLw de la partie mobile.

Comme expliqué au 7.10, l'influence de l'écho pour l'auditeur est habituellement négligeable à condition qu'il y ait une limitation suffisante de l'écho pour le locuteur. Les calculs pour la configuration et les valeurs de la Figure 15 donnent pour le temps de propagation aller-retour

une valeur (T_r) = 28 ms et pour l'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho une valeur WEPL = 54 dB.

Comme expliqué au 7.3, le temps de propagation absolu dans un seul sens (T_a) ne provoque de dégradations majeures que lorsque le retard dépasse 150 ms, c'est-à-dire que la valeur de temps absolu (T_a) = 28 ms n'aura aucune influence sur le résultat dans la configuration de la Figure 15.

Le calcul pour la deuxième étape peut donc être effectué avec les valeurs d'entrée calculées pour SLR = 7 dB, $I_e = 7$, $T_r = 28$ ms, WEPL = 54 dB et $T_a = 28$ ms, tandis que tous les autres paramètres, en particulier T et TELR, restent à leur valeur par défaut (l'influence des deux paires de paramètres T et TELR pour les deux trajets d'écho a été prise en compte dans le premier calcul préliminaire). Il en résulte un facteur d'évaluation $R' = 87,4$ dans le modèle E. Le résultat final de ce calcul (le facteur d'évaluation R du modèle E) est ensuite obtenu par combinaison des valeurs précalculées des facteurs R' et I_d :

$$R = R' - I_d = 87,4 - 19,1 = 68,3$$

Ce résultat s'inscrit dans la catégorie "basse" de qualité de transmission téléphonique du Tableau 1, ce qui paraît surprenant compte tenu du fait que les configurations du type de celle de la Figure 15 sont d'usage courant sans plaintes des usagers (cette configuration est presque identique à la connexion directe d'un téléphone sans cordon à un réseau public). Le principal facteur de contribution au facteur d'évaluation R dans le modèle E est le trajet d'écho 1 avec $I_{d1} = 17,3$, c'est-à-dire le trajet d'écho passant par l'hybride du téléphone sans cordon. Pour la suppression de cet écho, on pourra généralement supposer qu'un annuleur d'écho sera inséré. La valeur minimale de l'amélioration d'affaiblissement d'écho est de 6,5 dB pour cet exemple. En pratique cependant, des valeurs plus élevées peuvent être attendues du fournisseur du poste téléphonique sans cordon pour les calculs de planification. Cet exemple illustre néanmoins la recommandation de connecter, chaque fois que possible, des téléphones sans cordon à l'équipement de commutation par l'intermédiaire d'une interface numérique puisque ce n'est qu'alors que le trajet d'écho 2 sera effectif et donnera un facteur d'évaluation $R = 79,3$ dans le modèle E, ce qui est à la limite supérieure de la catégorie "moyenne" de qualité de transmission téléphonique, soit presque dans la catégorie "élevée".

9.6 Utilisation de programmes informatiques

Le modèle E, qui est le principal outil recommandé dans la présente Recommandation pour tous les objectifs de planification, se compose d'un certain nombre de formules plus ou moins complexes (voir Recommandation G.107 [3]). Le planificateur se fondera donc sur des programmes informatiques pour exécuter les calculs nécessaires. Sans tenir compte de la question de savoir si ces programmes sont mis au point par le planificateur ou sont fournis par d'autres sources, il est fortement recommandé à l'utilisateur d'être pleinement au courant de l'utilisation de ce programme et des limites de son application.

Les programmes informatiques peuvent aider le planificateur dans un grand nombre de situations comme le traitement des paramètres d'entrée, les précalculs nécessaires, la mémorisation de configurations souvent utilisées, etc. Comme décrit au 9.3, la manipulation correcte des valeurs d'équivalent pour la sonie dans le cadre des calculs préliminaires à effectuer, est très importante et peut être assurée par de tels programmes. Il est cependant recommandé d'effectuer un contrôle additionnel de tous les paramètres d'entrée après l'exécution d'une série de précalculs.

Les programmes peuvent également fournir une structure pour l'introduction de valeurs paramétriques comme indiqué dans les configurations des Figures 18 à 21. Dans ce cas, les précalculs pour des sections spécifiques doivent être effectués à l'extérieur du programme.

NOTE – Si, pour plus de simplification, certains paramètres ne sont pas pris en considération au cours de la planification de la transmission, l'utilisation de programmes informatiques peut donner des résultats légèrement différents, selon la conception de tels programmes. Si par exemple le paramètre WEPL n'est pas pris en compte parce qu'il peut être négligé, un programme informatique à entrée numérique effectuera les

calculs avec les valeurs par défaut de WEPL et de Tr, alors qu'un programme informatique à entrée graphique (fondé par exemple sur les configurations de service des Figures 18 à 21) effectuera le calcul avec les valeurs réelles (légèrement différentes des valeurs par défaut) pour WEPL et Tr. Ce fait est important pour l'interprétation correcte des résultats de calcul obtenus par différents programmes.

Bien que le principe de planification recommandé dans la présente Recommandation soit fondé sur le facteur d'évaluation R du modèle E en tant que résultat des calculs, le modèle E comporte également la capacité de calculer les valeurs correspondantes pour les notes MOS, le pourcentage PoW et le pourcentage GoB (voir paragraphe 6). Les programmes informatiques peuvent donc fournir les résultats de calcul sous ces différentes formes. L'analyse des résultats en termes de notes MOS et de pourcentages PoW ou GoB nécessite une certaine connaissance et une certaine expérience des essais subjectifs sous-jacents. La décision finale concernant une configuration étudiée doit donc se fonder sur les résultats de calculs en termes de facteur d'évaluation R du modèle E et de directives correspondantes selon le paragraphe 6.

Lors de la planification des réseaux téléphoniques en termes de qualité prévue des signaux vocaux, telle que perçue par l'utilisateur, il convient de choisir comme configuration de référence les connexions les plus critiques et de les étudier au moyen du modèle E. De telles configurations seront généralement caractérisées par un seul ensemble spécifique de paramètres d'entrée, donnant une seule valeur du facteur d'évaluation R dans le modèle E afin de mesurer la qualité de la connexion. La plupart des programmes informatiques auront cependant une autre fonction permettant de faire varier un ou plusieurs paramètres d'entrée dans une certaine étendue au cours de l'exécution du programme et d'afficher les résultats sous forme de graphes ou de tableaux. Ces fonctions pourront être utiles afin d'obtenir un aperçu général de l'influence de différents paramètres de transmission sur la qualité téléphonique. Elles pourront permettre au planificateur d'optimiser certains paramètres tels que l'affaiblissement bien que ces fonctions ne soient pas absolument nécessaires aux fins de la planification pratique.

En général, les programmes informatiques de calcul selon le modèle E doivent répondre aux exigences minimales suivantes:

- le contrôle de toutes les valeurs paramétriques réelles doit être possible;
- l'introduction de valeurs paramétriques extérieures à l'étendue permise doit être refusée (ou être au moins indiquée);
- si un programme fournit également le paramètre d'entrée OLR (équivalent global pour la sonie) en tant que somme des équivalents SLR_S et RLR_R et s'il permet de faire varier cet équivalent OLR, la variation des équivalents SLR_S et RLR_R devra être effectuée de manière identique, c'est-à-dire par augmentation ou diminution des deux grandeurs selon les mêmes échelons, égaux chacun à la moitié des échelons d'équivalent OLR;
- le résultat devra également fournir les valeurs spécifiques du facteur de dégradation due au temps de propagation, (I_d), le facteur de dégradation simultanée, (I_s) et le facteur de dégradation due à l'équipement, (I_e); il convient de noter que, pour le calcul de deux trajets d'écho simultanés comme décrit au 9.5, cela est absolument indispensable.

L'exactitude des calculs effectués conformément à l'algorithme du modèle E devra être vérifiée, par exemple au moyen de toutes les valeurs par défaut, comme expliqué dans le sous-paragraphe suivant. Un contrôle additionnel, faisant appel aux réglages paramétriques des exemples de planification de l'Annexe B et aux résultats correspondants, pourra également être effectué.

9.7 Valeurs par défaut et étendues des paramètres

Le modèle E est fondé sur plusieurs paramètres de transmission, qui ne sont pas tous modifiés au cours de l'application pour les calculs de planification. Par conséquent, chaque paramètre influence le résultat final. Il est donc absolument nécessaire de maintenir à leur valeur par défaut les paramètres non spécifiquement traités ou définis dans une configuration particulière. Lors de

l'utilisation de programmes informatiques, il est fortement recommandé de vérifier le réglage des paramètres avant de commencer une nouvelle série de calculs.

La définition des valeurs par défaut pour le modèle E est fondée sur un compromis entre un réglage équivalent à la qualité optimale et des valeurs réalistes pour certains paramètres. Selon la région d'intérêt, les valeurs des équivalents SLR_S et RLR_R pourront s'écarter de 1 dB de leur grandeur optimale afin d'être conformes aux prescriptions de certaines normes régionales pour terminaux numériques. De telles normes constituent également la base pour les valeurs par défaut des paramètres STMR, LSTR et D. Le nombre d'unités qdu est mis à 1 au lieu de 0 parce que, dans une connexion entièrement numérique, un seul processus de codage/décodage MIC au minimum est mis en jeu même si un codage à bas débit est utilisé, ce dernier codage ne devant être introduit dans le calcul que comme facteur Ie.

Comme indiqué au 9.1, l'algorithme du modèle E se fonde sur les résultats d'essais subjectifs, en ne faisant varier chaque paramètre que dans une étendue spécifique et réaliste. Il y a lieu d'éviter un réglage de paramètre hors de cette étendue car le résultat des calculs ne serait plus validé. Le Tableau 6 énumère toutes les valeurs par défaut et l'étendue recommandée pour chacun de ces paramètres. Il convient de considérer ceux-ci comme associés aux configurations de référence primaires ou de service, comme indiqué dans les Figures 17 à 21.

Si tous les paramètres d'entrée du modèle E sont réglés aux valeurs par défaut énumérées dans le Tableau 6, le résultat pour le facteur d'évaluation R du modèle E est dans ce cas $R = 94,1$ (voir Notes).

NOTE 1 – Pour les calculs indiqués dans la présente Recommandation, l'algorithme du modèle E a été repris de la Recommandation G.107 [3] au moment de la publication. Dans le cas où une révision ultérieure de la Recommandation G.107 [3] montrerait une version affinée de l'algorithme, la valeur de $R = 94,1$ pour toutes les valeurs d'entrée par défaut pourrait varier légèrement. Néanmoins, la présente Recommandation fournira encore des indications utiles sur le plan didactique. Pour les tâches pratiques de planification de la transmission, il convient de consulter, de toute façon, la dernière version de la Recommandation G.107 [3].

NOTE 2 – La valeur mathématiquement précise du facteur d'évaluation R du modèle E pour toutes les valeurs d'entrée par défaut, qui est $R = 94,154$, doit être utilisée pour définir clairement l'exactitude de tous les programmes informatiques utilisés. Aux fins de la planification de la transmission, il convient cependant de tenir compte du fait que l'algorithme du modèle E se fonde sur des données d'essai subjectif qui, par nature, ont une précision limitée. Selon le type de tâche pratique en planification de la transmission, le facteur d'évaluation R du modèle E devra donc être exprimé avec au plus un chiffre après la virgule ou même sous forme d'entier.

Tableau 6/G.108 – Valeurs par défaut et étendues recommandées des paramètres

Paramètre	Abrév.	Unité	Valeur par défaut	Etendue recommandée	Notes
Equivalent pour la sonie à l'émission	SLR_S	dB	+8	0 à +18	1
Equivalent pour la sonie à la réception	RLR_R	dB	+2	-5 à +14	1
Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR	dB	15	10 à 20	2
Affaiblissement d'effet local pour l'auditeur	LSTR	dB	18	13 à 23	2
Valeur D du téléphone du côté émission	D_s	–	3	-3 à +3	
Valeur D du téléphone du côté réception	D_r	–	3	-3 à +3	2
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	TEL _R	dB	65	5 à 65	
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	WEPL	dB	110	5 à 110	

Tableau 6/G.108 – Valeurs par défaut et étendues recommandées des paramètres (fin)

Paramètre	Abrév.	Unité	Valeur par défaut	Etendue recommandée	Notes
Temps moyen de propagation dans un seul sens sur le trajet d'écho	T	ms	0	0 à 500	
Temps de propagation aller-retour dans un circuit à 4 fils	Tr	ms	0	0 à 1000	
Temps de propagation absolu dans les connexions sans écho	Ta	ms	0	0 à 500	
Nombre d'unités de distorsion de quantification	qdu	–	1	1 à 14	
Facteur de dégradation due à l'équipement	Ie	–	0	0 à 40	
Bruit de circuit rapporté au point à 0 dBr	Nc	dBm0p	–70	–80 à –40	
Seuil de bruit du côté réception	Nfor	dBmp	–64	–	3
Room Noise du côté émission	Ps	dB(A)	35	35 à 85	
Room Noise du côté réception	Pr	dB(A)	35	35 à 85	
Facteur d'avantage	A	–	0	0 à 20	
NOTE 1 – Valeurs totales entre le microphone ou le récepteur et le point à 0 dBr.					
NOTE 2 – Relation fixe: LSTR = STMR + D					
NOTE 3 – Cette valeur ne doit pas être modifiée.					

10 Règles d'insertion d'annuleurs d'écho

10.1 Introduction

La numérisation croissante des réseaux publics et privés s'est traduite par des connexions offrant des valeurs nettement plus élevées du temps moyen de propagation dans un seul sens (par exemple en raison du traitement de signal et du codage à bas débit), alors que prendre tous les affaiblissements additionnels ont disparu. L'hypothèse d'une valeur dépendant principalement de la distance n'est plus valide, ce qui augmente la probabilité de dégradations dues à des effets d'écho si aucune disposition n'est prise – dans le cadre d'une planification de la transmission précise – pour supprimer ces effets. On trouvera de plus amples détails sur les causes et les effets de l'écho et sur sa limitation dans les Recommandations G.131 [9] et G.126 [8].

La limitation de l'écho pour le locuteur causé par des hybrides peut être assurée de trois façons différentes:

- premièrement, l'on peut essayer de réduire ou d'éliminer le signal réfléchi dans les hybrides. Cette méthode est limitée en raison de la complexité des adaptations d'impédance entre le réseau d'équilibrage des hybrides et l'accès à 2 fils;
- deuxièmement, il est possible de réduire le niveau du signal réfléchi à l'extrémité du locuteur grâce à une insertion délibérée d'un affaiblissement dans la connexion. C'est une solution pratique pour beaucoup de connexions; cependant, comme la grandeur de l'affaiblissement requis est proportionnelle au temps de propagation de bout en bout, il peut en résulter une réduction excessive du volume dans des connexions à temps de propagation élevé. Par ailleurs, l'insertion d'un affaiblissement dans une connexion numérique introduit des dégradations par distorsion de quantification;

- finalement, l'utilisation de limiteurs d'écho, comme indiqué dans le présent paragraphe, est applicable.

Dans les connexions où la limitation de l'écho ne peut pas être obtenue par atténuation de la réflexion dans les hybrides ou par insertion d'affaiblissement, le déploiement d'annuleurs d'écho sera nécessaire. Le principe fondamental d'un annuleur d'écho (EC) est indiqué sur la Figure 22. Le signal reçu du correspondant A est modifié par l'estimateur d'écho qui va synthétiser une réplique du trajet d'écho et soustraire ce signal du trajet d'émission. Comme le trajet d'écho varie essentiellement en termes d'affaiblissement, de temps de propagation et de phase selon chaque connexion, le processus de mise en convergence sur le nouveau trajet d'écho devra être assez rapide, par exemple bien inférieur à 1 seconde. En conditions de mutilation par intervention ou parole simultanée, l'estimateur d'écho tente une adaptation à ce "nouveau signal d'écho", ce qui peut provoquer une dégradation de la qualité de parole et une réduction de l'annulation. Cependant, plusieurs algorithmes normalisés sont utilisés pour éviter ces effets.

A la sortie du trajet d'émission, les annuleurs d'écho peuvent être équipés d'un étage additionnel appelé processeur non linéaire (NLP, *non-linear processor*) ou écrêteur de centre. Ces dispositifs ont pour tâche de supprimer les niveaux d'écho résiduel inférieurs à un seuil défini.

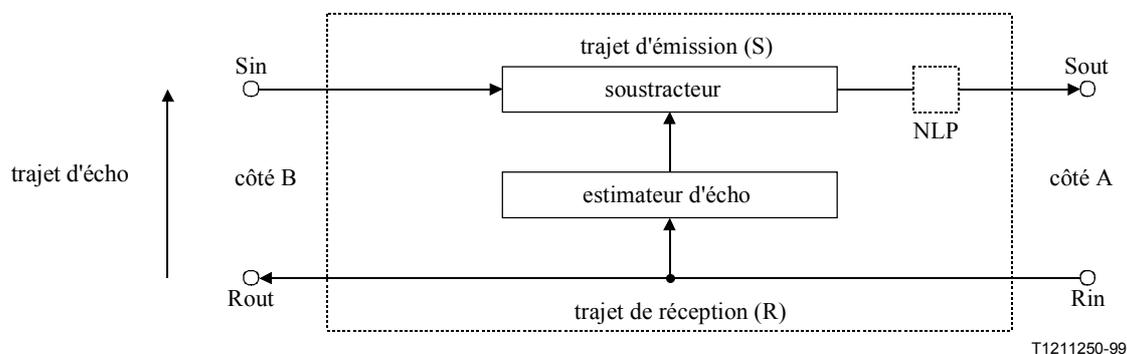


Figure 22/G.108 – Annuleur d'écho

Un affaiblissement minimal de 6 dB sur le trajet des courants d'écho est une prescription commune à tous les annuleurs d'écho qui sont conçus conformément à la Recommandation G.165 [11] afin d'assurer un fonctionnement correct. Dans la mesure où tous les annuleurs d'écho sont déjà conçus conformément à la Recommandations G.168 [12], cette restriction n'est plus nécessaire.

Autrefois, dans les réseaux principalement analogiques, les annuleurs ou supprimeurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 [10] étaient surtout utilisés dans de longues connexions transnationales ou internationales; les opérateurs de réseau public étaient chargés de leur application correcte. Dans les réseaux modernes, un temps de propagation additionnel peut nécessiter également l'insertion d'annuleurs d'écho sur des connexions nationales très courtes et à l'intérieur de réseaux privés. L'application de supprimeurs d'écho n'est plus recommandée.

L'emplacement d'annuleurs d'écho dans un réseau privé, le cas échéant, dépend de divers facteurs. Les annuleurs d'écho peuvent soit être utilisés en liaison avec l'interface numérique d'un équipement de commutation ou de transmission spécifique, soit être fournis dans une réserve pour insertion flexible en fonction du type de connexion. Des types de terminaux dont le temps de propagation n'est pas négligeable – par exemple les terminaux téléphoniques radioélectrique – sont équipés de limiteurs d'écho intégrés, ce qui peut aussi être le cas de systèmes utilisant un codage à bas débit.

Les sous-paragraphe suivants contiennent des directives à l'intention du planificateur de réseaux privés concernant les aspects à prendre en compte pour l'utilisation correcte d'annuleurs d'écho. Il convient de noter que ces règles se rapportent à des annuleurs d'écho additionnels lorsque la

nécessité de ces derniers est indiquée par les résultats d'un calcul de planification. Les annuleurs d'écho intégrés dans des équipements spécifiques sont, le plus souvent, non soumis à une décision de planification bien que leurs caractéristiques techniques soient à prendre en compte pour la décision concernant les dispositifs additionnels.

10.2 Caractéristiques des annuleurs d'écho

Les différents paramètres qui caractérisent la qualité de fonctionnement d'un annuleur d'écho sont décrits au A.1.10. Ces paramètres permettront de déterminer si le dispositif est approprié à la fonction prévue. Les principaux paramètres concernés sont le temps de propagation maximal sur le trajet d'écho à compenser et le niveau d'écho résiduel. Il convient de donner la préférence aux annuleurs d'écho qui sont conformes à des normes agréées, comme les Recommandations G.168 [12] et G.165 [11].

10.3 Limites d'application des annuleurs d'écho

L'étape la plus importante au cours de la planification est la décision concernant l'opportunité d'insérer ou de ne pas insérer un annuleur d'écho. Dans certaines situations, les annuleurs d'écho peuvent apporter des dégradations additionnelles, s'ils sont mal insérés ou appliqués inutilement lorsqu'une limitation suffisante de l'écho est assurée dans d'autres réseaux ou éléments de réseau. L'utilisation d'annuleurs d'écho pour de simples "motifs de sécurité" est à éviter.

Comme la grandeur des dégradations dues à l'écho dépend de deux facteurs distincts – la durée du temps de propagation et le volume de l'écho perçu – qui varieront dans une grande étendue et qui sont indépendants l'un de l'autre, on ne peut édicter de règle générale absolue, par exemple une limite de temps moyen de propagation dans un seul sens au-dessus de laquelle des annuleurs d'écho seraient requis. En Europe, l'utilisation d'annuleurs d'écho n'est pas nécessaire lorsque le temps moyen de propagation dans un seul sens est inférieur à 5 ms dans un réseau privé pour des communications nationales via des réseaux publics avec routage entièrement numérique et terminaison distante consistant en une seule configuration (voir 7.9.1). Par ailleurs, si cette limite de 5 ms est dépassée, cela ne doit pas être interprété de façon que des annuleurs d'écho soient ensuite utilisés automatiquement. La décision ne doit être fondée que sur le résultat de la planification avec le modèle E. Comme expliqué au paragraphe 6, la valeur de dégradation (I_d), en tant que résultat partiel au cours de ce calcul, représente toutes les dégradations dues au temps de propagation et à l'écho. Cette valeur doit être disponible à titre distinct au cours de la planification de la transmission.

Les directives relatives aux annuleurs d'écho en Amérique du Nord sont fondées sur la référence [44], qui n'indique pas de valeurs spécifiques de temps de propagation de bout en bout, au-delà desquelles il y aurait lieu de déployer des annuleurs. Il existe cependant une directive largement acceptée pour traiter les retards marginaux qui sont dus à l'introduction de techniques numériques. Cette directive précise que tout nouveau système, réseau ou composant qui, par lui-même, ajoute plus de 2,5 ms de temps moyen de propagation dans un seul sens, doit assurer une annulation d'écho. L'argument de cette directive est que lorsqu'une nouvelle technique numérique s'intègre à une connexion de bout en bout dans le RTPC, cette connexion ne peut généralement pas contenir d'annuleur d'écho ou la capacité de celui-ci est inconnue.

Si, dans une configuration donnée, des dégradations autres que l'écho sont significatives, la première mesure à prendre est d'effectuer une analyse du facteur d'évaluation R dans le modèle E ainsi que des résultats partiels pour les facteurs de dégradation I_s , I_d et I_e . Pour des valeurs du facteur R dans le modèle E ≥ 80 , une qualité suffisamment bonne peut être escomptée: en d'autres termes, l'usage d'annuleurs d'écho n'est pas nécessaire. Pour des valeurs inférieures du facteur R, il convient d'examiner le facteur de dégradation I, résultat partiel des calculs dans le modèle E. Si ce facteur de dégradation est ≥ 20 , l'insertion d'annuleurs d'écho devra faire l'objet d'un complément d'étude car cela pourrait apporter une amélioration de la qualité. En règle générale, il y a lieu d'envisager l'insertion d'annuleurs d'écho au cours de la planification de la transmission si des valeurs du facteur

d'évaluation R du modèle $E \leq 80$ sont obtenues par calcul et que l'écho pour le locuteur soit la principale dégradation.

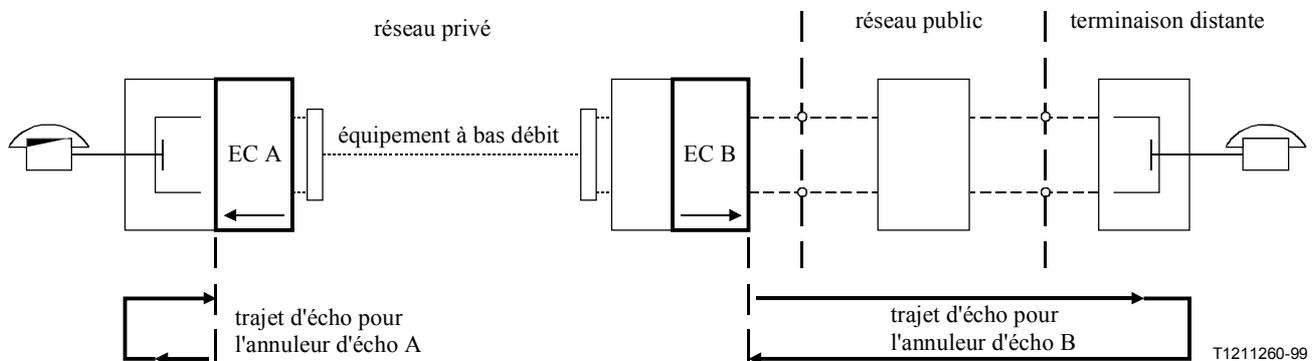
10.4 Détermination de l'emplacement

Si les résultats du calcul de planification suggèrent l'emploi d'un annuleur d'écho, la tâche suivante de planification consiste à rechercher l'emplacement approprié pour l'annuleur d'écho ainsi qu'à étudier ses caractéristiques. En raison de la nature des effets d'écho, il y a lieu d'effectuer cette recherche non seulement pour le réseau privé mais aussi pour le locuteur distant; c'est-à-dire que la réduction des effets d'écho pour la terminaison distante par la mise en place d'un affaiblissement d'écho suffisant ou d'une annulation d'écho doit également être soumise à la planification.

Dans une configuration comme celle de la Figure 23, le temps additionnel qui nécessite une limitation d'écho pour cette connexion est inséré par le réseau privé. Celui-ci a donc la responsabilité de fournir les annuleurs d'écho nécessaires. Par ailleurs, les renseignements concernant les routages et les types d'équipement terminal – qui sont des facteurs principalement responsables du temps de propagation – ne sont à la disposition que du planificateur de réseau privé. Par conséquent, lorsqu'un temps additionnel apparaît dans des configurations spécifiques du réseau privé, la décision relative à l'insertion correcte d'annuleurs d'écho, ainsi que l'exécution correspondante, doivent être assurées dans le domaine du réseau privé.

Pour des temps inférieurs à 5 ms dans le réseau privé, les prescriptions indiquées au 7.9 fourniront la limitation d'écho nécessaire pour la terminaison distante.

Pour des valeurs supérieures du temps de propagation, l'utilisation d'un annuleur d'écho A à l'avantage du locuteur distant en plus d'un annuleur d'écho B à l'avantage du locuteur par réseau privé peut toutefois être nécessaire pour limiter correctement l'écho. Ce peut être le cas lorsque par exemple un équipement à bas débit est utilisé dans le réseau étudié, ocmme illustré sur la Figure 23.



EC A annuleur d'écho pour le locuteur à la terminaison distante
 EC B annuleur d'écho pour le locuteur à l'intérieur du réseau privé

Figure 23/G.108 – Application d'une paire d'annuleurs d'écho à l'intérieur du réseau privé

Pour la sélection des annuleurs d'écho appropriés, l'une des plus importantes caractéristiques à rechercher est le temps de propagation maximal sur le trajet d'écho (parfois appelé "retard à la terminaison distante") que l'annuleur est en mesure de compenser. Il faut que cette valeur soit de 6 à 8 ms supérieure au temps de propagation total mesuré (deux fois le temps moyen de propagation dans un seul sens) du trajet d'écho. Comme représenté sur la Figure 23, le trajet d'écho pour l'annuleur A (la flèche indique le sens des courants d'écho) n'est formé que par l'hybride contenu dans l'autocommutateur privé, c'est-à-dire qu'il n'y a qu'un bref retard à compenser, tandis que pour l'annuleur B, le trajet d'écho inclut l'ensemble du routage passant par le réseau public avec de plus

grandes valeurs correspondantes de retard à traiter par l'annuleur B. Il importe de noter que, pour la sélection des prescriptions de compensation par annuleur, il n'y a lieu de prendre en compte que les valeurs de temps de propagation pour les trajets d'écho correspondants. La portion de retard dans la section comprise entre les deux annuleurs n'est pas utile pour la limitation de l'écho et ne devient importante que pour de très hautes valeurs dans le cadre du temps de propagation total dans un seul sens, (T_a), qui peuvent causer des dégradations en raison d'un trop long temps de propagation absolu.

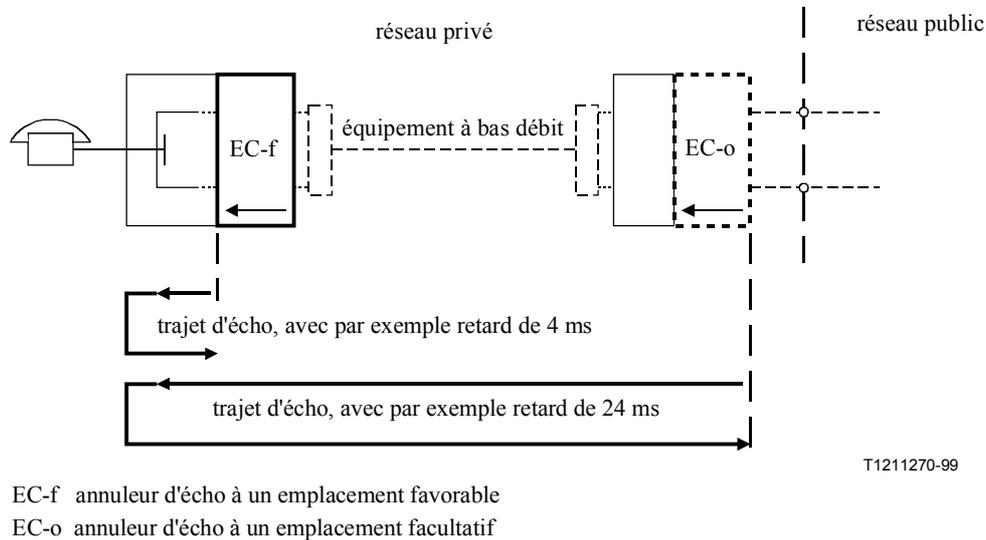


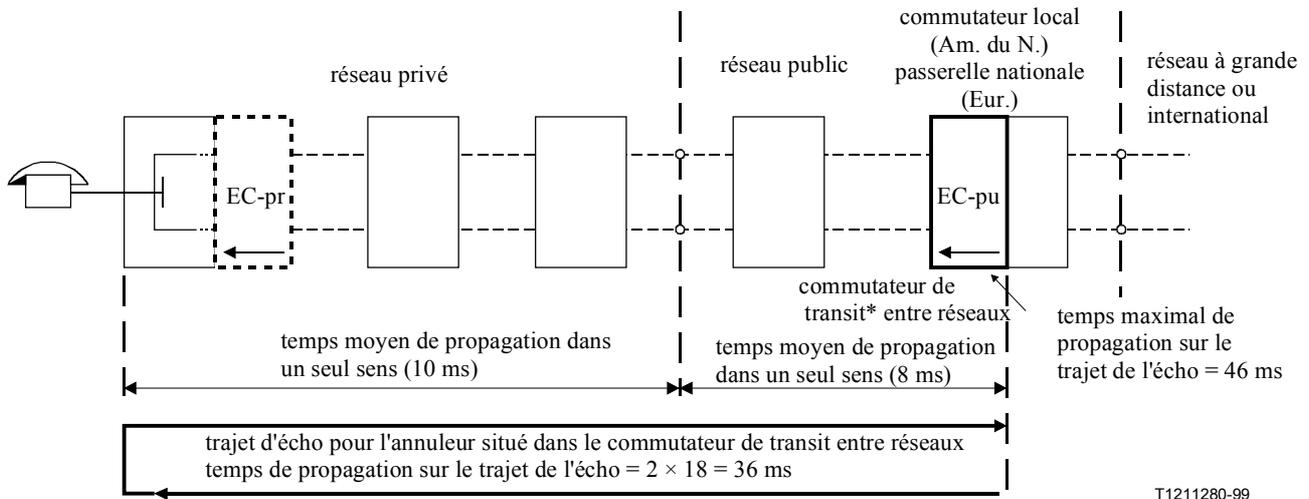
Figure 24/G.108 – Options d'implantation d'un annuleur d'écho

En règle générale, il y a lieu d'insérer un annuleur d'écho aussi près que possible de la source d'écho. L'emplacement de l'annuleur A dans la Figure 23, associé à l'hybride, peut donc être considéré comme le plus favorable. D'autres emplacements peuvent toutefois être pris également en considération, comme indiqué sur la Figure 24 où l'annuleur (limitant l'écho à l'avantage de la terminaison distante) est inséré dans l'autocommutateur privé qui donne accès au réseau public.

Cette solution présente l'avantage que le nombre de limiteurs d'écho nécessaires est réduit grâce à un emplacement plus centralisé. De même, l'insertion automatique d'annuleurs d'écho dans les seules connexions qui sont routées à destination ou en provenance du réseau public au moyen d'un équipement à bas débit peut être plus facile à effectuer lorsque le limiteur d'écho est placé à la position EC-o indiquée sur la Figure 24. D'autre part, pour la position EC-f de la Figure 24, l'on peut utiliser des annuleurs soumis à des prescriptions moins sévères car le temps de propagation sur le trajet de l'écho est inférieur. Par ailleurs la position EC-o ne répond pas à l'exigence d'un trajet d'écho linéaire comme décrit au A.1.10, car l'équipement (non linéaire) à faible débit fait partie du trajet d'écho.

Pour la planification de connexions à longue distance (passant par exemple par un opérateur de jonctions en Amérique du Nord) ou de connexions internationales, on peut généralement partir du principe que des annuleurs d'écho sont fournis dans le réseau public. Pour de telles configurations, il y a lieu d'examiner si l'emploi d'un annuleur d'écho additionnel est vraiment nécessaire dans le réseau privé. Pour une connexion comme celle de l'exemple de la Figure 25, le trajet d'écho se compose du routage par le réseau public (local ou national) et du réseau privé avec son hybride terminal. Le temps moyen de propagation dans un seul sens du réseau public est censé être de 8 ms et celui du réseau privé de 10 ms. L'annuleur d'écho EC-pu, inséré dans le commutateur de transit entre réseaux du réseau public, est censé être en mesure de compenser un temps de propagation sur le trajet d'écho de 46 ms. On calcule comme suit le temps de propagation réel sur le trajet d'écho de

la configuration représentée: $2 \times (10 + 8) = 36$ ms, valeur qui est largement inférieure au temps maximal permis sur le trajet d'écho de l'annuleur d'écho EC-pu. Dans cette situation, il n'est pas nécessaire d'activer un autre annuleur d'écho (EC-pr) dans le réseau privé.



EC-pu annuleur d'écho dans le réseau public

EC-pr annuleur d'écho dans le réseau privé

* commutateur de transit = local-longue distance (Amérique du Nord); national-international (Europe)

Figure 25/G.108 – Utilisation d'annuleurs d'écho dans un réseau de transit (ou dans une connexion internationale)

La valeur de 10 ms dans la Figure 25 pour le temps moyen de propagation dans un seul sens du réseau privé est basse, en particulier pour les très grands réseaux. Lorsque l'on peut s'attendre à de plus grandes valeurs du temps de propagation dans le réseau privé, il y a lieu d'envisager l'utilisation de l'annuleur d'écho EC-pr, même pour certaines connexions nationales ou pour certaines connexions très longues d'opérateur de commutateur local, le cas échéant. Cet exemple montre qu'il est souhaitable de demander les renseignements relatifs aux caractéristiques du réseau public, au temps moyen à prévoir sur des routages à longue distance et à l'international, ainsi qu'aux caractéristiques des annuleurs d'écho fournis par le réseau.

10.5 Traitement des annuleurs d'écho dans le modèle E

L'application correcte des annuleurs d'écho, comme ceux qui sont conformes aux Recommandations G.168 [12] ou G.165 [11] est équivalente à une amélioration de l'affaiblissement d'écho. Pour un type spécifique d'annuleur d'écho, qui peut être inséré dans le réseau sous réserve de planification, il y a deux approches possibles quant à la manière dont on peut considérer cet annuleur d'écho dans les calculs du modèle E:

- si l'on dispose de renseignements détaillés sur les données techniques de cet annuleur d'écho, il y a lieu d'utiliser ces valeurs et en particulier la valeur d'amélioration d'affaiblissement d'écho afin de calculer les valeurs réelles de l'équivalent TELR et de l'affaiblissement WEPL;
- si l'on ne dispose pas de renseignements détaillés sur les données techniques de cet annuleur d'écho (en dehors de sa conformité à la Recommandation G.165 [11] ou à la Recommandation G.168 [12]), l'on peut réaliser une étude de la qualité attendue en conservant la valeur par défaut des paramètres d'entrée TELR, WEPL, T et Tr. La connexion est alors considérée comme étant "exempte d'écho".

Bien que la première méthode doive être préférée pour les tâches détaillées de planification de la transmission dans les réseaux réels examinés (c'est-à-dire la planification d'un réseau pour un client spécifique), cette dernière méthode peut offrir plus de facilités pour traiter des tâches de vue d'ensemble.

11 Réalisation de la planification

11.1 Généralités

La planification d'un réseau privé en termes de qualité de transmission téléphonique implique en général l'examen des connexions qui ont été jugées critiques. Dans la plupart des cas, une connexion critique est unique mais représente tous les équipements terminaux comparables: par exemple tous les postes téléphoniques connectés au même commutateur au même emplacement.

La planification est nécessaire dans le cas de l'établissement d'un réseau privé entièrement nouveau. Mais elle s'applique également dans le cas d'un réseau existant qui est modifié ou transformé en grande partie ou par éléments. Dans ce dernier cas, les portions existantes peuvent aussi être soumises à la planification afin de rechercher la qualité prévue entre terminaux nouveaux ou terminaux existants et d'autres éléments, ainsi que l'effet sur la qualité d'une modification de routage vers le réseau public pour les terminaux existants. En général, la planification de la transmission doit être exécutée selon les étapes suivantes:

- détermination des prescriptions et caractéristiques spécifiques du réseau;
- définition des configurations de référence à étudier;
- détermination et collecte de tous les paramètres de transmission applicables:
 - aux éléments contenus dans le ou les réseaux privés;
 - aux éléments contenus dans le ou les réseaux publics;
 - aux lignes louées et aux lignes directes de jonction;
- calcul d'extrémité à extrémité de la qualité prévue avec le modèle E;
- analyse des résultats.

Ces étapes ne doivent être considérées que comme une recommandation. Selon le projet de planification en cause, elles peuvent être modifiées ou amendées. De même, la séquence proposée ne doit être considérée que comme une indication. Les sous-paragraphes ci-dessous donnent une description plus détaillée de chacune de ces étapes.

11.2 Détermination des prescriptions spécifiques

Selon le type d'activité de l'entreprise de l'utilisateur – en termes de demande spécifique en télécommunication (par exemple les différents emplacements à interconnecter), de principaux types de connexion, etc. – les caractéristiques suivantes d'un réseau privé sont habituellement prédéterminées. Elles ne peuvent être modifiées que dans une marge étroite au bénéfice de la qualité de transmission téléphonique:

- structure et hiérarchie du réseau;
- routage dans le réseau et à destination ou en provenance du ou des réseaux publics;
- principaux types de connexions passant par le réseau public (internationales, nationales à grande distance, locales);
- principaux types de terminaison distante.

Les aspects suivants, qui ne sont pas directement associés aux demandes de l'utilisateur mais qui sont importants pour la planification de la transmission, doivent également être pris en considération:

- type et point d'accès au réseau public;

- utilisation de réseaux privés virtuels (VPN);
- type, routage et caractéristiques des lignes directes de jonction et lignes louées nationales et internationales.

Les algorithmes ainsi que les restrictions de routage à l'intérieur du réseau privé pour les communications internes et pour les connexions passant par le réseau public ont une influence majeure en planification de la transmission. Une connaissance précise du routage est nécessaire afin d'identifier les connexions critiques. Il doit s'agir non seulement du routage normal mais aussi des procédures de routage utilisées pour les éléments de service du réseau (comme le transfert de communication) ou pour le routage en débordement si des éléments de transmission sont occupés ou en panne. Si différents éléments de transmission sont utilisés pour le routage de communications internes et pour des appels à destination ou en provenance de réseaux publics, des équipements plus économiques peuvent être utilisés dans les trajets de routage des connexions internes.

Dans certains scénarios de réseau privé, il y a lieu de déterminer la nature des connexions routées vers les réseaux publics. Comme cela a été indiqué à plusieurs reprises dans la présente Recommandation, la planification de la transmission est fondée sur une étude de bout en bout. Par conséquent, la grandeur des dégradations dues à la portion de réseau public est importante pour le planificateur. En règle générale, les dégradations (comme le temps de propagation) dues aux réseaux publics sont faibles pour les communications locales et de plus en plus élevées pour les connexions nationales à longue distance ou internationales. Si, en fonction des activités de l'utilisateur, la prédominance des connexions passant par le réseau public peut être attribuée au routage local (par exemple dans le territoire de l'opérateur local), une plus grande proportion des dégradations pourra être attribuée au réseau privé afin de rechercher des solutions plus économiques. Dans un environnement concurrentiel, plusieurs offres d'accès au réseau public – comportant des niveaux différents de dégradations – peuvent être comparées sur la base de la qualité prévue et d'éventuelles solutions économiques pour le réseau privé. Il convient de noter que, dans ce contexte, le terme de "prédominance" correspond à un pourcentage compris entre 90% et 95% (et non seulement de plus de 50%) dans le type de connexion examiné.

Par ailleurs, selon l'activité de l'utilisateur, il est possible de déterminer la prédominance d'un type spécifique de partenaires de communication, par exemple dans le domaine résidentiel (ligne d'abonné) ou dans le domaine industriel et commercial (autre réseau privé). Au cours de la planification, cette détermination facilitera le choix de la terminaison distante comme décrit dans l'Annexe A. Si une claire définition de la terminaison distante n'est pas possible, il conviendra d'utiliser le type "poste téléphonique isolé".

Lorsque certains opérateurs de réseau public fournissent un accès spécial (par exemple accès direct à un nœud hiérarchique supérieur dans le réseau public) ou un routage spécial à faible dégradation pour des communications précises, de telles offres doivent être incluses dans la détermination fondamentale de la configuration de référence. Par ailleurs, les opérateurs de réseau public offrent généralement des lignes directes de jonction ou des lignes louées ainsi que des éléments de service de réseau privé virtuel (VPN, *virtual private network*) pour la connexion entre les éléments de commutation d'un réseau privé. L'utilisation du modèle E comme outil permet d'effectuer une recherche en cours de planification pour déterminer un rapport qualité/prix par sélection entre diverses offres et options d'accès, de routage et de connexion.

11.3 Définition des configurations de référence

Comme indiqué au 11.1, les connexions les plus critiques doivent être identifiées pour la planification de la transmission. Cette "configuration de référence" est fondée sur la structure du réseau privé, en association avec les variantes de routage offertes, les renseignements sur le type et le point d'accès à ou aux réseaux publics, la prédominance des connexions, et le type des terminaisons distantes (si applicable). L'objet de la configuration de référence est d'obtenir un aperçu général de

toutes les parties pertinentes de la connexion critique considérée. Il est recommandé de représenter cette configuration sous forme de diagramme y compris tous les éléments de terminaison, de commutation et de transmission pouvant contribuer aux dégradations. Ce diagramme est également utile lors d'autres étapes de planification afin de déterminer toutes les valeurs paramétriques, d'identifier les trajets d'écho et leurs caractéristiques, ainsi que de calculer au moyen du modèle E.

Cette configuration de référence doit être définie comme une configuration de bout en bout y compris les postes téléphoniques du réseau privé et de la terminaison distante. Le plus souvent, plusieurs configurations de référence devront être prises en considération, en particulier si la structure du réseau privé et du routage est complexe. Une claire détermination de la criticité d'un trajet ne peut pas être effectuée sans calcul.

La détermination des configurations de référence dans de grands et complexes réseaux privés est très importante pour obtenir des résultats de planification corrects. Elle nécessite habituellement beaucoup d'expérience et de pratique en planification. Lors de l'examen du réseau, il convient de prêter une attention particulière aux éléments qui apportent un retard additionnel et des dégradations dues à l'équipement, comme les systèmes et terminaux à bas débit faisant appel à un trajet radioélectrique (comme les terminaux mobiles et sans cordon). Les hybrides (conversions 4 fils/2 fils) contenus dans le réseau privé ou public peuvent former des trajets d'écho et doivent être étudiés de près. Bien que les connexions passant par des réseaux publics vers la terminaison distante soient habituellement les plus critiques en tant que base de configuration de référence, les routages entièrement contenus dans le réseau privé peuvent parfois être jugés plus critiques.

11.4 Détermination des paramètres de transmission

Au cours de cette étape de la planification, tous les paramètres de transmission applicables aux différents éléments de la configuration de référence doivent être déterminés pour:

- le réseau privé;
- le ou les réseaux publics;
- les lignes directes de jonction et lignes louées.

Les paramètres suivants doivent au minimum être définis pour les divers éléments de la configuration de référence:

- équivalents pour la sonie (pour postes téléphoniques);
- affaiblissement (pour éléments de commutation et de transmission);
- affaiblissement d'écho (pour éléments avec conversion 4 fils/2 fils);
- temps moyen de propagation dans un seul sens (sur tout le trajet d'écho);
- temps de propagation absolu dans un seul sens (entre les deux postes téléphoniques, principalement pour les communications internationales);
- nombre de conversions A/D-D/A (nombre d'unités qdu dans tous les types d'élément, par exemple affaiblisseurs numériques);
- facteur de dégradation due à l'équipement (dans les équipements utilisant le codage à bas débit).

Le cas échéant, l'emplacement et les caractéristiques d'annuleurs d'écho existant dans le réseau privé ou public doivent être déterminés ainsi que les routages auxquels ils s'appliquent.

En règle générale, ces valeurs paramétriques doivent pouvoir être obtenues auprès du constructeur ou du fournisseur de chaque élément considéré. Pour les réseaux publics, des négociations entre opérateurs de réseau public et de réseau privé permettent d'obtenir des informations sur les valeurs

paramétriques fondées sur le type de connexion et d'accès. Il en est de même pour les caractéristiques des réseaux VPN ou pour les lignes directes de jonction et lignes louées. On trouvera en Annexe A de plus amples informations sur ces paramètres et valeurs normales de planification.

11.5 Calcul de bout en bout avec le modèle E

A ce stade du processus de planification, la ou les configurations de référence définies sont choisies avec toutes les valeurs paramétriques pertinentes afin d'effectuer le calcul de la qualité prévue de la configuration considérée. Comme indiqué aux 9.2, 9.3 et 9.5, cette étape nécessite des précautions afin d'assurer des entrées correctes dans le modèle E. Le plus souvent, il faut également effectuer des calculs préalables pour certains paramètres d'entrée dans le modèle E, comme décrit au paragraphe 8. Il est fortement recommandé de transformer la configuration de référence en une des configurations de service pour le modèle E, comme décrit au 9.2.

La sélection de la configuration de service appropriée dépend de la configuration de référence à étudier. En cas de connexions entièrement numériques, il est clair qu'il y a lieu d'utiliser la configuration de service pour connexions entièrement numériques de la Figure 21. Le processus de sélection est un peu plus difficile pour les configurations de référence comportant une ou plusieurs conversions 4 fils/2 fils (hybrides) dans la connexion. Par exemple, dans le cas d'une configuration dont le côté réseau privé aboutit à un poste téléphonique numérique et dont le trajet d'écho est formé par un hybride situé soit dans le réseau privé soit dans le réseau public, l'examen des configurations de service indiquées au 9.2 montre que c'est la configuration de service de la Figure 20 (pour connexions à 2 fils/4 fils) qui est sans doute la plus appropriée.

Pour la sélection d'une configuration de service, il est très important d'effectuer une attribution correcte du côté émission comme du côté réception. Fondamentalement, le principe de planification et la détermination de la qualité prévue dépendent de l'utilisateur du réseau privé. Le principe et l'algorithme du modèle E concernant la qualité perçue du côté réception de la configuration de service. Pour les calculs du modèle E, il faut donc attribuer le poste téléphonique du réseau privé au côté réception de la configuration de service.

Il peut toutefois être également nécessaire de rechercher la qualité perçue à la terminaison distante, en particulier pour ce qui est d'éventuels effets d'écho. Pour cette recherche, l'attribution du côté émission et du côté réception est inversée. En supposant une terminaison distante aboutissant à un hybride connectant un poste analogique (où le locuteur peut être gêné par l'écho), la configuration de service de la Figure 19 doit être appliquée.

NOTE – Lors de l'utilisation de programmes informatiques, la capacité d'exécution du calcul pour les deux côtés sans modifier les paramètres d'entrée peut être intégrée dans le programme. Ici également, il est très important que le planificateur soit parfaitement informé de toutes les caractéristiques et restrictions du programme utilisé, afin d'éviter des résultats erronés.

Dans le cas des configurations de référence avec conversion 4 fils/2 fils dans le réseau privé, il est recommandé d'utiliser la configuration de service de la Figure 18 pour connexions 2 fils/2 fils. Lors de la transformation de la configuration de référence en cette configuration de service, certaines applications rendent nécessaire l'examen de portions du réseau privé (y compris par exemple un autocommutateur privé et une section de transmission) en tant qu'entités (équivalentes à un poste téléphonique). Dans de telles applications, les paramètres pertinents doivent être combinés de façon qu'ils puissent être considérés comme les paramètres d'entrée pour le téléphone A de la Figure 18. Une situation comparable est décrite au 9.5 en rapport avec un téléphone sans cordon.

11.6 Analyse des résultats

Une fois que les résultats des calculs de planification ont pris la forme du facteur d'évaluation R du modèle E, une première tâche consiste à examiner les connexions pour lesquelles cette valeur est $R \leq 50$. Des valeurs inférieures du facteur d'évaluation R du modèle E ne sont pas

recommandées, même en cas exceptionnels. La réalisation ou l'utilisation pratique d'une configuration de référence qui, avec ses valeurs paramétriques propres, donne des valeurs inférieures du facteur R n'est pas recommandée. Pour ces connexions, il convient soit de trouver d'autres solutions soit de choisir d'autres équipements afin d'augmenter les valeurs de qualité de transmission téléphonique de bout en bout.

Il est très important pour le planificateur de bien comprendre le principe de planification recommandé dans la présente Recommandation.

Tout d'abord, la planification est fondée sur une étude de bout en bout contrairement aux précédentes pratiques de planification pour réseaux privés dans lesquelles des limites spécifiques étaient spécifiées pour les divers paramètres de transmission de la section du réseau privé allant jusqu'à l'interface avec un réseau public, soit par réglementation soit au moyen de normes définies pour le réseau public.

Deuxièmement, le résultat n'est pas exprimé en termes de "nombres" pour les divers paramètres à comparer chacun avec une limite de bout en bout spécifique, mais en termes de perception de qualité prévisible par l'utilisateur lors d'une communication dans la configuration étudiée. Comme indiqué au 4.3, la qualité est une évaluation subjective, de sorte que les attributions ne peuvent pas être faites selon un nombre fixe pour le facteur R du modèle E ou selon les limites de différentes catégories sur l'échelle qualitative totale. Il convient plutôt de considérer les termes quantitatifs comme un espace continu de qualité perçue, variant d'une qualité élevée à une faible qualité en passant par des valeurs intermédiaires, comme illustré sur la Figure 26.

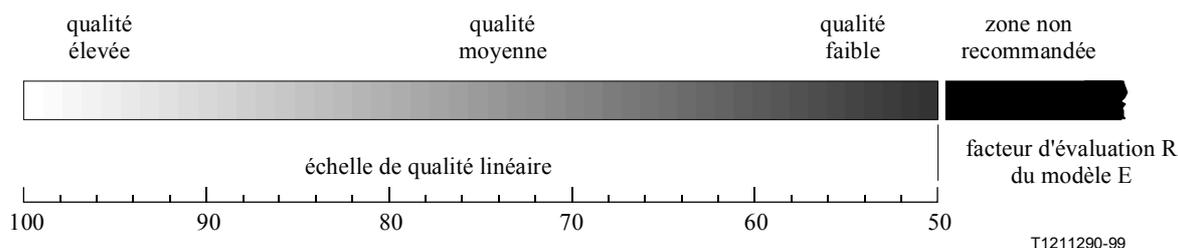


Figure 26/G.108 – Evaluation de la qualité d'une connexion sur une échelle linéaire

Bien qu'une vague distinction soit faite dans la Figure 26 entre qualité élevée, qualité moyenne et faible qualité, cela ne doit pas être interprété comme signifiant qu'une valeur spécifique du facteur R soit considérée comme une limite entre zones élevée et moyenne ou entre zones moyenne et faible. Seule la limite entre qualité faible et zone "non recommandée" ou inacceptable est fixée à une valeur de $R = 50$. Pour plus d'indications sur l'interprétation des résultats des calculs de planification, voir la définition des catégories de qualité de transmission téléphonique qui est donnée dans le Tableau 1 de la présente Recommandation ainsi que le texte de la Recommandation G.109 [4].

Pour la planification pratique, il est recommandé que les connexions normales du réseau étudié ou entre celui-ci et le réseau public ou d'autres réseaux, donnent dans le modèle E une valeur du facteur d'évaluation $R \geq 70$. Pour des configurations exceptionnelles, des valeurs de $70 \geq R \geq 50$ sont acceptables mais il y a lieu d'éviter des valeurs inférieures. Il n'est pas inutile de rappeler que, pour une analyse de bout en bout comme celle qui est ici effectuée, la qualité globale n'est pas seulement influencée par le réseau étudié en vue de la planification mais aussi par les réseaux publics. Dans la plupart des applications, il n'est donc pas réaliste d'effectuer la planification d'un réseau privé en recherchant une "qualité élevée" pour toutes les connexions possibles.

ANNEXE A

Paramètres de transmission pour éléments spécifiques

La présente annexe donne des indications supplémentaires sur les différents éléments d'un réseau privé pour les réseaux publics et pour la terminaison distante. La nature de ces paramètres et leur pertinence au modèle E sont communes aux deux régions, européenne et nord-américaine, ainsi qu'à d'autres régions. En cas de divergence entre régions européenne et nord-américaine concernant des configurations de réseau et des valeurs paramétriques d'éléments de réseau spécifiques, ces différences sont indiquées pour chaque paramètre spécifique.

Conformément aux principes de planification de la présente Recommandation, la recherche des configurations de référence est fondée sur une étude et sur une analyse de bout en bout, ce qui implique la transmission de données, non seulement pour les éléments contenus dans le réseau étudié mais aussi pour d'autres réseaux et pour la terminaison distante. Pour aider le planificateur, celui-ci trouvera dans la présente annexe des indications sur des éléments spécifiques des réseaux privés et d'autres parties d'une connexion. Chaque fois que possible – surtout dans le cas d'éléments d'utilisation courante avec des données de transmission normalisées – les valeurs paramétriques sont indiquées directement pour usage en planification. Pour tous les autres éléments de transmission ou de connexion, des instructions seront données quant aux données qu'il faut collecter en vue de la planification et quant à la façon de comparer ces données.

A.1 Éléments dans les réseaux privés et en base IP

A.1.1 Postes téléphoniques câblés

De manière générale, l'on part du principe que tous les postes téléphoniques utilisés dans les réseaux privés sont conçus conformément à des normes applicables à la région; par exemple à des normes industrielles nord-américaines, à des normes européennes ou à des normes nationales. Aux fins de la planification, il convient de n'utiliser que des valeurs nominales, sans tolérances. Cela est également valide si une commande de volume est offerte dans le sens de réception ou d'émission. Dans ce cas, seules les valeurs d'équivalent RLR et SLR doivent être utilisées pour un réglage par défaut de cette commande de volume.

En ce qui concerne les différentes dégradations et les paramètres correspondants, les postes téléphoniques fixes peuvent être considérés comme étant analogiques ou numériques selon leur type d'interface.

A.1.1.1 Postes téléphoniques analogiques

En Europe, les caractéristiques de transmission des postes analogiques dépendent surtout de la planification traditionnelle des affaiblissements à l'échelle nationale. La présente Recommandation ne peut donc pas donner de valeurs normalisées, que l'on pourra obtenir auprès du constructeur ou de l'opérateur de réseau. Les paramètres suivants sont nécessaires pour la planification de la transmission et doivent être déterminés:

équivalent pour la sonie à l'émission	SLR
équivalent pour la sonie à la réception	RLR
affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR
impédance d'entrée	Z_R
impédance d'équilibrage	Z_B
temps de propagation (si applicable)	τ
facteur D du combiné	D

En Amérique du Nord, les caractéristiques des postes téléphoniques analogiques sont généralement conformes aux normes industrielles [41]. Cette norme couvre les équivalents pour la sonie et les valeurs d'impédance, mais pas le temps de propagation (si applicable) ni le facteur D. Pour les postes non conçus selon cette norme, les caractéristiques doivent être demandées au constructeur.

Dans l'une ou l'autre région, les valeurs d'équivalent pour la sonie (SLR, RLR et STMR) doivent être définies conformément à la Recommandation P.79 [29]. (Pour éviter des résultats erronés en association avec le modèle E, il y n'y a plus lieu d'utiliser d'anciennes définitions comme les valeurs d'équivalent de référence corrigé (CRE, *corrected reference equivalent*) ou des méthodes d'essai comme OREM-A ou OREM-B.) Les impédances d'entrée et d'équilibrage Z_R et Z_B , si elles ne sont pas spécifiées par des normes industrielles, doivent être conformes à un modèle moderne, offrant une impédance capacitive complexe pour optimiser l'adaptation d'impédance entre poste téléphonique et équipement connecté. [Toute désadaptation éventuelle à ce point peut influencer l'équivalent STMR du poste téléphonique ainsi que l'affaiblissement TBRL à un hybride connecté, produisant ainsi une basse valeur d'équivalent TELR (voir aussi A.1.3).]

Le facteur D du combiné ne doit être pris en considération que si l'on utilise un modèle de combiné s'écartant de la géométrie courante. Les postes téléphoniques modernes peuvent parfois faire appel au traitement numérique de signal pour offrir des éléments de service additionnels. Le retard qui peut être dû à ce traitement devra donc être déterminé.

A.1.1.2 Postes téléphoniques numériques

En plus des règles de protocole pour postes téléphoniques numériques, les caractéristiques de transmission peuvent habituellement être supposées conformes à la Recommandation P.310 [27] ou à [49] (Europe) ou à [42] (Amérique du Nord). Des écarts par rapport à ces valeurs sont toutefois possibles. Les valeurs paramétriques suivantes peuvent être utilisées directement sauf si le téléphone utilisé ne répond pas aux normes citées en référence.

		Europe	Amérique du Nord
Equivalent pour la sonie à l'émission	SLR	+7 dB	+8 dB
Equivalent pour la sonie à la réception	RLR	+3 dB	+2 dB
Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR	15 dB	18 dB
Temps moyen dans un seul sens	τ	1,5 ms	Non spécifié (Note 1)
Equivalent pondéré de couplage du terminal	TCLw	40 dB (Note 2)	40 dB (Note 3)
Facteur D du combiné	D	3	Non spécifié
NOTE 1 – Pour les postes numériques nord-américains, cette valeur est négligeable en comparaison d'autres composants dans le scénario de connexion.			
NOTE 2 – Valeur normalisée à SLR = 7 dB, RLR = 3 dB (Europe).			
NOTE 3 – Valeur normalisée à SLR = 8 dB, RLR = 2 dB (Amérique du Nord); la valeur souhaitable est de 45 dB.			

Les valeurs nord-américaines d'équivalent pour la sonie pour les postes numériques sont en cours de normalisation dans les normes d'Amérique du Nord [42] et [44]. Elles correspondent aux objectifs à long terme de la Recommandation P.310 [27]. En général, les valeurs d'équivalent pour la sonie doivent être conformes à la Recommandation P.79 [29]. Pour l'équivalent pondéré de couplage du terminal (TCLw), certains téléphones peuvent donner des valeurs supérieures à celles qui sont indiquées ci-dessus. De telles valeurs peuvent être utilisées aux fins de la planification si elles sont déclarées par le constructeur.

A.1.1.3 Terminaux IP

En plus des fonctions associées aux applications IP, un terminal IP (terminal H.323 [26]) assure la conversion entre l'interface acoustique et le réseau en protocole IP et inversement.

L'on peut observer que les réalisations concrètes de terminaux IP peuvent s'écarter considérablement de la présentation d'un poste téléphonique classique, dont le combiné est par exemple remplacé par un casque ou par un haut-parleur, associé à un microphone de cravate. Même si le terminal IP fonctionne comme un poste numérique pour ce qui est des paramètres d'interface acoustique (voir A.1.1.2), les divers composants d'un terminal IP, comme un ordinateur personnel, une carte son, un haut-parleur, un microphone et le logiciel d'application correspondant peuvent être fournis par différents constructeurs et la combinaison de ces composants sera souvent effectuée par l'utilisateur. Les paramètres SLR, RLR, TCL_w, STMR, LSTR et D ne peuvent donc pas être mis automatiquement aux valeurs par défaut du Tableau 6. Elles feront l'objet d'une étude complémentaire.

La partie numérique d'un terminal IP peut se composer des éléments suivants:

- codeur/décodeur;
- détecteurs d'activité vocale (VAD);
- correcteurs d'erreur directs (FEC);
- tampon de réception;
- assemblage/désassemblage de paquets.

Les éléments constitutifs matériels et leurs paramètres respectifs ne sont pas normalisés sous la forme d'un système entier. Il feront donc l'objet d'une étude complémentaire.

A.1.2 Postes téléphoniques radioélectriques (y compris postes sans cordon)

Les postes téléphoniques radioélectriques sont d'usage courant dans les réseaux privés afin d'offrir l'avantage de la mobilité dans le cadre de réseaux cellulaires. En raison des principes de codage utilisés pour le trajet radioélectrique, ces postes téléphoniques peuvent contribuer au retard et à la distorsion.

Pour la région européenne, l'on suppose que les postes téléphoniques sont conformes aux normes européennes ou nationales appropriées. Le Tableau A.1 présente un extrait des normes DECT et GSM pour tous les paramètres relatifs à la planification aux termes de la présente Recommandation. Les postes radioélectriques nord-américains font appel à une technique soit homologuée soit non homologuée. Le Tableau A.2 présente les paramètres homologués et non homologués qui s'appliquent à la planification de la qualité de transmission téléphonique.

Pour les postes radioélectriques s'écarter de ces normes, il convient de fournir des informations sur les valeurs réelles selon la liste de paramètres du Tableau A.1 ou A.2.

Ces valeurs s'appliquent à l'ensemble de la configuration, comprenant la partie mobile et la partie fixe. Celle-ci est reliée numériquement à la connexion adjacente ou à l'élément de transmission adjacent.

Compte tenu des valeurs élevées de leur temps moyen de propagation dans un seul sens, les postes radioélectriques sont habituellement prééquipés d'un limiteur d'écho intégré, comme un annuleur ou un supprimeur d'écho. Comme cet équipement peut aussi influencer des décisions relatives à des annuleurs d'écho dans d'autres sections du réseau, il est nécessaire d'effectuer une étude précise de leur interfonctionnement (voir 8.2.2 et A.1.10 pour de plus amples informations ainsi que l'Annexe C, spécialement consacrée aux supprimeurs d'écho intégrés dans le cadre de la norme DECT).

**Tableau A.1/G.108 – Valeurs de planification pour téléphones mobiles –
Région européenne**

		DECT	GSM plein débit	GSM demi-débit	GSM plein débit amélioré
Equivalent pour la sonie à l'émission	SLR (dB)	7	7	7	7
Equivalent pour la sonie à la réception	RLR (dB)	3	3	3	3
Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR (dB)	13	13	13	13
Equivalent pondéré de couplage du terminal	TCL _w (dB)	> 46 (Note 1)	> 46	> 46	> 46
Temps moyen dans un seul sens	τ (ms)	14	95	100	96
Affaiblissement d'écho du supprimeur programmable	a_{ESS} (dB)	9	–	–	–
Affaiblissement d'écho artificiel (si requis)	a_{Echo} (dB)	24 (Note 1)	–	–	–
Nombre d'unités qdu (Note 2)	qdu	0,5	0,5	0,5	0,5
Facteur de dégradation due à l'équipement	Ie	7	20	23	5
NOTE 1 – Un équivalent TCL _w de 34 à 46 dB est facultatif. Un affaiblissement d'écho artificiel est requis.					
NOTE 2 – Unités qdu uniquement pour la conversion A/D-D/A (en loi A, Recommandation G.711 [15]). Les autres processus sont inclus dans le facteur de dégradation due à l'équipement, Ie.					

**Tableau A.2/G.108 – Valeurs de planification pour téléphones mobiles –
Région d'Amérique du Nord**

		Equipement homologué: TDMA	Equipement non homologué: PACS WUPE, PCI, PWT
Equivalent pour la sonie à l'émission	SLR (dB)	8	8
Equivalent pour la sonie à la réception	RLR (dB)	2	2
Affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage	STMR (dB)	15	15
Equivalent pondéré de couplage du terminal	TCL _w (dB)	45	45
Temps moyen dans un seul sens	τ (ms)	100	7
Affaiblissement d'écho du supprimeur	a_{ESS} (dB)	–	aucun
Affaiblissement d'écho artificiel (si requis)	a_{Echo} (dB)	–	aucun
Nombre d'unités qdu (Note)	qdu	0,5	0,5
Facteur de dégradation due à l'équipement	Ie	10	7
NOTE – Unités qdu uniquement pour la conversion A/D-D/A (en loi μ , Recommandation G.711 [15]). Les autres processus sont inclus dans le facteur de dégradation due à l'équipement, Ie.			

A.1.3 Equipement de commutation

L'on part du principe que l'équipement de commutation d'un réseau privé (comme les autocommutateurs) est conforme aux prescriptions régionales quant à leur influence sur la qualité de transmission. On trouvera des prescriptions appropriées dans les références [52] (pour l'Europe)

ou [40] (pour l'Amérique du Nord). Noter que, dans la référence [52], certains paramètres significatifs, comme l'affaiblissement et le temps de propagation dans un seul sens, ne sont plus spécifiés mais sont remis à une déclaration du constructeur.

Fondamentalement, l'équipement de commutation peut être classé en diverses catégories selon le type de commutation interne:

- analogique 2 fils ou analogique 4 fils;
- modulation d'impulsions en amplitude (MIA);
- modulation par impulsions et codage (MIC) conformément à la Recommandation G.711 [15] (loi A ou loi μ);
- nouveaux principes de codage, par exemple selon Recommandation G.728.

Par ailleurs, aux fins de la planification de la transmission, différents types d'interface avec d'autres éléments de connexion peuvent être considérés:

- interface de connexion à des réseaux publics;
- interface de connexion à d'autres équipements de commutation du même réseau privé;
- interface de connexion à des terminaux.

Pour la couche Physique de ces interfaces, une autre distinction peut être faite entre:

- analogique 2 fils;
- analogique 4 fils;
- numérique.

Il n'est pas nécessaire d'étudier toutes les combinaisons d'interface et de couche Physique. Le Tableau A.3 montre les possibilités existantes.

Tableau A.3/G.108 – Possibilités de connexion de l'équipement de commutation

Interface avec éléments de connexion	Analogique 2 fils	Analogique 4 fils	Numérique
Réseau public	Courant en Amérique du Nord; en cours d'abandon en Europe	Improbable, sauf au Royaume-Uni	Prédominant en Europe; naissant en Amérique du Nord
Même réseau privé	Principalement entre un PBX principal et un affluent	En cours d'élimination	Courant
Terminaux	Courant pour postes analogiques	Inutilisé	Tout numérique, y compris radioélectrique

L'équipement de commutation d'un réseau privé fournit habituellement une "connexion en transfert" ou une "connexion d'accès à accès" entre deux interfaces. En d'autres termes, le trajet de commutation est "inséré" dans la connexion et peut donc contribuer aux dégradations de transmission. Compte tenu de la variété des types de connexion en transfert possibles selon la couche Physique des interfaces et compte tenu des divers types de commutation interne, il n'est pas possible de donner une quelconque norme générale ou orientation sur leurs paramètres et sur leur degré de dégradation à inclure dans la planification de la transmission. Des renseignements doivent cependant pouvoir être obtenus auprès du constructeur ou par déduction générale sur la base des normes applicables aux paramètres pouvant contribuer aux dégradations. Les plus importants paramètres à examiner pour une connexion en transfert sont les suivants:

- affaiblissement ou gain entre les deux interfaces;
- nombre d'unités qdu;

- valeur du facteur de dégradation due à l'équipement;
- temps moyen de propagation dans un seul sens;
- affaiblissement d'écho;
- impédance d'entrée des interfaces analogiques à 2 fils;
- impédance d'équilibrage des interfaces analogiques à 2 fils (hybrides);
- distorsion (y compris bruit et diaphonie).

La valeur de l'affaiblissement entre deux interfaces est fonction de la sélection des valeurs relatives des niveaux d'entrée et de sortie (ajustement d'affaiblissement) des interfaces analogiques et de l'insertion d'affaiblisseurs ou de compensateurs numériques dans le trajet de commutation. (La référence [40] spécifie un plan d'affaiblissement d'accès à accès entre divers types d'interface mais ne formule pas de prescriptions quant à la répartition de l'affaiblissement entre les interfaces.)

Lorsque de nouvelles lois de codage sont utilisées pour la commutation interne, la valeur du facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) doit être choisie conformément au Tableau 2a. A l'exception des affaiblisseurs ou compensateurs numériques insérés, le nombre d'unités qdu peut être fixé à $qdu = 0$ pour la commutation analogique interne (MIA incluse) avec deux interfaces analogiques ou pour la commutation numérique interne (loi A ou μ) avec deux interfaces numériques. Une valeur $qdu = 0,5$ peut être utilisée pour la commutation interne analogique ou numérique lorsqu'une des deux interfaces est numérique. Finalement, une valeur $qdu = 1$ est applicable à la commutation numérique interne avec deux interfaces analogiques. En cas d'affaiblisseurs numériques, le nombre d'unités qdu doit être augmenté de 0,7 par affaiblisseur dans toutes les configurations.

NOTE – L'on part du principe que lorsqu'un affaiblissement ou un gain est inséré dans un trajet analogique à numérique au moyen de réglages de codec, il n'y a pas d'augmentation du nombre d'unités qdu au-delà de la valeur 0,5. Si l'autocommutateur assure la conversion loi A/loi μ , il peut y avoir des unités qdu additionnelles, qui doivent être déterminées.

Le temps moyen de propagation dans un seul sens est négligeable pour l'équipement de commutation faisant appel à une commutation interne analogique et à des interfaces analogiques. Pour tous les autres types d'équipement, le temps dépend des types d'interface et de commutation interne. Aux fins de la planification, une valeur moyenne de $T = 1$ ms peut être utilisée en cas d'utilisation de la MIC (en loi A ou μ) pour la commutation interne, sauf spécification contraire par le constructeur (on trouvera des précisions dans les Recommandations Q.551 [36], Q.552 [37], Q.553 [38], Q.554 [39] et références [60], [40] et [44]).

Chaque fois qu'un trajet d'équipement de commutation connecte une interface 4 fils (analogique ou numérique) à une interface 2 fils (ou qu'un trajet de commutation à 4 fils connecte deux interfaces 2 fils), il faut tenir compte de l'affaiblissement d'écho de l'hybride terminal d'interface(s) 2 fils. Les impédances d'entrée et d'équilibrage d'une interface 2 fils quelconque ne sont pas directement soumises à planification. Des spécifications doivent cependant être disponibles pour déterminer si une adaptation d'impédance adéquate est assurée à ces interfaces. (La référence [40] spécifie des prescriptions d'équilibrage minimal pour divers types d'interface 2 fils.)

L'affaiblissement d'écho (affaiblissement d'adaptation 4 fils en Amérique du Nord) d'une conversion 4 fils/2 fils est une grandeur très importante pour le calcul de l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR) en tant que paramètre d'entrée dans le modèle E. En association avec le temps moyen de propagation dans un seul sens du trajet d'écho, l'équivalent TELR contribue directement à l'important facteur de dégradation de la qualité en termes d'écho. L'affaiblissement d'écho d'une terminaison à 2 fils comprend tout ajustement d'affaiblissement (niveaux relatifs) de l'hybride dans l'interface 2 fils (dans les deux sens, émission et réception), ainsi que l'affaiblissement d'équilibrage terminal de l'interface (TBRL ou équilibrage d'hybride en Amérique du Nord). (Dans les scénarios d'Amérique du Nord, l'ajustement d'affaiblissement d'hybride et l'éventuelle attribution d'affaiblissement au réseau de PBX sont habituellement combinés en une valeur unique pour l'affaiblissement d'accès à accès. Cet

affaiblissement TBRL (ou équilibrage d'hybride) est fonction du degré d'adaptation entre l'impédance d'équilibrage de l'hybride et l'impédance de l'élément de terminaison, de transmission ou de connexion qui est raccordé du côté 2 fils. Cet affaiblissement doit être exprimé sous forme de valeur pondérée (TBRLw ou équilibrage d'hybride pondéré). On trouvera plus d'informations sur cet algorithme de pondération dans la Recommandation G.122 [7].

Les réseaux d'équilibrage et les impédances d'entrée des équipements de commutation modernes fournissent une composante capacitive complexe permettant d'améliorer l'adaptation aux caractéristiques des sections en câble non chargé. (Les réseaux d'équilibrage recommandés sont décrits dans les références [52] et [40].) Si la conversion 4 fils/2 fils est effectuée par l'intermédiaire d'une interface 4 fils analogique, l'ajustement d'affaiblissement dans cette carte d'interface doit également être inclus. Il en va de même pour les affaiblisseurs/compensateurs numériques, quel que soit leur emplacement.

Pour les scénarios européens, en supposant un ajustement d'affaiblissement normalisé à 0 dB (0 dBr) dans le sens d'émission et à 7 dB (-7 dBr) dans le sens de réception ainsi que pour les cartes d'équipement de ligne et les interfaces avec d'autres équipements, plus un réseau d'équilibrage conforme à la méthode de la composante capacitive complexe, les valeurs moyennes suivantes de l'équivalent TBRLw et d'affaiblissement d'écho peuvent être prises comme hypothèse lors de la planification.

Tableau A.4/G.108 – Valeurs moyennes de l'équivalent TBRLw et de l'affaiblissement d'écho (Europe)

Terminaison du côté 2 fils	TBRLw	Affaiblissement d'écho
Poste téléphonique analogique avec impédance d'entrée complexe (longueur de ligne négligeable)	18 dB	25 dB
Poste téléphonique analogique avec impédance d'entrée non complexe, par exemple, 600 Ω	7 dB	14 dB
Section en câble à 2 fils (non chargée)	10 dB	17 dB
Autre équipement avec impédance d'entrée complexe (longueur de ligne négligeable)	18 dB	25 dB

Dans certaines configurations, des valeurs inférieures sont possibles. Si des interfaces font appel à un équilibrage adaptatif, les informations correspondantes doivent pouvoir être obtenues du constructeur.

Pour l'équipement de commutation nord-américain, la référence [40] contient les prescriptions minimales d'équilibrage d'hybride (22 dB dans la bande d'écho) pour les interfaces terminales analogiques (appelées "postes internes, ONS") mesurées par rapport à 600 Ω et pour toutes les autres interfaces à 2 fils mesurées par rapport à 600 Ω ou à une impédance capacitive complexe. Les valeurs moyennes d'équilibrage d'hybride ne sont pas spécifiées. Les systèmes nord-américains n'ont pas de valeurs normalisées pour l'affaiblissement des cartes d'équipement de ligne. On ne peut donc pas indiquer de valeurs d'affaiblissement d'écho. Il convient cependant d'inclure l'affaiblissement d'accès à accès du système terminal dans le calcul de l'équivalent TELR d'une connexion de bout en bout. Aux fins de la planification, on suppose un équilibrage moyen d'hybride de 12 dB pour les lignes et de 10 dB pour les sections en câble non chargé (sans adaptation d'impédance).

A.1.4 Passerelles IP

Les fonctions spécifiques des passerelles dépendent du sens de transmission: de l'Internet vers le RTPC ou inversement. Ces fonctions sont plus particulièrement les suivantes:

- Internet → RTPC

- désassemblage de paquets (y compris la "pile IP");
- décodeur de signaux vocaux (y compris le masquage d'erreur, le bruit de confort, l'insertion de silence, etc.);
- gestion ou régulation de la variation temporelle;
- annulation d'écho.
- RTPC → Internet
 - codeur de signaux vocaux (y compris suppression des silences, bruit de confort, etc.),
 - assemblage de paquets (y compris la "pile IP").

A.1.5 Lignes louées et lignes directes de jonction

Dans les réseaux privés, les lignes louées et les lignes directes de jonction, fournies par les opérateurs de réseau public, servent à interconnecter des éléments de commutation ou à connecter des terminaux à l'équipement de commutation. En Amérique du Nord, les ressources louées entre équipements de commutation sont dénommées "lignes directes de jonction". Les ressources louées pour connecter des terminaux à un équipement de commutation de rattachement situé à un emplacement éloigné sont appelées "lignes déportées". En Europe, de telles ressources sont appelées "lignes louées ou liaisons spécialisées" dans un cas comme dans l'autre.

Par rapport à leur présentation d'interface, les ressources louées peuvent être rangées dans les trois grandes catégories suivantes:

- 2 fils analogiques;
- 4 fils analogiques;
- numériques.

Aux fins de la planification de la transmission, les ressources numériques louées sont indépendantes de leur couche Physique (64 kbit/s, accès au débit de base ou au débit primaire); en planification de la transmission, seule la couche des canaux à 64 kbit/s est prise en compte. Les ressources louées avec interface analogique à chaque extrémité peuvent aussi comporter des sections numériques et un circuit fermé à 4 fils. Par ailleurs, des ressources analogiques peuvent avoir une interface 2 fils à une extrémité et une interface 4 fils à l'autre extrémité; ou encore une ressource peut avoir une interface analogique à une extrémité et une interface numérique à l'autre extrémité.

Les ressources louées diffèrent non seulement par leur type d'interface mais aussi par leur longueur. On ne peut donc indiquer ici de valeurs de planification normalisées. Les données de transmission doivent être communiquées par le fournisseur. La liste suivante peut être considérée comme un guide pour le planificateur lors de la recherche de valeurs paramétriques:

- affaiblissement de bout en bout (dans les deux sens) pour les ressources à interfaces analogiques, 2 fils et 4 fils;
- niveaux relatifs d'entrée et de sortie pour ressources à interfaces analogiques;
- nombre d'unités qdu pour tous les types sauf les ressources avec routage entièrement numérique et interface numérique à chaque extrémité;
- facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) pour lignes utilisant des équipements DCME, MICDA ou d'autres lois de codage nouvelles;
- temps moyen de propagation dans un seul sens pour tous les types.

Les ressources analogiques pour lignes directes de jonction en Amérique du Nord sont généralement conçues selon les règles d'équivalent en transit (VNL, *via net loss*) (affaiblissement proportionnel à la longueur de la ressource) sauf pour les lignes de jonction de courte portée, qui fonctionnent avec un affaiblissement fixe. Les ressources utilisées pour les terminaux déportés font habituellement appel à des paires torsadées (chargées ou non chargées) avec insertion de répéteurs de signaux

vocaux (VFR, *voice frequency repeaters*), si nécessaire. Les valeurs approchées de l'affaiblissement des ressources analogiques sont les suivantes:

- lignes de jonction à équivalent en transit: 0,4 dB + 0,0015 fois la longueur en miles (maximum 2,9 dB);
- lignes de jonction à courte portée avec affaiblissement fixe: 2 dB;
- lignes déportées jusqu'aux terminaux: de 0 à 4,5 dB.

Il est très important que les renseignements donnés par les fournisseurs sur ces paramètres soient fondés sur les valeurs "réelles" de la ressource louée en cause, et non pas sur les valeurs maximales déduites d'une étude du "cas le moins favorable". Cela permettra au planificateur d'éviter l'insertion inutile d'annuleurs d'écho et, dans certains cas, l'attribution de très grandes valeurs de dégradation à d'autres éléments de réseau privé.

A.1.6 Liaisons câblées en propriété privée

En plus des ressources louées, des liaisons câblées en propriété privée peuvent être utilisées dans certains réseaux privés. Il s'agira surtout de terminaux de connexion, de postes à touches et de petits autocommutateurs reliés à des éléments de commutation plus importants. Seules les sections de câble non chargé à 2 fils sont considérées ici. Leur contribution à l'affaiblissement concerne les sections A1 ou B1 des configurations de service définies dans les Figures 18 à 20. Aux fins de la planification, l'affaiblissement d'une telle section en câble peut être exprimée en décibels d'équivalent pour la sonie du circuit (CLR). Cette valeur peut être ajoutée directement à l'équivalent SLR et RLR des postes téléphoniques lors du précalcul des équivalents SLR_S et RLR_R (voir 8.1).

L'équivalent CLR peut être calculé par la formule suivante:

$$CLR = 0,015\sqrt{RC} \text{ (dB/km)}$$

où:

R est la résistance en boucle du câble (Ω /km)

C est la capacité du câble (nF/km).

A.1.7 Liaisons par satellite

Lorsque des liaisons par satellite sont utilisées dans le cadre du réseau privé, tous les paramètres correspondants, qui ont été énumérés pour les ressources louées, doivent être disponibles. Le paramètre le plus important pour d'éventuelles dégradations est le temps moyen de propagation dans un seul sens. Il faut tenir compte du fait que le temps de propagation total se compose du temps principal de propagation entre les deux stations terriennes ainsi que d'éventuels temps additionnels de propagation entre les stations terriennes et l'interface de l'équipement de commutation situé dans le réseau privé auquel la liaison est connectée, à une des extrémités ou aux deux. Ces valeurs doivent être communiquées par l'opérateur de satellite. Pour les liaisons passant par des satellites quasi-stationnaires sur l'orbite de 36 000 km, une valeur de $T = 260$ ms entre stations terriennes peut être utilisées aux fins de la planification. Les valeurs équivalentes pour les satellites sur orbite inférieure doivent être fournies par l'opérateur.

A.1.8 Codage à bas débit

Pour les réseaux privés, l'utilisation du codage à bas débit peut conduire à des solutions plus économiques. Les ressources numériques (louées) utilisées pour des éléments de connexion sont souvent équipées de systèmes spécialement conçus pour offrir un mode flexible de "largeur de bande à la demande". Elles utilisent de façon plus économique le nombre de canaux à 64 kbit/s offerts par la connexion, surtout pour la transmission de données. Dans les canaux de conversation, le codage à bas débit, associé à des méthodes dites de "détection d'activité vocale" (VAD), réduira les coûts de façon similaire.

En planification de la transmission, il est absolument nécessaire d'identifier toutes les dégradations pouvant être introduites par de tels systèmes. Entre autres, les principaux paramètres à considérer sont les distorsions et le temps de propagation. Ces facteurs dépendent du type de codage à bas débit. En général, les systèmes peuvent être classés selon les principes suivants:

- codeurs harmoniques
Indépendamment du débit utilisé, tous les codeurs dits "harmoniques" reproduisent plus ou moins la forme d'onde originale à la sortie du décodage. Ces codeurs font principalement appel aux différents algorithmes MICDA qui sont décrits dans les Recommandations G.721, G.726 et G.727.
- codeurs prédictifs
La différence fondamentale dans le processus de codage est une analyse du signal vocal à l'entrée du codeur, produisant un signal numérique émis à un débit réduit. Ce signal n'a plus de relation avec la forme d'onde originale. Le décodeur effectue ensuite une synthèse de parole. Cette catégorie comprend le codeur RPE-LTP (utilisé dans la norme GSM) et le codeur LD-CELP conformément à la Recommandation G.728. Par ailleurs, il peut y avoir divers principes de codage non normalisés, désignés également par le terme de "codeurs déposés".
- systèmes de type compresseur
La réduction du débit transmis est effectuée par détection des pauses conversationnelles (VAD).

L'influence de ces équipements et principes de codage sur la qualité téléphonique ne peut être définie qu'à la suite d'essais subjectifs, dont le résultat est exprimé en valeur du facteur de dégradation due à l'équipement (I_e). Pour les codeurs à bas débit normalisés, ces valeurs sont données dans le Tableau 2a. Dans tous les autres cas, les valeurs équivalentes et toutes les autres informations nécessaires doivent être fournies par le constructeur. Cela s'applique surtout au temps moyen de propagation dans un seul sens d'un tel système. Il convient de noter que certains principes de codage peuvent conduire à des options différentes avec une influence importante du temps de propagation propre au système, et que certains systèmes font appel à un débit variable pour s'adapter à différentes situations de trafic. Si des systèmes à bas débit sont utilisés en association avec une ligne louée numérique, le temps propre au système est augmenté de celui de la ligne louée.

Certains de ces systèmes peuvent également introduire un affaiblissement pour empêcher d'autres éléments, comme les annuleurs d'écho intégrés, de subir des niveaux vocaux trop élevés. En raison du temps propre au système, certains systèmes peuvent être déjà équipés d'annuleurs d'écho intégrés. Les données de transmission de ces dispositifs doivent être examinées de près au cours de la planification, essentiellement dans le cadre de l'annulation d'écho dans d'autres sections de la connexion étudiée. Voir A.1.10.

A.1.9 Signaux vocaux assemblés en paquets

En vue d'une utilisation économique de lignes numériques normales ou d'ordre supérieur (louées), une transmission en mode paquet sera également utilisée dans les réseaux privés, comme le mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*) ou le relais de trames. Les nœuds de tels systèmes peuvent également être situés dans des réseaux différents. Il est nécessaire de bien préciser ces nœuds au cours de la planification et de voir si plusieurs sections en mode paquet sont incluses dans une chaîne de connexion.

L'assemblage en paquets du signal vocal provoque un retard additionnel, selon l'orientation des cellules et le mode de transfert. Des informations doivent donc être disponibles aux fins de la planification sur ce retard, dont la valeur est exprimée en millisecondes pour le temps moyen de propagation dans un seul sens.

A.1.10 Annuleurs d'écho

Comme cela a déjà été décrit aux 7.2 et 8.2, le résultat d'un calcul de planification peut montrer que le facteur d'évaluation R dans le modèle E est principalement influencé par la valeur de dégradation pour l'écho et le temps de propagation (Id). Dans ces situations, il faut prendre la décision d'insérer des annuleurs d'écho. Dans les réseaux modernes, seuls des annuleurs d'écho sont utilisés parce qu'ils présentent divers avantages par rapport aux supprimeurs d'écho autrefois utilisés. Le présent sous-paragraphe ne traite donc que des prescriptions et données techniques des annuleurs d'écho.

Pour l'application des annuleurs d'écho, plusieurs aspects doivent être pris en considération. Tout d'abord, il faut effectuer une recherche quant à l'emplacement correct et optimal d'insertion d'un annuleur d'écho dans le réseau. Cette décision peut être influencée par des limiteurs d'écho déjà disponibles soit dans le réseau privé (par exemple dans certains éléments de terminaison ou de connexion spécifiques ou dans d'autres réseaux (publics)). On trouvera au paragraphe 10 de plus amples informations et des règles pour l'insertion d'annuleurs d'écho.

Un deuxième aspect à prendre en compte est constitué par les caractéristiques techniques des annuleurs d'écho, qui peuvent varier dans une grande étendue à cause de leur conception et de leur application. Pour tous les annuleurs d'écho qui ne sont pas intégrés dans un équipement spécifique, il convient de n'utiliser que des dispositifs conformes aux Recommandations G.168 [12] ou G.165 [11] pour tous les paramètres. Les annuleurs d'écho intégrés dans des équipements spécifiques sont habituellement conçus pour cette application particulière et ne sont donc pas nécessairement conformes à la Recommandation G.165 [11] pour toutes les données.

NOTE – Les caractéristiques des annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 [11] sont mesurées au moyen d'un signal de bruit. Si des résultats obtenus avec d'autres signaux d'essai (voix artificielle selon Recommandation P.50 [28] ou signaux composites de source) sont également disponibles, ces données donneront une image plus précise de l'efficacité de ces dispositifs.

L'analyse des données techniques d'un annuleur d'écho doit être faite en fonction de l'emplacement désigné, principalement avec les caractéristiques du trajet d'écho, qui est la partie d'une connexion comprise entre l'annuleur d'écho et la source des réflexions de signal à compenser. Le routage du trajet d'écho doit être transparent au niveau des bits et les valeurs réelles du temps moyen de propagation dans un seul sens et de l'affaiblissement d'écho doivent être déterminées. Pour les communications locales ou à longue distance, pour lesquelles aucune limitation d'écho n'est habituellement appliquée dans les réseaux publics, l'utilisation d'annuleurs d'écho peut devenir nécessaire à cause du retard additionnel dans le réseau privé. Dans cette situation, la responsabilité d'une limitation suffisante de l'écho revient à l'opérateur du réseau privé. Dans la plupart des cas cependant, les deux locuteurs subiront des effets d'écho, c'est-à-dire qu'une paire d'annuleurs d'écho devra être insérée dans le réseau privé si aucun accord particulier n'a été conclu avec l'opérateur du réseau public.

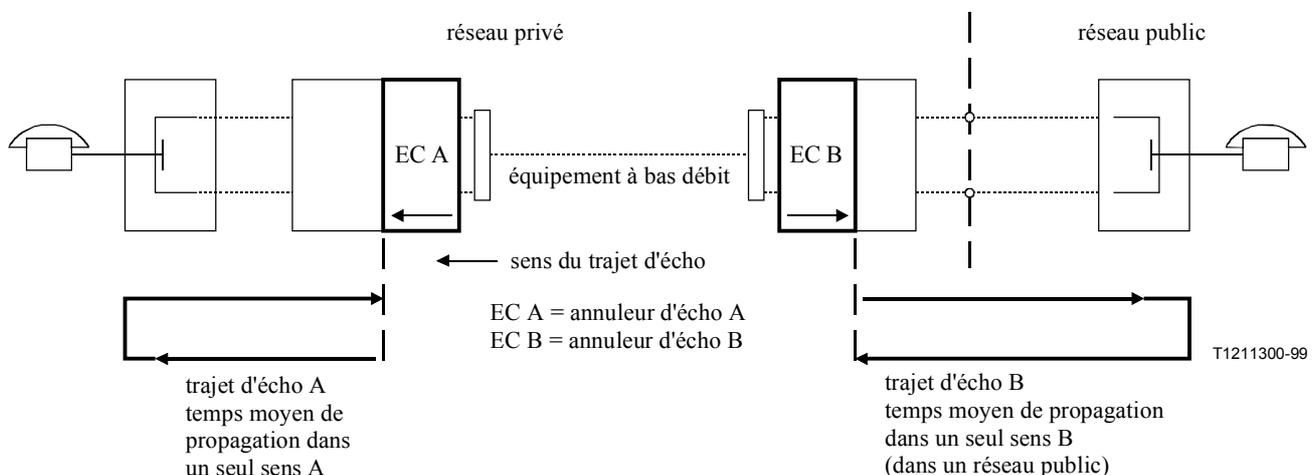


Figure A.1/G.108 – Annuleurs d'écho dans un réseau privé et trajets d'écho correspondants

La Figure A.1 décrit cette configuration avec deux annuleurs d'écho (EC A et EC B) dans un réseau privé, avec la définition des deux trajets d'écho. L'annuleur EC A, avec son trajet d'écho dans le réseau privé, supprime l'écho pour le locuteur du réseau public et inversement.

Pour les annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 [11], le trajet d'écho doit apporter un affaiblissement d'écho minimal de 6 dB pour un fonctionnement satisfaisant. Cette valeur doit surtout être limitée lorsque le trajet d'écho aboutit à un hybride qui sert également pour la compensation d'affaiblissement (gain) de la section 2 fils connectée. Pour certains annuleurs d'écho, cette valeur minimale requise peut être inférieure ou réglable.

Les plus importantes caractéristiques sont le temps moyen de propagation dans un seul sens du trajet d'écho et la marge de variation de ce temps, également appelée "retard distant", que l'annuleur d'écho est capable de compenser. Pour éviter les confusions, il convient de noter que le retard distant du trajet d'écho est habituellement exprimé sous la forme du temps moyen de propagation dans un seul sens en planification de la transmission, tandis que les données correspondantes d'un annuleur d'écho sont exprimées sous la forme du retard distant total en millisecondes. Par conséquent, afin de déterminer si un certain annuleur d'écho convient à la configuration donnée, il convient de comparer les données de ce dispositif à deux fois la valeur du temps moyen de propagation dans un seul sens sur le trajet de l'écho. Pour garantir un fonctionnement satisfaisant, la valeur de l'annuleur d'écho doit être supérieure de 6 à 8 ms à celle du trajet d'écho. Pour les annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.168 [12] ou G.165 [11], on peut supposer que la capacité de compensation va de 40 à 60 ms, contrairement aux annuleurs d'écho intégrés dans des appareils particuliers, qui peuvent avoir des valeurs inférieures. Si par exemple les annuleurs EC A et EC B dans la Figure A.1 sont intégrés dans un équipement à bas débit et ne sont conçus que pour des connexions point à point (trajet d'écho ne passant que par un équipement de commutation) avec de faibles retards à compenser, le retard sur le trajet d'écho B passant par le réseau public pourra être beaucoup plus important que la valeur correspondante de l'annuleur EC B.

Un autre aspect à considérer est la "linéarité" du trajet d'écho. En l'occurrence, il s'agit d'un routage composé seulement d'éléments transparents au niveau des bits associés à un codage/décodage normalisé dans l'hybride de terminaison. La plupart des annuleurs d'écho font appel à un algorithme d'adaptation et d'annulation fondé sur une telle configuration. Lorsque le trajet d'écho se compose d'équipements faisant appel au codage à bas débit, le fonctionnement correct de l'annuleur d'écho ne peut pas être garanti.

L'aptitude d'un annuleur d'écho à la suppression des signaux d'écho est exprimée sous la forme d'un niveau d'écho résiduel. Il s'agit habituellement d'une valeur non constante, qui dépend du niveau téléphonique à l'entrée et de l'affaiblissement d'écho mesuré dans le trajet d'écho. Cette valeur peut être exprimée soit en niveau d'écho résiduel (dB) ou en amélioration du facteur d'adaptation en réflexion (ERLE, *echo return loss enhancement*). Comme l'on ne peut pas obtenir une compensation totale, le niveau d'écho résiduel est également compensé par un processeur non linéaire (NLP), également appelé "écrêteur de centre". Cette suppression est rapportée à un seuil, c'est-à-dire que tout l'écho résiduel se trouvant au-dessous de ce seuil sera supprimé. Ce seuil est habituellement exprimé en valeurs dBm0 et doit être compris entre -35 et -38 dBm0. Si les valeurs sont conformes aux Recommandations G.168 [12], G.165 [11] ou à des prescriptions spécifiques (par exemple la norme DECT), les dégradations dues à l'écho peuvent être négligées pour la connexion étudiée, ce qui signifie que la valeur d'entrée dans le modèle E pour l'équivalent TELR peut rester fixée par défaut à 65 dB.

Le principe d'un annuleur d'écho et de son algorithme est fondé sur un processus d'adaptation qui peut durer un certain temps jusqu'à ce que l'on obtienne une réplique suffisante du signal d'écho. Cette durée est appelée le "temps de convergence". Elle doit être aussi brève que possible afin d'éviter des effets perturbateurs au début d'une séquence vocale. Une qualité suffisante correspond à des durées inférieures à une seconde.

Selon l'algorithme utilisé, des niveaux téléphoniques extrêmement élevés à l'entrée de l'annuleur d'écho peuvent provoquer des distorsions et diminuer la performance du processus d'adaptation. La commande de ce niveau doit être incluse dans la planification de la transmission. En générale, le niveau téléphonique est suffisamment bas si l'équivalent pour la sonie à l'émission (SLR) est supérieur ou égal à 7 dB à l'entrée de l'annuleur d'écho.

Lorsque des annuleurs d'écho sont insérés dans une connexion, la transparence au niveau des bits est interrompue. Cela est important pour des types spécifiques de transmission de données nécessitant un routage transparent. Il faut donc en tenir dûment compte. Bien que les services non vocaux passant par le réseau privé, comme le fax et d'autres applications à modem, ne nécessitent pas de trajet de transmission transparent au niveau des bits, le traitement des données peut être perturbé dans certains cas. La plupart des modems émettent une tonalité appelée "tonalité de neutralisation", à la fréquence de 2100 Hz, avant de commencer la transmission, afin de désactiver les annuleurs d'écho insérés. Selon les applications effectuées dans le réseau privé, les annuleurs d'écho doivent prendre en charge cette fonction.

A.2 Paramètres de transmission des réseaux publics

Conformément aux principes fondamentaux de planification de la présente Recommandation, selon lesquels la planification de bout en bout est finalement exécutée lorsque les valeurs réelles de tous les paramètres de transmission applicables sont connus dans chaque section d'une chaîne de connexion, les données des réseaux publics auront une influence majeure sur la qualité obtenue. Si ces valeurs sont communiquées telles que mesurées avec une précision acceptable, la partie des différents paramètres inutilisée dans le réseau public pourra être utilisée dans le réseau privé pour obtenir un système économique. Il en résultera une plus grande flexibilité lors de la planification du réseau privé contrairement aux anciennes réglementations rigides avec répartition d'objectifs fixes entre les réseaux.

Si, au cours du processus de planification, ces valeurs doivent être définies, des valeurs correctes ne pourront être obtenues que sur la base d'une coopération ou de négociations entre opérateurs de réseau privé et de réseau public. Compte tenu du fait que cette méthode de planification est surtout applicable aux grands réseaux privés comportant un grand nombre de voies interconnectées, on peut partir du principe d'un échange d'informations satisfaisant.

Pour la recherche des caractéristiques réelles de transmission dans un réseau public, il y a lieu d'étudier les principaux types de connexion et d'accès (interconnexion). En ce sens, le réseau public peut être considéré comme un "réseau de transit" fournissant des connexions à commutation de circuit entre le point d'accès et toute autre terminaison distante (poste téléphonique isolé, autocommutateur privé ou autres réseaux privés), ou des connexions à des interfaces vers d'autres réseaux publics. Plusieurs scénarios possibles sont représentés dans la Figure A.2 pour l'accès et le routage vers et entre différents réseaux publics. Il convient de noter que les connexions représentées sur la Figure A.2 ne sont que des exemples; c'est-à-dire que diverses autres configurations sont possibles, selon la concurrence et la libéralisation.

NOTE – Les scénarios impliquant des réseaux IP ne sont pas pris en considération dans ce qui suit.

En ce qui concerne les scénarios européens, les divers types d'interconnexion avec des réseaux publics peuvent être décrits comme suit: le principal réseau public national auquel on accède par le point A offre soit des connexions vers des terminaisons distantes situées en zone locale (point D) soit des connexions à longue distance vers ce point A. Le même réseau fournit habituellement d'autres interconnexions vers des réseaux internationaux via le point B. L'entrée dans le réseau national d'un pays étranger s'effectue par le point O pour une connexion vers une terminaison distante située au point P.

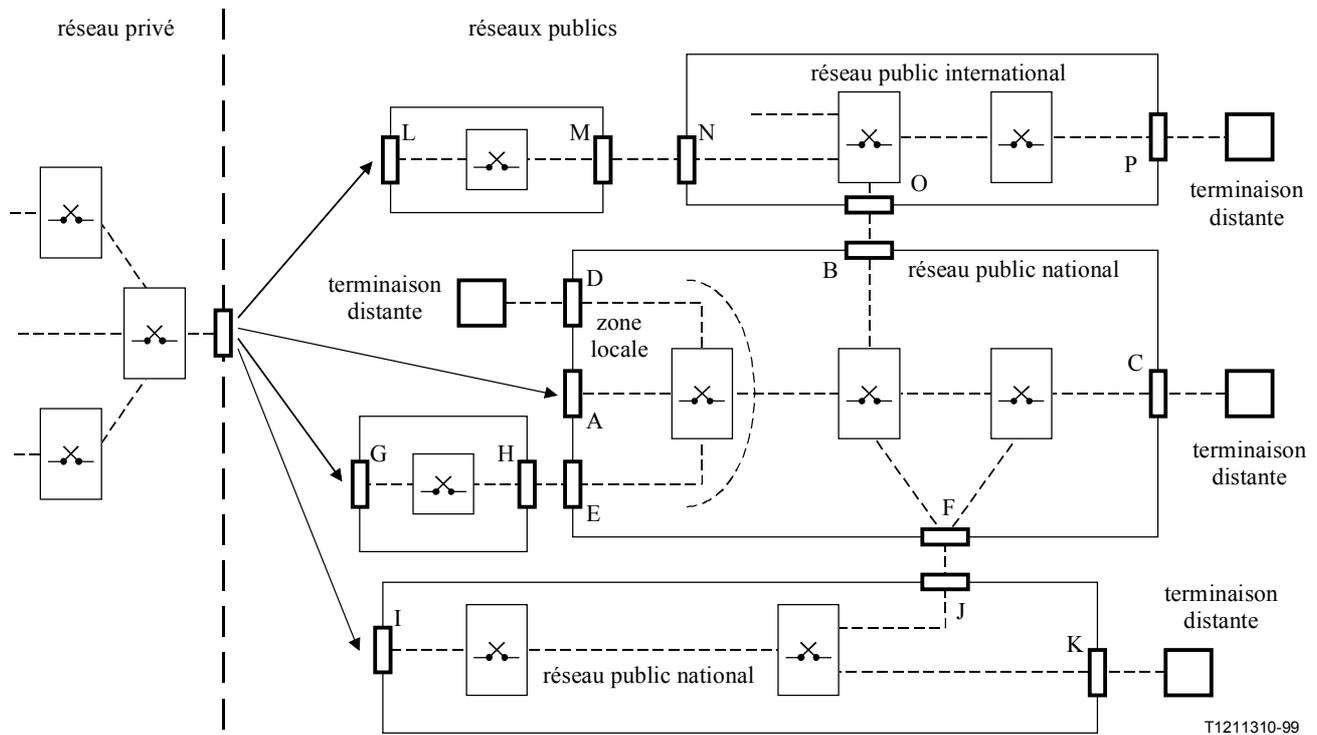


Figure A.2/G.108 – Accès et routage dans les réseaux publics

En plus du réseau national principal, d'autres réseaux publics peuvent être disponibles par le point d'accès I, avec leurs propres terminaisons distantes (terminaux) via le point K ou avec des interconnexions vers le réseau public principal via J et F. Par ailleurs, des réseaux publics fonctionnant seulement en zone locale peuvent exister, comme indiqué sur la Figure A.2, par l'intermédiaire des points G et H, où le point H effectue une reconnexion au réseau public principal par le point E. Finalement, des fournisseurs de réseau opérant à l'international peuvent offrir un accès international direct par le point d'accès L en connectant le réseau privé par trajet direct au réseau public national d'un pays étranger par l'intermédiaire des interconnexions M et N.

Pour les scénarios d'interconnexion nord-américains, la Figure A.2 peut être décrite comme suit: le point d'accès A est connecté au commutateur local de l'opérateur de commutateur local (LEC, *local exchange carrier*) qui fournit des connexions vers une autre terminaison locale (point D), ou vers des terminaisons distantes situées à l'intérieur d'une zone locale d'accès et de transit (LATA) (point A dans cette zone LATA), ou vers des terminaisons distantes d'opérateurs de jonctions (IC) (point C dans une autre zone LATA) ou vers des opérateurs internationaux (via les points B et O). L'accès peut également être direct vers un opérateur de jonctions (point d'accès I), vers des terminaisons ayant également un accès direct à cet opérateur de jonctions (point K), ou vers un autre opérateur de jonctions ou de commutateur local (via les points J et F). Le point d'accès G correspond à des connexions vers un autre fournisseur de services locaux (soit un revendeur soit un opérateur de jonctions) ou à une connexion passant par un service radioélectrique. Les réseaux privés peuvent aussi avoir un accès direct à des opérateurs internationaux (par le point L).

Tous ces exemples d'interconnexion possible d'un réseau privé avec des réseaux publics, comme représenté sur la Figure A.2 pour les points d'interface A, G, I et L, sont soumis à la planification de la transmission. Les résultats de recherches effectuées sur la qualité attendue des différentes interconnexions peut servir, par exemple, à comparer différentes offres de service d'interconnexion sur la base de leur rapport qualité/prix. Par ailleurs, un même réseau privé peut utiliser en parallèle plusieurs de ces types d'accès: par exemple des connexions nationales passant par l'accès A ou I et des connexions internationales passant par l'accès L.

Pour tous les points d'interconnexion A, G, I et L entre le réseau privé et les réseaux publics, seules des interfaces numériques sont prises en considération en Europe; pour les scénarios nord-américains, il faut considérer des interfaces numériques ainsi qu'analogiques. Les terminaisons des points C, D, K et P peuvent être, dans les différents réseaux, soit analogiques soit numériques, selon le réseau et la terminaison distante sélectionnée aux fins de la planification (voir A.3). On peut partir du principe que les interconnexions à des lignes internationales passant par exemple par le point B sont numériques ou analogiques à 4 fils.

Dans les grands réseaux publics, divers routages et traitements d'appel sont possibles pour la même connexion de bout en bout, ce qui se traduit par une large gamme de paramètres de transmission (comme le temps de propagation) plutôt que par une seule valeur spécifique pour chaque communication sur cette connexion. Il est donc recommandé, conformément aux principes fondamentaux de planification, de déterminer les valeurs plus sur une base statistique que sur une étude du "cas le moins favorable". Si possible, il conviendra cependant de déterminer des valeurs paramétriques moyennes pour les différentes catégories de communication: locales (entre A et D), nationales à longue distance (entre A et C) ou à accès international (entre A et B).

La détermination de valeurs pour les différentes catégories de communication doit inclure tous les paramètres qui sont nécessaires pour la planification du réseau privé. La liste suivante donnera des indications au planificateur. Il importe de noter que seules les valeurs entre les points d'accès (réseau public faisant office de réseau de transit) font partie de cette détermination, les terminaisons distantes en étant expressément exclues.

A.2.1 Affaiblissement

Les valeurs d'affaiblissement doivent être déterminées pour les deux sens de transmission, en particulier si, dans le réseau public, il peut y avoir un routage mixte analogique/numérique en association avec une conversion 4 fils/2 fils. De même, il y a lieu d'inclure les affaiblisseurs numériques éventuellement insérés ainsi que leurs valeurs d'affaiblissement.

A.2.2 Temps moyen de propagation dans un seul sens

Pour toutes les parties d'un routage à l'intérieur du réseau public consistant en sections analogiques à 4 fils, il convient de déterminer une valeur moyenne du temps moyen de propagation dans un seul sens. Dans le cas de valeurs différentes dans les deux sens de transmission, leur moyenne arithmétique devra être utilisée pour la planification. Si le routage des appels comporte également des sections à 2 fils dans le ou les réseaux publics, un éventuel retard dans ces sections ne devra pas être inclus dans les calculs d'écho. Il faudra prêter une attention particulière au retard pouvant être ajouté par l'utilisation du mode ATM ainsi que par le routage par liaison radioélectrique (par exemple pour les points G et H dans la Figure A.2) ou par liaison satellite (par exemple pour les points L et M dans la Figure A.2).

A.2.3 Affaiblissement d'écho

Les valeurs moyennes d'affaiblissement d'écho doivent surtout être déterminées si le routage dans le réseau public contient une conversion 4 fils/2 fils (hybride). Pour un tel hybride terminal, l'affaiblissement d'écho moyen doit être exprimé en valeur pondérée. On trouvera dans la Recommandation G.122 [7] de plus amples informations sur l'algorithme permettant d'obtenir une telle valeur pondérée. Si un affaiblissement additionnel est inséré dans la partie à 4 fils de l'itinéraire de routage, par exemple par des systèmes analogiques à 4 fils (FDM) ou par des affaiblisseurs/compensateurs numériques, la somme de ces valeurs dans les deux sens de transmission devra être incluse dans les renseignements communiqués par l'opérateur du réseau, car ces valeurs font partie non seulement de l'affaiblissement d'écho pour la configuration 4 fils/2 fils indiquée mais aussi du calcul final de l'équivalent TELR.

A.2.4 Insertion d'annuleurs d'écho

Il y a lieu que l'opérateur de réseau communique des informations sur l'insertion d'annuleurs d'écho: emplacement, données techniques, ainsi que catégorie de communications (internationales seulement par exemple) et routage nécessitant cette insertion. Ces informations sont très importantes pour le planificateur du réseau privé lors de la détermination de l'opportunité d'insérer ou ne pas insérer des annuleurs d'écho dans le réseau privé. En Europe, les annuleurs d'écho sont principalement appliqués à des communications internationales. Dans certains cas cependant, surtout entre pays européens voisins, des annuleurs d'écho ne sont pas requis. En Amérique du Nord, les annuleurs d'écho sont utilisés sur les connexions intérieures lorsque le temps moyen de propagation dans un seul sens est susceptible de dépasser 12,5 ms. Dans les deux régions, des annuleurs d'écho peuvent être insérés en cas d'utilisation de systèmes ATM ou de codage à bas débit.

Du point de vue des données techniques (voir également A.1.10), l'on peut partir du principe que les dispositifs utilisés dans les réseaux publics sont, le plus souvent, conformes aux Recommandations G.165 [11] ou G.168 [12]. Pour des temps moyens de propagation dans un seul sens supérieurs à 5 ms dans le réseau privé, le retard distant maximal que l'annuleur d'écho est capable de compenser doit être indiqué par le fournisseur.

A.2.5 Unités de distorsion de quantification (qdu)

Le nombre d'unités qdu décroît au fur et à mesure que les réseaux publics se numérisent. Pour la planification, cette valeur est surtout importante si le routage ou les éléments du réseau privé apportent des contributions en ajoutant des unités qdu. Comme cela a déjà été indiqué au 8.4, on ne doit inclure dans la planification que les conversions A/D-D/A conformes à la Recommandation G.711 [15] (loi A ou loi μ) ainsi que les affaiblisseurs/compensateurs numériques, en leur attribuant une valeur qdu. Pour d'autres modes de codage comme la MICDA ou les codeurs à bas débit, il y a lieu d'utiliser le facteur I_e .

A.2.6 Valeur du facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)

Les informations reçues d'un opérateur de réseau public doivent comprendre des valeurs du facteur de dégradation due à l'équipement (I_e) si des systèmes de codage à bas débit sont utilisés dans une partie de la connexion. Cela est également important en cas de sections radioélectriques, par exemple lors de l'utilisation de la MICDA conformément à la norme DECT [50]. Lorsque des lois de codage normalisées sont utilisées, les valeurs énumérées dans le Tableau 2a peuvent être utilisées pour la planification.

A.2.7 Paramètres associés à la transmission IP

Dans les réseaux en protocole IP, la transmission est assurée par l'assemblage en paquets de multiples octets. Les en-têtes de ces paquets contiennent des informations essentielles comme l'origine et la destination du paquet. Ces informations sont ajoutées dans les couches Transport et Réseau. La longueur de la capacité utile et de l'en-tête peut varier selon l'application et la nature des protocoles utilisés. La communication entre deux extrémités s'effectue par un "flux de données" (ressemblant à une connexion dans un réseau en mode connexion comme le RTPC. Elle se compose habituellement de multiples paquets. Chacun des paquets issus d'une origine quelconque peut prendre différentes routes vers une destination donnée. En conséquence, les paquets provenant d'un flux de données déterminé peuvent arriver à destination dans un ordre différent de celui dans lequel ils ont été émis (c'est-à-dire qu'il arrivent hors séquence). Des options de protocole comme les numéros de séquence ou les marqueurs temporels permettent de réassembler les paquets dans l'ordre correct à la destination.

L'ordonnancement correct des paquets dans le flux de données est placé sous le contrôle des couches supérieures de la pile protocolaire. Il ne fait pas partie du protocole IP. Lorsqu'une application a besoin que les paquets d'arrivée soient utilisés dans l'ordre correct, un délai suffisant doit être inclus pour permettre l'intégration des paquets tardifs. Pour des applications telles que les communications

téléphoniques, dans lesquelles il faut maintenir des temps de propagation de bout en bout aussi brefs que possible, il est parfois nécessaire de déclarer que les paquets "très tardifs" sont perdus afin d'obtenir un délai acceptable. Le compromis entre un long délai (qui peut se traduire par une meilleure qualité téléphonique mais au prix d'une difficulté conversationnelle) et l'abandon de paquets (qui diminuera la qualité de transmission mais facilitera l'interactivité conversationnelle), doit faire l'objet d'un examen précis lors de la conception de services de voix sur IP.

Le lecteur de la présente Recommandation peut déduire de ce qui précède que les processus d'optimisation n'ont pas encore été mis au point dans ce domaine et qu'à ce jour il n'existe pas de solutions normalisées. C'est pourquoi il convient de demander au fournisseur des explications détaillées sur les mécanismes et conséquences d'une transmission en protocole IP.

A.3 Paramètres de transmission à la terminaison distante

Les principes de planification recommandés dans la présente Recommandation sont fondés sur des considérations de qualité de bout en bout. Les résultats de la planification de la transmission doivent donc produire une estimation suffisante de la qualité téléphonique à obtenir. Ces principes nécessitent l'inclusion de diverses terminaisons distantes. Il n'est pas possible d'obtenir toutes les informations utiles sur les connexions complètes du réseau public, en particulier les détails des terminaisons distantes. Il faudra donc utiliser des hypothèses fondées sur des valeurs moyennes afin d'effectuer la planification.

Pour déterminer les caractéristiques de transmission de la terminaison distante, il faut examiner deux possibilités. La première concerne les communications aboutissant à un poste téléphonique isolé (résidentiel) et la deuxième concerne les communications aboutissant à un autocommutateur privé ou à un réseau privé (d'entreprise). Si le planificateur du réseau privé peut déterminer quelle catégorie est prédominante, cette information pourra servir à effectuer une planification plus réaliste (la prédominance est considérée comme réalisée lorsque au moins 95% des communications entrent dans une catégorie donnée).

A.3.1 Scénarios européens de terminaison distante

Pour la définition d'une terminaison distante y compris tous les paramètres de transmission correspondants, trois types de terminaison différents sont recommandés comme indiqué dans la Figure A.3a. Il convient de préciser que la configuration et les valeurs de ces trois terminaisons ne doivent être considérées que comme nominales. La planification nationale de l'affaiblissement et les réglementations nationales peuvent également aboutir à des configurations et/ou valeurs plus réalistes. Lorsque l'on dispose de valeurs moyennes et d'informations complémentaires pour un pays spécifique ou pour une terminaison distante spécifique et lorsque ces valeurs et informations sont différentes de celles qui sont indiquées sur la Figure A.3a, ces valeurs et configurations doivent être préférées.

On suppose que le poste téléphonique isolé est connecté au réseau public par un circuit analogique à 2 fils avec un affaiblissement moyen de raccordement de 4 dB. Ce raccordement est considéré comme faisant partie de l'ensemble de la terminaison. La configuration peut également comprendre un petit autocommutateur privé avec commutation analogique et affaiblissement négligeable. Le poste téléphonique est supposé avoir des valeurs nominales d'équivalent pour la sonie $SLR = 4$ dB et $RLR = -7$ dB, soit $SLR = 8$ dB et $RLR = 3$ dB pour l'ensemble de la terminaison distante. Les valeurs d'équivalent pour la sonie peuvent s'écarter de celles qui ont été indiquées ci-dessus pour les postes téléphoniques normaux d'un pays. Le temps moyen de propagation dans un seul sens et le nombre d'unités qdu sont l'un et l'autre supposés égaux à 0 dans cette terminaison.

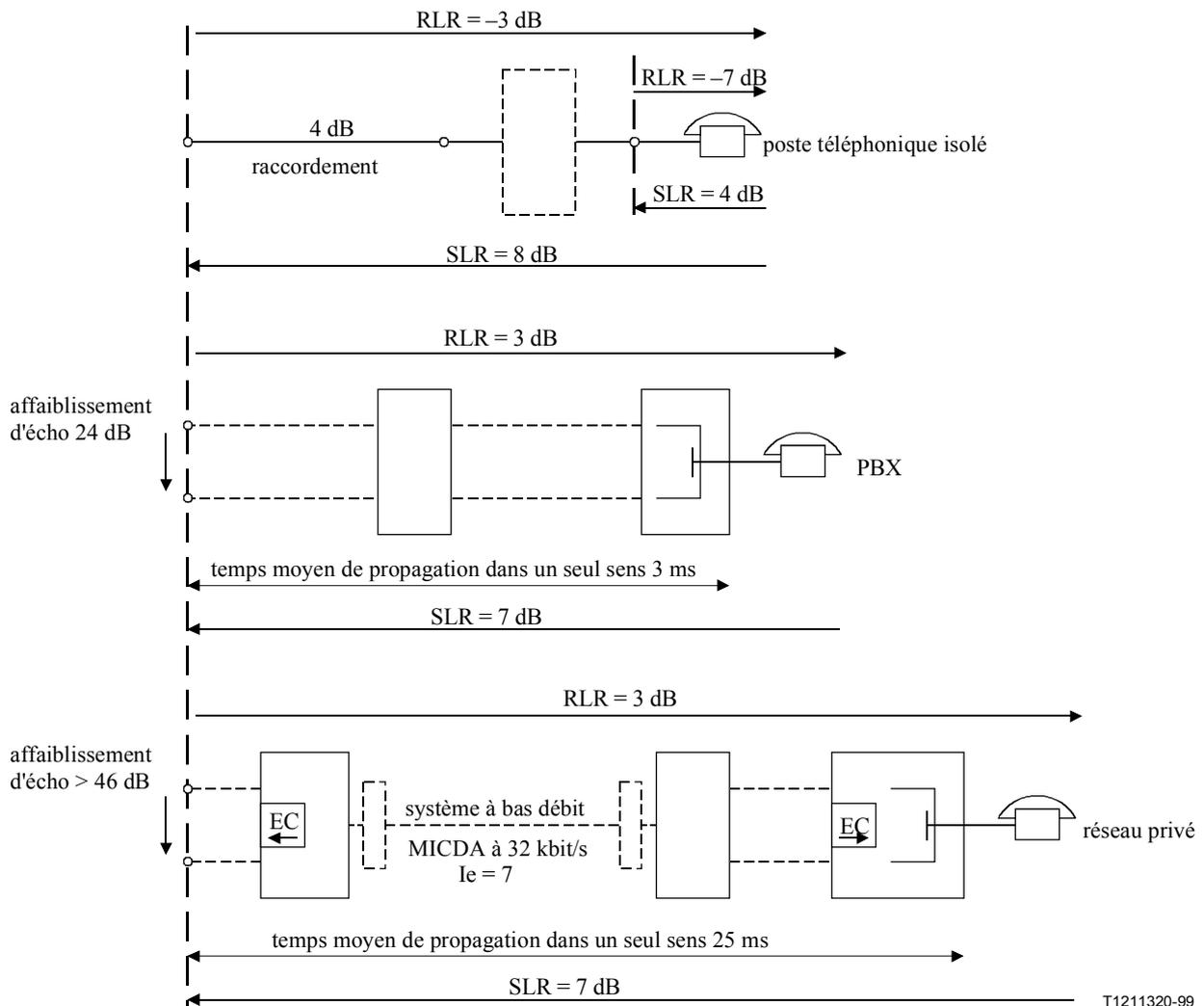


Figure A.3a/G.108 – Configurations et caractéristiques de transmission pour la terminaison distante en Europe

La deuxième terminaison illustre un "autocommutateur privé normal" ou un petit réseau typique des terminaisons dans l'environnement industriel et commercial. L'interconnexion avec le réseau public et entre les deux autocommutateurs privés est censé être numérique. Le poste téléphonique est toutefois connecté à un accès analogique au moyen d'une ligne interne de longueur négligeable. La conversion 4 fils/2 fils requise à l'intérieur de l'autocommutateur forme un trajet d'écho ayant un affaiblissement pondéré de 24 dB. Le temps moyen de propagation dans un seul sens de ce trajet d'écho est choisi à 3 ms. Les valeurs d'équivalent pour la sonie sont rapportées à l'interface numérique avec $SLR = 7$ dB et $RLR = 3$ dB, conformément à la référence [54] pour les interfaces numériques avec des réseaux publics. Le nombre d'unités qdu est censé être de 0,5 (la moitié d'une conversion A/D-D/A) sans utilisation d'affaiblisseurs numériques.

La troisième configuration simule un routage "typique" dans un grand réseau privé. De nouveau, l'interface avec le réseau public et les interconnexions entre les autocommutateurs sont censées être numériques. Entre le premier et le second autocommutateur, un système à bas débit est inséré sur le trajet de communication, en MICDA avec $I_e = 7$ en association avec une détection d'activité vocale (VAD), ce qui ajoute un délai supplémentaire. Le temps moyen de propagation dans un seul sens entre l'interface du réseau public et l'hybride de terminaison (avec une ligne interne analogique à 2 fils) est réglé à 25 ms, y compris le retard dû au détecteur VAD. En raison de cette valeur importante du temps de propagation, des annuleurs d'écho sont activés dans les deux sens (sur les trajets des courants d'écho). L'affaiblissement d'écho assuré par cette terminaison peut donc être

considéré comme très élevé et la valeur de l'équivalent TELR doit être mise par défaut conformément au Tableau 6. Les équivalents pour la sonie sont les mêmes que pour la deuxième configuration $SLR = 7$ dB et $RLR = 3$ dB (conformément à la référence [54]); de même, le nombre d'unités qdu pour cette terminaison distante peut être considéré comme égal à 0,5.

A.3.2 Scénarios nord-américains de terminaison distante

Les terminaisons distantes nord-américaines peuvent le mieux être classées selon le type de ligne d'accès. La référence [44] définit deux types de ligne d'accès: analogique et numérique. Ces lignes sont illustrées dans la Figure A.3b pour des connexions à des raccordements d'abonné et pour des connexions à des autocommutateurs privés. Les valeurs d'équivalent pour la sonie sont celles qui sont spécifiées en [44] comme caractérisant des lignes d'accès au RTPC nord-américain. Pour des connexions spécifiques, d'autres valeurs peuvent s'appliquer.

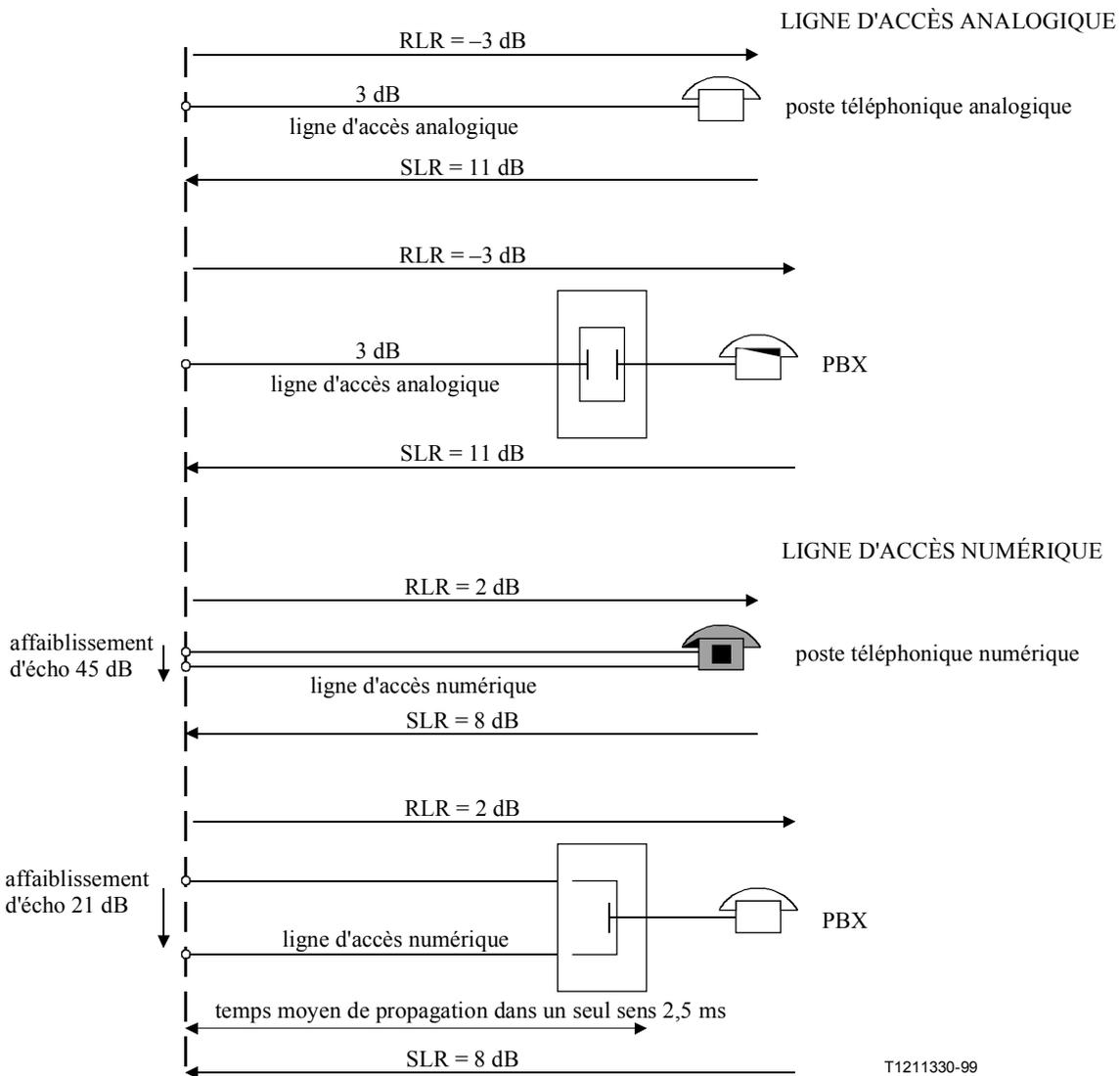


Figure A.3b/G.108 – Configurations et caractéristiques de transmission pour la terminaison distante en Amérique du Nord

On suppose que le poste téléphonique analogique est connecté au réseau public par un circuit analogique à 2 fils avec un affaiblissement moyen de raccordement égal à 3 dB. Le raccordement est considéré comme faisant partie de l'ensemble de la terminaison. Le poste téléphonique est supposé conforme à la référence [41], ce qui donne des équivalents $SLR = 11$ dB et $RLR = -3$ dB pour

l'ensemble de la terminaison distante. Le temps moyen de propagation dans un seul sens et le nombre d'unités qdu sont l'un et l'autre supposés égaux à 0 dans cette terminaison.

Le plan d'affaiblissement nord-américain pour les autocommutateurs, spécifié au [40] est conçu de façon qu'un téléphone analogique sur circuit local en aval de l'autocommutateur, raccordé au RTPC par une ligne d'accès analogique ayant un affaiblissement d'environ 3 dB, présente des valeurs pour la sonie à l'interface RTPC équivalentes à celles d'une ligne d'accès analogique moyenne, aboutissant à un poste téléphonique analogique. Donc, si la terminaison distante est une ligne d'accès analogique, il n'y a pas de différence si cette ligne aboutit à un poste téléphonique ou à un autocommutateur privé.

Une ligne d'accès numérique avait été initialement définie au [44] comme aboutissant à un téléphone numérique (de type RNIS) ayant des caractéristiques nominales pour la sonie conformes aux normes RNIS. (L'édition 1992 de [44] définit ces caractéristiques en termes RNIS historiques d'Amérique du Nord; une mise à jour, prévue pour 1998, utilisera les termes et valeurs à long terme de l'UIT-T afin d'assurer la compatibilité avec la réédition de [42].) Comme indiqué sur la Figure A.3b, une ligne d'accès numérique aboutissant à un poste numérique fournira une terminaison distante dont les caractéristiques d'équivalent pour la sonie et d'affaiblissement d'écho sont conformes au [42].

Récemment, la définition d'une ligne d'accès numérique a été élargie pour inclure les terminaisons provenant de tous équipements conformes aux niveaux nominaux d'équivalent pour la sonie RNIS. Le plan d'affaiblissement PBX de [40] est conçu de façon qu'une connexion entre un poste analogique et une ligne d'accès numérique produise des niveaux pour la sonie sur la ligne d'accès numérique équivalents à ceux d'un poste numérique. La principale différence, pour la planification de l'affaiblissement, est que la combinaison de l'insertion d'un affaiblissement et de la conversion 4 fils/2 fils dans le PBX produit un trajet d'écho dont l'affaiblissement moyen est de 21 dB. Les directives de la [44] pour l'application de la limitation d'écho dans les réseaux se raccordant au réseau public indiquent une limite de 2,5 ms pour le temps moyen de propagation dans un seul sens, ce qui peut être pris comme base pour une connexion typique. Le nombre d'unités qdu est censé être de 0,5 (moitié d'une conversion A/D-D/A) à condition que l'insertion d'affaiblissement requise dans l'autocommutateur ne fasse pas appel à des affaiblisseurs numériques; sinon, il faut ajouter au calcul des accroissements d'unités qdu.

ANNEXE B

Exemples de planification

Les exemples de planification contenus dans la présente annexe proviennent du domaine de la planification des réseaux privés. Ils ont été modifiés de façon à tenir compte des scénarios fondés sur le protocole IP, tandis que la méthode illustrée dans ces exemples est généralement applicable à toute configuration de réseau.

Compte tenu des multiples différences entre les régions européenne et nord-américaine en ce qui concerne les configurations de réseau et les valeurs des différents éléments de réseau, les exemples de planification ci-après sont séparés afin de permettre une analyse plus réaliste des scénarios concernant chacun de ces domaines. Le paragraphe B.1 contient donc les exemples concernant plutôt la situation européenne, tandis que le paragraphe B.2 est présenté de façon analogue au paragraphe B.1, mais avec les détails propres à l'Amérique du Nord.

NOTE 1 – L'on n'a pas donné d'exemples de planification pour d'autres régions parce que les deux approches différentes de la planification de la transmission indiquées dans la présente annexe peuvent facilement être utilisées comme guide par les planificateurs pour d'autres régions.

NOTE 2 – Pour le calcul des exemples suivants, l'algorithme du modèle E a été repris de la Recommandation G.107 [3] au moment de la publication. Si une révision ultérieure de la Recommandation G.107 [3] indique une version améliorée de cet algorithme, les exemples de la présente annexe resteront valides à fin didactique. Pour les tâches de planification de la transmission proprement dites, il convient de consulter, de toute façon, la plus récente version de la Recommandation G.107 [3].

NOTE 3 – Les valeurs du facteur de dégradation due à l'équipement I_e dans les exemples suivants ont été reprises de l'Appendice I/G.113 [5] au moment de la publication. Si une version ultérieure de l'Appendice I/G.113 [5] révèle en fait des valeurs I_e différentes pour un codec spécifique, les exemples de la présente annexe continueront à offrir des exemples valides à fin didactique. Pour les tâches de planification de la transmission proprement dites, il convient de consulter, de toute façon, la plus récente version de l'Appendice I/G.113 [5].

B.1 Exemple de planification pour le scénario européen

L'exemple ci-après démontrera la façon d'effectuer la planification de la transmission conformément à la présente Recommandation. Cet exemple ne cherche pas à représenter un réseau privé proprement dit; mais la structure, le routage et les autres besoins de l'utilisateur sont imaginés de telle sorte que les aspects les plus critiques de la planification de la transmission puissent être décrits. Cet exemple donne lieu à des dégradations nécessitant l'emploi de limiteurs d'écho, ce qui permet d'illustrer les recherches visant à insérer des annuleurs d'écho. Par ailleurs, cet exemple suit les étapes de planification proposées dans le paragraphe 11.

B.1.1 Description du réseau et de la demande des usagers

La structure de base du réseau est représentée sur la Figure B.1. Ce réseau est exploité par une compagnie de taille moyenne, qui n'opère que dans une zone régionale et qui comporte quatre autocommutateurs privés à matrice de commutation numérique. Les autocommutateurs A et B desservent environ 500 postes chacun, alors que les autocommutateurs situés en C et D sont des équipements plus petits, desservant 150 postes seulement. Des postes téléphoniques aussi bien numériques qu'analogiques sont raccordés à tous les autocommutateurs privés.

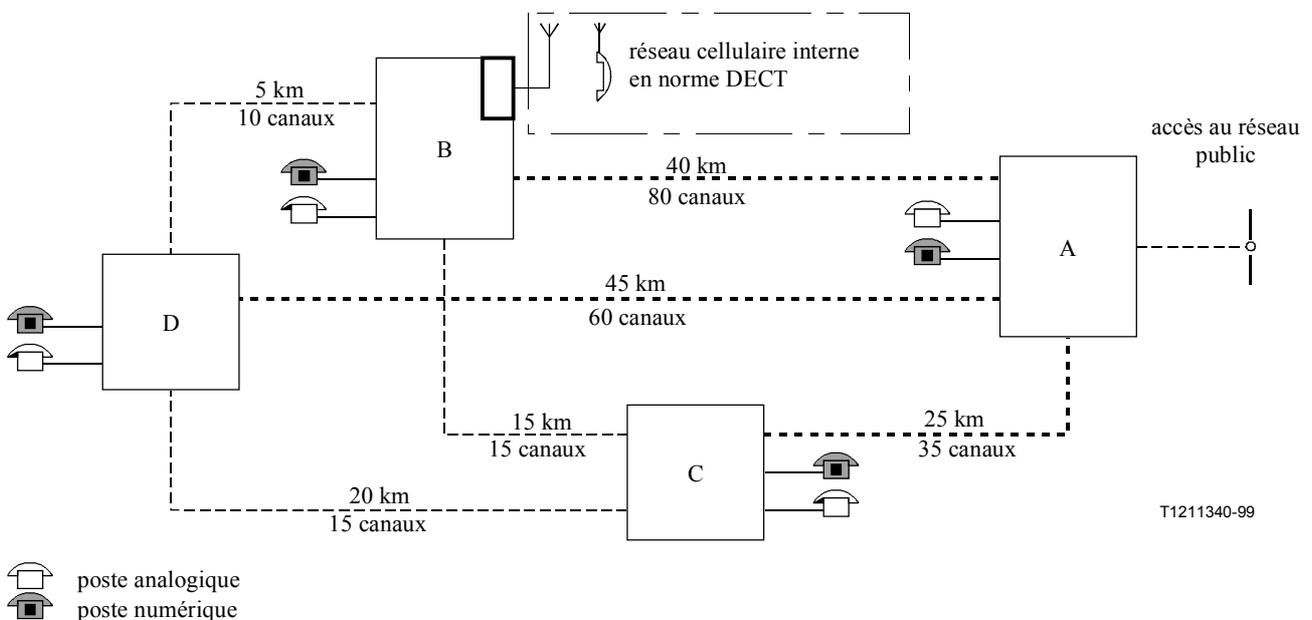


Figure B.1/G.108 – Structure de base du réseau privé

Tous les éléments de commutation doivent être interconnectés au moyen de lignes numériques louées à 2 Mbit/s, fournies par l'opérateur du réseau public. Le nombre requis de canaux entre les différents emplacements en fonction de l'intensité du trafic et des distances moyennes est indiqué dans la Figure B.1. Entre les emplacements A-B, A-C et A-D, il y a lieu de prendre en compte une grande intensité de trafic de données. Pour ces éléments de transmission, il y a lieu de rechercher une solution économique, faisant appel à des multiplexeurs de données avec codage de parole à bas débit intégré.

Pour tenir compte d'un besoin spécifique de l'utilisateur, il y a lieu d'implanter, dans le bâtiment de bureaux du point B, un réseau cellulaire desservant des téléphones sans cordon conformes à la norme DECT. L'interface entre les parties fixes de ce réseau cellulaire et l'autocommutateur situé en B est numérique.

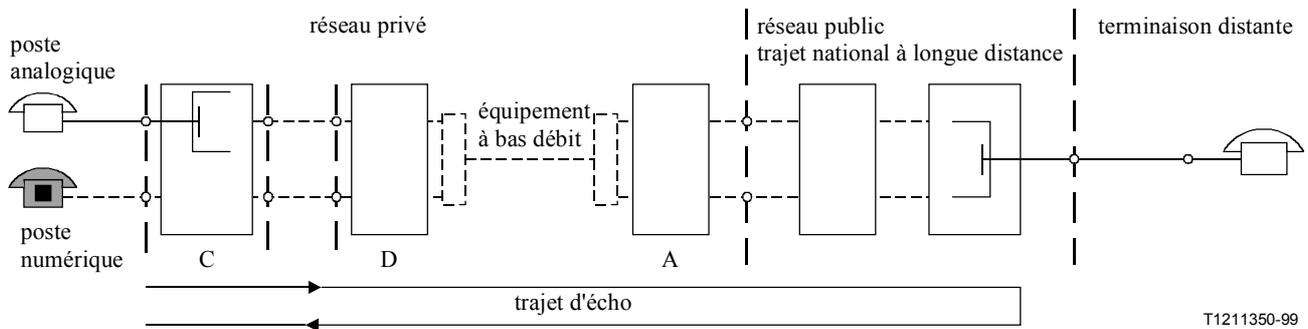
L'accès à destination ou en provenance du réseau public n'est assuré que par l'autocommutateur situé en A. L'interconnexion est entièrement numérique. Conformément à l'activité de cette compagnie, les partenaires de communication sont prédominants dans le domaine privé, sous forme de postes téléphoniques isolés, connectés au réseau public. Bien que la compagnie ne fonctionne que dans une zone régionale, des communications nationales à longue distance ne peuvent pas être exclues. Les communications internationales n'ont cependant pas à être prises en considération.

Il n'existe aucune restriction fondamentale concernant le routage des connexions internes ou des connexions à destination ou en provenance du réseau public. Conformément à la structure "maillée" du réseau privé, il convient également de tenir compte, au cours de la planification, du reroutage par trois autocommutateurs privés en cas d'encombrement de jonctions. Un reroutage par quatre autocommutateurs privés (par exemple de A à B en passant par C et D) n'est cependant qu'un cas exceptionnel, qu'il n'y a pas lieu d'examiner.

B.1.2 Définition des configurations de référence

Lors de la recherche d'une connexion critique en termes de qualité de transmission téléphonique dans le réseau privé, il convient d'examiner en premier lieu les connexions passant par le réseau public. Dans cet exemple, l'accès au réseau public est numérique: seules les communications nationales à longue distance sont à prendre en considération et le poste téléphonique isolé, dont les caractéristiques sont moyennes, peut être considéré comme étant la terminaison distante. Le trajet passant par le réseau public forme un trajet d'écho qui traverse l'hybride situé dans le commutateur local de l'extrémité distante.

Pour la connexion la plus critique dans ce réseau privé, il y a lieu de tenir compte de l'utilisation d'équipement à bas débit et de la possibilité de reroutage par trois autocommutateurs privés. Il est probable que les téléphones sans cordon situés en B apporteront des dégradations – principalement par effets d'écho – plus importantes que les téléphones numériques ou analogiques à cordon. Conformément à la norme DECT, les téléphones sans cordon sont cependant équipés de limiteurs d'écho intégrés. Il devient donc difficile de déterminer par avance le poste téléphonique qui sera plus critique. Les deux configurations de référence doivent donc être définies et étudiées. Pour la première configuration de référence, on sélectionne les postes téléphoniques analogiques et numériques qui sont connectés à l'autocommutateur situé en C car un reroutage par l'autocommutateur situé en D vers celui de A apportera (selon une estimation grossière) un temps de propagation plus long en raison des lignes louées. La configuration de référence 1 qui en résulte est représentée sur la Figure B.2.



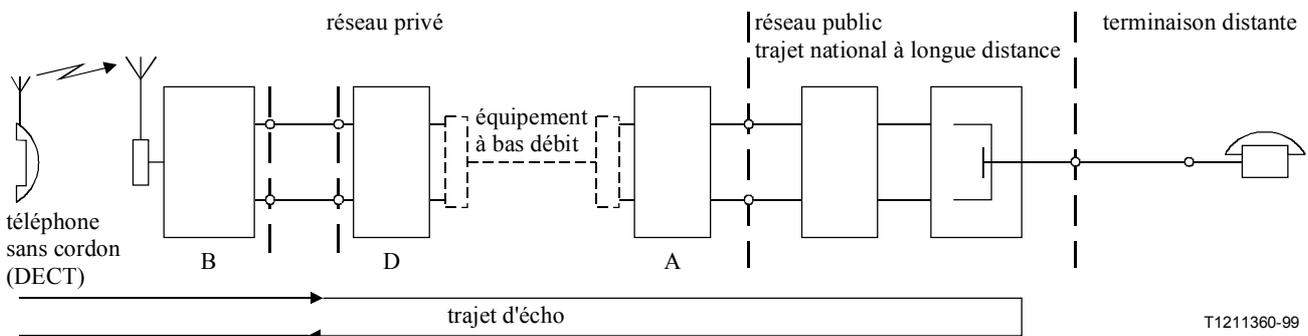
T1211350-99

Figure B.2/G.108 – Configuration de référence 1

Les deux types de poste téléphonique sont inclus, compte tenu d'une éventuelle différence entre les dégradations. Cela permet au planificateur de formuler une estimation de qualité pour tous les postes situés en C au moyen de la même configuration de référence. Celle-ci contient également l'équipement à bas débit entre les autocommutateurs situés en A et en D.

La deuxième configuration de référence est fondée sur les téléphones sans cordon du réseau cellulaire à l'emplacement B, connectés par les autocommutateurs des points D et A, le réseau public étant de nouveau raccordé au poste isolé à la terminaison distante. Le principe de cette deuxième configuration de référence est décrit sur la Figure B.3.

Dans ces deux configurations de référence, il y a lieu de s'attendre à des dégradations dues à l'écho, provoquées non seulement par l'équipement à bas débit mais aussi par le temps ajouté pour les téléphones sans cordon. Le trajet d'écho équivalent, représenté sur les Figures B.2 et B.3, est comparable pour les deux configurations. Pour une éventuelle utilisation de limiteurs d'écho, il convient d'examiner ces deux configurations ensemble, de façon à se faire une idée du type d'annuleurs d'écho et des emplacements correspondants à sélectionner, afin de desservir les différents éléments de terminaison avec le même dispositif dans les deux sens.



T1211360-99

Figure B.3/G.108 – Configuration de référence 2

Bien que les connexions passant par le réseau public soient généralement plus critiques que les connexions internes, il faut tenir compte également des routages internes du réseau privé. Dans le réseau de cet exemple, une configuration critique peut apparaître lorsque les postes téléphoniques sans cordon de l'emplacement B sont reliés à des postes analogiques ou numériques en D à travers l'autocommutateur situé en A. Dans ce cas, deux équipements à bas débit sont connectés en tandem (entre B-A et A-D). Ces équipements contribuent au temps de propagation et aux distorsions, ce qui nécessitera d'insérer éventuellement des limiteurs d'écho pour les communications internes. Une troisième configuration de référence, représentée sur la Figure B.4, est donc incluse dans la planification.

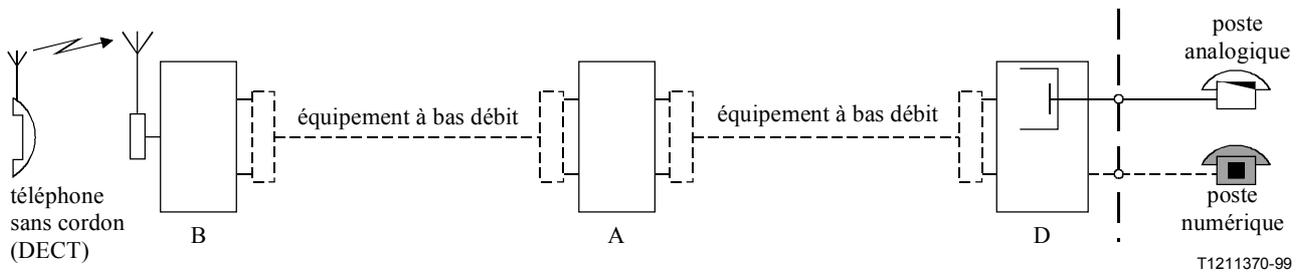


Figure B.4/G.108 – Configuration de référence 3

Ces trois configurations de référence forment donc la base pour la détermination des valeurs paramétriques correspondantes des différents éléments et des calculs de planification suivants. Si les résultats pour ces configurations les plus critiques – y compris tous les dispositifs d'annulation d'écho nécessaires – s'inscrivent dans une étendue de qualité suffisante par rapport aux prévisions, toutes les autres connexions de ce réseau privé peuvent être considérées comme ayant moins de dégradations.

B.1.3 Détermination des paramètres de transmission

Conformément aux trois configurations de référence indiquant tous les éléments correspondants, les valeurs des différents paramètres de transmission doivent être déterminées lors de l'étape suivante. Ces informations sont soit connues soit fournies par les opérateurs de réseau ou par les fournisseurs de l'équipement. Pour les configurations de référence qui ont été définies, les valeurs doivent être déterminées pour la terminaison distante, pour le réseau public, pour les lignes louées et pour l'équipement à utiliser dans le réseau privé.

Terminaison distante

Pour la terminaison distante, c'est le poste téléphonique isolé (dans le domaine privé) qui a été sélectionné. Les valeurs correspondantes peuvent être reprises de la description du A.3.1 avec SLR = 8 dB et RLR –3 dB. Ces valeurs impliquent une ligne d'abonné moyenne ayant un affaiblissement de 4 dB. Pour les calculs de planification et pour l'attribution à une configuration de service dans le modèle E, l'ensemble de la terminaison distante peut toutefois être considéré comme un poste téléphonique.

Réseau public

Les informations suivantes sont fournies par l'opérateur du réseau public:

pour l'accès numérique au réseau public, l'on peut partir du principe d'un routage entièrement numérique à l'intérieur du réseau jusqu'au commutateur local desservant la terminaison distante, pour toutes les communications (locales, régionales et à longue distance). Selon l'emplacement et le point d'accès du réseau privé, l'on doit partir du principe d'un temps moyen de propagation dans un seul sens de 10 ms entre ce point d'accès et chaque commutateur local de terminaison. L'hybride situé à la terminaison donne une valeur moyenne de 24 dB pour l'affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho. Cette valeur comprend un affaiblissement de 7 B en direction de la terminaison distante. Il n'y a pas d'autres affaiblissement ou gains dans le réseau public.

Lignes louées

Toutes les lignes louées qui sont fournies par l'opérateur du réseau public sont numériques avec une interface à 2 Mbit/s à chaque extrémité. Le routage est toujours transparent au niveau des bits. Les valeurs réelles ci-après ont été déterminées par l'opérateur pour le temps moyen de propagation dans un seul sens:

Ligne A-B, A-C, C-D	1,0 ms chacune
Ligne A-D	1,5 ms

Ligne B-C 0,8 ms

Ligne B-D 0,5 ms

Éléments de terminaison dans le réseau privé

Trois types de terminaux (postes téléphoniques analogiques, numériques et sans cordon) sont utilisés dans tout le réseau. Ils sont en conformité avec les prescriptions nationales ou avec les bases techniques de réglementation (TBR) de l'ETSI. Pour les terminaux analogiques, l'on n'a utilisé que des modèles récents, équipés de circuits électroniques et d'impédances capacitatives complexes. Les valeurs paramétriques de planification de la transmission correspondantes sont énumérées ci-dessous.

Postes analogiques (pour cet exemple, ces valeurs ont été choisies):

équivalent pour la sonie à l'émission	SLR = +4 dB
équivalent pour la sonie à la réception	RLR = -7 dB
impédance d'entrée	$Z_R = 270 \Omega + (750 \Omega \parallel 150 \text{ nF})$
impédance d'équilibrage	$Z_B =$ optimisée pour terminaison avec Z_R
temps moyen de propagation dans un seul sens	$\tau =$ négligeable

Postes numériques (conformément au [49]):

équivalent pour la sonie à l'émission	SLR = +7 dB
équivalent pour la sonie à la réception	RLR = +3 dB
équivalent pondéré de couplage du terminal	TCLw = > 46 dB
temps moyen de propagation dans un seul sens	$\tau = 1,5 \text{ ms}$

D'autres paramètres attribués à un poste téléphonique dans le modèle E, comme STMR, LSTR et le facteur D, peuvent conserver leur valeur par défaut. Pour les postes analogiques, cela est garanti en raison de l'adaptation correcte des impédances entre le poste analogique et l'impédance d'entrée des interfaces avec les postes supplémentaires dans les autocommutateurs privés.

Postes sans cordon (conformément au [50]):

Les valeurs sont rapportées à l'interface numérique avec l'autocommutateur privé situé en B, c'est-à-dire y compris la partie mobile et la partie fixe du téléphone sans cordon:

équivalent pour la sonie à l'émission	SLR = +7 dB
équivalent pour la sonie à la réception	RLR = +3 dB
temps moyen de propagation dans un seul sens	$\tau = 14 \text{ ms}$
suppresseur programmable (partie fixe)	
affaiblissement d'écho supplémentaire	9 dB
temps de maintien	60 ms
annuleur d'écho	non applicable aux interfaces numériques
affaiblissement d'écho artificiel	disponible mais désactivé
équivalent pondéré de couplage du terminal	TCLw = 46 dB et facultativement 34 dB (voir Note)

NOTE – Il convient de supposer l'existence des deux types de partie mobile. La signalisation vers la partie fixe selon [50] est cependant assurée.

Elément de commutation

Tous les autocommutateurs privés situés aux différents emplacements sont du même type avec une matrice de commutation MIC à 64 kbit/s. Les interfaces analogiques ne sont disponibles que pour les postes supplémentaires analogiques. L'insertion d'affaiblisseurs ou de compensateurs numériques est possible et peut être réglée en fonction des types d'interfaces connectées. Les valeurs suivantes sont prises comme hypothèse pour les interfaces analogiques:

niveau d'entrée relatif (A/D)	0 dBr
niveau de sortie relatif (D/A)	-7 dBr
impédance d'entrée	$270 \Omega + (750 \Omega \parallel 150 \text{ nF})$
impédance d'équilibrage	$270 \Omega + (750 \Omega \parallel 150 \text{ nF})$
affaiblissement d'écho	25 dB (pour terminaison avec Z_R)

L'affaiblissement d'écho de 25 dB inclut l'affaiblissement de réception de 7 dB. Toutes les autres caractéristiques sont conformes aux normes nationales ou européennes. Le niveau relatif d'entrée et de sortie de toutes les interfaces numériques est de 0 dBr si aucun affaiblisseur ou compensateur numérique n'est utilisé. Pour toutes les connexions comportant une interface avec des postes supplémentaires analogiques, un affaiblisseur numérique de 3 dB est inséré par la matrice de commutation dans les deux sens de transmission. Pour le temps moyen de propagation dans un seul sens, l'on peut admettre une valeur (moyenne) de 1 ms aux fins de la planification de la transmission pour chaque type de connexion.

La connexion en transfert par la matrice de commutation n'est effectuée qu'après terminaison (décrochage du combiné). Tous les postes analogiques font appel à la signalisation DTMF, c'est-à-dire que les états de repos ou de court-circuit par rapport à la stabilité ne doivent pas être pris en considération pour ce réseau.

Équipement à bas débit

Tous les équipements (de multiplexage) à bas débit sont attribués aux lignes numériques louées et sont installés entre les interfaces à 2 Mbit/s de la ligne louée et l'autocommutateur privé comme indiqué sur la Figure B.5. L'équipement assure une compression des signaux vocaux par MICDA à 32 kbit/s ou 24 kbit/s. Les valeurs correspondantes de dégradation due à l'équipement peuvent être extraites du Tableau 2a avec:

équipement MICDA à 32 kbit/s	$I_e = 7$
équipement MICDA à 24 kbit/s	$I_e = 25$

Si au moins deux de ces équipements sont connectés en tandem, les dégradations doivent être ajoutées pour chaque équipement d'une connexion lorsqu'un décodage est effectué pour la connexion en transfert par autocommutateur privé.

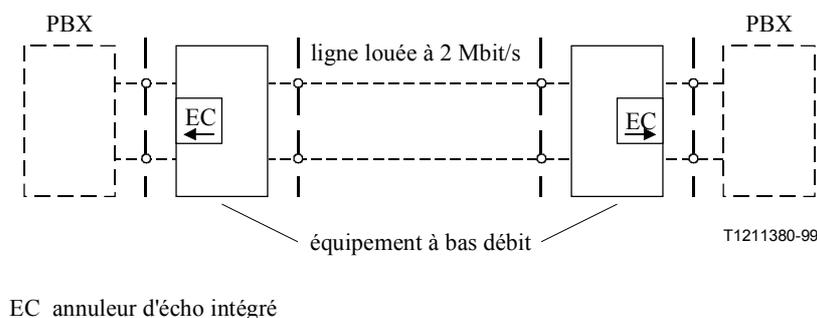


Figure B.5/G.108 – Utilisation d'un équipement à bas débit pour une ligne louée

Pour augmenter la capacité des lignes louées, l'on utilise un détecteur d'activité vocale (VAD) en plus du codage MICDA. Il faut envisager un tel détecteur à cause du temps de propagation supplémentaire. Comme le temps de propagation total d'un tel équipement est trop élevé pour la plupart des applications, l'on fournit des annuleurs d'écho intégrés qui peuvent être activés ou désactivés manuellement. Les caractéristiques d'un tel équipement, communiquées par le fournisseur en vue de la planification, sont les suivantes:

temps moyen de propagation dans un seul sens	20 ms (avec VAD pour 32/24 kbit/s)
affaiblissement entre les deux interfaces numérique	0 dB
sélection de codage	fixe
reconnaissance des signaux de télécopie avec adaptation de code	oui

Les caractéristiques des annuleurs d'écho intégrés sont les suivantes (voir également 10.2 et A.1.9):

affaiblissement d'écho minimal requis (hybride)	6 dB
affaiblissement d'écho (sans NLP)	25 dB
niveau d'écho résiduel (avec NLP)	-65 dBm0
seuil du NLP	-36 dBm0
temps de propagation de l'écho autorisé (deux fois la moyenne dans un sens)	15 ms
trajet d'écho linéaire requis	oui
temps de convergence	< 1 s

Il convient de noter que ces annuleurs d'écho sont, à l'exception du temps de propagation de l'écho autorisé, presque identiques à ceux qui sont conformes aux Recommandations G.165 [11] et G.168 [12].

B.1.4 Calcul de bout en bout avec le modèle E

Après détermination et collecte de toutes les données nécessaires, les calculs avec le modèle E peuvent donc être exécutés. Pour cet exemple, les calculs sont effectués séparément pour chacune des trois configurations de référence. Ces configurations sont décrites de nouveau sur les Figures B.6 à B.8, qui contiennent également toutes les valeurs paramétriques correspondantes afin d'identifier plus clairement les paramètres d'entrée dans le modèle E. Pour ces trois configurations, certains paramètres peuvent déjà être exclus du calcul, c'est-à-dire qu'ils conserveront leur valeur par défaut pendant le calcul.

Comme déjà mentionné, les paramètres relatifs aux postes téléphoniques comme STMR, LSTR et les facteurs D ne sont pas applicables en raison de l'adaptation correcte des impédances pour les postes analogiques et de la conformité des caractéristiques aux normes relatives aux postes numériques et sans cordon. Les valeurs par défaut peuvent aussi être utilisées pour les paramètres de bruit de salle du côté émission et du côté réception car tous les postes sont installés dans un environnement bureautique sans bruit excessif. Finalement, même le nombre d'unités de distorsion de quantification peut rester à la valeur par défaut de $q_{du} = 1$ si les postes numériques au point C sont étudiés car, dans toutes les configurations, une seule conversion A/D-D/A est active (indépendamment du codage MICDA, qui est traité séparément). Si les postes téléphoniques du point C sont étudiés, un affaiblisseur numérique ($q_{du} = 0,7$) est inséré, ce qui donne un paramètre d'entrée de $q_{du} = 1,7$.

Configuration de référence 1

La configuration de référence 1 est représentée à la Figure B.6 avec toutes les valeurs paramétriques nécessaires et avec l'indication des trajets d'écho à calculer.

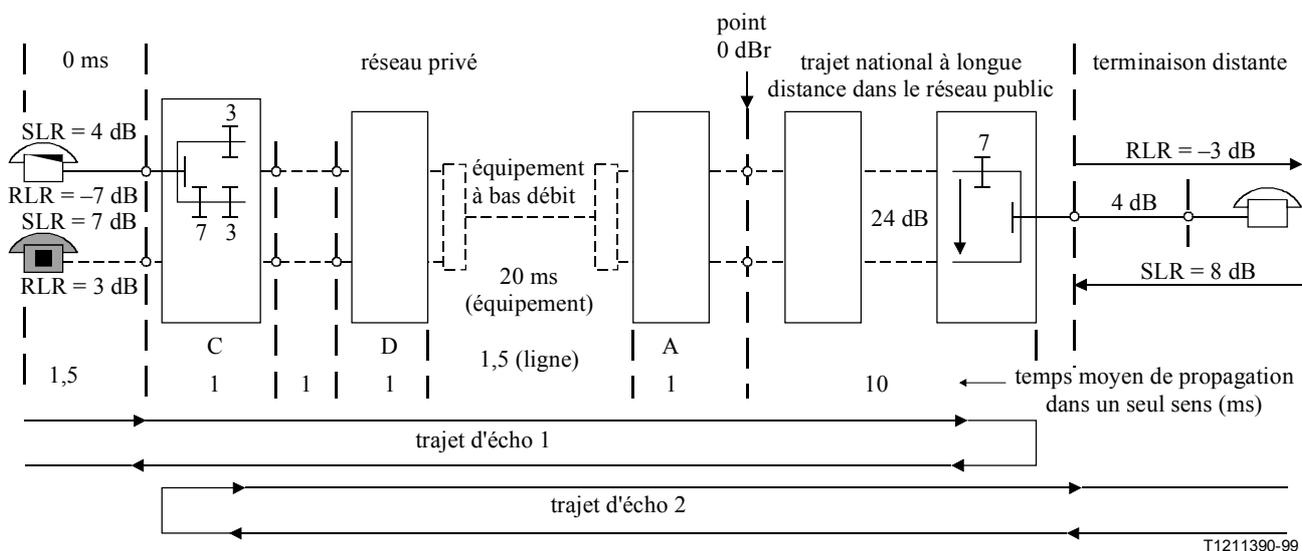


Figure B.6/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 1

Pour le calcul et la définition des valeurs d'entrée réelles dans le modèle E, la première étape consiste à sélectionner une des configurations de service (voir 9.2) en même temps que la définition du point 0 dBr. Dans cette configuration réelle, le point 0 dBr est défini à l'interface entre réseau privé et réseau public (interface d'accès de l'autocommutateur A).

Le choix de la configuration de service est différent selon que l'on étudie le poste analogique ou le poste numérique du réseau privé. Pour les dégradations dues au trajet d'écho 1 (équivalent pour les deux postes téléphoniques), le poste du réseau privé doit être attribué au côté réception de la configuration de service. Pour une étude du trajet d'écho 2, la terminaison distante représente le côté réception dans le modèle E.

Les paramètres relatifs au trajet d'écho 1 doivent être déterminés par précalcul. Il importe de noter que le temps moyen de propagation dans un seul sens de la ligne louée entre A et D se compose de la somme d'un retard de 20 ms pour l'équipement à bas débit et d'un retard de 1,5 ms pour la ligne louée proprement dite.

L'équivalent TELR peut être calculé comme suit:

	poste analogique	poste numérique
équivalent SLR du téléphone	4 dB	7 dB
affaiblissement par hybride en C (trajet d'émission)	0 dB	–
affaiblisseur numérique en C (trajet d'émission)	3 dB	0 dB
affaiblissement d'écho dans le réseau public	24 dB	24 dB
affaiblisseur numérique en C (trajet de réception)	3 dB	0 dB
affaiblissement par hybride en C (trajet de réception)	7 dB	–
équivalent RLR du téléphone	<u>-7 dB</u>	<u>3 dB</u>
équivalent TELR	34 dB	34 dB

L'affaiblissement WEPL peut être calculé comme suit:

	poste analogique	poste numérique
équivalent TCLw du poste numérique	–	46 dB
affaiblissement d'écho (poste analogique)	25 dB	–
affaiblisseur numérique en C (trajet d'émission)	3 dB	3 dB
affaiblisseur numérique en C (trajet de réception)	3 dB	3 dB
affaiblissement d'écho dans le réseau public	<u>24 dB</u>	<u>24 dB</u>
équivalent WEPL	55 dB	76 dB

Le temps moyen de propagation dans un seul sens T pour le trajet d'écho 1 s'obtient par simple addition de toutes les valeurs isolées dans la configuration de référence de la Figure B.6. Comme les sources d'écho sont situées aux deux extrémités de la connexion, les paramètres de temps peuvent être calculés comme suit: $T_a = T$ et $T_r = 2 T$. Le résultat est le suivant:

poste téléphonique analogique $T = 35,5$ ms

poste téléphonique numérique $T = 37,0$ ms

Comme prévu, ces valeurs de temps de propagation ne sont que légèrement différentes entre postes analogiques et numériques. Un autre calcul préalable doit déterminer les équivalents SLR et RLR par rapport au point 0 dBr défini, en tant que paramètres d'entrée finals. Pour les téléphones du réseau privé, attribués au côté réception du modèle E, seul l'équivalent RLR doit être calculé. La valeur est obtenue avec $RLR = 3$ dB pour les deux téléphones. Pour l'équivalent SLR, c'est le trajet entre la terminaison distante (côté émission) et le point 0 dBr qui est à retenir. Le résultat correspondant est $SLR = 8$ dB.

La dernière dégradation à déterminer pour cet exemple est le facteur de dégradation due à l'équipement (I_e). La configuration de référence 1 contiendra l'équipement à bas débit entre les autocommutateurs situés en A et en D. Le codage utilisé est la MICDA au débit de 32 ou 24 kbit/s. Conformément au Tableau 2a, les valeurs correspondantes sont $I_e = 7$ pour 32 kbit/s et $I_e = 25$ pour 24 kbit/s. Ces valeurs peuvent être utilisées directement en tant que paramètres d'entrée. Ces deux valeurs doivent être soumises à planification.

Avant d'effectuer le calcul selon le modèle E, il convient de fixer les paramètres d'entrée suivants pour la configuration de référence 1. Tous les autres paramètres d'entrée doivent être mis à leur valeur par défaut, telle qu'indiquée dans le Tableau 4.

SLR = 8 dB

RLR = 3 dB

TELR = 34 dB (pour les deux postes)

WEPL = 55 dB (pour postes analogiques)

WEPL = 76 dB (pour postes numériques)

T = 35,5 ms (pour postes analogiques)

T = 37,0 ms (pour postes numériques)

T_a = 35,5 ms (pour postes analogiques)

T_a = 37,0 ms (pour postes numériques)

T_r = 71 ms (pour postes analogiques)

T_r = 74 ms (pour postes numériques)

I_e = 7 (pour équipement MICDA à 32 kbit/s)

I_e = 25 (pour équipement MICDA à 24 kbit/s)

qdu = 1,7 (pour postes analogiques)

qdu = 1 (pour postes numériques, égal à la valeur par défaut)

Pour réduire le nombre de calculs, les paramètres T et Ta peuvent être réduits à $T = Ta = 36$ ms (par conséquent, Tr est réglé à 72 ms) et le nombre d'unités qdu peut être laissé à la valeur par défaut puisqu'il n'y aura pas de différence entre les résultats pour des valeurs inférieures à $qdu = 4$ (voir également 7.5).

Le résultat du calcul pour la configuration de référence 1 (avec poste analogique) selon le modèle E est indiqué ci-dessous pour le facteur d'évaluation R du modèle E et pour les valeurs distinctes des dégradations Is, Id et Ie. Il convient de noter qu'avec le poste téléphonique numérique, le facteur R du modèle E augmente de $\Delta R = 0,5$ en raison de la valeur supérieure de l'affaiblissement WEPL.

	R	Is	Id	Ie
Avec équipement MICDA à 32 kbit/s	60,1	0,3	26,1	7
Avec équipement MICDA à 24 kbit/s	42,1	0,3	26,1	25

Une première analyse montre que les résultats pour le facteur d'évaluation R du modèle E sont trop bas dans les deux cas. L'examen des valeurs distinctes, surtout la somme Id des dégradations dues à l'écho et le facteur Ie des dégradations dues à l'équipement, montre que la principale dégradation est causée par le temps de propagation pour l'équipement MICDA à 32 kbit/s. La même dégradation s'ajoute si un équipement MICDA à 24 kbit/s est utilisé. La valeur importante du facteur Id peut être diminuée en cas d'utilisation de limiteurs d'écho. Dans ce cas, la valeur de $R = 42,1$ sera également augmentée mais sans dépasser la valeur 70, qui doit être évitée pour les connexions normales. Une connexion normale implique que tous les abonnés des emplacements B, C et D ne percevront qu'un degré de qualité moyen lors de chaque communication à destination ou en provenance du réseau public. Une estimation globale permet donc de décider l'exclusion des équipements MICDA à 24 kbit/s.

Pour améliorer la terminaison distante en termes d'effets d'écho, il convient d'étudier également les prescriptions à l'interface entre réseaux public et privé, comme décrit au 7.9. Les valeurs prescrites d'équivalent pour la sonie, fournies par le réseau privé à l'interface avec $SLR \geq 7$ dB et $RLR \geq 3$ dB, sont satisfaites. De même, l'affaiblissement d'écho ≥ 24 dB est garanti avec 31 dB (25 dB de l'hybride en C et 2×3 dB d'affaiblissement numérique en C). Ces valeurs sont toutefois limitées aux réseaux dont le temps moyen de propagation dans un seul sens est inférieur à 5 ms. Pour la configuration de référence 1, cette valeur est cependant de 25,5 ms et un calcul devient nécessaire pour le trajet d'écho 2 (voir Figure B.6).

Pour l'exécution de ce calcul, seul le poste téléphonique analogique inséré dans le réseau privé doit être considéré car l'équivalent TELR sera de toute façon inférieur (c'est-à-dire plus critique) qu'avec un poste téléphonique fermant le trajet d'écho avec un équivalent TCLw de 46 dB. Pour la configuration de service, l'on peut utiliser la connexion 2 fils/2 fils conformément à la Figure 16, dans laquelle l'interface entre réseaux public et privé est de nouveau utilisée comme point de référence à 0 dBr. La terminaison distante devra donc être attribuée au côté réception du modèle E.

Pour les précalculs, la configuration de référence de la Figure B.6 peut être utilisée. L'équivalent SLR (maintenant pour le poste analogique dans le réseau privé) est, jusqu'au point de référence, la somme des équivalents du poste et de l'affaiblisseur numérique en C, soit $SLR = 7$ dB. L'équivalent RLR de la terminaison distante comprend la valeur de celle-ci et l'affaiblissement en réception de 7 dB dans le commutateur local, soit au total $RLR = 4$ dB.

Les paramètres T et TELR pour le trajet d'écho 2 peuvent être ajoutés sur le trajet d'écho comme indiqué dans la Figure B.6. Le temps moyen de propagation dans un seul sens est $T = 35,5$ ms, identique au trajet d'écho 1. La somme pour l'équivalent TELR est donc:

SLR de la terminaison distante	8 dB
Affaiblissement de l'hybride dans le commutateur local	0 dB
Affaiblisseur numérique en C	3 dB
Affaiblissement d'écho de l'hybride en C (y compris 7 dB d'affaibliss. de réception)	25 dB
Affaiblisseur numérique en C	3 dB
Affaiblissement de l'hybride dans le commutateur local	7 dB
RLR de la terminaison distante	<u>-3 dB</u>
TELR	43 dB

Toutes les autres valeurs d'entrée peuvent soit être laissées par défaut soit être réglées comme pour le trajet d'écho 1. Pour la valeur de dégradation due à l'équipement, seul l'équipement MICDA à 32 kbit/s est pris en considération. Les paramètres d'entrée sont les suivants:

SLR	=	7 dB
RLR	=	4 dB
TELR	=	43 dB
WEPL	=	55 dB
T	=	35,5 ms
Ta	=	35,5 ms
Tr	=	71 ms
Ie	=	7 (pour équipement MICDA à 32 kbit/s)

Le résultat du calcul pour la terminaison distante est:

R	Is	Id	Ie
76,3	0,3	10,1	7

Avec cette valeur de 76,3 pour le facteur d'évaluation R du modèle E, l'abonné situé à la terminaison distante peut s'attendre à une qualité supérieure par rapport à l'abonné situé dans le réseau privé. Même cette valeur peut être encore améliorée si les dispositifs de limitation d'écho correspondants sont également fournis pour la terminaison distante.

Configuration de référence 2

La procédure, la définition du point 0 dBr et les calculs pour la configuration de référence 2 sont similaires à la configuration de référence 1. La seule différence entre ces deux configurations est dans le réseau privé, où l'on considère maintenant un téléphone sans cordon connecté en B à l'autocommutateur privé comme indiqué dans la configuration détaillée de la Figure B.7.

Pour l'estimation de qualité du réseau privé, le téléphone sans cordon doit être attribué au côté réception du modèle E lors de la première étude. Dans ce cas, l'on peut utiliser la configuration de service pour les connexions 2 fils/4 fils de la Figure 19. Il convient également de considérer ici, lors d'une deuxième étude, les dégradations pour la terminaison distante, principalement en termes d'écho. Dans cette configuration, les dégradations majeures peuvent être attendues en termes de temps de propagation et de distorsion causée par l'utilisation du codage MICDA. Les autres paramètres, décrits pour la configuration de référence 1, peuvent être laissés à leur valeur par défaut ou ne sont pas applicables à cette configuration.

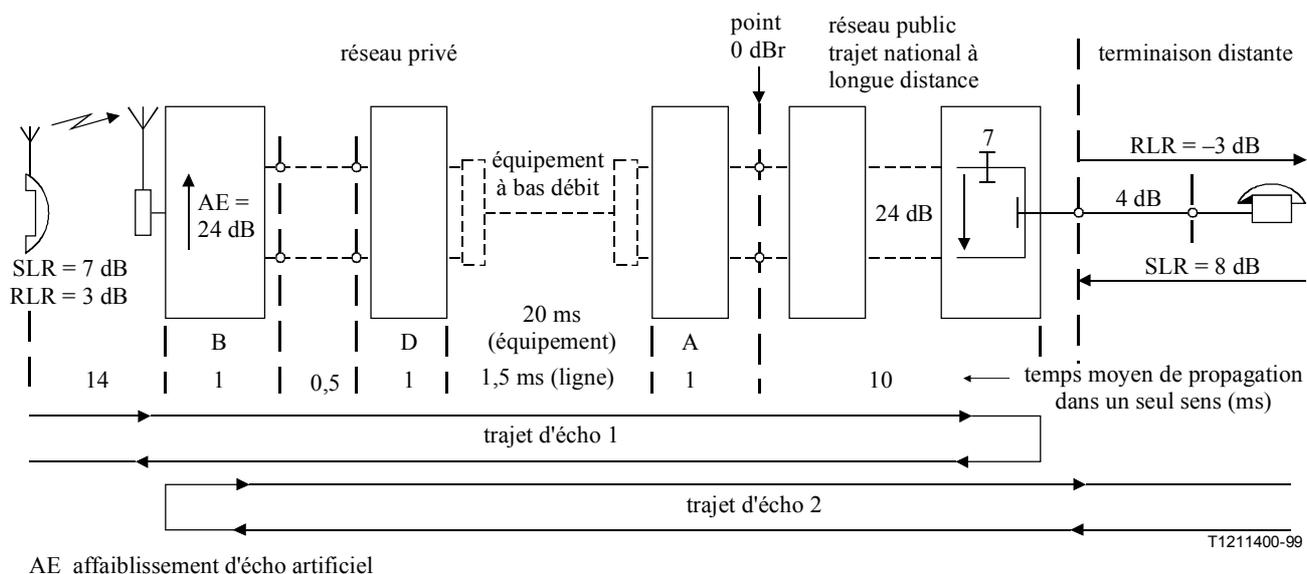


Figure B.7/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 2

Le précalcul des valeurs d'équivalent pour la sonie est égal à la configuration 1 pour la recherche du poste numérique et donne $SLR = 8$ dB (terminaison distante) et $RLR = 3$ dB (sans affaiblisseurs numériques activés dans l'autocommutateur B). L'affaiblissement d'écho artificiel (AE au point B sur la Figure B.7) est pour le moment désactivé (s'il est activé, il ne s'applique qu'à l'abonné situé à la terminaison distante).

Les paramètres pour le trajet d'écho 1 sont de nouveau déterminés pour le temps moyen de propagation dans un seul sens T au moyen d'une simple addition avec $T = 49$ ms, ce qui est égal au temps de propagation absolu T_a . Pour l'équivalent TELR dans le trajet d'écho 1, il convient de prendre en considération une caractéristique spécifique du téléphone sans cordon, le supprimeur programmable SS. Celui-ci est réglé à un affaiblissement additionnel de 9 dB et est activé en cours de conversation. Il peut également être interprété, pour le calcul de l'équivalent TELR, comme venant s'ajouter à l'équivalent RLR du téléphone sans cordon à utiliser pour le calcul de l'équivalent TELR, soit $RLR = 3$ dB + 9 dB = 12 dB. Etant donné qu'il n'y pas d'autre affaiblissement, ni dans le réseau privé (absence d'affaiblisseurs numériques en B) ni dans le réseau public, seuls l'affaiblissement d'écho dans le commutateur local et les équivalents pour la sonie du téléphone sans cordon ($SLR = 7$ dB et $RLR = 12$ dB) contribuent à l'affaiblissement du trajet d'écho avec $TELR = 43$ dB.

Pour les dégradations dues à l'écho pour l'auditeur et pour le trajet d'écho 2, l'on suppose que l'affaiblissement d'écho artificiel ($AE = 24$ dB) est activé car il en résultera une valeur inférieure pour les équivalents WEPL et TELR (du trajet d'écho 2), donc de l'équivalent TCL_w du poste téléphonique sans cordon. Dans ce cas, il suffit de prendre en compte les segments du temps de propagation aller-retour T_r dans le circuit à 4 fils, c'est-à-dire que le temps de 14 ms dû au poste sans cordon est exclu. Donc $T_r = 2 \times 35$ ms = 70 ms. Pour le calcul de l'affaiblissement WEPL, il suffit de prendre en compte l'affaiblissement d'écho de la terminaison distante (24 dB) et l'affaiblissement d'écho artificiel (24 dB), soit $WEPL = 48$ dB.

Pour le facteur de dégradation dû à l'équipement, le codage MICDA à 32 kbit/s est utilisé deux fois, ce qui donne une valeur totale $I_e = 14$. Les valeurs d'entrée dans le modèle E pour le calcul de la configuration de référence 2 sont les suivantes:

$$SLR = 8 \text{ dB}$$

$$RLR = 3 \text{ dB}$$

TELR = 43 dB
 WEPL = 48 dB
 T = 49 ms
 Ta = 49 ms
 Tr = 70 ms
 Ie = 14 (pour deux fois la MICDA à 32 kbit/s)

tous les autres paramètres étant réglés à leur valeur par défaut. Le résultat du calcul est:

R	Is	Id	Ie
64,5	0,3	15,3	14

Lors d'une première analyse, ce résultat de 64,5 pour le facteur d'évaluation R du modèle E est considéré comme trop bas également, car tous les abonnés utilisant des téléphones sans cordon ne percevront qu'une qualité moyenne pour chaque communication à destination ou en provenance du réseau public, ce qui ne paraît pas acceptable. Des limiteurs d'écho supplémentaires doivent donc être insérés dans ce type de connexion.

Pour la recherche de la qualité perçue dans la terminaison distante, il y a lieu de considérer le trajet d'écho 2 indiqué sur la Figure B.7 ainsi que les dégradations dues à l'équipement MICDA à 32 kbit/s, qui perturbent la terminaison distante. Celle-ci est de nouveau attribuée au côté réception du modèle E, ce qui correspond à la configuration de service pour connexions 4 fils/2 fils de la Figure 17. Les paramètres d'entrée pour les équivalents pour la sonie sont SLR = 7 dB et RLR = 4 dB.

Lors de la préparation des paramètres d'entrée T (temps moyen de propagation dans un seul sens) et TELR, deux configurations différentes doivent être prises en compte pour l'écho d'un téléphone sans cordon. Premièrement, la partie mobile du système sans cordon peut donner un équivalent TCLw supérieur à 46 dB (cette option n'est pas indiquée dans la Figure B.7 concernant le trajet d'écho). L'équivalent TELR est donc constitué des valeurs suivantes: SLR = 8 dB et RLR = -3 dB pour la terminaison distante, 7 dB d'affaiblissement de réception dans l'hybride du commutateur local et 46 dB d'équivalent TCLw, soit une valeur totale TELR = 58 dB qui est presque identique à l'utilisation d'un annuleur d'écho indépendant de la grandeur du temps moyen de propagation dans un seul sens dans le trajet d'écho entier.

La partie mobile du téléphone sans cordon peut cependant fournir aussi, à titre d'option, un équivalent TCLw = 34 dB seulement. Dans cette situation, on active habituellement l'affaiblissement d'écho artificiel (AE, *artificial echo loss*) pour fermer la connexion sur un affaiblissement d'écho fixe de 24 dB mais sans tenir compte du temps de propagation de 14 ms dû au système sans cordon (cette configuration est représentée dans la Figure B.7 et indiquée par le trajet d'écho 2). La valeur totale du temps moyen de propagation dans un seul sens est T = 35 ms; alors que le temps absolu Ta conserve sa valeur de 49 ms. L'équivalent TELR peut être calculé avec 36 dB, tandis que les valeurs du temps aller-retour Tr = 70 ms et de l'affaiblissement WEPL 48 dB restent inchangées. Pour le facteur de dégradation due à l'équipement, la même valeur que pour l'abonné du réseau privé est applicable (Ie = 14). Les paramètres d'entrée du modèle E sont les suivants:

SLR = 7 dB
 RLR = 4 dB
 TELR = 36 dB
 WEPL = 48 dB

$T = 35 \text{ ms}$
 $T_a = 49 \text{ ms}$
 $T_r = 70 \text{ ms}$
 $I_e = 14$ (pour deux fois la MICDA à 32 kbit/s)

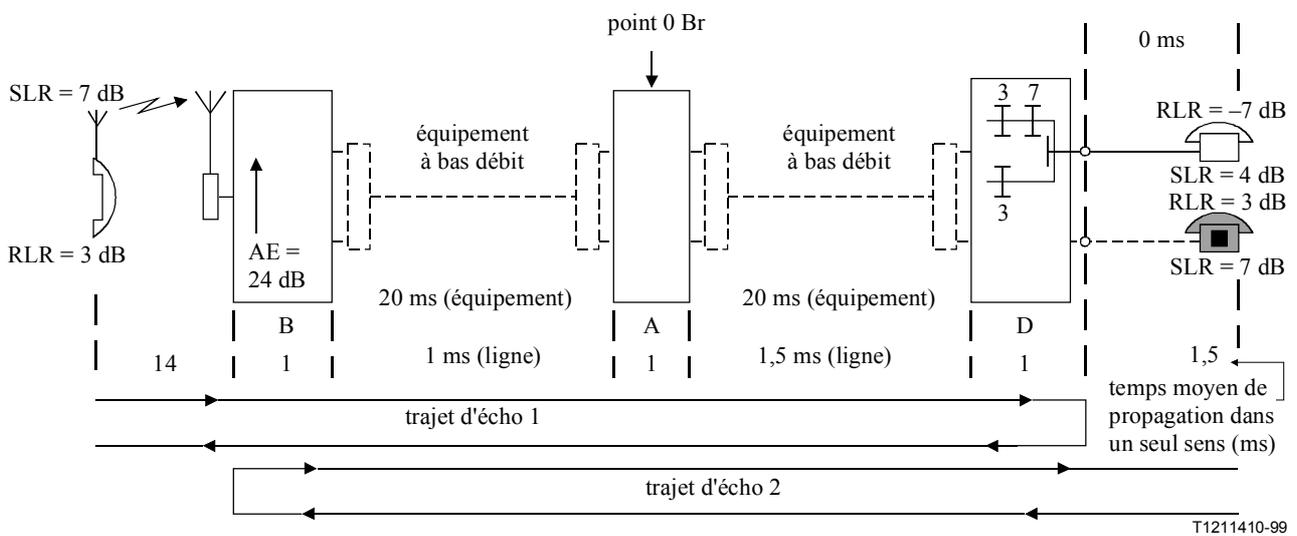
tous les autres paramètres étant réglés à leur valeur par défaut. Le résultat du calcul est:

R	Is	Id	Ie
57,7	0,3	21,7	14

Ce résultat de 57,7 pour le facteur d'évaluation R du modèle E peut déjà être considéré comme une qualité basse et ne doit pas être accepté pour le compte de l'abonné situé à la terminaison distante. En d'autres termes, il convient d'insérer des limiteurs d'écho car dans ce cas la principale dégradation ($I_d = 21,7$) est également due à l'écho.

Configuration de référence 3

Pour l'étude d'une connexion interne complètement intégrée dans le réseau privé, la configuration la plus critique est à prévoir dans le cas d'un routage entre un téléphone sans cordon à l'autocommutateur B jusqu'à un téléphone fixe analogique ou numérique au point D avec reroutage via l'autocommutateur A. Une telle chaîne de connexion contient donc deux sections en ligne louée et une section radioélectrique. Ces trois sections utilisent un codage MICDA sans corrélation. La configuration de référence servant de base à cette tâche de planification est représentée sur la Figure B.8.



AE affaiblissement d'écho artificiel

Figure B.8/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 3

Pour cette recherche, certaines hypothèses peuvent être faites. Pour la terminaison au point B, l'on suppose des téléphones sans cordon avec un équivalent TCLw de 34 dB et donc un affaiblissement d'écho artificiel (AE) activé, car cette valeur sera de toute façon plus critique qu'un $TCLw = 46 \text{ dB}$ par rapport à l'équivalent TELR du trajet d'écho 2. Pour les terminaux de l'autocommutateur du point D, l'on suppose des postes analogiques car l'affaiblissement d'écho de 25 dB indiqué pour un hybride donnera des valeurs d'équivalent TELR dans le trajet d'écho 1 inférieures à celles d'un poste numérique avec $TCLw = 46 \text{ dB}$.

Pour cette configuration, il est évident que l'utilisation de la MICDA à 24 kbit/s doit être exclue. Toutes les autres hypothèses concernant les différents paramètres sont les mêmes que dans les configurations précédentes. Les recherches et les calculs nécessaires doivent être effectués pour les deux côtés de la configuration.

Afin d'estimer la qualité du système sans cordon, ce poste téléphonique doit être attribué au côté réception du modèle E dans la configuration de service de la Figure 18. Le point 0 dBr doit être défini, dans cette configuration, comme un point de référence "virtuel" au centre de l'autocommutateur privé A, afin d'obtenir une configuration presque symétrique. Les valeurs d'équivalent pour la sonie sont SLR = 7 dB (y compris un affaiblissement numérique de 3 dB dans l'autocommutateur privé D) et RLR = 3 dB (sans l'effet du supprimeur programmable). Le temps moyen de propagation dans un seul sens T sur le trajet d'écho 1 indiqué dans la Figure B.8 est $T = 59,5 \text{ ms} = T_a$. Pour le calcul de l'équivalent TELR, il faut inclure dans l'autocommutateur D un affaiblissement d'écho de 25 dB pour l'hybride et les affaiblisseurs numériques de 3 dB chacun. Par ailleurs, le supprimeur programmable contribue à l'équivalent TELR en apportant un affaiblissement de 9 dB dans le trajet de réception. Le résultat est $TELR = 50 \text{ dB}$.

Pour les dégradations dues à l'écho pour l'auditeur et au trajet d'écho 2, l'affaiblissement d'écho artificiel (AE) de 24 dB doit être de nouveau pris en compte. On calcule ensuite le temps aller-retour T_r – comme précédemment – en excluant le retard dû au poste téléphonique sans cordon. Le résultat est $T_r = 91 \text{ ms}$. L'affaiblissement WEPL comprend l'affaiblissement d'écho de 25 dB pour l'hybride et les affaiblisseurs numériques de 3 dB chacun dans l'autocommutateur D, ainsi que l'affaiblissement d'écho artificiel (AE) de 24 dB, ce qui donne $WEPL = 55 \text{ dB}$. Pour le calcul du facteur de dégradation due à l'équipement, l'on doit envisager un codage MICDA à 32 kbit/s dans les trois sections différentes, ce qui donne une valeur cumulée $I_e = 21$. Tous les autres paramètres étant à leur valeur par défaut, les paramètres d'entrée doivent être réglés comme suit:

- SLR = 7 dB
- RLR = 3 dB
- TELR = 50 dB
- WEPL = 55 dB
- T = 59,5 ms
- $T_a = 59,5 \text{ ms}$
- $T_r = 91,0 \text{ ms}$
- $I_e = 21$ (pour trois fois la MICDA à 32 kbit/s)

Le résultat du calcul est le suivant:

R	I_s	I_d	I_e
65,6	0,5	8,5	21

Dans le sens inverse, le poste numérique situé en D est choisi pour cette étude (retard additionnel de 1,5 ms). Ce poste est attribué du côté réception et une configuration de service conforme à la Figure 19 peut être utilisée. Les valeurs d'équivalent pour la sonie sont de nouveau SLR = 7 dB et RLR = 3 dB. Pour le temps moyen de propagation dans un seul sens T sur le trajet d'écho 2 de la Figure B.8, la valeur de 14 ms du système sans cordon n'est pas incluse en raison de l'affaiblissement d'écho artificiel. Cependant, contrairement au calcul précédent, un retard additionnel de 1,5 ms doit être pris en compte pour le téléphone numérique. La valeur totale est ensuite calculée avec $T = 47 \text{ ms}$. Le temps aller-retour T_r est exactement égal au double de cette valeur, soit 94 ms. Le temps de propagation absolu comprend le retard dû au téléphone sans cordon, soit $T_a = 61 \text{ ms}$.

Pour l'équivalent TELR correspondant, les seules contributions sont l'affaiblissement AE et la somme SLR + RLR du téléphone en D, soit TELR = 34 dB. L'affaiblissement WEPL comprend l'équivalent TCLw du poste numérique avec une valeur de 46 dB et le trajet d'écho artificiel du poste sans cordon, réglé à 24 dB, ce qui donne WEPL = 70 dB. Pour les dégradations dues au codage MICDA, il y a lieu d'appliquer la même valeur $I_e = 21$ que précédemment. Les paramètres d'entrée sont à régler comme suit, tous les autres étant par défaut:

SLR	=	7 dB
RLR	=	3 dB
TELR	=	34 dB
WEPL	=	70 dB
T	=	47 ms
Ta	=	61 ms
Tr	=	94 ms
I_e	=	21 (pour trois fois la MICDA à 32 kbit/s)

Le résultat du calcul est le suivant:

R	I_s	I_d	I_e
41,6	0,5	31,8	21

B.1.5 Analyse des résultats

Afin de donner un meilleur aperçu général, les résultats des différents calculs des trois configurations de référence sont résumés dans le Tableau B.1 pour le facteur d'évaluation R du modèle E et pour les principales valeurs de dégradation I_d et I_e des deux côtés d'une connexion, le terme "terminaison opposée" désignant l'abonné situé à l'autocommutateur privé D dans la configuration de référence 3.

Tableau B.1/G.108 – Récapitulation des résultats de calcul

Configuration de référence	Réseau privé			Terminaison opposée		
	R	I_d	I_e	R	I_d	I_e
1	60,1	26,1	7	76,3	10,1	7
2	64,5	15,3	14	57,7	21,7	14
3	65,6	8,5	21	41,6	31,8	21

Les résultats pour la qualité attendue des différentes configurations sont appelés à varier dans une grande étendue à partir d'une valeur $R = 76,3$ du facteur d'évaluation par le modèle E (valeur qui sera jugée conformément au Tableau 1 comme entrant dans la catégorie de qualité moyenne) jusqu'à une valeur $R = 41,6$ qui est déjà au-dessous de la limite inférieure recommandée pour le facteur R. La plupart des valeurs ne s'inscrivent que dans une étendue de 60 à 70, ce qui est dans la catégorie de faible qualité. Les valeurs inférieures peuvent donner lieu à des plaintes. Il y a lieu de noter que, conformément au Tableau 1, de nombreux utilisateurs seront insatisfaits dans cette catégorie de faible qualité téléphonique. Les principales dégradations sont dues, dans ces configurations de référence, à l'écho et à l'équipement utilisant le codage MICDA à 32 kbit/s. Compte tenu des résultats du Tableau B.1, la précédente décision d'éviter l'emploi de la MICDA à 24 kbit/s dans les équipements à bas débit se trouve reconfirmée puisque toutes les valeurs du facteur I_e seront augmentées et passeront dans l'étendue allant de $I_e = 25$ à $I_e = 50$.

Les faibles valeurs du facteur d'évaluation R dans le modèle E apparaissent non seulement en rapport avec des communications à destination ou en provenance du réseau public mais aussi pour certaines communications intérieures du réseau privé. Lorsqu'on examine les valeurs, en particulier celles des facteurs indépendants Id et Ie, l'on peut constater que, le plus souvent, les dégradations dues à l'écho apportent une contribution élevée. Une rapide estimation des valeurs du facteur Id peuvent être considérées comme presque réduites à $I_d = 0$ si des limiteurs d'écho sont utilisés. Cela améliorera donc le facteur R du modèle E dans la proportion approchée de la valeur actuelle du facteur Id. Pour en avoir la confirmation, il convient de refaire les calculs après insertion de ces limiteurs d'écho.

Pour ce réseau privé, il est donc nécessaire de faire appel à des annuleurs d'écho. La sélection des annuleurs d'écho corrects et de leur emplacement doit assurer une limitation d'écho non seulement pour les communications internes mais aussi pour celles qui proviennent du réseau public avec un effet sur la terminaison posée également.

B.1.6 Application des annuleurs d'écho

Une fois que la décision a été prise d'utiliser des annuleurs d'écho dans le réseau privé, les études doivent comporter une analyse des caractéristiques de ces dispositifs ainsi que de leurs type d'application et de leur emplacement. L'on trouvera de plus amples informations détaillées sur l'utilisation d'annuleurs d'écho, avec toutes les caractéristiques nécessaires à prendre en compte, dans les paragraphes 10 et A.1.9.

Lors de l'étude d'utilisation de limiteurs d'écho dans ce réseau privé, il y a lieu de résoudre les problèmes suivants et de tenir compte des règles correspondantes (voir également le paragraphe 10):

- la limitation de l'écho doit être assurée pour les deux locuteurs d'une connexion;
- des informations doivent être disponibles pour indiquer si des annuleurs d'écho sont insérés dans le réseau public et quelles sont leur application et leurs caractéristiques;
- les annuleurs d'écho doivent être situés aussi près que possible de la source d'écho (par exemple un hybride);
- la caractéristique de temps de propagation sur le trajet des courants d'écho autorisé de l'annuleur d'écho doit être suffisamment supérieure au temps réel de propagation sur le trajet d'écho;
- le trajet d'écho doit être linéaire.

Conformément aux informations données par les opérateurs de réseau public et par les fournisseurs des équipements lors de la détermination des paramètres (voir B.1.3), aucun annuleur d'écho n'est inséré dans le réseau public pour les communications nationales à longue distance. Par ailleurs, l'équipement à bas débit est déjà équipé d'annuleurs d'écho intégrés, qui peuvent être activés ou désactivés. Dans un premier temps, il y a lieu de prendre en compte la possibilité d'utiliser ces annuleurs d'écho.

Des annuleurs d'écho intégrés sont disponibles aux deux extrémités de chacune des trois lignes louées de A à B, C et D. Ils sont situés dans les autocommutateurs privés, à proximité des interfaces avec les lignes louées. Dans ce cas, le trajet d'écho n'est formé que par la traversée de l'autocommutateur (avec un retard de 1 ms) et par celle de l'hybride raccordant le poste analogique. De même, en cas de reroutage, le poste supplémentaire en D est par exemple acheminé vers A en passant par C. Le temps dû au trajet d'écho pour l'annuleur en C n'est augmenté que des trajets additionnels passant par l'autocommutateur C (1 ms) et de la ligne louée entre C et D (1 ms). Le temps de propagation réel sur le trajet des courants d'écho (de $2 \times 3 = 6$ ms) est suffisamment inférieur au temps autorisé (15 ms) pour les annuleurs d'écho intégrés. Comme cela a déjà été indiqué lors de la détermination des caractéristiques de l'équipement, ces annuleurs intégrés peuvent être considérés comme conformes à la Recommandation G.165 [11] pour toutes les autres valeurs

Pour les téléphones sans cordon en B, l'affaiblissement d'écho artificiel doit être activé pour les connexions vers ces parties mobiles avec $TCLW = 34$ dB. Cela assurera un fonctionnement "dans la bande" des annuleurs d'écho intégrés en B. Le supprimeur programmable n'est en principe pas nécessaire car tous les trajets d'écho critiques à temps de propagation très élevé sont désormais équipés d'annuleurs d'écho. Mais les dégradations dues à l'écho peuvent être diminuées en cas de connexions directes vers les postes supplémentaires en A (annuleurs d'écho en A désactivés) et vers les postes supplémentaires en C et D via le routage directe sans limiteurs d'écho.

Le seul problème restant à résoudre est celui des connexions vers les postes supplémentaires de l'emplacement A. Pour les locuteurs situés en B, C et D, aucune limitation d'écho n'est disponible étant donné que les annuleurs intégrés en A sont désactivés. Il n'est pas possible de les activer pour diverses raisons, comme la nécessité d'éviter la mise en cascade avec les annuleurs séparés, la non-linéarité du trajet d'écho et le dépassement de la longueur maximale permise de l'écho final pour un tel annuleur. Il convient donc de se demander si la réserve d'annuleurs d'écho peut être utilisée également pour les connexions internes vers les postes supplémentaires analogiques en A, ou s'il faut prendre en compte l'utilisation exclusive de postes supplémentaires numériques en A.

Ces recherches concernant l'application correcte des limiteurs d'écho dans ce réseau doivent finalement être confirmées par des calculs pour tous les types possibles de communication dans le réseau, à destination ou en provenance du réseau public, surtout avec inclusion des téléphones sans cordon en B. Ces calculs ne seront pas développés ici. Lors de leur exécution à ce point, les paramètres d'entrée pour le temps moyen de propagation dans un seul sens (T) et pour l'équivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR) du trajet d'écho pourront être pris à leur valeur par défaut ($T = 0$ et $TELR = 65$ dB).

Concernant les résultats résumés dans le Tableau B.1 pour toutes les configurations de référence, l'on peut considérer, avec une précision suffisante, que toutes les valeurs du facteur d'évaluation R du modèle E seront améliorées en proportion des valeur du facteur Id. Les seules dégradations restant à traiter sont celles qui sont dues à l'équipement Ie, qui peuvent dépasser la valeur 21 dans la configuration de référence 3. Il convient toutefois de noter que cette configuration a été définie en tant que connexion critique comportant un reroutage avec section à bas débit additionnelle. Selon les autres caractéristiques de ce réseau privé, ce reroutage ne sera pas nécessairement "typique" pour la plupart des communications.

B.2 Exemple de planification pour le scénario nord-américain

Les exemples suivants décriront la manière d'effectuer la planification de la transmission des réseaux privés en Amérique du Nord conformément aux principes de la présente Recommandation.

B.2.1 Définition des configurations de référence

Comme au paragraphe B.1, l'analyse des scénarios nord-américains concerne des connexions entre les réseaux privé et public, avec des lignes d'accès numérique interconnectant ces réseaux, avec des terminaisons distantes consistant en postes téléphoniques de caractéristiques moyennes et avec l'utilisation d'équipements à bas débit dans le réseau privé (cas le plus critique pour une connexion). Le trajet passant par le réseau public forme un trajet d'écho passant par l'hybride situé dans le commutateur local de l'extrémité distante. La configuration de référence 1 qui en résulte est décrite sur la Figure B.10. Les connexions sont schématisées selon le réseau de la Figure B.1.

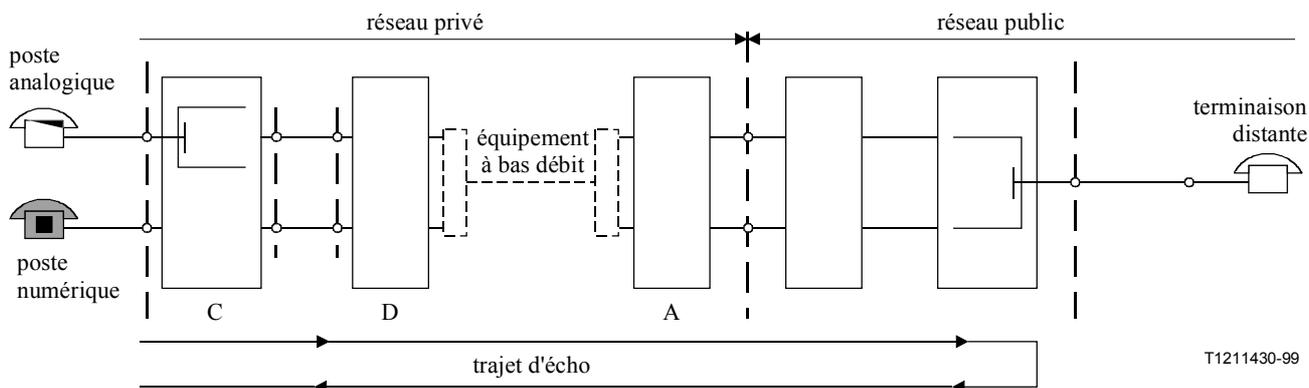


Figure B.10/G.108 – Configuration de référence 1

Les téléphones sans cordon peuvent, surtout à cause du retard ajouté, qui affecte la qualité en terme d'écho, provoquer des dégradations très importantes dans une interconnexion. L'on analysera donc des scénarios avec différents types de téléphone sans cordon, ayant différentes contributions en termes de temps de propagation. La connexion de référence est représentée sur la Figure B.11.

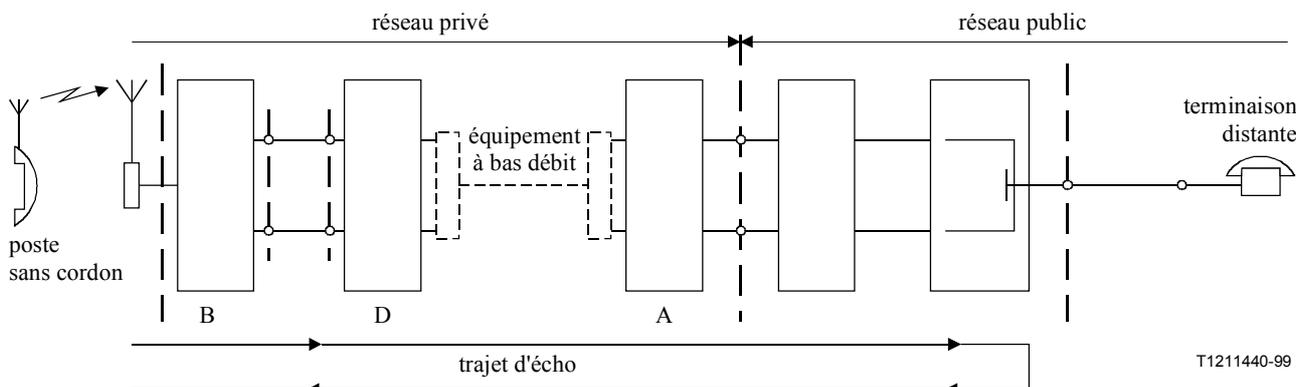


Figure B.11/G.108 – Configuration de référence 2

Pour effectuer une comparaison avec la connexion ci-dessus et pour assurer la concordance avec l'analyse décrite au B.1, l'on examinera également un scénario avec réseau privé comportant un poste téléphonique sans cordon à une extrémité et des équipements à bas débit en cascade dans la connexion. Cette connexion de référence est représentée sur la Figure B.12.

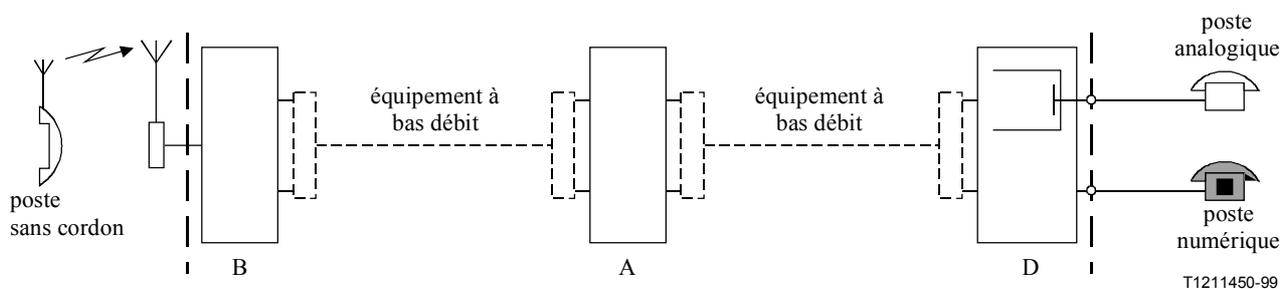


Figure B.12/G.108 – Configuration de référence 3

Ces trois configurations de référence formeront donc la base pour la détermination des valeurs paramétriques correspondant aux différents éléments et pour les calculs de planification suivants. Si les résultats sont, pour ces configurations les plus critiques – y compris tous les annuleurs d'écho nécessaires – dans une catégorie suffisante de qualité attendue, toutes les autres connexions pour ce réseau privé pourront être supposées avoir moins de dégradations.

B.2.2 Détermination des paramètres de transmission

Pour évaluer la qualité de transmission téléphonique des scénarios de connexion particuliers, les paramètres descriptifs de la situation sont essentiels. Dans les exemples d'illustration de la présente Recommandation, des calculs de transmission détaillés sont décrits, suivis d'un tableau récapitulatif.

B.2.2.1 Application du facteur d'avantage A

Le facteur d'avantage A, décrit au 7.8, est utilisé pour les calculs suivants lorsqu'une section radioélectrique est incluse dans la connexion de référence. Un facteur d'avantage $A = 5$ a été attribué aux techniques non homologuées (PACS, WUPE, PCI, PWT) tandis qu'un facteur d'avantage $A = 10$ a été attribué aux techniques homologuées (TDMA). Il convient de noter qu'une telle attribution de valeur spécifique du facteur d'avantage A à une connexion particulière étudiée n'est pas fixe et relève entièrement de la responsabilité du planificateur de transmission. L'on pourra trouver au 7.8 d'autres directives et des limites supérieures du facteur d'avantage A pour des situations types.

B.2.2.2 Utilisation d'affaiblisseurs numériques

Pour les exemples de planification décrivant les scénarios nord-américains, l'on est parti du principe que les ajustements d'affaiblissement ou de gain sont effectués dans les autocommutateurs privés ou dans les commutateurs locaux numériques au moyen d'affaiblisseurs-compensateurs numériques apportant chacun 0,7 unité qdu.

B.2.3 Calcul de bout en bout avec le modèle E

Après détermination et acquisition de toutes les données nécessaires, les calculs avec le modèle E peuvent donc être exécutés. Dans la présente Recommandation, les calculs sont faits séparément pour chacune des trois configurations de référence. Ces configurations sont décrites dans les schémas représentés avant la section de précalcul.

Les paramètres qui sont normalisés en Amérique du Nord ont été utilisés, le cas échéant en tant que valeurs par défaut avec l'indication "valeur par défaut". Les calculs ne sont représentés que pour les paramètres variables.

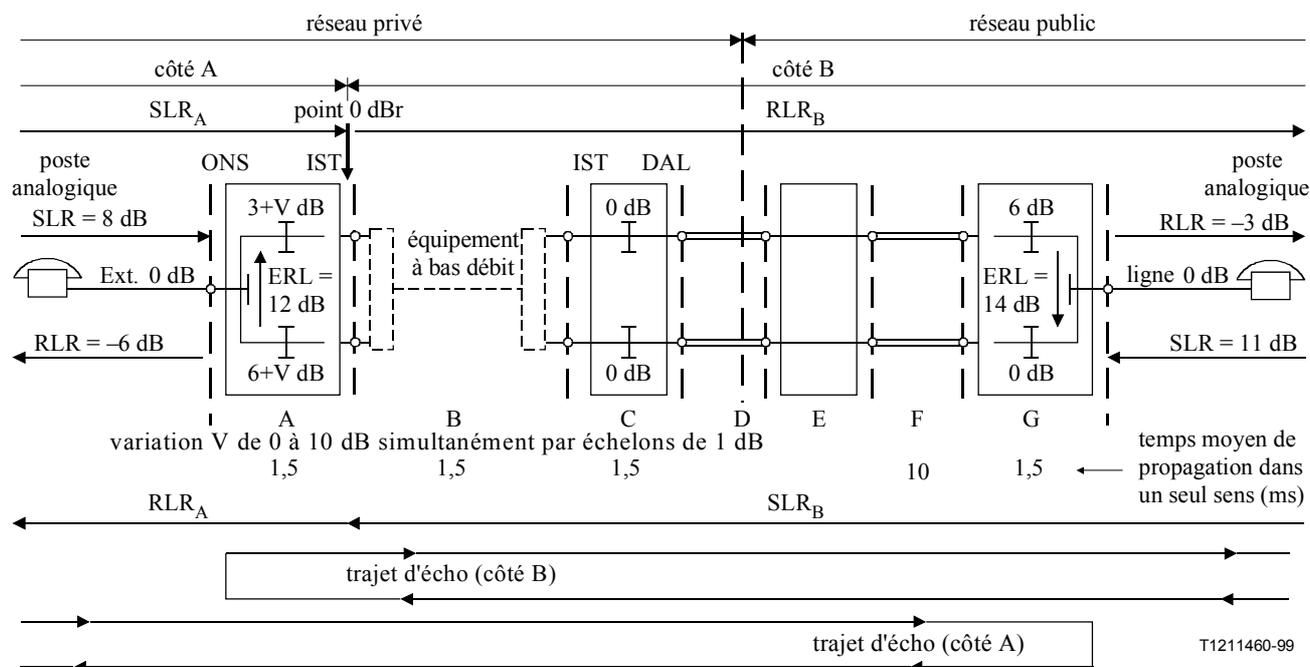
B.2.4 Configuration de référence 1a (poste analogique @ A, poste analogique @ B)

Cette configuration représente une connexion de réseau privé à réseau public, la terminaison du réseau privé consistant en un poste téléphonique analogique. Cette connexion est l'équivalent nord-américain de la configuration de référence 1 du B.1 avec poste analogique à la terminaison du réseau privé.

Dans la configuration 1a, le poste analogique du côté A est connecté à l'autocommutateur privé numérique A par un accès de poste interne (ONS, *ON-premises station*). Cet autocommutateur privé A est relié à l'autocommutateur privé de transit C par l'intermédiaire d'un accès de jonction avec services intégrés (IST, *integrated services trunk*). L'affaiblissement de base des autocommutateurs est de 3 dB en direction de la jonction IST et de 6 dB en direction du poste ONS, conformément au plan d'affaiblissement de la référence [40] pour les connexions ONS-IST. On fait varier cet affaiblissement par échelons de 1 dB (V) pour obtenir une courbe de la qualité de transmission téléphonique en fonction de l'insertion d'affaiblissement dans l'autocommutateur pour cette connexion. La ligne directe de jonction numérique, B, utilise l'équipement de codage à bas débit. L'autocommutateur de transit C relie la ligne directe de jonction numérique (IST) à une ligne d'accès

numérique (DAL, *digital access line*). Conformément au plan d'affaiblissement des PBX au [40], l'affaiblissement pour cette connexion d'autocommutateur est de 0 dB dans les deux sens. La ligne d'accès numérique D est raccordée au commutateur local E du RTPC pour entrer dans le réseau numérique public à commutation F aboutissant au commutateur local numérique de la terminaison G. Conformément au plan d'affaiblissement numérique du réseau public, le commutateur G insère un affaiblissement de 6 dB dans le sens de réception (vers la ligne d'accès analogique de l'abonné).

configuration 1a: poste analogique @ A; poste analogique @ B



(dans ce scénario, A est un autocommutateur privé de terminaison et C est un autocommutateur privé de transit)

Figure B.13/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 1a

B.2.4.1 Calculs préalables pour la configuration 1a

B.2.4.1.1 Calcul des équivalents SLR, RLR et OLR

Côté A

	Poste → point 0 dB	point 0 dB → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR -6 dB
PBX A	3 + V dB	6 + V dB
Somme au point 0 dB	SLR_A = 11 + V dB	RLR_A = V dB

Côté B

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 11 dB	RLR -3dB
DEO G	0 dB	6 dB
DEO E	0 dB	0 dB
PBX C	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_B = 11 dB	RLR_B = 3 dB

OLR

Auditeur du côté A	Auditeur du côté B
SLR _B = 11 dB	SLR _A = 11 + V dB
RLR _A = V dB	RLR _B = 3 dB
OLR = 11 + V dB	OLR = 14 + V dB

B.2.4.1.2 Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TELR)

Analyse de l'équivalent TELR effectuée du côté A:

$$\begin{aligned}
 \text{TELR} &= \text{SLR}_{\text{SET A}} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \text{RLR}_{\text{SET A}} \\
 &= 8 + 14 + (3 + V + 0 + 6 + 0 + 0 + 6 + V) + (-6) \\
 &= 31 + 2 V \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Analyse de l'équivalent TELR effectuée du côté B:

$$\begin{aligned}
 \text{TELR} &= \text{SLR}_{\text{SET B}} + \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \text{RLR}_{\text{SET B}} \\
 &= 11 + 12 + (0 + 0 + 6 + V + 3 + V + 0 + 6) + (-3) \\
 &= 35 + 2 V \text{ dB}
 \end{aligned}$$

B.2.4.1.3 Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)

$$\begin{aligned}
 \text{WEPL} &= \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} \\
 &= 12 + 14 + (3 + V + 0 + 6 + 0 + 0 + 6 + V) \\
 &= 41 + 2 V \text{ dB}
 \end{aligned}$$

B.2.4.1.4 Valeurs des temps T, Ta et Tr

$$\begin{aligned}
 T(\text{ms}) &= \text{somme des temps des PBX} + \text{temps de l'équipement à bas débit} + \text{temps du commutateur local d'extrémité numérique (C)} + \text{temps du réseau} + \text{temps du commutateur local d'extrémité numérique (G)} \\
 &= 1,5 + 1,5 + 1,5 + 10 + 1,5 \\
 &= 16
 \end{aligned}$$

$$T_a = T$$

$$T_r = 2 \times T$$

B.2.4.1.5 Nombre d'unités de distorsion de quantification

Ce paramètre représente les dégradations dues à la distorsion de quantification. Il est exprimé en nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu). Noter qu'une valeur de 1 est utilisée pour la conversion A/D-D/A. Les affaiblisseurs numériques ont une valeur qdu additionnelle de 0,7. Dans ce scénario, il existe simultanément 1 paire de conversion A/D-D/A et un seul affaiblisseur numérique si le côté A est l'auditeur (deux affaiblisseurs numériques si le côté B est l'auditeur).

$$\begin{aligned}\text{Donc, } qdu_A &= n \times 1 + m \times 0,7 \\ &= 1 \times 1 + 1 \times 0,7 \\ &= 1,7 \\ qdu_B &= n \times 1 + m \times 0,7 \\ &= 1 \times 1 + 2 \times 0,7 \\ &= 2,4\end{aligned}$$

où n est le nombre de paires de conversion A/D-D/A
 m est le nombre d'affaiblisseurs numériques.

B.2.4.1.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Dans l'exemple ci-dessus, un codec à bas débit est utilisé dans la section B du réseau privé. Normalement, on utilise le codage MICDA à 32 kbit/s. Ce codec présente en fait une légère dégradation des signaux vocaux et, conformément au Tableau 2, la valeur du facteur de dégradation due à l'équipement, I_e , est égale à 7.

B.2.4.2 Tableaux récapitulatifs des paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour la configuration 1a sont résumés dans les Tableaux B.2a et B.2b; tous les autres paramètres conservent leur valeur par défaut conformément au Tableau 6.

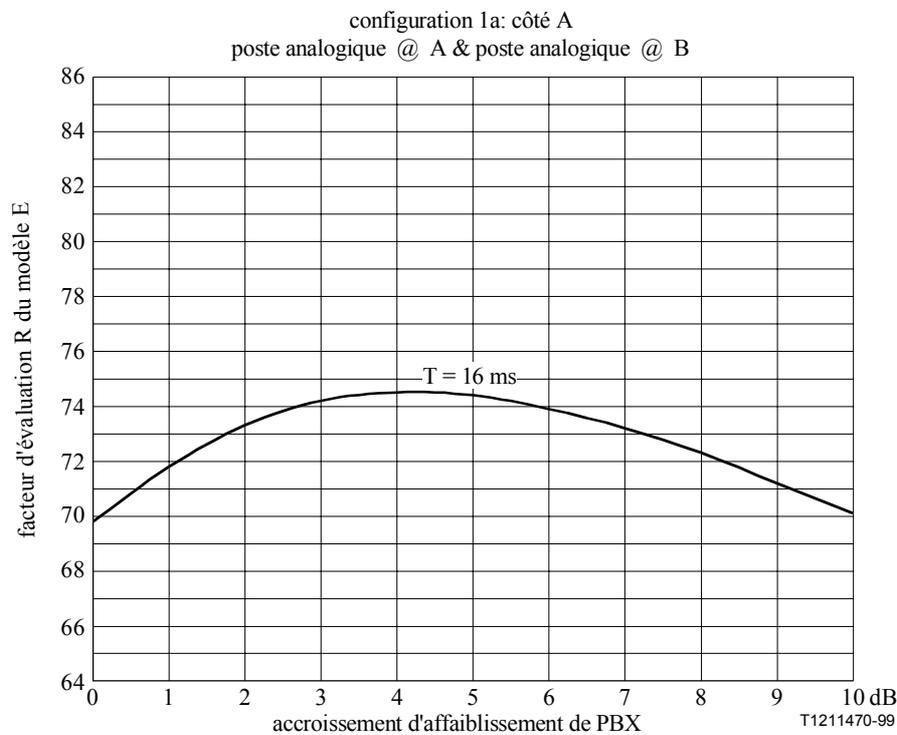
**Tableau B.2a/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E
pour la configuration 1a perçue du côté A**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR_B)	11	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR_A)	V	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	$31 + 2V$	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	$41 + 2V$	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	32	ms
Temps moyen dans un seul sens	16	ms
Temps de propagation absolu	16	ms

**Tableau B.2b/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E
pour la configuration 1a perçue du côté B**

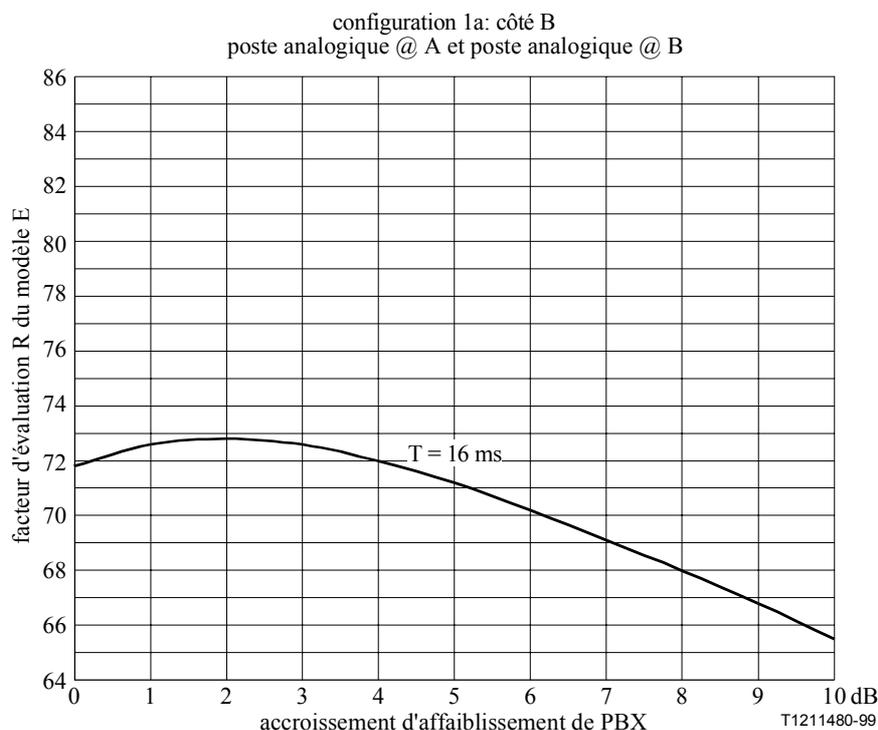
Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR_A)	$11 + V$	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR_B)	3	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	$35 + 2V$	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	$41 + 2V$	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7	
Unité de distorsion de quantification	2,4	
Temps de propagation aller-retour	32	ms
Temps moyen dans un seul sens	16	ms
Temps de propagation absolu	16	ms

B.2.4.3 Résultats



**Figure B.13a/G.108 – Poste analogique @ A et poste analogique @ B
tels que perçus @ côté A**

Comme le montre la Figure B.13a, la qualité optimale de transmission téléphonique pour l'auditeur du côté A peut être obtenue lorsque l'accroissement d'affaiblissement dans le PBX est compris entre 3 dB et 5 dB.



**Figure B.13b/G.108 – Poste analogique @ A et poste analogique @ B
tels que perçus @ côté B**

La Figure B.13b montre la qualité optimale de transmission téléphonique qui peut être obtenue pour l'auditeur du côté B lorsque l'accroissement d'affaiblissement de PBX est compris entre 1 et 3 dB. La qualité maximale absolue est un peu inférieure à celle du côté A en raison de l'affaiblissement acoustique un peu supérieur (14 dB au lieu de 11 dB) de bout en bout lorsque B est l'auditeur. La valeur optimale apparaît cependant pour une grandeur inférieure de l'accroissement d'affaiblissement de PBX car l'équivalent TELR est un peu plus grand du côté B.

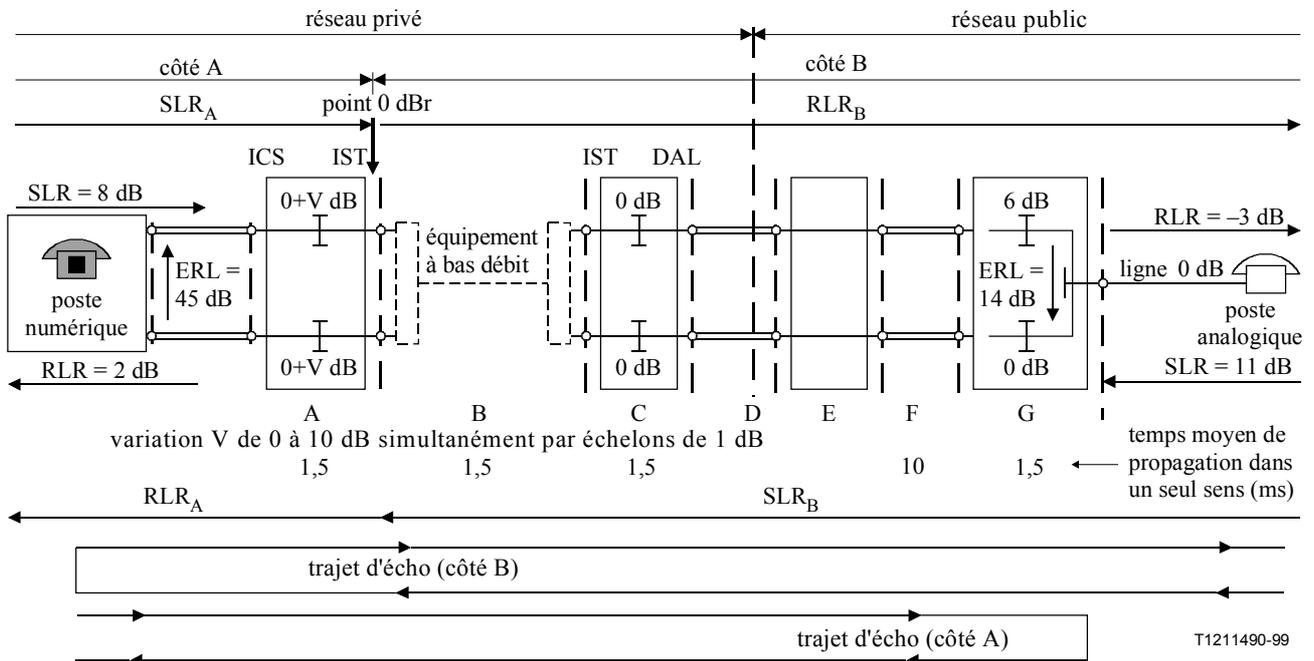
B.2.5 Configuration de référence 1b (poste numérique @ A, poste analogique @ B)

Cette configuration représente une connexion de réseau privé à réseau public, la terminaison du réseau privé consistant en un poste téléphonique numérique. Cette connexion est l'équivalent nord-américain de la configuration de référence 1 de la section D avec poste numérique à la terminaison du réseau privé.

Dans la configuration 1b, le poste numérique du côté A est connecté à l'autocommutateur privé numérique A par un accès de poste compatible avec RNIS (ICS, *ISDN compatible station*). Cet autocommutateur privé A est relié à l'autocommutateur privé de transit C par l'intermédiaire d'un accès de jonction avec services intégrés (IST). L'affaiblissement de base des autocommutateurs est de 0 dB dans chaque sens, conformément au plan d'affaiblissement de [40] pour les connexions ONS-IST. On fait varier cet affaiblissement par échelons de 1 dB (V) pour obtenir une courbe de la qualité de transmission téléphonique en fonction de l'insertion d'affaiblissement dans l'autocommutateur pour cette connexion. La ligne directe de jonction numérique, B, utilise un équipement de codage à bas débit. L'autocommutateur de transit C relie la ligne directe de jonction numérique (IST) à une ligne d'accès numérique (DAL). Conformément au plan d'affaiblissement des PBX dans [40], l'affaiblissement pour cette connexion d'autocommutateur est de 0 dB dans les deux sens. La ligne d'accès numérique D est raccordée au commutateur local E du RTPC pour entrer dans le réseau numérique public à commutation F aboutissant au commutateur

local numérique de la terminaison G. Conformément au plan d'affaiblissement numérique du réseau public, le commutateur G insère un affaiblissement de 6 dB dans le sens de réception (vers la ligne d'accès analogique de l'abonné).

configuration 1b: poste numérique @ A; poste analogique @ B



(dans ce scénario, A est un autocommutateur privé de terminaison et C est un autocommutateur privé de transit)

Figure B.14/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 1b

B.2.5.1 Calculs préalables pour la configuration 1b

B.2.5.1.1 Calcul des équivalents SLR, RLR et OLR

Côté A

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR 2 dB
PBX A	0 + V dB	0 + V dB
Somme au point 0 dBr	SLR_A = 8 + V dB	RLR_A = 2 + V dB

Côté B

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 11 dB	RLR -3dB
DEOG	0 dB	6 dB
DEO E	0 dB	0 dB
PBX C	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_B = 11 dB	RLR_B = 3 dB

OLR

Auditeur du côté A	Auditeur du côté B
$SLR_B = 11 \text{ dB}$	$SLR_A = 8 + V \text{ dB}$
$RLR_A = 2 + V \text{ dB}$	$RLR_B = 3 \text{ dB}$
$OLR = 13 + V \text{ dB}$	$OLR = 11 + V \text{ dB}$

B.2.5.1.2 Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TEL_R)

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté A:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET A}} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET A}} \\ &= 8 + 14 + (0 + V + 0 + 6 + 0 + 0 + 0 + V) + 2 \\ &= 30 + 2 V \text{ dB} \end{aligned}$$

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté B:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET B}} + \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET B}} \\ &= 11 + 45 + (0 + 0 + 0 + V + 0 + V + 0 + 6) + (-3) \\ &= 59 + 2 V \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.5.1.3 Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)

$$\begin{aligned} \text{WEPL} &= \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des} \\ &\quad \text{affaiblissements nodaux} \\ &= 45 + 14 + (0 + V + 0 + 6 + 0 + 0 + 0 + V) \\ &= 65 + 2 V \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.5.1.4 Valeurs des temps T, Ta et Tr

$$\begin{aligned} T(\text{ms}) &= \text{somme des temps des PBX} + \text{temps de l'équipement à bas débit} + \text{temps du} \\ &\quad \text{commutateur local d'extrémité numérique (C)} + \text{temps du réseau} + \text{temps du} \\ &\quad \text{commutateur local d'extrémité numérique (G)} \\ &= 1,5 + 1,5 + 1,5 + 10 + 1,5 \\ &= 16 \end{aligned}$$

$$T_a = T$$

$$T_r = 2 \times T$$

B.2.5.1.5 Nombre d'unités de distorsion de quantification

Ce paramètre représente les dégradations dues à la distorsion de quantification. Il est exprimé en nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu). Noter qu'une valeur de 1 est utilisée pour la conversion A/D-D/A. Les affaiblisseurs numériques ont une valeur qdu additionnelle de 0,7. Dans ce scénario, il existe simultanément 1 paire de conversion A/D-D/A et un seul affaiblisseur numérique si le côté A est l'auditeur (deux affaiblisseurs numériques si le côté B est l'auditeur).

Donc, $qdu_A = n \times 1 + m \times 0,7$
 $= 1 \times 1 + 1 \times 0,7$
 $= 1,7$

$qdu_B = n \times 1 + m \times 0,7$
 $= 1 \times 1 + 2 \times 0,7$
 $= 2,4$

où n est le nombre de paires de conversion A/D-D/A
 m est le nombre d'affaiblisseurs numériques.

B.2.5.1.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Dans l'exemple ci-dessus, un codec à bas débit est utilisé dans la section B du réseau privé. Normalement, on utilise le codage MICDA à 32 kbit/s. Ce codec présente en fait une légère dégradation des signaux vocaux et, conformément au Tableau 2, la valeur du facteur de dégradation due à l'équipement (I_e), est égale à 7.

B.2.5.2 Tableaux récapitulatifs des paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour la configuration 1b sont résumés dans les Tableaux B.3a et B.3b; tous les autres paramètres conservent leur valeur par défaut conformément au Tableau 6.

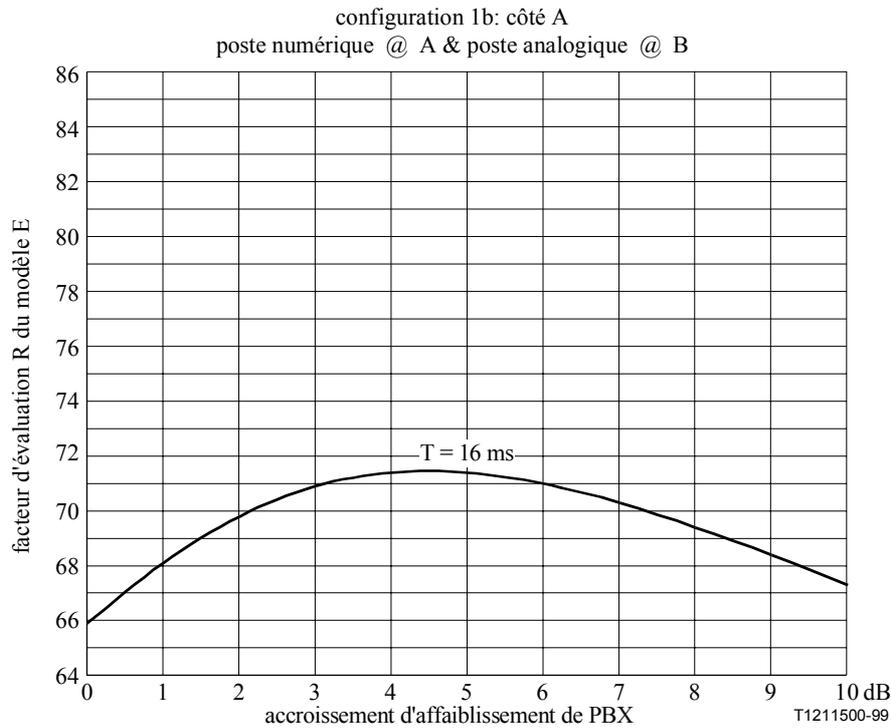
**Tableau B.3a/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E
pour la configuration 1b perçue du côté A**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR_B)	11	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR_A)	$2 + V$	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	$30 + 2V$	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	$65 + 2V$	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	32	ms
Temps moyen dans un seul sens	16	ms
Temps de propagation absolu	16	ms

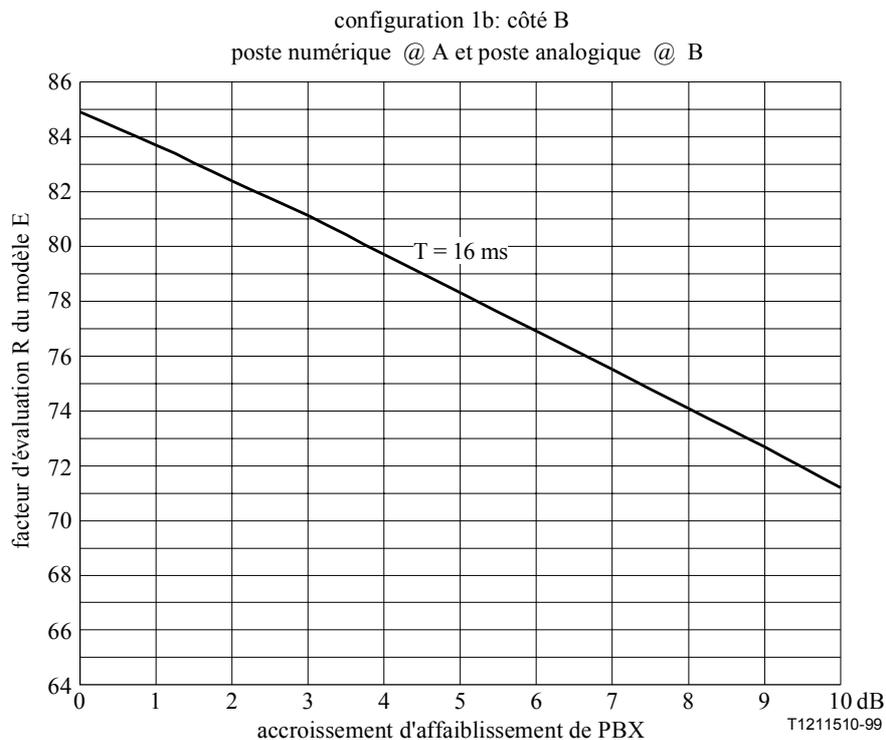
**Tableau B.3b/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E
pour la configuration 1b perçue du côté B**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR_A)	$8 + V$	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR_B)	3	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	$59 + 2V$	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	$65 + 2V$	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7	
Unité de distorsion de quantification	2,4	
Temps de propagation aller-retour	32	ms
Temps moyen dans un seul sens	16	ms
Temps de propagation absolu	16	ms

B.2.5.3 Résultats



**Figure B.14a/G.108 – Poste numérique @ A et poste analogique @ B
tels que perçus @ côté A**



**Figure B.14b/G.108 – Poste numérique @ A et poste analogique @ B
tels que perçus @ côté B**

Les Figures B.14a et B.14b montrent la qualité optimale de transmission téléphonique à différents accroissements d'affaiblissement de PBX. Pour le côté B, la qualité de transmission téléphonique optimale apparaît lorsqu'il n'y a plus d'affaiblissement dans l'autocommutateur parce que la valeur élevée du facteur d'adaptation en réflexion (ERL = 45 dB) assure une limitation suffisante de l'écho pour en minimiser les effets.

D'autre part, lorsque l'auditeur se trouve du côté A et que le côté opposé (B) présente un facteur ERL = 14 dB seulement, une valeur comprise entre 4 et 4,5 dB indique la meilleure qualité de transmission téléphonique possible qui puisse être obtenue.

B.2.6 Configuration de référence 2 (scénario de connexion mobile)

Cette configuration représente une connexion de réseau privé à réseau public, la terminaison du réseau privé consistant en un poste téléphonique mobile. Cette connexion est l'équivalent nord-américain de la configuration de référence 2 du B.1.

Dans la configuration 2, le poste mobile (radioélectrique) du côté A est connecté à l'autocommutateur privé numérique A par un accès de poste compatible avec RNIS (ICS). Cet autocommutateur privé A est relié à l'autocommutateur privé de transit C par l'intermédiaire d'un accès de jonction avec services intégrés (IST). L'affaiblissement des autocommutateurs est de 0 dB dans chaque sens, conformément à [40] pour les connexions ONS-IST. La ligne directe de jonction numérique, B, utilise un équipement de codage à bas débit. L'autocommutateur de transit C relie la ligne directe de jonction numérique (IST) à une ligne d'accès numérique (DAL). Conformément au plan d'affaiblissement des PBX [40], l'affaiblissement pour cette connexion d'autocommutateur est de 0 dB dans les deux sens. La ligne d'accès numérique D est raccordée au commutateur local E du RTPC pour entrer dans le réseau numérique public à commutation F aboutissant au commutateur local numérique de la terminaison G. Conformément au plan d'affaiblissement numérique du réseau public, le commutateur G insère un affaiblissement de 6 dB dans le sens de réception (vers la ligne d'accès analogique de l'abonné).

configuration 2: poste mobile @ A; poste analogique @ B

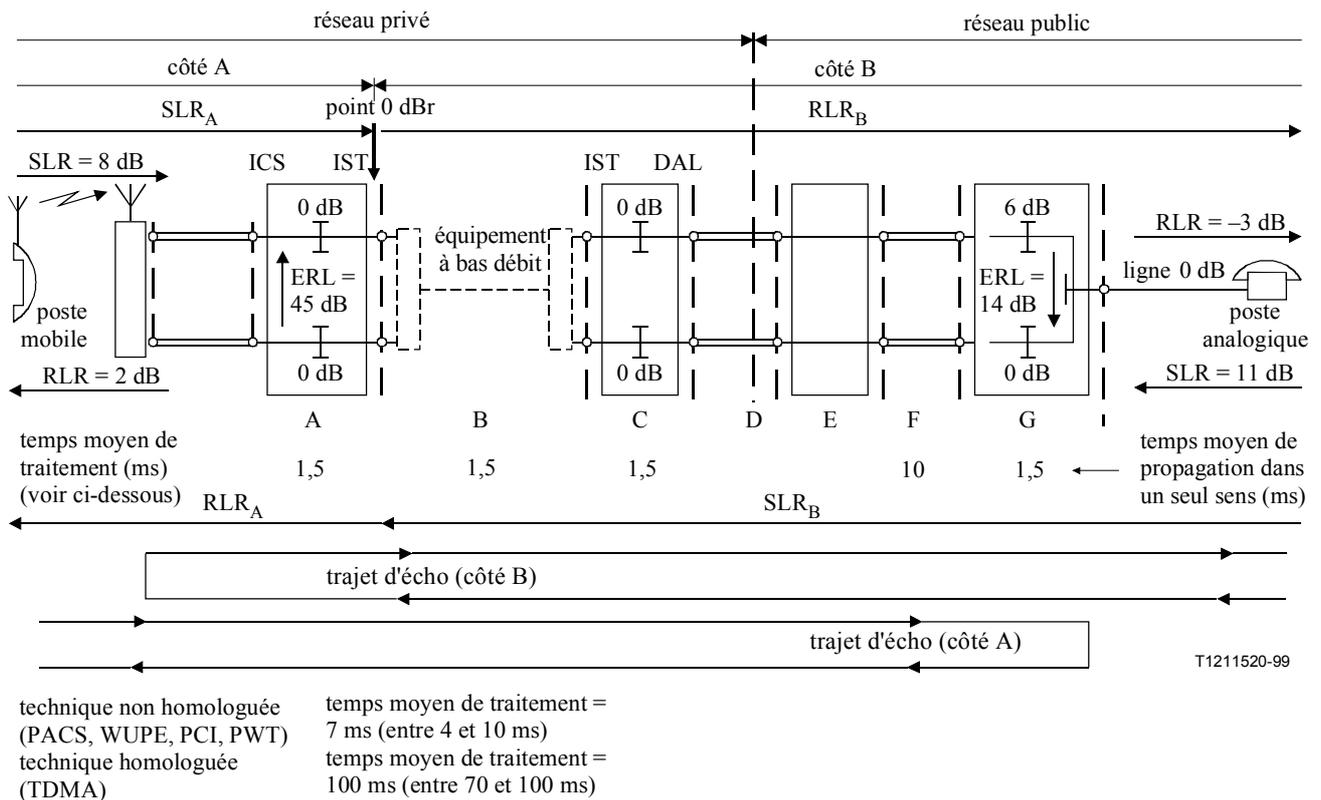


Figure B.15/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 2

B.2.6.1 Calculs préalables pour la configuration 2

B.2.6.1.1 Calcul des équivalents SLR, RLR et OLR

Côté A

	Poste → point 0 dB	point 0 dB → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR 2 dB
PBX A	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dB	SLR_A = 8 dB	RLR_A = 2 dB

Côté B

	Poste → point 0 dB	point 0 dB → Poste
Poste téléphonique	SLR 11 dB	RLR -3dB
DEO G	0 dB	6 dB
DEO E	0 dB	0 dB
PBX C	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dB	SLR_B = 11 dB	RLR_B = 3 dB

OLR

Auditeur du côté A	Auditeur du côté B
$SLR_B = 11 \text{ dB}$	$SLR_A = 8 \text{ dB}$
$RLR_A = 2 \text{ dB}$	$RLR_B = 3 \text{ dB}$
$OLR = 13 \text{ dB}$	$OLR = 11 \text{ dB}$

B.2.6.1.2 Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TEL_R)

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté A:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET A}} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET A}} \\ &= 8 + 14 + (0 + 0 + 6 + 0 + 0 + 0) + 2 \\ &= 30 \text{ dB} \end{aligned}$$

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté B:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET B}} + \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET B}} \\ &= 11 + 45 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 6) + (-3) \\ &= 59 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.6.1.3 Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)

$$\begin{aligned} \text{WEPL} &= \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des} \\ &\quad \text{affaiblissements nodaux} \\ &= 45 + 14 + (0 + 0 + 6 + 0 + 0 + 0) \\ &= 65 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.6.1.4 Valeurs des temps T, T_a et T_r

$$\begin{aligned} T(\text{ms}) &= \text{temps d'accès de la technique radioélectrique} + \text{temps du PBX} + \text{temps de} \\ &\quad \text{l'équipement à bas débit} + \text{temps du commutateur local numérique} + \text{temps du réseau} \\ &\quad + \text{temps du commutateur local numérique} \\ &= 7 \text{ (non homologué) ou } 100 \text{ (homologué)} + 1,5 + 1,5 + 10 + 1,5 \\ &= 23 \text{ ou } 116 \end{aligned}$$

$$T_a = T$$

$$T_r = 2 \times T$$

B.2.6.1.5 Nombre d'unités de distorsion de quantification

Ce paramètre représente les dégradations dues à la distorsion de quantification. Il est exprimé en nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu). Noter qu'une valeur de 1 est utilisée pour la conversion A/D-D/A. Les affaiblisseurs numériques ont une valeur qdu additionnelle de 0,7. Dans ce scénario, il existe simultanément 1 paire de conversion A/D-D/A et aucun affaiblisseur numérique si le côté A est l'auditeur (un seul affaiblisseur numérique si le côté B est l'auditeur).

Donc, $qdu_A = n \times 1 + m \times 0,7$
 $= 1 \times 1 + 0 \times 0,7$
 $= 1,0$

$qdu_B = n \times 1 + m \times 0,7$
 $= 1 \times 1 + 1 \times 0,7$
 $= 1,7$

où n est le nombre de paires de conversion A/D-D/A
 m est le nombre d'affaiblisseurs numériques.

B.2.6.1.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Le codec utilisé pour la technique radioélectrique a une réelle influence sur la qualité de transmission téléphonique. Pour les deux types de technique analysés, les valeurs du Tableau 2a ont été utilisées. Le facteur de dégradation totale due à l'équipement, I_e , est la somme de tous les facteurs de dégradation due à l'équipement mis en jeu:

$I_e =$ valeur I_e pour codec utilisé en technique radioélectrique + valeur I_e pour équipement de réseau à bas débit (LBR)
 $= 7$ (non homologué) ou 10 (homologué) + 0 (0 LBR) ou 7 (1 LBR)
 $= 7$ ou 14 (non homologué) ou
 $= 10$ ou 17 (homologué)

B.2.6.2 Tableaux récapitulatifs des paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour la configuration 2 sont résumés dans les Tableaux B.4a et B.4b; tous les autres paramètres conservent leur valeur par défaut conformément au Tableau 6.

Tableau B.4a/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E pour la configuration 2 perçue du côté A

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _B)	11	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _A)	2	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	30	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	65	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7 ou 14 (équipement non homologué) 10 ou 17 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1	
Temps de propagation aller-retour	46 (équipement non homologué) 232 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	23 (équipement non homologué) 116 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	23 (équipement non homologué) 116 (équipement homologué)	ms

**Tableau B.4b/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E
pour la configuration 2 perçue du côté B**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _A)	8	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _B)	3	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	59	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	65	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I _e)	7 ou 14 (équipement non homologué) 10 ou 17 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	46 (équipement non homologué) 232 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	23 (équipement non homologué) 116 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	23 (équipement non homologué) 116 (équipement homologué)	ms

B.2.6.3 Résultats

B.2.6.3.1 Equipement non homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 7 ms (WUPE, PCI, PWT)

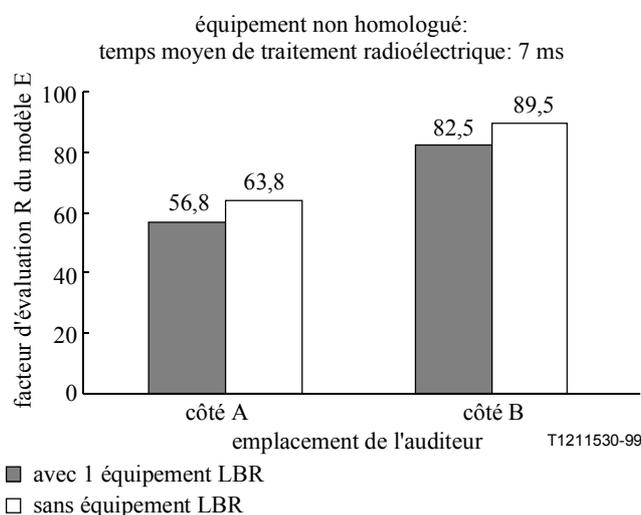


Figure B.15a/G.108 – Equipement non homologué: temps moyen de traitement: 7 ms

La Figure B.15a montre le niveau de qualité de transmission téléphonique lorsque l'auditeur est du côté A ou du côté B, selon le cas. Les deux histogrammes correspondent à la présence ou à l'absence de poste d'équipement à bas débit. L'on peut observer que la qualité de transmission téléphonique perçue du côté B est meilleure que du côté A. La raison de cette différence est que la valeur du facteur d'adaptation en réflexion (ERL) est beaucoup plus grande du côté A que du côté B (45 dB au lieu de 14 dB). Avec un plus grand facteur ERL, l'annulation d'écho est plus efficace et améliore d'autant la qualité de transmission téléphonique.

L'on peut également observer que l'équipement à bas débit dégrade la qualité de transmission téléphonique, ce qui peut créer une différence, en particulier lorsque l'annulation d'écho n'est pas exécutée efficacement (différences plus grandes du côté A que du côté B).

B.2.6.3.2 Equipement homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 100 ms (TDMA)

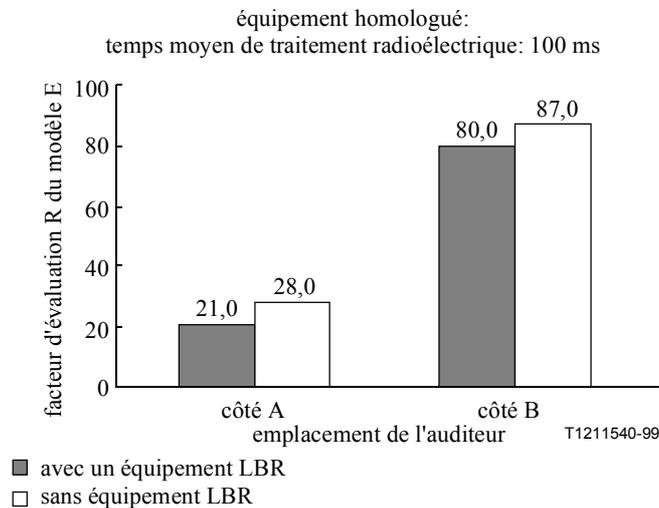


Figure B.15b/G.108 – Equipement homologué: temps moyen de traitement: 100 ms

La Figure B.15b présente la même observation pour l'équipement homologué. La seule différence est que les valeurs absolues, en termes de qualité, sont très inférieures à celles de l'équipement non homologué. La raison en est que la technique radioélectrique homologuée présente un temps de propagation beaucoup plus long (100 ms contre 7 ms en moyenne) et que le facteur de dégradation due au codec à bas débit associé est plus grand.

B.2.7 Configuration de référence 3a (poste analogique @ B)

Cette configuration représente une connexion de réseau privé dont une terminaison consiste en un poste téléphonique mobile et l'autre en un poste téléphonique analogique. Cette connexion est l'équivalent nord-américain de la configuration de référence 3 du B.1 avec poste téléphonique analogique du côté B.

Dans la configuration 3a, le poste mobile (radioélectrique) du côté A est connecté à l'autocommutateur privé numérique B par un accès de poste compatible RNIS (ICS). L'autocommutateur A est relié à l'autocommutateur de transit A par l'intermédiaire d'un accès de jonction avec services intégrés (IST). L'affaiblissement des autocommutateurs est de 0 dB dans chaque sens, conformément à la référence [40] pour les connexions ONS-IST. La ligne directe de jonction numérique, B, utilise un équipement de codage à bas débit. L'autocommutateur de transit C relie la ligne directe de jonction numérique (IST) à une autre ligne directe de jonction numérique (IST). Conformément au plan d'affaiblissement des PBX dans la référence [40], l'affaiblissement pour cette connexion d'autocommutateur est de 0 dB dans les deux sens. Cette ligne directe de jonction numérique est raccordée au PBX numérique de la terminaison D. Comme représenté sur la figure, les deux jonctions directes utilisent un équipement de codage à bas débit. L'analyse de cette connexion est faite pour ce cas ainsi que pour les cas où une seule ou aucune ligne directe de jonction n'utilise un tel équipement. L'autocommutateur D est relié à un poste téléphonique analogique par l'intermédiaire d'un accès ONS avec les affaiblissements décrits dans la configuration 1a.

configuration 3 a: poste mobile @ A; poste analogique @ B

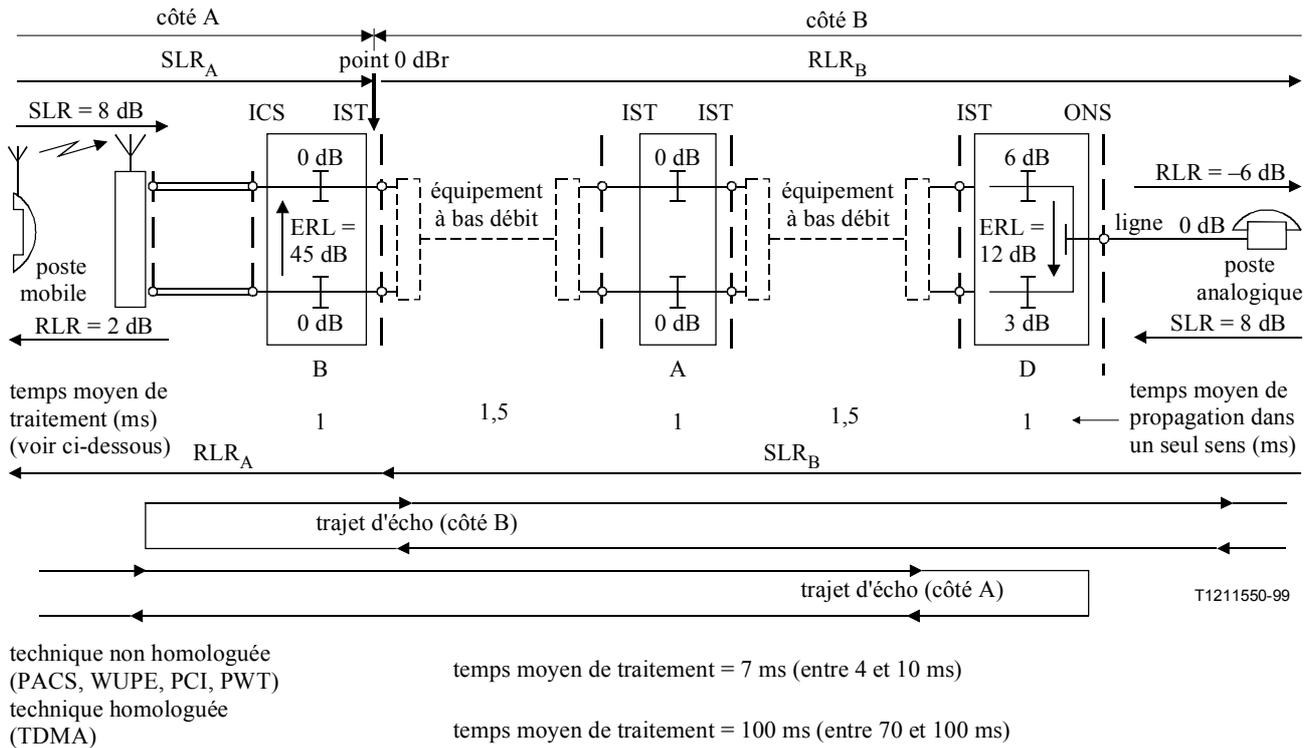


Figure B.16/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 3a

B.2.7.1 Calculs préalables pour la configuration 3a

B.2.7.1.1 Calcul des équivalents SLR, RLR et OLR

Côté A

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR 2 dB
PBX B	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_A = 8 dB	RLR_A = 2 dB

Côté B

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR -6dB
PBX D	3 dB	6 dB
PBX A	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_B = 11 dB	RLR_B = 0 dB

OLR

Auditeur du côté A	Auditeur du côté B
$SLR_B = 11 \text{ dB}$	$SLR_A = 8 \text{ dB}$
$RLR_A = 2 \text{ dB}$	$RLR_B = 0 \text{ dB}$
$OLR = 13 \text{ dB}$	$OLR = 8 \text{ dB}$

B.2.7.1.2 Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TEL_R)

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté A:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET A}} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET A}} \\ &= 8 + 12 + (0 + 0 + 6 + 3 + 0 + 0) + (2) \\ &= 31 \text{ dB} \end{aligned}$$

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté B:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{\text{SET B}} + \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{\text{SET B}} \\ &= 8 + 45 + (3 + 0 + 0 + 0 + 0 + 6) + (-6) \\ &= 56 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.7.1.3 Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)

$$\begin{aligned} \text{WEPL} &= \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des} \\ &\quad \text{affaiblissements nodaux} \\ &= 45 + 12 + (0 + 0 + 6 + 3 + 0 + 0) \\ &= 66 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.7.1.4 Valeurs des temps T, T_a et T_r

$$\begin{aligned} T(\text{ms}) &= \text{temps d'accès de la technique radioélectrique} + \Sigma \text{ temps des PBX/temps des} \\ &\quad \text{commutateurs locaux} + \Sigma \text{ temps de l'équipement à bas débit} \\ &= 7 \text{ (non homologué) ou } 100 \text{ (homologué)} + 3 \times 1 + 2 \times 1,5 \\ &= 13 \text{ ou } 106 \end{aligned}$$

$$T_a = T$$

$$T_r = 2 \times T$$

B.2.7.1.5 Nombre d'unités de distorsion de quantification

Ce paramètre représente les dégradations dues à la distorsion de quantification. Il est exprimé en nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu). Noter qu'une valeur de 1 est utilisée pour la conversion A/D-D/A. Les affaiblisseurs numériques ont une valeur qdu additionnelle de 0,7. Dans ce scénario, il existe simultanément 1 paire de conversion A/D-D/A et un affaiblisseur numérique pour l'analyse d'un côté ou de l'autre.

$$\begin{aligned} \text{Donc, } qdu &= n \times 1 + m \times 0,7 \\ &= 1 \times 1 + 1 \times 0,7 \\ &= 1,7 \end{aligned}$$

où n est le nombre de paires de conversion A/D-D/A
 m est le nombre d'affaiblisseurs numériques.

B.2.7.1.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Le codec utilisé pour la technique radioélectrique a une réelle influence sur la qualité de transmission téléphonique. Pour les deux types de technique analysés, les valeurs du Tableau 2a ont été utilisées. Le facteur de dégradation totale due à l'équipement, I_e , est la somme de tous les facteurs de dégradation due à l'équipement mis en jeu:

- I_e = valeur I_e pour codec utilisé en technique radioélectrique + valeur I_e pour équipement de réseau à bas débit (LBR)
- = 7 (non homologué) ou 10 (homologué) + 0 (0 LBR) ou 7 (1 LBR) ou 14 (2 LBR)
- = 7 ou 14 ou 21 (non homologué) ou
- = 10 ou 17 ou 24 (homologué)

B.2.7.2 Tableaux récapitulatifs des paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour la configuration 3a (poste analogique @ B) sont résumés dans les Tableaux B.5a et B.5b; tous les autres paramètres conservent leur valeur par défaut conformément au Tableau 6.

Tableau B.5a/G108 – Paramètres d'entrée du modèle E pour la configuration 3a (poste analogique @ B) perçue du côté A

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _B)	11	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _A)	2	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	31	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	66	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7 ou 14 ou 21 (équipement non homologué), 10 ou 17 ou 24 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	26 (équipement non homologué) 212 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms

**Tableau B.5b/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E pour la configuration 3a
(poste analogique @ B) perçue du côté B**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _A)	8	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _B)	0	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	56	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	66	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I _e)	7 ou 14 ou 21 (équipement non homologué), 10 ou 17 ou 24 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	26 (équipement non homologué) 212 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms

B.2.7.3 Résultats

B.2.7.3.1 Equipement non homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 7 ms (WUPE, PCI, PWT)

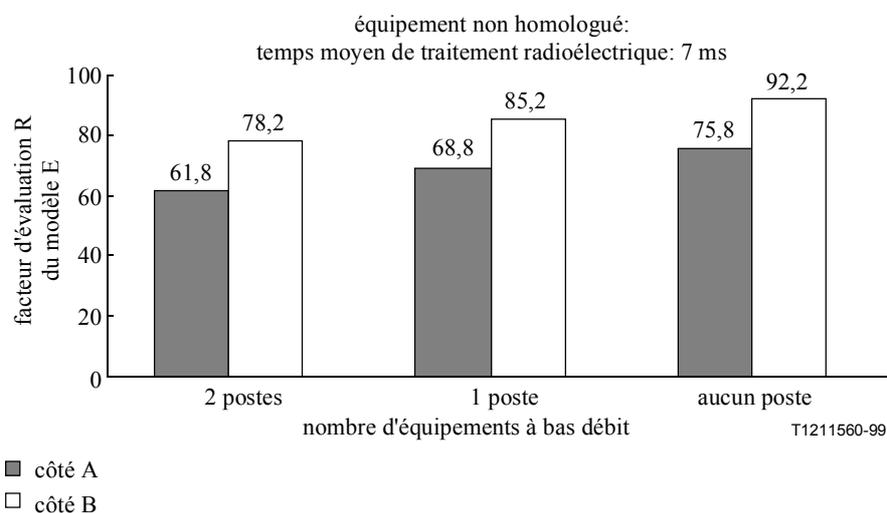


Figure B.16a/G.108 – Equipement non homologué: temps moyen de traitement: 7 ms

B.2.7.3.2 Équipement homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 100 ms (TDMA)

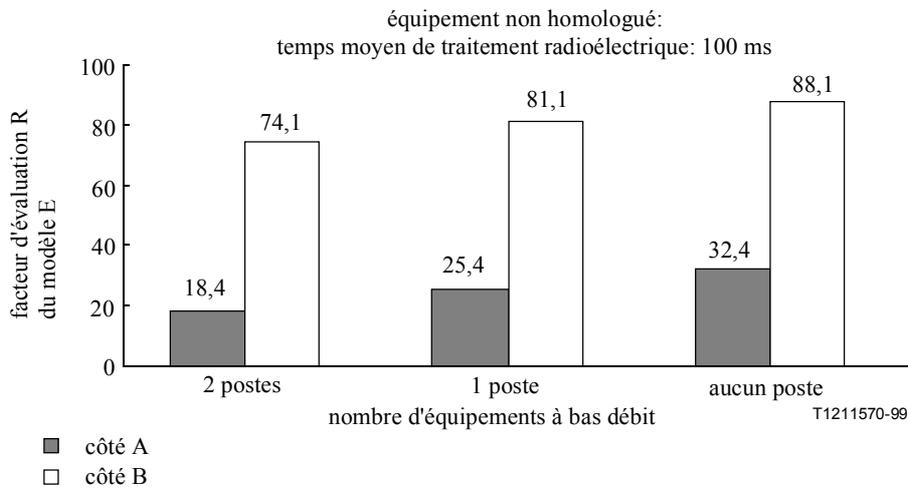


Figure B.16b/G.108 – Équipement homologué: temps moyen de traitement: 100 ms

Les résultats indiqués sur les Figures B.16a et B.16b indiquent que la qualité de transmission téléphonique perçue du côté B est nettement meilleure que celle du côté A. La valeur supérieure du facteur ERL du côté A assure une meilleure annulation de l'écho et donc une meilleure qualité de transmission téléphonique pour la terminaison opposée B.

Ici encore, plus d'équipement à bas débit est utilisé, moindre est la qualité de transmission téléphonique résultante. Cette observation vaut pour les techniques aussi bien homologuées que non homologuées.

B.2.8 Configuration de référence 3b (poste numérique @ côté B)

Cette configuration représente une connexion de réseau privé dont une terminaison consiste en un poste téléphonique mobile et l'autre en un poste téléphonique numérique. Cette connexion est l'équivalent nord-américain de la configuration de référence 3 du B.1 avec poste téléphonique numérique du côté B.

Dans la configuration 3b, le poste mobile (radioélectrique) du côté A est connecté à l'autocommutateur privé numérique B par un accès de poste compatible RNIS (ICS). L'autocommutateur A est relié à l'autocommutateur de transit A par l'intermédiaire d'un accès de jonction avec services intégrés (IST). L'affaiblissement des autocommutateurs est de 0 dB dans chaque sens, conformément à la référence [40] pour les connexions ONS-IST. L'autocommutateur de transit A relie la ligne directe de jonction numérique (IST) à une autre ligne directe de jonction numérique (IST). Conformément au plan d'affaiblissement des PBX [40], l'affaiblissement pour cette connexion d'autocommutateur est de 0 dB dans les deux sens. Cette ligne directe de jonction numérique est raccordée au PBX numérique de la terminaison D. Comme représenté sur la figure, les deux jonctions directes utilisent un équipement de codage à bas débit. L'analyse de cette connexion est faite pour ce cas ainsi que pour les cas où une seule ou aucune ligne directe de jonction n'utilise un tel équipement. L'autocommutateur D est relié à un poste téléphonique numérique par l'intermédiaire d'un accès ICS avec un affaiblissement de 0 dB dans chaque sens.

configuration 3b: poste mobile @ A; poste numérique @ B

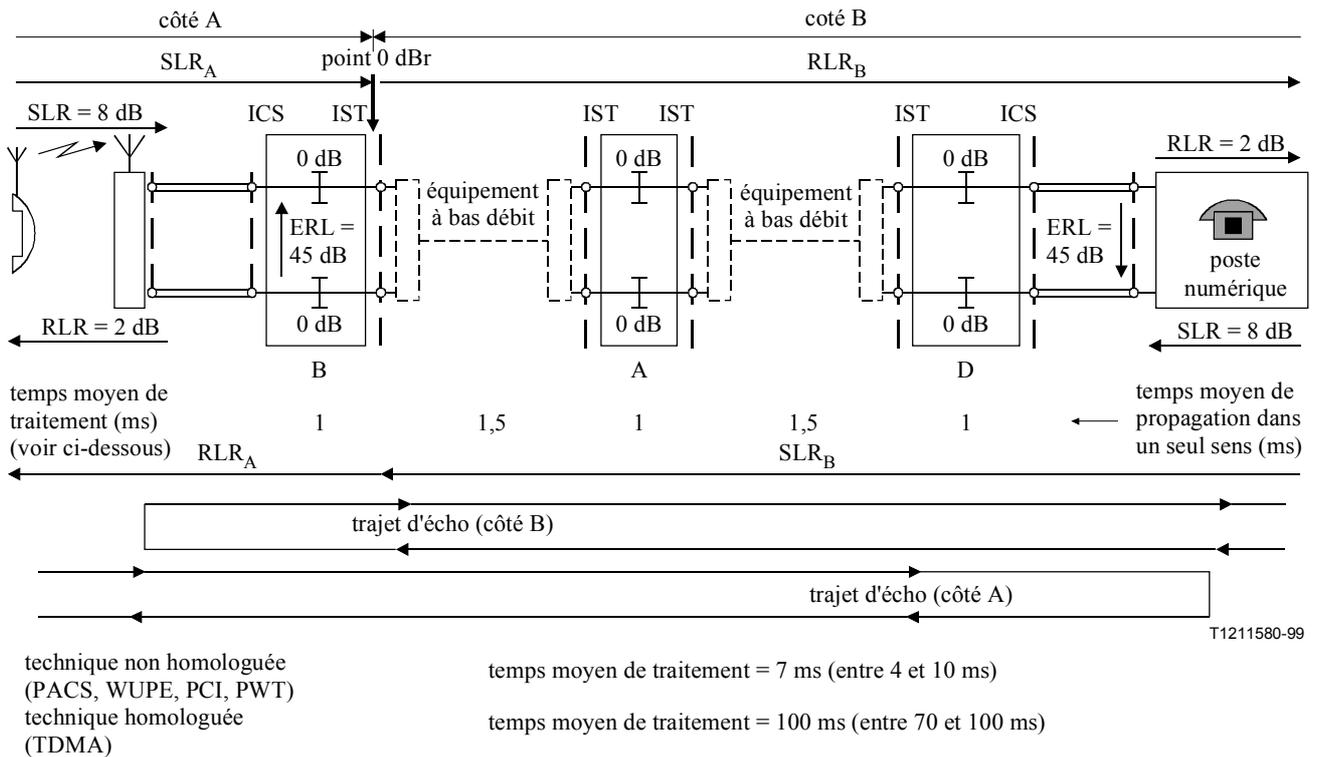


Figure B.17/G.108 – Base de calcul de la configuration de référence 3b

B.2.8.1 Calculs préalables pour la configuration 3b

B.2.8.1.1 Calcul des équivalents SLR, RLR et OLR

Côté A

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR 2 dB
PBX B	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_A = 8 dB	RLR_A = 2 dB

Côté B

	Poste → point 0 dBr	point 0 dBr → Poste
Poste téléphonique	SLR 8 dB	RLR 2 dB
PBX D	0 dB	0 dB
PBX A	0 dB	0 dB
Somme au point 0 dBr	SLR_B = 8 dB	RLR_B = 2 dB

OLR

Auditeur du côté A	Auditeur du côté B
$SLR_B = 8 \text{ dB}$	$SLR_A = 8 \text{ dB}$
$RLR_A = 2 \text{ dB}$	$RLR_B = 2 \text{ dB}$
$OLR = 10 \text{ dB}$	$OLR = 10 \text{ dB}$

B.2.8.1.2 Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur (TEL_R)

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté A:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{R_{SET A}} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} \\ &\quad + RLR_{SET A} \\ &= 8 + 45 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) + (2) \\ &= 55 \text{ dB} \end{aligned}$$

Analyse de l'équivalent TEL_R effectuée du côté B:

$$\begin{aligned} \text{TEL}_R &= SLR_{SET B} + \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{somme des affaiblissements nodaux} + \\ &\quad RLR_{SET B} \\ &= 8 + 45 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) + (2) \\ &= 55 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.8.1.3 Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho (WEPL)

$$\begin{aligned} \text{WEPL} &= \text{affaiblissement d'adaptation (A)} + \text{affaiblissement d'adaptation (B)} + \text{somme des} \\ &\quad \text{affaiblissements nodaux} \\ &= 45 + 45 + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) \\ &= 90 \text{ dB} \end{aligned}$$

B.2.8.1.4 Valeurs des temps T, T_a et T_r

$$\begin{aligned} T(\text{ms}) &= \text{temps d'accès de la technique radioélectrique} + \Sigma \text{ temps des PBX/temps des} \\ &\quad \text{commutateurs locaux} + \Sigma \text{ temps de l'équipement à bas débit} \\ &= 7 \text{ (non homologué) ou } 100 \text{ (homologué)} + 3 \times 1 + 2 \times 1,5 \\ &= 13 \text{ ou } 106 \end{aligned}$$

$$T_a = T$$

$$T_r = 2 \times T$$

B.2.8.1.5 Nombre d'unités de distorsion de quantification

Ce paramètre représente les dégradations dues à la distorsion de quantification. Il est exprimé en nombre d'unités de distorsion de quantification (qdu). Noter qu'une valeur de 1 est utilisée pour la conversion A/D-D/A. Les affaiblisseurs numériques ont une valeur qdu additionnelle de 0,7. Dans ce scénario, il existe simultanément 1 paire de conversion A/D-D/A et aucun affaiblisseur numérique pour l'analyse de chaque côté.

$$\begin{aligned} \text{Donc, } qdu &= n \times 1 + m \times 0,7 \\ &= 1 \times 1 + 1 \times 0,7 \\ &= 1,7 \end{aligned}$$

où n est le nombre de paires de conversion A/D-D/A

m est le nombre d'affaiblisseurs numériques.

B.2.8.1.6 Facteur de dégradation due à l'équipement

Le codec utilisé pour la technique radioélectrique a une réelle influence sur la qualité de transmission téléphonique. Pour les deux types de technique analysés, les valeurs du Tableau 2a ont été utilisées. Le facteur de dégradation totale due à l'équipement, I_e , est la somme de tous les facteurs de dégradation due à l'équipement mis en jeu:

I_e = valeur I_e pour codec utilisé en technique radioélectrique + valeur I_e pour équipement de réseau à bas débit (LBR)

= 7 (non homologué) ou 10 (homologué) + 0 (0 LBR) ou 7 (1 LBR) ou 14 (2 LBR)

= 7 ou 14 ou 21 (non homologué) ou

= 10 ou 17 ou 24 (homologué)

B.2.8.2 Tableaux récapitulatifs des paramètres d'entrée

Les paramètres d'entrée pour la configuration 3b (poste numérique @ B) sont résumés dans les Tableaux B.6a et B.6b; tous les autres paramètres conservent leur valeur par défaut conformément au Tableau 6.

Tableau B.6a/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E pour la configuration 3b (poste numérique @ B) perçue du côté A

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _B)	8	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _A)	2	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	55	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	90	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I_e)	7 ou 14 ou 21 (équipement non homologué) 10 ou 17 ou 24 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	26 (équipement non homologué) 212 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms

**Tableau B.6b/G.108 – Paramètres d'entrée du modèle E pour la configuration 3b
(poste numérique @ B) perçue du côté B**

Paramètres d'entrée	Valeurs	Unité
Equivalent pour la sonie à l'émission (SLR _A)	8	dB
Equivalent pour la sonie à la réception (RLR _B)	2	dB
Equivalent pour la sonie du trajet d'écho pour le locuteur	55	dB
Affaiblissement pondéré du trajet des courants d'écho	90	dB
Facteur de dégradation due à l'équipement (I _e)	7 ou 14 ou 21 (équipement non homologué) 10 ou 17 ou 24 (équipement homologué)	
Facteur d'avantage (A)	5 (équipement non homologué) 10 (équipement homologué)	
Unité de distorsion de quantification	1,7	
Temps de propagation aller-retour	26 (équipement non homologué) 212 (équipement homologué)	ms
Temps moyen dans un seul sens	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms
Temps de propagation absolu	13 (équipement non homologué) 106 (équipement homologué)	ms

B.2.8.3 Résultats

B.2.8.3.1 Equipement non homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 7 ms (WUPE, PCI, PWT)

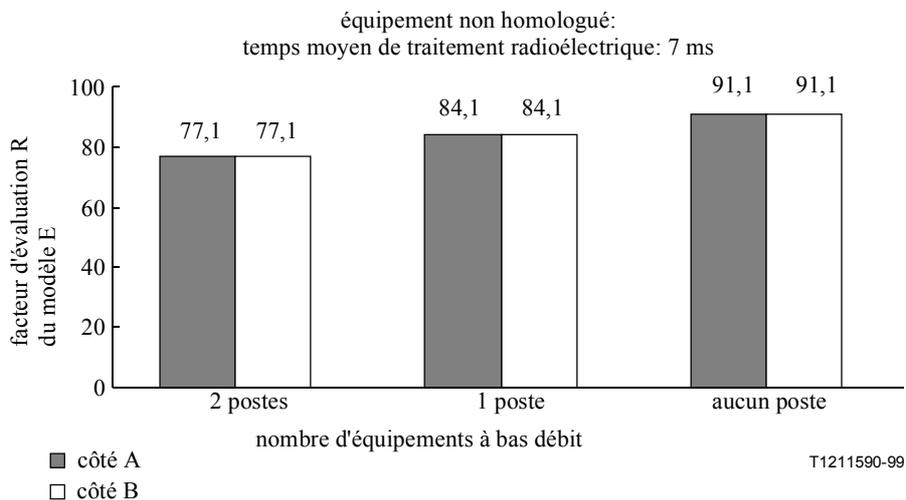


Figure B.17a/G.108 – Equipement non homologué: temps moyen de traitement: 7 ms

B.2.8.3.2 Equipement homologué: temps moyen de traitement radioélectrique: 100 ms (TDMA)

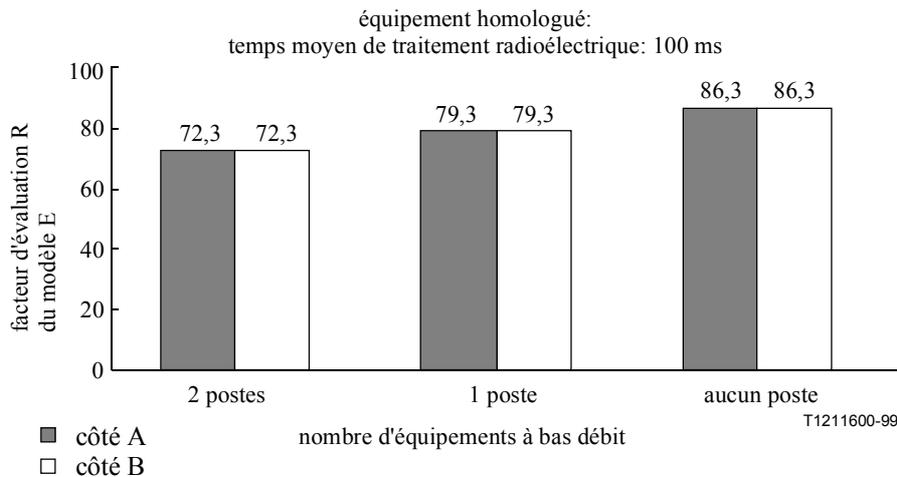


Figure B.17b/G.108 – Equipement homologué: temps moyen de traitement: 100 ms

Comme indiqué sur la Figure B.17a, la qualité de transmission téléphonique perçue du côté A comme du côté B a la même valeur (45 dB) que le facteur ERL de chacune de ces extrémités, ce qui donne une qualité de transmission téléphonique de niveau correspondant à la catégorie satisfaisante. La même observation vaut pour la technique homologuée de la Figure B.17b. La seule différence est la valeur inférieure, en terme absolu, pour la technique homologuée en raison de son temps de propagation plus long et de son facteur de dégradation plus élevé.

B.3 Exemple de planification pour les scénarios fondés sur la transmission IP

Le Tableau B.7 montre des échantillons de calcul selon le modèle E pour plusieurs scénarios de téléphonie IP. Une connexion "exempte de dégradation" présentant un temps de propagation moyen dans un seul sens de 50 ms est incluse comme référence. Une telle connexion correspond à l'attribution de temps de propagation à un segment national selon la définition de la Recommandation G.114 [6].

Les seuls paramètres du modèle E qui ont été modifiés sont le facteur de dégradation due au codec et le temps de propagation. Tous les autres paramètres ont les valeurs par défaut indiquées dans le Tableau 6. Plus précisément, les effets des erreurs de canal, de perte de paquet et de variabilité du temps de propagation ne sont pas inclus.

Les facteurs de dégradation due à l'équipement sont repris de l'actuel Appendice I/G.113 [5].

Le temps de propagation moyen dans un seul sens d'un système de téléphonie IP donné est déterminé par le temps du réseau et par le nombre de trames codées qui sont incluses dans chaque paquet IP (voir 7.3.2.3). Un paquet perdu se traduira par une mutilation téléphonique. Afin de conserver une bonne qualité de transmission téléphonique de bout en bout, les signaux vocaux contenus dans les trames codées doivent avoir une durée inférieure à 64 ms par paquet IP (voir 7.5 sur la mutilation (syllabique) temporelle dans la Recommandation G.177 [13]). Au plus, deux trames de type G.723.1 ou six trames de type G.729A seront donc assemblées dans un paquet. Dans le Tableau B.7, la colonne intitulée "Temps des paquets" indique le temps nécessaire pour assembler un paquet y compris le processus de codage et de décodage. Ce temps se calcule comme suit:

$$T_F(N+1) + T_L$$

où T_F est la longueur de trame pour le codec, N le nombre de trames dans un paquet et T_L le temps de préanalyse pour le codec. Pour les codecs de type G.723.1 (aux deux débits), la longueur de trame est de 30 ms et la durée de préanalyse de 7,5 ms. Pour les codecs de type G.729A, la longueur de trame est de 10 ms et la durée de préanalyse est de 5 ms.

Tableau B.7/G.108 – Exemple de calculs du modèle E pour la téléphonie IP

Codec	Facteur de dégradation due à l'équipement I_e	Nombre de trames/paquet	Temps des paquets (ms)	Temps du réseau (ms)	Temps moyen dans un seul sens de bout en bout (ms)	Facteur d'évaluation du modèle E R
G.711 (RTPC)	0	N/A	N/A	50	50	92,7
G.723.1 (5.3)	19	1	67,5	50	117,5	72,3
G.723.1 (5.3)	19	2	97,5	50	147,5	71,6
G.723.1 (6.3)	15	1	67,5	50	117,5	76,3
G.723.1 (6.3)	15	2	97,5	50	147,5	75,6
G.729A	11	1	25	50	75	81,1
G.729A	11	2	35	50	85	80,9
G.729A	11	3	45	50	95	80,7
G.729A	11	4	55	50	105	80,5
G.729A	11	5	65	50	115	80,3
G.729A	11	6	75	50	125	80,1

NOTE – Les facteurs de dégradation due à l'équipement (I_e) pour codages Recommandations G.723.1 et G.729A s'appliquent au codec avec activation de la détection d'activité vocale. Pour les détails des valeurs de temps de propagation, voir le texte.

Le Tableau B.8 montre des valeurs du facteur R pour certaines combinaisons du facteur I_e et du temps moyen de propagation dans un seul sens. Noter que les différentes couleurs se rapportent aux différentes catégories de qualité de transmission téléphonique, définies dans le Tableau 1.

Tableau B.8/G.108 – Equivalents R du modèle E pour combinaisons indiquées du facteur Ie et du temps moyen de propagation dans un seul sens de bout en bout

Ie=	0	5	7	10	15	19	19	20	26
	G.711	GSM-EFR	G.726 @32	G.729	G.723.1 @6.3	G.729A +VAD & aff. 2%	G.723.1 @5.3	GSM-FR	G.729A +VAD & aff. 4%
ms			G.728 @16				G.723.1@ 6.3+VAD & aff. 1%	IS-54	
~0	94		87						
50	93		86	83		74			67
100	92	87	85	82	77	73	73	72	66
150	90	85	83	80	75	71	71	70	64
200	87	82	80	77	72	68	68	67	61
250	80	75	73	70	65	61	61	60	54
300	74	69	67	64	59	55	55	54	48
350	68	63	61	58	53	49	49	48	42
400	63	58	56	53	48	44	44	43	37
450	59	54	52	49	44	40	40	39	33

NOTE 1 – Dans ce tableau, les valeurs du facteur R ont été calculées au moyen des valeurs indiquées pour des paramètres Ie et T ($T=T_a=Tr/2$) ainsi qu'avec les valeurs par défaut extraites du Tableau 6 pour tous les autres paramètres.

NOTE 2 – Sauf indication contraire, ces exemples n'incluent pas l'affaiblissement dû au mode paquet ni la détection d'activité vocale (VAD).

NOTE 3 – Les cellules noircies correspondent à des combinaisons de temps de propagation et de codec impossibles à réaliser.

ANNEXE C

Limitation de l'écho dans des applications spécifiques

Dans les réseaux traditionnels, l'insertion de limiteurs d'écho était surtout utiles pour les connexions internationales. Ces dispositifs étaient habituellement implantés dans des centres de commutation internationaux et étaient donc, le plus souvent, placés sous la responsabilité d'opérateurs de réseau public. L'usage croissant du routage numérique en association avec des équipements utilisant le codage à bas débit a modifié ces anciennes règles. Un retard de transmission additionnel peut donc apparaître en raison des temps de traitement dans des équipements spécifiques tels que des multiplexeurs, des circuits de détection d'activité vocale, des postes téléphoniques mobiles et sans cordon, ces équipements étant plus utilisés dans la hiérarchie inférieure des réseaux publics ou directement dans des réseaux privés.

Si des communications sont par exemple acheminées par des équipements de multiplexage ou aboutissent à des postes téléphoniques mobiles ou sans cordon spécifiques, le retard additionnel introduit dans une connexion peut atteindre une valeur tellement élevée que des limiteurs d'écho sont nécessaires même pour des communications nationales. Dans les communications internationales, le temps de propagation admissible sur le trajet d'écho d'un annuleur pourrait donc être dépassé. C'est pourquoi, dans la plupart des applications, ces multiplexeurs ou terminaux sont équipés de limiteurs d'écho "intégrés" afin de garantir une limitation d'écho suffisante pour chaque type de connexion.

Ces limiteurs d'écho intégrés doivent cependant être étudiés de près lors de la planification afin d'éviter tout dépassement du domaine de fonctionnement et toute insuffisance d'interfonctionnement avec d'autres limiteurs d'écho.

Les paragraphes suivants décrivent les différents aspects à examiner pour ces types de limiteurs d'écho intégrés faisant référence – à titre d'exemple – à un poste sans cordon conforme à la référence [50] et à la référence [53] avec insertion d'un accroissement d'environ 14 ms du temps moyen de propagation dans un seul sens.

C.1 Trajets d'écho effectifs

La partie fixe d'un poste téléphonique sans cordon (station de base) peut être connectée à un élément de commutation par un circuit analogique ou numérique à 2 fils (par exemple un autocommutateur privé dans un réseau privé). Si ce terminal du réseau privé est relié à un autre terminal via un réseau public, plusieurs trajets d'écho effectifs peuvent exister comme indiqué sur la Figure C.1, qu'il convient d'identifier et d'étudier au cours de la planification.

Les différents trajets d'écho de cette configuration sont décrits dans les sous-paragraphes suivants.

C.1.1 Trajet d'écho 1 – Locuteur au téléphone sans cordon

Ce trajet d'écho n'est effectif que si la partie fixe est connectée au PBX par un circuit analogique à 2 fils via un hybride. Celui-ci forme un trajet d'écho pour le locuteur au téléphone sans cordon avec un temps moyen de propagation dans un seul sens de 14 ms, valeur qui nécessite un limiteur d'écho.

C.1.2 Trajet d'écho 2 – Locuteur au téléphone sans cordon

Ce trajet d'écho via le réseau public est effectif si l'extrémité distante est bouclée par un convertisseur (hybride) 4 fils/2 fils. Aux fins de la planification actuelle, il convient cependant de supposer l'existence de cette situation. Ce trajet d'écho est indépendant du type d'accès de la partie fixe (circuit analogique ou numérique à 2 fils) et son temps moyen de propagation dans un seul sens, comprenant le temps du réseau public/privé, est donc plus élevé que dans le cas du trajet d'écho 1. Les deux trajets d'écho, 1 et 2, peuvent être simultanément effectifs pour le locuteur du téléphone sans cordon, chacun avec des valeurs différentes de temps moyen de propagation dans un seul sens et d'équivalent TELR. Il y a donc lieu que le téléphone sans cordon soit équipé de limiteurs d'écho capables de réduire les deux types d'écho.

C.1.3 Trajet d'écho 3 – Locuteur au téléphone sans cordon

Ce trajet d'écho via le couplage acoustique du téléphone distant est habituellement négligeable par rapport aux dégradations dues aux trajets d'écho 1 et 2. Bien que le temps moyen de propagation dans un seul sens puisse être supérieur à celui du trajet d'écho 2, par exemple si un téléphone sans cordon conforme à la norme DECT est utilisé des deux côtés, la dégradation résultante sera faible car on pourra s'attendre que l'équivalent TELR correspondant pour ce trajet d'écho sera supérieur à 44 dB.

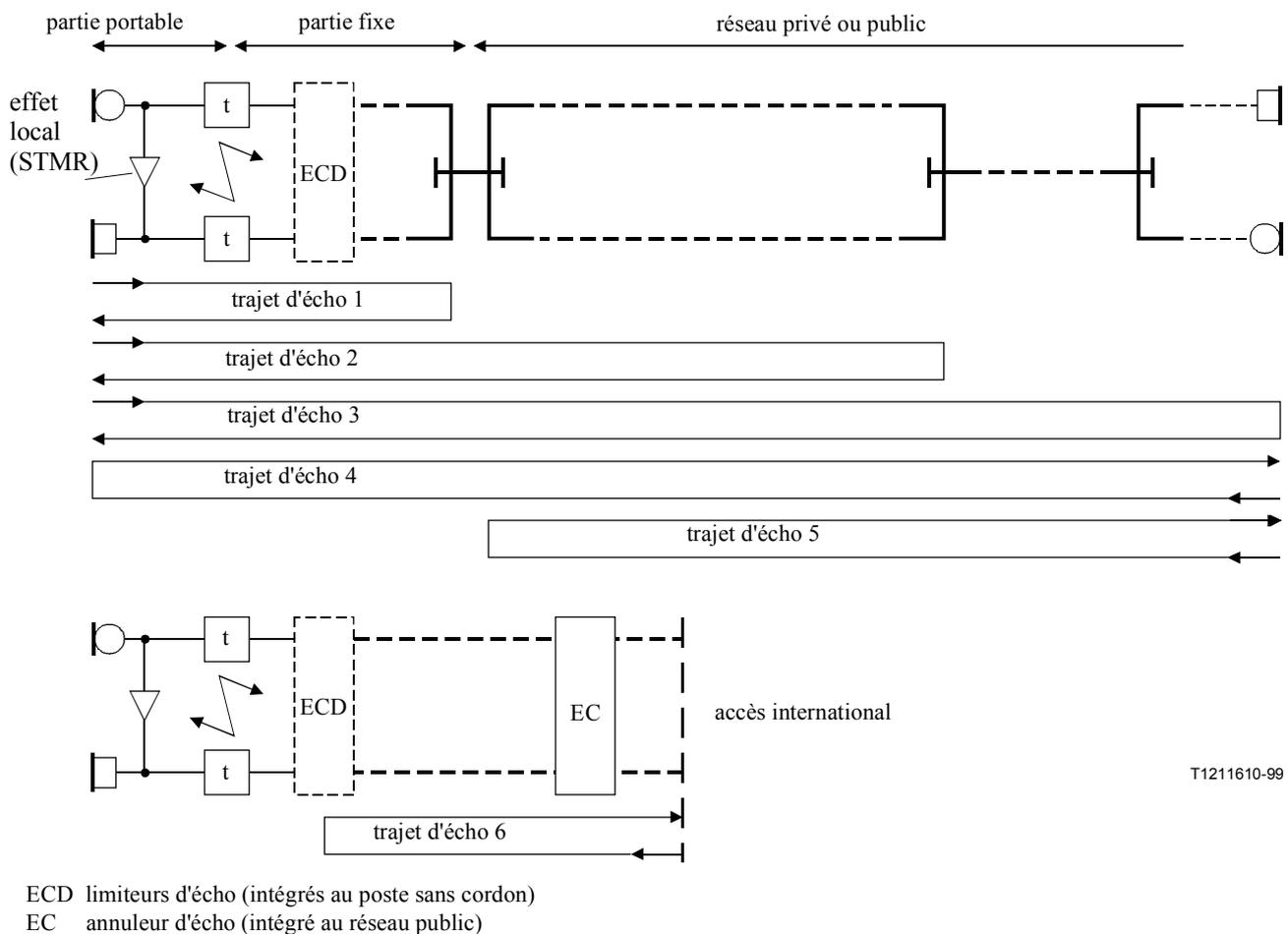


Figure C.1/G.108 – Trajets d'écho possibles pour un téléphone sans cordon

C.1.4 Trajet d'écho 4 – Locuteur du réseau public

Pour le trajet d'écho devenu effectif ici pour le locuteur situé du côté du réseau public, les mêmes considérations que pour le trajet d'écho 3 sont en principe applicables. Aux fins de la planification, la recherche nécessaire se limite à vérifier si l'équivalent TCLw indiqué par rapport à la partie fixe dépasse la valeur de 34 dB si le trajet dans le réseau d'écho est entièrement numérique.

C.1.5 Trajet d'écho 5 – Locuteur du réseau public

Ce trajet d'écho n'est mentionné ici que pour mémoire car les prescriptions relatives à un affaiblissement d'écho suffisant, par rapport à l'interface entre réseau public et réseau privé, sont en l'occurrence indépendantes du type et du temps moyen de propagation dans un seul sens de l'équipement terminal. Le trajet d'écho 5 apportera, dans des configurations normales, de plus grandes dégradations que le trajet d'écho 4 en raison de la valeur inférieure de l'affaiblissement d'écho (24 dB seulement).

C.1.6 Trajet d'écho 6 – Locuteur du réseau public dans une communication internationale

Bien qu'elle soit comparable au trajet d'écho 5, cette configuration doit être considérée à part parce que le fait que la communication soit internationale active automatiquement l'annuleur d'écho dans le centre de commutation internationale. Les caractéristiques de ces annuleurs d'écho, actuellement conçus selon les Recommandations G.165 [11] et G.168 [12], ne sont habituellement pas adaptées au retard additionnel et aux valeurs élevées de l'équivalent TCLw d'un poste téléphonique terminal sans cordon. Il convient donc de prendre des précautions pour garantir un fonctionnement correct de cet annuleur d'écho.

C.2 Fonctionnement des annuleurs d'écho et des limiteurs logiciels

Les principaux dispositifs intégrés dans un téléphone sans cordon conforme à la norme DECT pour la limitation de l'écho sur les différents trajets d'écho sont représentés en principe sur la Figure C.2. Pour la configuration indiquant une connexion analogique à 2 fils au réseau privé/public, il convient d'envisager les deux trajets d'écho, 1 et 2. L'accès analogique nécessite non seulement un hybride mais aussi un réglage des équivalents SLR et RLR du terminal sans cordon (y compris la partie fixe) en fonction des prescriptions nationales. La norme DECT spécifie généralement des valeurs d'équivalent SLR = 7 dB et RLR = 3 dB par rapport à un point de référence interne (point 0 dBr). Pour répondre aux prescriptions nationales à l'interface 2 fils de la partie fixe (dans cet exemple SLR = +3 dB, RLR = -8 dB), un gain de 4 dB dans le trajet d'émission et de 11 dB dans le trajet de réception est réglé dans l'hybride. En supposant une stratégie correcte en termes d'impédance (voir C.1.3), un affaiblissement moyen d'équilibrage du terminal de $a_{BRL} = 18$ dB peut être estimé. L'affaiblissement transhybride résultant, de $a_{TRH} = -3$ dB, est très faible et peut provoquer des dégradations notables. Pour supprimer ce "para-écho" dans le trajet 1, deux dispositifs sont insérés entre les interfaces dites "MICU" (MIC uniforme): l'annuleur d'écho (EC) et le supprimeur programmable (SS).

Le principe de l'annuleur d'écho est conforme à la description figurant dans les Recommandations G.165 [11] et G.168 [12], mais sans le processeur NLP et avec des exigences moins sévères. La norme correspondante ne prescrit qu'une amélioration de l'affaiblissement transhybride, appelée *amélioration d'affaiblissement d'écho*, supérieure à 6,5 dB, qui se traduit par un affaiblissement d'écho de -3 dB + 6,5 dB = 9,5 dB dans l'exemple de la Figure C.2. Par ailleurs, le temps sur le trajet d'écho pour cet annuleur n'est prescrit qu'à partir de 4 ms, car seul le circuit hybride va former le trajet d'écho.

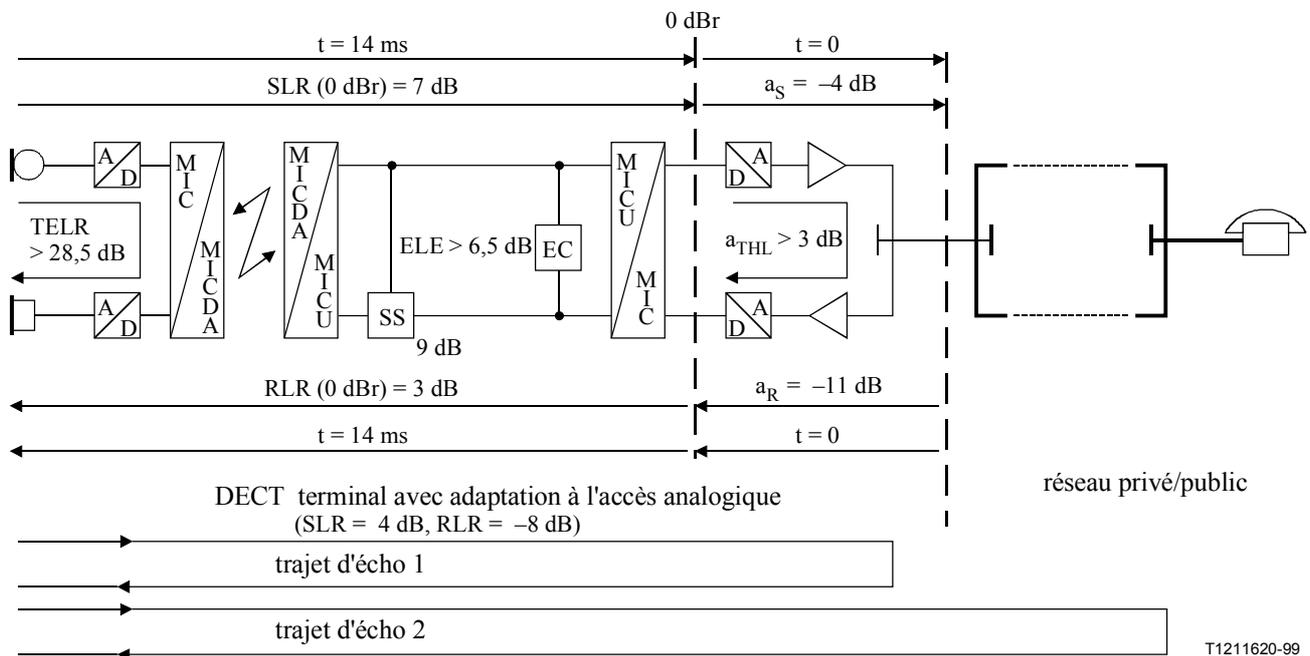


Figure C.2/G.108 – Limiteurs d'écho dans un téléphone sans cordon DECT

Pour augmenter l'affaiblissement d'écho de 9,5 dB seulement, on insère un dispositif additionnel: le supprimeur programmable (SS). Celui-ci est, dans son mode de fonctionnement, comparable à un supprimeur d'écho. Si le signal vocal du locuteur est détecté dans le trajet d'émission, un affaiblissement supplémentaire de 9 dB est activé dans le trajet de réception au cours de la

conversation, ce qui porte l'affaiblissement d'écho à 18,5 dB. Avec les équivalents SLR et RLR au point 0 dBr, l'équivalent TELR total est de 28,5 dB, ce qui est suffisant pour cet écho dans le trajet d'écho 1.

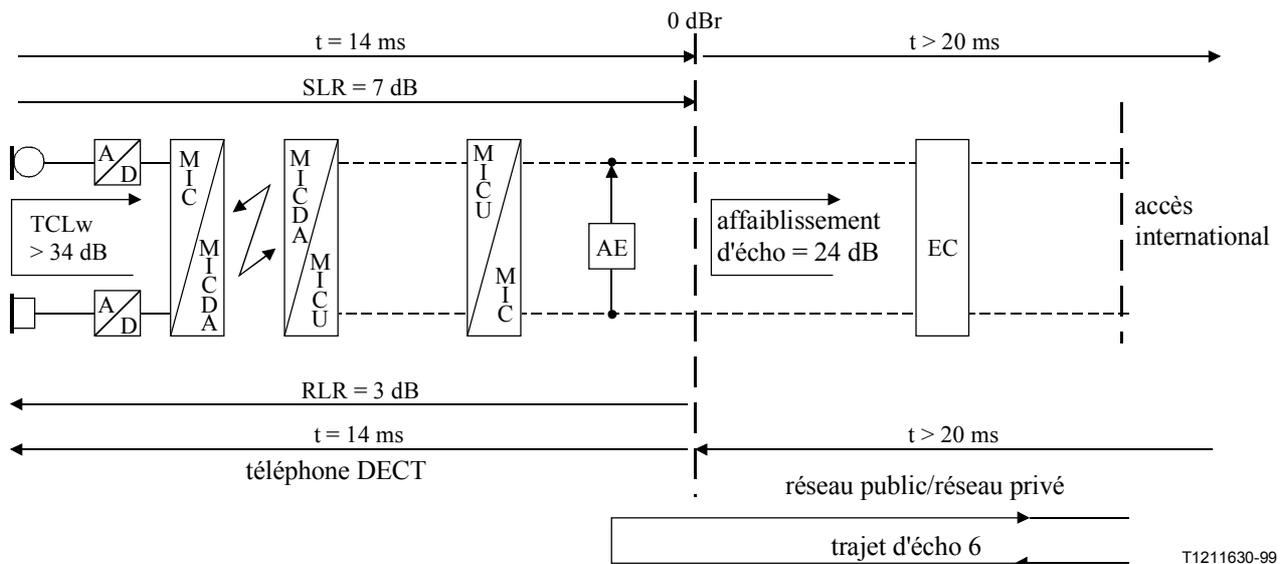
Pour le trajet d'écho 2, on suppose un affaiblissement d'écho de 24 dB avec un temps moyen de propagation dans un seul sens additionnel de 30 ms via le réseau public. L'annuleur d'écho (EC) n'est pas en mesure de compenser ce trajet d'écho à cause de la faible valeur de 4 ms pour le temps admissible sur le trajet d'écho. Dans ce cas, seul le supprimeur programmable (SS) va, en cours de conversation, augmenter l'affaiblissement d'écho de 24 dB à 33 dB, ce qui donne une valeur suffisamment élevée pour l'équivalent TELR: 41 dB.

C.3 Fourniture de limitation d'écho au locuteur du réseau public

Pour le locuteur distant, des dispositions doivent être prises par le réseau privé, sous réserve de planification, pour assurer une valeur suffisamment élevée de l'équivalent TELR. Les trajets d'écho effectifs pour ce locuteur sont les trajets 4, 5 et 6 comme représenté sur la Figure C.1. Si la connexion est bouclée dans le réseau privé par un hybride, la valeur de l'équivalent TELR est fixée à 24 dB au 7.7 et n'est pas examinée ici.

Pour un acheminement entièrement numérique dans le réseau privé et une terminaison par téléphone sans cordon, l'affaiblissement de l'écho est identique à l'équivalent TCLw de la partie mobile. Pour les téléphones sans cordon conformes à la norme DECT, il faut normalement un équivalent TCLw supérieur à 46 dB; mais une valeur de 34 dB est également autorisée à titre d'option. Pour le trajet d'écho de communications nationales (trajet d'écho 4 sur la Figure C.1), cette valeur assure une valeur suffisamment élevée de TELR = 44 dB (en supposant SLR = 7 dB et RLR = 3 dB pour la terminaison distante par rapport à l'interface entre réseaux public/privé).

Pour les connexions internationales avec annuleur d'écho activé dans le réseau public, cette valeur élevée de l'équivalent TELR, associée au temps moyen de propagation dans un seul sens additionnel de 14 ms, peut provoquer un fonctionnement incorrect de cet annuleur d'écho. Si la partie mobile n'apporte que l'équivalent TCLw facultatif de 34 dB, il convient donc d'insérer un affaiblissement d'écho artificiel (AE) du côté réseau de la partie fixe. Cette configuration est représentée sur la Figure C.3.



T1211630-99

Figure C.3/G.108 – Equivalent TCLw et affaiblissement d'écho artificiel

La fonction de cet affaiblissement artificiel de l'écho (AE) (affaiblissement directionnel de l'entrée numérique vers la sortie numérique) est de créer un trajet d'écho "virtuel" avec un affaiblissement d'écho "dans la bande" de 24 dB en excluant le retard supplémentaire de 14 ms dû au téléphone sans cordon. Les niveaux résiduels de l'écho via l'équivalent TCLw et y compris ce retard supplémentaire sont supprimés par le processeur NLP de l'annuleur d'écho intégré dans le réseau public, car ces niveaux résiduels d'écho sont alors bien inférieurs au seuil du processeur NLP.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numeriques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numerique à integration de services
Série J	Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des reseaux: systemes 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 reseaux 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 reseau téléphonique
Série X	Reseaux pour données et communication entre systemes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information
Série Z	Langages et aspects informatiques généraux des systemes de télécommunication

17914