



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**P.561**

(07/2002)

SÉRIE P: QUALITÉ DE TRANSMISSION  
TÉLÉPHONIQUE, INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES  
ET RÉSEAUX LOCAUX

Appareils de mesures objectives

---

**Dispositif de mesure en service et sans  
intrusion – Mesures pour les services vocaux**

Recommandation UIT-T P.561

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE P  
**QUALITÉ DE TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE, INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES ET RÉSEAUX  
LOCAUX**

Vocabulaire et effets des paramètres de transmission sur l'opinion des usagers	Série	P.10
Lignes et postes d'abonnés	Série	P.30 P.300
Normes de transmission	Série	P.40
<b>Appareils de mesures objectives</b>	<b>Série</b>	<b>P.50</b> <b>P.500</b>
Mesures électroacoustiques objectives	Série	P.60
Mesures de la sonie vocale	Série	P.70
Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité	Série	P.80 P.800
Qualité audiovisuelle dans les services multimédias	Série	P.900

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

## **Recommandation UIT-T P.561**

### **Dispositif de mesure en service et sans intrusion – Mesures pour les services vocaux**

#### **Résumé**

La présente Recommandation spécifie des appareils permettant de mesurer en cours de service et sans intrusion les paramètres de transmission en service vocal. Ces appareils de mesure en service sans intrusion (INMD, *in-service non-intrusive measurement device*) sont principalement utilisés pour le mesurage de paramètres de qualité vocale comme le niveau vocal (volume téléphonique), le niveau de bruit, l'affaiblissement d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho (retard d'extrémité) en conversation.

Les appareils INMD peuvent également servir à mesurer des paramètres associés aux systèmes de transmission numérique dans les réseaux en mode circuit comme en mode paquet, qui ont une incidence sur les voies d'acheminement des signaux de qualité téléphonique. La présente Recommandation spécifie l'interface, l'étendue de mesure et les prescriptions de précision pour le mesurage de paramètres de transmission en qualité téléphonique; elle décrit également les fonctions facultatives qui sont associées à ces paramètres.

#### **Source**

La Recommandation P.561 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 12 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 14 juillet 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

## 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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

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 2003

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		<b>Page</b>
1	Domaine d'application, objectif et application .....	1
	1.1 Domaine d'application .....	1
	1.2 Objectif .....	1
	1.3 Application .....	1
2	Références normatives .....	2
3	Abréviations et définitions .....	4
	3.1 Abréviations .....	4
	3.2 Définitions .....	5
4	Prescriptions pour les interfaces .....	6
	4.1 Interfaces électriques pour dispositifs INMD des classes A, B et C .....	7
	4.1.1 Interface numérique DS1 .....	7
	4.2 Interfaces de transport de données du réseau de gestion des télécommunications (RGT) .....	7
	4.3 Interfaces pour dispositifs INMD de classe D .....	7
	4.4 Reconstruction du signal pour les dispositifs INMD de classe D .....	7
	4.4.1 Le tampon de compensation de gigue .....	8
	4.4.2 Le décodeur de signaux vocaux .....	8
	4.4.3 La production de bruit de confort .....	8
	4.4.4 Le processus de masquage d'erreur .....	9
5	Prescriptions fonctionnelles .....	9
	5.1 Fonctions de mesure requises .....	9
	5.2 Fonctions facultatives .....	10
6	Description des fonctions de mesure requises .....	11
	6.1 Mesure du signal vocal .....	11
	6.1.1 Classification des signaux vocaux .....	11
	6.1.2 Mesure du niveau vocal actif .....	12
	6.1.3 Intervalle de mesure du niveau vocal .....	12
	6.1.4 Facteur d'activité vocale .....	12
	6.2 Mesure du bruit .....	12
	6.2.1 Niveau de bruit (pondération psophométrique) .....	12
	6.2.2 Intervalle de mesure du niveau de bruit .....	13
	6.2.3 Classification et mesure de bruits non stationnaires .....	13
	6.3 Mesure d'écho .....	13
	6.3.1 Mesures du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal .....	13
	6.3.2 Mesure de l'affaiblissement d'écho .....	14
	6.3.3 Mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho .....	14

	<b>Page</b>
6.3.4	Mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal ..... 14
6.4	Mesures de protocole IP ..... 14
6.4.1	Mesure de la variation du temps de paquet IP ..... 14
6.4.2	Mesure du taux de perte de paquets IP ..... 15
7	Description des fonctions facultatives ..... 15
7.1	Numéros d'adresse d'origine et de destination ..... 15
7.2	Identificateur d'installation ou de circuit ..... 16
7.3	Heure et durée d'une connexion ..... 16
7.4	Classification des signaux ..... 16
7.5	Identificateur de client ..... 16
7.6	Mesures des caractéristiques DS1 ..... 16
7.7	Niveau de bruit uniforme à 3 kHz ..... 16
7.8	Mesures de configuration de connexion ..... 17
7.9	Analyse des données et rapports ..... 17
7.10	Ecrêtage lors d'une saturation ..... 17
7.11	Intervalle de mesure ..... 17
7.12	Parole simultanée ..... 17
7.13	Mutilation de début ..... 17
7.14	Transmission unidirectionnelle ..... 17
7.15	Diaphonie ..... 18
7.16	Affaiblissement pour la stabilité ..... 18
7.17	Distorsion ..... 18
7.18	Qualité vocale locale ..... 18
7.19	Temps de propagation IP aller-retour ..... 18
7.20	Connexité IP dans un sens ..... 18
7.21	Paquets IP en désordre ..... 19
7.22	Structure de perte de paquets ..... 19
7.23	Type et configuration de vocodeur ..... 19
7.24	Quantité de données transmises dans les paquets IP ..... 19
7.25	Descripteurs d'arrivée de paquet ..... 19
8	Prescriptions en matière de qualité de mesure ..... 20
8.1	Description des différentes classes ..... 20
8.1.1	Classe A – Réseaux locaux en mode circuit (nationaux pour beaucoup de pays) ..... 20
8.1.2	Classe B – Réseaux en mode circuit à temps de propagation moyen ..... 21
8.1.3	Classe C – Réseaux en mode circuit à long temps de propagation ..... 21
8.1.4	Classe D – Réseaux en mode paquet ..... 22
8.2	Spécifications des mesures ..... 24
8.3	Prescriptions en matière de précision ..... 24

	<b>Page</b>
8.4	Description des circuits de référence..... 26
8.4.1	Circuit de référence n° 1 ..... 26
8.4.2	Circuit de référence n° 2..... 28
8.4.3	Circuit de référence n° 3 ..... 28
8.5	Mesures de référence ..... 28
8.5.1	Mesures analogiques/numériques..... 29
8.5.2	Niveau vocal de référence (RSL, <i>reference speech level</i> )..... 29
8.5.3	Niveau de bruit de référence (RNL, <i>reference noise level</i> )..... 29
8.5.4	Facteur d'activité vocale de référence (RSAF, <i>reference speech activity factor</i> ) ..... 29
8.5.5	Affaiblissement d'écho de référence (REL, <i>reference echo loss</i> )..... 29
8.5.6	Affaiblissement sur le trajet d'écho de référence (REPL, <i>reference echo path loss</i> ) ..... 30
8.5.7	Affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence (RSEPL, <i>reference speech echo path loss</i> ) ..... 30
8.5.8	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal de référence (RSEPD, <i>reference speech echo path delay</i> ) ..... 30
9	Conditions d'essai des dispositifs des classes A, B et C ..... 30
9.1	Objectif des essais ..... 31
9.2	Mesures multiples..... 31
9.3	Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe A..... 31
9.4	Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe B..... 32
9.4.1	Description des essais élémentaires..... 32
9.4.2	Configurations des circuits ..... 32
9.4.3	Configurations des circuits comportant des annuleurs d'écho..... 33
9.5	Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe C..... 35
9.5.1	Description des essais élémentaires..... 35
9.5.2	Configurations des circuits ..... 35
9.5.3	Configurations des circuits comportant des annuleurs d'écho..... 36
9.5.4	Configurations des circuits comportant des équipements DCME..... 37
Annexe A	– Echantillons de parole..... 38
A.1	Paramètres ..... 38
A.1.1	Sujets ..... 38
A.1.2	Conversations ..... 38
A.1.3	Langue ..... 38
A.1.4	Durée des conversations ..... 38
A.1.5	Facteur d'activité des conversations ..... 38
A.2	Connexion téléphonique..... 38
A.3	Enregistrements source..... 39
A.3.1	Environnement des enregistrements..... 39

	<b>Page</b>
A.3.2	Système d'enregistrement ..... 39
A.3.3	Procédure d'enregistrement ..... 39
A.3.4	Niveau vocal ..... 39
A.3.5	Sujets ..... 39
A.3.6	Thème de la conversation ..... 40
A.3.7	Signal d'étalonnage ..... 40
Appendice I – Présentation de techniques de mesure .....	40
I.1	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal ..... 40
I.1.1	Analyse par corrélation..... 40
I.1.2	Analyse par filtre adaptatif ..... 41
I.2	Vérification des mesures du temps de propagation ..... 42
I.3	Incapacité à déterminer le temps de propagation ..... 42
Appendice II – Dégradation de la qualité de transmission téléphonique à cause du bruit non stationnaire.....	43
II.1	Introduction ..... 43
II.2	Classification des bruits non stationnaires ..... 45
II.2.1	Base de données de bruits et analyse..... 45
II.3	Classification des bruits et algorithme de mesure (exemple)..... 47
II.3.1	Caractéristiques principales ..... 47
II.3.2	Algorithme de stationnarité ..... 47
II.3.3	Bruit stationnaire ..... 48
II.3.4	Bruit non stationnaire ..... 48
II.4	Mesure psophométrique ..... 48
II.5	Evaluation de qualité (exemple) ..... 48
II.5.1	Analyse des résultats ..... 49
II.6	Conclusion..... 50
Bibliographie.....	50

## **Recommandation UIT-T P.561**

### **Dispositif de mesure en service et sans intrusion – Mesures pour les services vocaux**

#### **1 Domaine d'application, objectif et application**

##### **1.1 Domaine d'application**

La présente Recommandation spécifie les dispositifs de mesure de transmission qui sont utilisables avec les services vocaux et qui fournissent des mesures en service et sans intrusion. Ces dispositifs de mesure en service sans intrusion (INMD) servent essentiellement pour les mesures de paramètres de qualité vocale comme le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal. Ils peuvent aussi servir à mesurer les paramètres associés aux systèmes de transmission numérique, dans les réseaux aussi bien en mode circuit qu'en mode paquet, qui influent sur les caractéristiques des voies d'information vocale qu'ils comportent. La présente Recommandation spécifie les interfaces, les intervalles de mesure et des prescriptions de précision pour les mesures des paramètres de qualité vocale en transmission ainsi que les descriptions des fonctions facultatives qui leur sont associées. Elle ne spécifie pas les algorithmes de mesure à utiliser, ni l'application de la mesure ainsi obtenue.

##### **1.2 Objectif**

Les dispositifs INMD de la présente Recommandation sont destinés à être utilisés en service (maintenance) afin de détecter les anomalies du réseau qui affectent la qualité de transmission des services vocaux.

##### **1.3 Application**

Les dispositifs INMD sont utilisés comme dispositifs autonomes ou comme parties d'éléments de réseau. Ils peuvent être installés autour de commutateurs ou de nœuds donnés dans les réseaux de télécommunication afin de mesurer les paramètres de type "en service" relatifs à la qualité des services vocaux, et afin de localiser et d'analyser les anomalies du réseau. L'analyse de ces anomalies s'effectue plus facilement quand les informations de connexion (le numéro des adresses appelante et appelée, la répartition des circuits utilisés, par exemple) sont connues conjointement avec les caractéristiques mesurées. L'enregistrement de telles informations ne viole pas la confidentialité puisque l'intelligibilité du signal vocal n'est pas pilotée. D'autres fonctions facultatives peuvent être ajoutées pour rendre ces dispositifs plus efficaces.

Les dispositifs INMD ne peuvent être utilisés qu'à un point de liaison à quatre fils. Afin d'étudier les conditions de fonctionnement sur la partie à deux fils d'une ligne d'abonné, ils doivent être connectés via un circuit à quatre fils à un élément de réseau (qui communique avec la ligne d'abonné sous essai); ainsi, pour isoler un problème sur cette ligne, certains moyens doivent être employés pour véhiculer les informations de connexion de l'élément de réseau vers les dispositifs INMD. Ces dispositifs mesurent les paramètres de transmission sur le trajet allant de l'équipement fourni au client au point d'accès de leur mesurage. De cette façon, ils peuvent détecter les anomalies de transmission sur la connexion établie, qui peuvent être causées par l'environnement du client, la ligne d'abonné, les commutateurs ou les circuits de jonction, y compris les anomalies aux interfaces entre ces éléments de réseau. Ces dispositifs sont en particulier capables d'observer des anomalies que les essais hors service traditionnels ne détectent pas. Des exemples d'anomalies difficiles à détecter sont:

- évanouissement intermittent;
- contre-réaction acoustique;

- bruit de salle;
- équipement défectueux chez le client;
- fuite électrique intermittente sur les circuits métalliques;
- bruit intermittent;
- violations de spécifications;
- anomalies du système de gain sur les paires;
- anomalies au niveau du commutateur numérique et de la limitation d'écho;
- problèmes d'écho à l'interface ligne-circuit de jonction;
- problèmes de limitation des niveaux de tonalités et d'annonces;
- problèmes au niveau de l'enregistreur (traducteur) du commutateur entraînant le non-respect des plans d'affaiblissement du réseau.

Quoique les dispositifs INMD soient capables de détecter de telles anomalies, il est à noter qu'ils ne peuvent pas séparer avec précision les signaux combinés comme le bruit de salle et le bruit de câble, ou la contre-réaction acoustique et un défaut d'adaptation du coupleur différentiel. De même, ils ne peuvent pas faire la différence entre un problème sur un circuit, sur un commutateur, à l'extrémité de la ligne d'abonné ou le terminal. Les anomalies du réseau qu'ils détectent, peuvent être attribuées plus tard à l'élément de réseau fautif, par les essais hors service appropriés ou par la surveillance des caractéristiques des installations. L'utilisation de techniques élaborées de traitement du signal, comme la reconnaissance des formes, peut aussi permettre aux dispositifs INMD de déterminer l'origine d'une anomalie, par exemple en reconnaissant des types particuliers de bruit.

Ces dispositifs sont efficaces en mode d'échantillonnage d'appel comme variante des essais individuels sur les éléments de réseau afin d'en détecter les anomalies. De cette façon, il n'est pas nécessaire de tenir à jour de grandes bases de données sur ces essais. Pour des détections après une période d'activité, ces dispositifs sont plus efficaces comme dispositifs portables pour détecter les problèmes intermittents. Il existe actuellement des dispositifs INMD autonomes d'accès aux installations et complets avec des interfaces hors norme d'accès à des logiciels de collecte et d'analyse de données; les fournisseurs de service les utilisent.

## 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. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T P.10 (1998), *Terminologie relative à la qualité de la transmission téléphonique et aux appareils téléphoniques.*
- [2] Recommandation UIT-T G.100 (2001), *Définitions utilisées dans les Recommandations sur les caractéristiques générales des connexions et des circuits téléphoniques internationaux.*
- [3] Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif.*
- [4] 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.*
- [5] Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques.*

- [6] Recommandation UIT-T G.772 (1993), *Points de contrôle protégés dans les systèmes de transmission numérique.*
- [7] Recommandation UIT-T M.3010 (2000), *Principes du réseau de gestion des télécommunications.*
- [8] Recommandation UIT-T G.763 (1998), *Equipements de multiplication de circuit numérique utilisant la modulation MICDA G.726 et la concentration numérique de la parole.*
- [9] Recommandation UIT-T G.223 (1988), *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.*
- [10] Recommandation UIT-T G.212 (1988), *Circuits fictifs de référence pour systèmes analogiques.*
- [11] ANSI/IEEE 743-1984, *Standards methods and equipment for measuring the transmission characteristics of analogue voice frequency circuits.*
- [12] Recommandation UIT-T G.131 (1996), *Réduction de l'écho pour le locuteur.*
- [13] Recommandation UIT-T P.48 (1988), *Spécification d'un système de référence intermédiaire.*
- [14] Recommandation UIT-T G.712 (2001), *Caractéristiques de qualité de transmission des canaux MIC.*
- [15] Recommandation UIT-T O.41 (1994), *Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique.*
- [16] Recommandation UIT-T G.165 (1993), *Annuleurs d'échos.*
- [17] Recommandation UIT-T G.711 (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales.*
- [18] Recommandation UIT-T G.191 (2000), *Outils logiciels pour la normalisation du codage des signaux vocaux et audiofréquences.*
- [19] Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission.*
- [20] UIT-T, *Manuel de téléphonométrie* (1993).
- [21] Recommandation UIT-T P.830 (1996), *Evaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande.*
- [22] Recommandation UIT-T P.310 (2000), *Caractéristiques de transmission pour téléphones numériques dans la bande téléphonique (300-3400 Hz).*
- [23] Recommandation UIT-T Y.1540 (2002), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performances en matière de transfert de paquets IP et de disponibilité.*
- [24] Recommandation UIT-T E.164 (1997), *Plan de numérotage des télécommunications publiques internationales.*

### 3 Abréviations et définitions

#### 3.1 Abréviations

Les abréviations appropriées de la Rec. UIT-T P.10 [1] s'appliquent.

ATM	mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
DCME	équipement de multiplexage de circuits numériques ( <i>digital circuit multiplexing equipment</i> )
DSI	concentration numérique de la parole ( <i>digital speech interpolation</i> )
DTMF	multifréquence à deux tons alités ( <i>dual-tone multi frequency</i> )
ENR(p)	rapport écho sur bruit (à pondération psophométrique) ( <i>echo to noise (psophometrically weighted) ratio</i> )
IETF	Groupe de travail d'ingénierie Internet ( <i>Internet engineering task force</i> )
INMD	dispositif de mesure en service sans intrusion ( <i>in-service non-intrusive measurement device</i> )
IP	protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
IRS	système de référence intermédiaire ( <i>intermediate reference system</i> )
LPC	codage prédictif linéaire ( <i>linear predictive coding</i> )
LSTR	affaiblissement d'effet local pour l'auditeur ( <i>listener sidetone rating</i> )
MF	multifréquence
MIC	modulation par impulsions et codage
MICDA	modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
MOS	note moyenne d'opinion ( <i>mean opinion score</i> )
NLP	traitement non linéaire ( <i>non linear processing</i> )
OLR	équivalent global pour la sonie ( <i>overall loudness rating</i> )
PLC	masquage de perte de paquets ( <i>packet loss concealment</i> )
REL	affaiblissement d'écho de référence ( <i>reference echo loss</i> )
REPL	affaiblissement sur le trajet d'écho de référence ( <i>reference echo path loss</i> )
RFC	demande de commentaires ( <i>request for comment</i> )
RGT	réseau de gestion des télécommunications
RLR	équivalent pour la sonie à la réception ( <i>receiving loudness rating</i> )
r.m.s.	écart quadratique moyen ( <i>root mean square</i> )
RNL	niveau de bruit de référence ( <i>reference noise level</i> )
RR	rapport de récepteur
RSAF	facteur d'activité vocale de référence ( <i>reference speech activity factor</i> )
RSEPD	temps de propagation sur le trajet d'écho vocal de référence ( <i>reference speech echo path delay</i> )
RSEPL	affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence ( <i>reference speech echo path loss</i> )
RSL	niveau vocal de référence ( <i>reference speech level</i> )
RTCP	protocole de commande de transfert en temps réel ( <i>real-time transfer control protocol</i> )
RTP	protocole de transfert en temps réel ( <i>real-time transfer protocol</i> )
SLR	équivalent pour la sonie à l'émission ( <i>sending loudness rating</i> )

SNR(p)	rapport signal sur bruit (pondéré psophométriquement) [ <i>active speech level to noise (psophometrically weighted) ratio</i> ]
SR	rapport d'expéditeur ( <i>sender report</i> )
STMR	affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage ( <i>sidetone masking rating</i> )
UDP	protocole datagramme d'utilisateur ( <i>user datagram protocol</i> )
VAD	détecteur d'activité vocale ( <i>voice activity detector</i> )
VoIP	téléphonie utilisant le protocole Internet ( <i>voice over Internet protocol</i> )

## 3.2 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.2.1 intervalle de parole simultanée:** intervalle durant lequel les deux interlocuteurs parlent simultanément.

Au point de surveillance du dispositif INMD, cet intervalle différera de celui de la parole simultanée mesuré aux deux extrémités à cause du temps de propagation entre les extrémités et l'équipement de mesure.

**3.2.2 écho:** l'écho est défini dans la Rec. UIT-T G.100 [2] comme un signal brouilleur transmis avec un décalage et insuffisamment affaibli tel que, en téléphonie, par exemple, il est perçu comme distinct du signal utile (c'est-à-dire du signal transmis directement).

**3.2.3 affaiblissement d'écho:** l'affaiblissement d'écho (Rec. UIT-T G.122 [4]) s'obtient à partir de l'intégrale de la fonction de transfert de puissance pondérée par une pente négative de 3 dB/octave entre 300 et 3400 Hz. Son calcul sera indépendant du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal. Il a été montré que, pour une connexion donnée, la note d'affaiblissement d'écho concorde mieux avec l'opinion subjective qu'un affaiblissement non pondéré sur le trajet d'écho.

Pour une réponse fréquentielle plate du trajet d'écho, l'affaiblissement d'écho est égal à l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal ainsi qu'à celui sur le trajet d'écho.

**3.2.4 trajet d'écho:** trajet électrique aller retour allant du point de mesure du signal vocal incident au point où le signal vocal réfléchi et corrélé est mesuré.

**3.2.5 affaiblissement sur le trajet d'écho:** le trajet d'écho a une réponse impulsionnelle unique. L'affaiblissement associé à ce trajet est égal à l'intégrale (en fréquence) de cette réponse. Il ne dépend pas du locuteur.

**3.2.6 sens de transmission de l'extrémité distante à l'extrémité proche (FN, *far-to-near*):** sens de transmission clairement spécifié allant de l'extrémité du circuit étiquetée distante (D) à l'extrémité étiquetée proche (P).

**3.2.7 temps de maintien:** durée spécifique commençant à la fin d'une rafale vocale et finissant au début des mesures de bruit si aucune nouvelle rafale n'arrive pendant ce temps-là.

**3.2.8 signal vocal incident:** signal vocal émis par le locuteur.

**3.2.9 sens de transmission de l'extrémité proche à l'extrémité distante (NF, *near-to-far*):** sens de transmission clairement spécifié allant de l'extrémité du circuit étiquetée proche (P) à celle étiquetée distante (D).

**3.2.10 niveau de bruit:** puissance électrique (en dBmp) causée par des signaux parasites.

Ces signaux, c'est-à-dire les bruits, peuvent être produits de façon interne au circuit ou peuvent être le résultat de brouillages provenant de sources externes. Ces sources peuvent être classées comme bruit ambiant, de circuit ou impulsionnel. Les mesures de niveau de bruit ne s'appliqueront qu'au bruit stationnaire durant les silences.

Les mesures de bruits impulsionnels nécessitent un complément d'étude.

**3.2.11 signal vocal réfléchi:** signal vocal dont le sens de transmission et le niveau ont été altérés par les discontinuités du réseau: conversions quatre fils-deux fils, par exemple.

Cette définition est conforme à celle de l'écho pour le locuteur mais elle inclut tout signal vocal réfléchi qui n'est pas classé comme écho.

L'écho pour le locuteur est défini dans la Rec. UIT-T G.100 [2] comme l'écho produit par réflexion au voisinage de l'extrémité "auditeur" de la connexion et affectant le locuteur.

**3.2.12 facteur d'activité vocale:** rapport de la durée du signal vocal actif sur la durée totale de mesure.

**3.2.13 temps de propagation sur le trajet d'écho vocal:** délai (en millisecondes) entre la détection d'un signal incident au point de référence zéro et celle de son signal réfléchi correspondant (dans le sens opposé); ces mesures étant relevées au niveau d'un point à quatre fils.

Pour les réflexions multiples sur le trajet d'écho, le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sera calculé à chaque détection du signal réfléchi correspondant.

**3.2.14 affaiblissement sur le trajet d'écho vocal:** rapport de la valeur quadratique moyenne du signal vocal incident sur celle du signal vocal réfléchi calculé indépendamment du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal. Cet affaiblissement dépend fortement du locuteur.

**3.2.15 niveau vocal:** le niveau vocal actif est défini dans la Rec. UIT-T P.56 [3]. En général, le niveau vocal est égal à la puissance électrique engendrée lors de la conversion de la puissance acoustique du locuteur, sans le bruit, qui ne fait pas partie du signal vocal (bruit impulsionnel, signal vocal réfléchi, bruit stationnaire durant les silences), mais avec les pauses inter-syllabiques (courtes périodes de puissance faible ou nulle qui ne sont pas perçues comme des interruptions de la conversation).

**3.2.16 intervalle de pause du signal vocal (ou silence):** temps durant lequel le niveau vocal est nul à cause de pauses inter-syllabiques et conversationnelles.

Les pauses inter-syllabiques sont des blancs inhérents à l'articulation. De tels blancs sont courts: ils durent environ 350 ms et ne sont pas perçus en tant que tels par l'auditeur. Ces pauses seront considérées comme une partie de l'activité vocale et seront par conséquent incluses dans la mesure du signal vocal.

Les pauses conversationnelles sont généralement plus longues. Elles seront remarquées par l'auditeur, de façon consciente ou subconsciente, et seront exclues des mesures du niveau vocal puisqu'elles ne contribuent pas au niveau sonore subjectif du signal vocal. Quand ces pauses sont éliminées, on dit que la mesure est effectuée en période d'activité du locuteur.

**3.2.17 présence de signal vocal:** période durant laquelle le signal vocal est considéré comme présent. Ce signal n'est pas un flux continu de sons comme il peut sembler quand on l'écoute, mais il contient beaucoup de pauses. Il comporte donc des intervalles d'activité vocale et des intervalles de pause.

**3.2.18 intervalle d'activité vocale (ou émission vocale):** période durant laquelle un signal vocal est présent en raison de l'accentuation des syllabes.

#### 4 Prescriptions pour les interfaces

Les dispositifs INMD des classes A, B et C (voir § 8) ont deux types d'interface externe: électrique et de transport de données. L'interface électrique se trouve à un point de contrôle protégé d'accès numérique où le signal est mesuré. Les interfaces de transport de données sont installées au niveau des accès de transmission de données des éléments de réseau (pour le transport de l'information de connexion) et des systèmes d'exploitation (pour le traitement à distance des données INMD).

Les dispositifs INMD de classe D (voir § 8) ont des interfaces IP permettant d'accéder au signal à mesurer. En ce qui concerne le transport de données, ces interfaces seront utilisées pour la télécommande du dispositif INMD (téléexportation de scénarios de mesurage, téléimportation de résultats de mesure, télétraitement de données).

La principale différence entre les interfaces des dispositifs INMD des classes A, B et C, d'une part, et de la classe D, d'autre part, est que, dans le premier cas, le signal est directement accessible en format MIC tandis que, dans le second cas, il est encapsulé dans des paquets et doit toujours être reconstruit.

Des interfaces supplémentaires, normalisées ou non, peuvent être fournies avec les dispositifs INMD, comme les interfaces avec les systèmes d'analyse de données, qui peuvent être du domaine privé ou utiliser des normes ouvertes.

#### **4.1 Interfaces électriques pour dispositifs INMD des classes A, B et C**

Le type d'interface électrique est déterminé par le point d'accès utilisé: sur une installation DS1 ou au niveau d'un commutateur numérique. Un accès analogique est aussi possible mais n'est pas défini dans la présente Recommandation.

##### **4.1.1 Interface numérique DS1**

Le format du signal DS1 et l'interface de contrôle protégé d'une installation DS1 sont décrits dans les Rec. UIT-T G.703 [5] "Caractéristiques physiques et électriques des jonctions" et G.772 [6] "Points de contrôle protégés dans les systèmes de transmission numérique".

#### **4.2 Interfaces de transport de données du réseau de gestion des télécommunications (RGT)**

La Rec. UIT-T M.3010 [7] spécifie les principes du réseau de gestion des télécommunications; il peut être souhaitable de disposer d'interfaces conformes à cette Recommandation.

#### **4.3 Interfaces pour dispositifs INMD de classe D**

Les interfaces des dispositifs INMD de classe D peuvent être de différentes sortes, y compris Ethernet (jusqu'à 1 Gbit/s) et ATM. Un dispositif INMD peut être inséré dans une liaison IP et se comporter comme un commutateur IP; mais il est plutôt recommandé (pour des motifs de sécurité) d'utiliser une réplication du trafic entrant et sortant à un accès de données particulier d'un élément de réseau donné, afin d'accéder aux informations.

Les interfaces de transport de données peuvent être conformes à la Rec. UIT-T M.3010 afin de connecter un dispositif INMD à un RGT. Si elle ne fait pas partie d'un RGT, la communication avec un poste de gestion centralisée peut être assurée au moyen de toute technique de transport de données disponible.

#### **4.4 Reconstruction du signal pour les dispositifs INMD de classe D**

Afin d'analyser correctement le flux VoIP ou d'accéder au signal audio encapsulé, il faut reconstruire le flux de paquets reçu à l'interface IP. Une représentation fidèle de ce flux ne peut être produite que sur la base d'informations sur l'équipement spécifique (passerelle p. ex.) utilisé pour boucler la liaison IP.

En d'autres termes, il y a lieu qu'un dispositif INMD de classe D implémente les capacités suivantes:

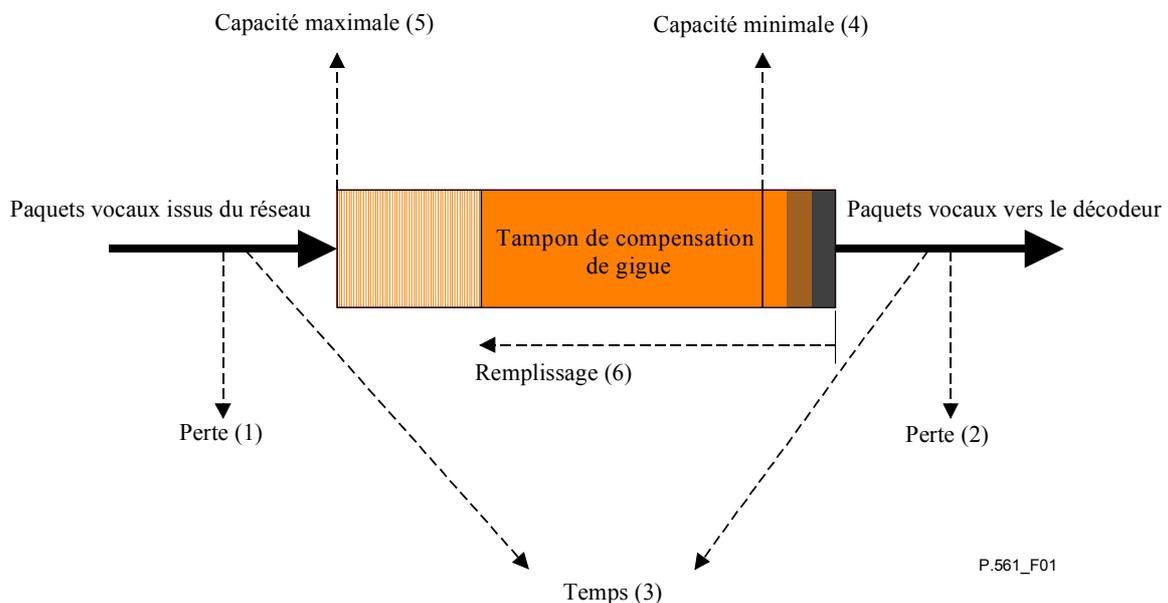
- tampon de compensation de gigue;
- décodeur de signaux vocaux;

- production de bruit de confort;
- processus de masquage d'erreur.

#### 4.4.1 Le tampon de compensation de gigue

Cet élément de service doit être implémenté afin de simuler le comportement de la terminaison de la liaison IP (passerelle VoIP ou terminal IP natif) face à un rythme irrégulier d'arrivée des paquets IP. Il est recommandé qu'au moins les caractéristiques suivantes de ce tampon soient configurées comme indiqué dans la Figure 1 ci-dessous, afin d'assurer l'adaptation à différents types de terminaisons:

- capacité minimale;
- capacité maximale;
- mécanisme de remplissage (statique ou dynamique et type de remplissage dynamique).



**Figure 1/P.561 – Caractéristiques du tampon de compensation de gigue**

#### 4.4.2 Le décodeur de signaux vocaux

L'identification du codeur utilisé lors de la construction de paquets est contenue dans les en-têtes de paquets RTP. Il y a lieu que le dispositif INMD soit en mesure d'implémenter un processus de décodage conforme aux normes internationales pour les types suivants de codeur:

- G.711 (lois A et  $\mu$ );
- G.723.1 (à 5,3 kbit/s et 6,3 kbit/s);
- G.729 A et B;
- GSM 06-10, 06-20 et 06-60.

#### 4.4.3 La production de bruit de confort

Certains systèmes de détection d'activité vocale sont associés à certains des vocodeurs normalisés qui sont indiqués dans le § 4.4.2. L'information sur leur prise ou non-prise en charge est contenue dans les en-têtes des paquets RTP. Il y a donc lieu que le dispositif INMD soit en mesure d'implémenter une production de bruit de confort associée aux détecteurs VAD et conforme aux normes internationales correspondantes.

#### 4.4.4 Le processus de masquage d'erreur

Certains codecs normalisés ne contiennent pas de système de masquage de perte de paquets IP intégré mais quelques algorithmes spécifiques de masquage d'erreur ont été normalisés et peuvent être implémentés. C'est par exemple le cas de l'algorithme G.711.

L'information sur leur prise ou non-prise en charge n'est pas contenue dans les en-têtes des paquets RTP car il s'agit d'un processus intervenant au niveau du décodage. Néanmoins, comme cette information peut être recueillie par d'autres moyens (p. ex. par un système d'information interne), le dispositif INMD devrait être en mesure d'implémenter tous les algorithmes de masquage PLC conformes aux normes internationales correspondantes.

### 5 Prescriptions fonctionnelles

Les prescriptions fonctionnelles pour les interfaces dépendent de la manière dont l'accès à l'information de connexion est effectué lors des mesures sur les connexions commutées: au niveau d'un point d'accès d'une installation ou au niveau d'un élément de réseau de type commutateur. Quand on accède à une installation, celle-ci peut constituer la seule source de données, tandis que quand on accède à un commutateur, les informations de connexion sont plus facilement obtenues par l'élément de réseau plutôt que par le dispositif INMD. De fait, les éléments de réseau peuvent être les seules sources pratiques d'information de connexion pour les connexions des circuits de jonction de type canal sémaphore effectuées par le système de signalisation n° 7. Pour les dispositifs INMD de qualité vocale, il existe des fonctions recommandées et des fonctions facultatives. Ces fonctions sont spécifiées pour une connexion donnée.

#### 5.1 Fonctions de mesure requises

Les fonctions de mesure requises pour les dispositifs INMD des classes A, B, C et D sont les suivantes:

##### caractérisation du signal vocal et du bruit

- niveau vocal actif;
- niveau de bruit (pondération psophométrique);
- facteur d'activité vocale,

##### caractérisation de l'écho

- temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (mesure des réflexions simples ou multiples);

et au moins l'une des mesures d'écho suivantes:

- affaiblissement d'écho (mesure des réflexions simples ou multiples);
- affaiblissement sur le trajet d'écho (mesure des réflexions simples ou multiples);
- affaiblissement sur le trajet d'écho vocal (mesure des réflexions simples ou multiples).

Les fonctions requises ci-dessus ne concernent que les communications vocales; elles ne s'appliquent pas aux connexions de courte durée, pour lesquelles le temps est insuffisant pour déterminer ces valeurs avec précision ou pour lesquelles un appel n'a pas été complètement établi. Les mesures des valeurs de ces fonctions sont décrites plus loin. Ces fonctions sont nécessaires aux applications de transmission vocale en service.

Trois paramètres d'affaiblissement d'écho sont recommandés car chacun d'entre eux donne des informations différentes sur la connexion. Les mesures de l'affaiblissement d'écho sont conformes aux prescriptions de la Rec. UIT-T G.122 [4] et il a été montré qu'elles sont mieux corrélées avec l'opinion subjective que les mesures d'affaiblissement non pondéré sur le trajet d'écho. L'affaiblissement sur le trajet d'écho fournit une mesure de la puissance non pondérée d'écho et peut

permettre l'identification à hautes fréquences (>2000 Hz) des problèmes d'écho qui pourraient influencer sur les caractéristiques des données en bande vocale. L'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal correspond à la quantité effective de puissance vocale réfléchi et pourrait de ce fait être fortement corrélé avec l'opinion subjective des appelants. Un complément d'étude est nécessaire pour le confirmer. Sur certaines connexions, il peut être impossible d'effectuer ces trois mesurages. Lors de la comparaison des résultats de différents dispositifs INMD, des précautions devront être prises pour utiliser la bonne définition de mesure d'écho. Pour une évaluation plus complète des caractéristiques sur le trajet d'écho, il est recommandé de mesurer ces trois paramètres d'affaiblissement d'écho.

Pour les dispositifs INMD de classe D, des fonctions de mesure supplémentaires, associées à l'analyse du protocole de transfert en temps réel (RTP) sont requises:

- **variation du temps de paquet IP en 1 point**
- **taux de perte de paquets IP**

## **5.2 Fonctions facultatives**

Les fonctions facultatives sont les suivantes (liste non exhaustive):

- 1) numéros d'adresse d'origine et de destination;
- 2) identification d'installation ou de circuit;
- 3) heure et durée d'une connexion;
- 4) classification des signaux (voix/données/autre);
- 5) identificateur de client (liaisons spécialisées seulement);
- 6) mesures des caractéristiques DS1;
- 7) niveau de bruit uniforme à 3 kHz;
- 8) mesures de configuration de connexion;
- 9) analyse des données et rapports;
- 10) écrêtage lors d'une saturation;
- 11) intervalle de mesure;
- 12) parole simultanée;
- 13) mutilation de début;
- 14) transmission unidirectionnelle;
- 15) diaphonie;
- 16) affaiblissement pour la stabilité;
- 17) distorsion;
- 18) qualité vocale locale;
- 19) temps de propagation IP aller-retour;
- 20) connexité IP dans un sens;
- 21) paquets IP en désordre;
- 22) structure de perte de paquets IP;
- 23) type et configuration du vocodeur;
- 24) quantité de données émises dans les paquets IP;
- 25) descripteurs d'arrivée de paquet.

Les fonctions 1) à 6) sont des informations de connexion accessibles via l'installation ou l'interface des éléments de réseau. Cette interface peut être intégrée au dispositif INMD quand il est utilisé comme dispositif de médiation; elle peut aussi constituer un système de fonctionnement indépendant s'interfaçant avec le dispositif INMD. La mesure ou l'enregistrement des valeurs de ces fonctions facultatives est décrite au paragraphe 7. Ces fonctions sont utiles pour localiser et analyser les anomalies du réseau.

Les fonctions 19) à 25) sont relatives au protocole IP et ne peuvent être appliquées qu'à un dispositif INMD de classe D.

## **6 Description des fonctions de mesure requises**

Les mesures requises sont relevées sur un circuit durant l'état de présence du signal vocal. Elles ne commenceront qu'après deux secondes de conversation, afin de minimiser les effets transitoires causés par les changements d'état et la convergence de l'annuleur d'écho. Les deux paramètres de base mesurés sont le niveau vocal et le niveau de bruit. L'affaiblissement d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal s'obtiennent à partir d'un signal vocal incident transmis de l'extrémité proche à l'extrémité distante et de son signal vocal réfléchi et corrélé qui se propage en sens inverse.

Si durant l'intervalle de mesure, des signaux autres que les signaux vocaux sont détectés, il est possible de rapporter les mesures recommandées comme paramètres non vocaux mais pas comme paramètres vocaux.

Les mesures relevées avec un nombre insuffisant d'échantillons ou un temps d'intégration trop court ou en dehors de la plage de fonctionnement du dispositif INMD seront rapportées comme telles. Les Tableaux 1 et 2 donnent les spécifications concernant l'intervalle, la précision et la résolution des mesures INMD. Celles-ci ne sont définies que dans la présente Recommandation et il ne faudra pas les confondre avec les mesures hors service définies dans d'autres Recommandations.

### **6.1 Mesure du signal vocal**

Une fois que le signal vocal est détecté, le niveau vocal sera mesuré sur les intervalles de rafales vocales.

#### **6.1.1 Classification des signaux vocaux**

Au début d'une mesure, il est nécessaire de classer le signal afin de déterminer si le circuit est dans un état de présence du signal vocal. Les signaux susceptibles d'être présents sur la ligne sont: paroles, données, télécopie, signaux de circuit au repos, musique, tonalité d'occupation, tonalité de retour d'appel, pas de tonalité, etc.

Les prescriptions en matière de classification de signaux vocaux dans les dispositifs INMD sont similaires à celles qui ont trait aux équipements DCME. La Rec UIT-T G.763 [8] comporte des recommandations pour la classification des signaux vocaux et de données pour les équipements DCME. Les équipements INMD s'y conformeront.

Un circuit au repos peut être considéré comme un circuit sur lequel un train de  $\pm 1$  est transmis en loi A (alternance D5/55) et un train de  $\pm 0$  est transmis en loi  $\mu$  (alternance FF/7F) [17].

### **6.1.2 Mesure du niveau vocal actif**

Le niveau vocal actif (en dBm) est égal à l'écart quadratique moyen (r.m.s.) des amplitudes des rafales vocales. Il correspondra au niveau vocal moyenné sur les intervalles de rafales vocales y compris tout temps de maintien mais il ne comprendra pas les mesures relevées durant les pauses conversationnelles. Le temps de maintien étant pris en compte, toutes les pauses inter-syllabiques le sont également. Ces mesures sont généralement estimées en échantillonnant ou en intégrant le signal vocal actif. Cette définition du niveau vocal actif est cohérente avec celle qui est donnée dans la Rec. UIT-T P.56 [3].

La méthode B décrite dans la Rec. UIT-T P.56 [3] ne donne pas de lignes directrices pour la mesure du signal vocal en présence d'un bruit élevé ou de signal vocal réfléchi. Les mesures dans ces conditions nécessitent un complément d'étude.

### **6.1.3 Intervalle de mesure du niveau vocal**

L'intervalle de mesure du niveau vocal sera suffisamment long pour pouvoir prédire, à un décibel (dB) près, le niveau vocal actif d'une mesure relevée sur la durée globale d'un appel. Cet intervalle contiendra au moins 20 s de signal vocal actif.

Si la mesure dure moins de 20 s, le résultat sera rapporté séparément en indiquant que la fiabilité est réduite.

### **6.1.4 Facteur d'activité vocale**

Le facteur d'activité vocale est égal au rapport du temps d'activité vocale sur le temps total écoulé durant une mesure; il est généralement exprimé en pourcentage. Le temps d'activité vocale est la somme de tous les intervalles de temps pour lesquels le signal vocal est considéré comme présent.

Ce paramètre est recommandé à cause de son utilité dans l'interprétation d'autres mesures. Toutefois, les mesures de facteur d'activité vocale prenant en compte le temps de maintien, des précautions doivent être prises lorsque cette mesure est rapportée au facteur d'activité vocal effectif des échantillons de parole source.

## **6.2 Mesure du bruit**

Une fois que le signal vocal est classifié, le niveau de bruit sera mesuré sur les intervalles sans parole dans les deux sens de transmission (c'est-à-dire en l'absence de tout signal vocal incident et réfléchi). Ces mesures interviennent généralement durant les intervalles de pause correspondants aux intervalles d'écoute dans l'autre sens de transmission.

Elles peuvent aussi être relevées quand aucun signal vocal incident n'est présent dans le sens de transmission sous essai (silence), mais il faut s'assurer soit que le signal vocal réfléchi (écho) a été convenablement annulé afin de se conformer aux prescriptions de précision pour les mesures de bruit soit que d'autres techniques sont utilisées pour enlever l'écho à la mesure.

### **6.2.1 Niveau de bruit (pondération psophométrique)**

La pondération psophométrique est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.223 [9]<sup>1</sup>.

Le niveau de bruit (en dBmp) sera égal à l'écart quadratique moyen de l'amplitude du bruit pondéré (Rec. UIT-T G.212). Il est égal au niveau de bruit avec pondération psophométrique moyenné sur les intervalles de pause sans le temps de maintien. Le temps de maintien étant exclu, les mesures de l'écart quadratique moyen du bruit ne sont pas corrompues par un signal vocal résiduel quelconque. Le calcul de l'écart quadratique moyen du bruit se conformera aux prescriptions de la Rec. UIT-T O.41 [15].

---

<sup>1</sup> La Rec. UIT-T G.223 [9] définit les pondérations psophométriques. La Rec. UIT-T G.212 [10] définit le niveau de bruit avec pondération psophométrique.

## **6.2.2 Intervalle de mesure du niveau de bruit**

L'intervalle de mesure du niveau de bruit sera suffisamment long pour pouvoir prédire, à un décibel (dB) près, le niveau de bruit ininterrompu d'une mesure relevée sur la durée globale d'un appel. On suppose généralement que l'intervalle de mesure type dure une minute ou plus, bien qu'il faille le vérifier.

## **6.2.3 Classification et mesure de bruits non stationnaires**

Des techniques de classification et de mesure de bruits non stationnaires sont actuellement à l'étude. L'appendice II "Dégradation de la qualité de transmission téléphonique à cause du bruit non stationnaire" donne un aperçu général du travail en cours dans ce domaine.

## **6.3 Mesure d'écho**

Une fois le signal vocal détecté, l'affaiblissement d'écho et le temps de propagation sont mesurés sur les intervalles de mesure correspondants aux rafales vocales incidentes dans le sens d'émission et sur les intervalles d'écoutes correspondants à ces rafales vocales réfléchies dans le sens de réception. Les mesures ne seront pas relevées durant les pauses.

Il est à noter que les mesures d'affaiblissement d'écho et de temps de propagation sont uniquement définies ici comme mesures en service; il ne faut pas les confondre avec les mesures hors service définies dans d'autres Recommandations.

Les définitions ci-dessous sont données en termes de réponse impulsionnelle ou fréquentielle du trajet d'écho. Toutefois elles visent à fournir une référence de mesure, afin de ne pas exclure d'autres méthodes de calcul de l'affaiblissement d'écho ou du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal.

### **6.3.1 Mesures du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal**

Les dispositifs INMD seront capables de détecter les trajets d'écho simple ou multiple.

#### **6.3.1.1 Réflexions simples**

Le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sera égal au temps écoulé entre l'instant de référence 0 et l'instant de mesure de l'amplitude crête en valeur absolue de la réponse impulsionnelle temporelle du trajet d'écho.

#### **6.3.1.2 Réflexions multiples**

Le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal, d'une réflexion quelconque, sera égal au temps écoulé entre l'instant de référence 0 et l'instant de mesure de l'amplitude crête en valeur absolue de la réponse impulsionnelle temporelle du trajet d'écho.

Les dispositifs INMD seront capables de différencier des réflexions espacées d'au moins 10 ms.

#### **6.3.1.3 Méthodes de calcul du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal**

Pour les dispositifs INMD, il existe actuellement deux techniques de mesure connues du temps de propagation sur le trajet d'écho vocal-analyse par corrélation et analyse par filtre adaptatif. Il est vraisemblable que chaque technique conviendra à différents intervalles de valeurs. Une brève présentation de ces deux techniques figure dans l'Appendice I.

### **6.3.2 Mesure de l'affaiblissement d'écho**

Les dispositifs INMD seront capables de détecter des trajets d'écho simple ou multiple.

L'affaiblissement d'écho (a-b) défini dans la Rec. UIT-T G.122 [4] peut être calculé à partir de la réponse fréquentielle du trajet d'écho avec une pondération fréquentielle. Il a été montré que, pour une connexion donnée, cette note d'affaiblissement d'écho concorde mieux avec l'opinion subjective qu'un affaiblissement non pondéré sur le trajet d'écho. Toutefois, pour un grand nombre d'échantillons de connexions effectives, il a été montré que les deux méthodes donnaient des moyennes et des écarts types très similaires.

#### **6.3.2.1 Réflexions simples**

L'affaiblissement d'écho sera égal à l'intégrale de la réponse pondérée en fréquence du trajet d'écho.

#### **6.3.2.2 Réflexions multiples**

L'affaiblissement d'écho d'une réflexion quelconque sera égal à l'intégrale de la réponse pondérée en fréquence pour cette réflexion.

### **6.3.3 Mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho s'obtient à partir de la réponse impulsionnelle du trajet d'écho.

#### **6.3.3.1 Réflexions multiples**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho sera égal à l'intégrale de la réponse impulsionnelle globale (fréquentielle) du trajet d'écho. D'après le théorème de Parseval, il est équivalent à la somme moyenne des carrés de la réponse impulsionnelle (temporelle).

#### **6.3.3.2 Réflexions multiples**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho d'une réflexion quelconque sera égal à l'intégrale de la réponse non pondérée en fréquence pour cette réflexion.

### **6.3.4 Mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal ne peut être calculé que si le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal est connu. Ce temps sert à déterminer quand l'écart quadratique moyen du signal vocal réfléchi est calculée.

L'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal (en dB) sera égal au rapport de l'écart quadratique moyen du signal vocal incident sur celle du signal réfléchi.

## **6.4 Mesures de protocole IP**

### **6.4.1 Mesure de la variation du temps de paquet IP**

Cette mesure est également appelée *gigue*.

Il s'agit d'une caractéristique propre aux réseaux IP, définie dans la Rec. UIT-T Y.1540 [23], qui correspond à la variation du temps de transmission de paquets RTP/UDP/IP. On l'interprète généralement comme l'écart moyen du temps de transmission moyen (mais les appareils de mesure peuvent également donner des renseignements sur l'écart maximal ou des statistiques sur les mesures à 95% les plus proches du temps moyen, etc.). Cette variation est mesurée par calcul sur la base des intervalles mesurés entre les temps d'arrivée des paquets (gigue ponctuelle).

Si la mesure est relevée à l'intérieur d'un terminal IP (passerelle, terminal VoIP, etc.), elle interviendra avant le processus de synchronisation exécuté par le tampon de compensation de gigue du terminal.

La variation du temps de paquet IP est exprimée en millisecondes.

### 6.4.2 Mesure du taux de perte de paquets IP

Le taux de perte de paquets IP, défini dans la Rec. UIT-T Y.1540 [23], est le rapport du nombre total de résultats de paquets IP perdus au nombre total de paquets IP émis dans une population considérée. Il est exprimé en pourcentage.

Il est également appelé *perte de paquets IP dans un sens* (voir RFC 2680 de l'IETF).

Pour mesurer la perte de paquets due à des encombrements ou à des expirations de durée de vie (TTL, *time to live*) de paquets, ceux-ci doivent être analysés à l'entrée du dispositif dans lequel la mesure est relevée. Si l'objectif est d'évaluer la perte globale de paquets, due aussi bien au réseau qu'au dispositif (par exemple des paquets peuvent être rejetés par un tampon de compensation de gigue), les paquets doivent être analysés juste avant d'être décodés.

Dans le cas particulier d'une mesure au niveau d'un terminal IP, une autre possibilité d'estimer le taux de perte de paquets global consiste à déterminer la proportion de paquets arrivés en désordre et leur délai supplémentaire individuel (gigue). Ces informations, associées aux caractéristiques du tampon de gigue du terminal (profondeur et dynamique), peuvent être suffisantes pour savoir combien de paquets seront rejetés par le tampon.

Le taux de perte de paquets peut être mesuré comme valeur moyenne sur une certaine durée ou sur une conversation complète. Il peut également être intéressant d'avoir des statistiques supplémentaires sur la répartition de la perte de paquets (voir § 7.22 sur la structure de perte de paquets).

## 7 Description des fonctions facultatives

Les fonctions facultatives sont exécutées sur un circuit durant l'état d'activité vocale ou (pour les dispositifs qui se connectent à une installation) durant l'état de signalisation et de supervision. Elles seront exécutées une fois la prise de ligne effectuée sur le circuit (décrochage). Selon les options de l'utilisateur, tous leurs paramètres ou certains d'entre eux peuvent être mesurés et rapportés. Ceux qui suivent correspondent à des approches et des applications typiques de ces fonctions, dont les spécifications détaillées, qui ne font pas partie intégrante de la présente Recommandation, peuvent varier.

### 7.1 Numéros d'adresse d'origine et de destination

Pour les dispositifs INMD de classe A, B ou C qui se connectent à une installation, les adresses d'origine et de destination (en format E.164 [24]) sont décodées à partir des informations de signalisation associées à la voie observée. Pour les dispositifs INMD de classe A, B ou C qui se connectent à un commutateur, ces informations sont obtenues via l'interface de données du processeur du commutateur. Ces informations sont utiles pour déterminer les caractéristiques au niveau d'un utilisateur final particulier, d'une ligne d'accès, d'une salle de commutation locale ou d'une route dans les réseaux commutés.

Pour les dispositifs INMD de classe D, ce ne sont pas seulement les chiffres E.164 qui sont disponibles mais aussi les adresses IP et les numéros d'accès des extrémités de la partie IP du conduit. Dans le cas d'un transit IP entre réseaux RTPC, l'adresse IP sera la même pour toutes les communications (c'est-à-dire celle de la passerelle). Cette information pourra être décodée sur la base de l'analyse des paquets du protocole de signalisation ou sur la base des en-têtes des paquets du protocole RTP.

Il est généralement recommandé que les appareils de mesure fournissent tous les chiffres des numéros téléphoniques. Pour des raisons de sécurité et de confidentialité, ils peuvent cependant n'indiquer que les premiers chiffres (l'indicatif de pays ou de zone interurbaine).

## **7.2 Identificateur d'installation ou de circuit**

Pour les dispositifs INMD qui se connectent à une installation, l'identificateur d'installation ou de circuit est généralement le groupe du système ou le groupe primaire MIC et les codes de voies (pour les installations multiplex) ou un code de paire ou de voie (pour les installations monovoies). Lors de son branchement en dérivation, le dispositif INMD peut être initialisé avec cette information. Pour les dispositifs qui se connectent à un commutateur, l'information de terminaison de circuit est obtenue via l'interface de données du processeur du commutateur. Cette information est utile pour déterminer les caractéristiques d'un élément de réseau ou d'un circuit particulier.

## **7.3 Heure et durée d'une connexion**

L'heure de connexion est habituellement égale à l'heure à laquelle la connexion mesurée est placée en état d'activité. Sa durée est généralement égale à l'intervalle entre les heures de connexion et de déconnexion. Pour les dispositifs INMD qui se connectent à une installation, ces informations sont habituellement décodées à partir des informations de supervision sur la voie observée. Pour ceux qui se connectent à un commutateur, elles sont obtenues via l'interface de données du processeur du commutateur. Elles sont utiles en tant que données de trafic. Par ailleurs, une corrélation sur les connexions à faible durée et de médiocre qualité peut indiquer de grosses pannes du réseau.

## **7.4 Classification des signaux**

Il est possible de déterminer la classe de service (données, voix, etc.). Des informations plus spécifiques (rapidité de modulation des données en bauds, fonctionnement analogique ou numérique, format du signal, par exemple) pourraient être détectables par les techniques de traitement du signal et de reconnaissance des formes. Ces informations sont utiles en tant que données de trafic. Par ailleurs, une telle classification sera nécessaire pour les mesures de configuration de connexion et les paramètres de données considérés dans les futures normes INMD.

## **7.5 Identificateur de client**

Pour les liaisons spécialisées, l'identificateur de client de l'utilisateur terminal ou entre centres est habituellement initialisé dans le dispositif INMD au moment de son branchement en dérivation. Cette information peut être utile pour le rapport de performance au niveau du client et le partage de données de performance avec le client.

## **7.6 Mesures des caractéristiques DS1**

Lors d'une connexion via une interface DS1, les mesures des caractéristiques (taux d'erreur sur les bits de verrouillage de trames, perte de synchronisation, perte et glissements de trame, gigue, par exemple) peuvent être relevées sur le signal DS1. Ces mesures et leurs critères de qualité sont décrits dans d'autres Recommandations de l'UIT-T. Ces mesures sont utiles au rapport concernant les caractéristiques des installations numériques. Elles le sont aussi pour la corrélation des mesures des caractéristiques des dispositifs INMD avec les caractéristiques DS1 observées. De cette façon, les problèmes de réseau et leurs causes peuvent être plus clairement identifiés.

## **7.7 Niveau de bruit uniforme à 3 kHz**

La mesure du niveau de bruit uniforme à 3 kHz est semblable à celle définie au § 6.2.1 pour le niveau de bruit avec pondération psophométrique, à la différence près que la pondération psophométrique est remplacée par une pondération uniforme. Le niveau de bruit est pondéré selon la norme ANSI/IEEE 743 [11] pour les mesures sur les circuits analogiques à fréquence vocale. Quand les techniques de traitement des signaux numériques sont utilisées, toutes les composantes constantes seront filtrées. Les mesures du bruit à 3 kHz sont utiles pour la corrélation du niveau de bruit avec pondération psophométrique afin de déterminer le type de bruit présent sur le circuit et son contenu spectral.

## **7.8 Mesures de configuration de connexion**

Ces mesures peuvent être utiles pour déterminer les caractéristiques de connexion de circuits et les points où les pannes du réseau sont anormalement fréquentes. La configuration des connexions pourrait par exemple inclure: "décrochage", "occupation" et "pas de réponse".

## **7.9 Analyse des données et rapports**

L'analyse des données et les rapports sont utiles à la fois pour la caractérisation des réseaux et les rapports de gestion et de maintenance des réseaux.

## **7.10 Ecrêtage lors d'une saturation**

Le pourcentage de signal vocal actif qui a été saturé (amplitude écrêtée causant des distorsions non linéaires) peut être détecté en déterminant la fréquence des maxima et des minima des signaux MIC.

## **7.11 Intervalle de mesure**

L'enregistrement de l'intervalle de mesure permet de surveiller l'homogénéité des mesures INMD sur les différents intervalles de mesure. Les intervalles de mesure optimaux peuvent alors être définis, bien qu'il soit généralement nécessaire de les déterminer dans des conditions d'essai contrôlées plutôt que sur un réseau "inconnu".

## **7.12 Parole simultanée**

La parole simultanée est une situation dans laquelle, pour une raison quelconque, l'un des interlocuteurs commence à parler avant que l'autre ait fini. C'est un phénomène naturel – où l'un des interlocuteurs souhaite interrompre l'autre – mais dont la fréquence s'accroît avec le temps de propagation des connexions. La surveillance de la fréquence de parole simultanée donne une indication utile sur la performance que perçoit le client.

La parole simultanée peut être exprimée en pourcentage de l'intervalle de mesure. D'autres expressions peuvent être intéressantes; elles nécessitent un complément d'étude.

## **7.13 Mutilation de début**

La mutilation de début arrive lorsque le début de la conversation est mutilé à cause d'une défaillance des algorithmes de détection ou d'interpolation du signal vocal dans l'équipement de multiplexage de circuit numérique ou lorsque le nombre de signaux actifs dépasse temporairement le nombre de voies disponibles pendant les heures chargées (gel).

## **7.14 Transmission unidirectionnelle**

L'affaiblissement temporaire dans un seul sens de transmission a de sérieux effets sur la qualité de fonctionnement que perçoit le client. Par une analyse des niveaux d'activité vocale et de bruit, il est possible de détecter même de courtes périodes de transmission unidirectionnelle. La capacité à détecter une transmission unidirectionnelle permanente dépendra de la surveillance ou de la non-surveillance du circuit fautif lors de l'établissement de la connexion. Cette surveillance dépend de la vitesse de balayage, puisque aucune des deux parties ne conservera la ligne très longtemps. Une transmission unidirectionnelle peut se produire dans certaines communications initialement bidirectionnelles (quand un utilisateur écoute un message enregistré, par exemple); la probabilité de cet événement sera prise en compte lors de sa classification comme transmission correcte ou incorrecte.

### **7.15 Diaphonie**

On dit qu'il se produit de la diaphonie sur une connexion quand un locuteur participant à une autre conversation sur un circuit différent est entendu sur la ligne. Cet événement apparaît quand les couplages entre circuits sont excessifs. La paradiaphonie existe lorsque le locuteur perturbateur est situé à la même extrémité du groupe de circuits que l'auditeur perturbé. La télédiaphonie existe lorsque le locuteur perturbateur et l'auditeur perturbé sont situés à des extrémités opposées du groupe de circuits. Il est possible de détecter la diaphonie par une analyse du niveau et des caractéristiques statistiques du signal vocal mais il faut savoir qu'il existe différents problèmes pour différencier la télédiaphonie causée par des conversations environnantes ou de celle due à plusieurs locuteurs connectés sur des liaisons à trois voies.

### **7.16 Affaiblissement pour la stabilité**

Le risque que l'affaiblissement d'écho atteigne de faibles valeurs à une fréquence quelconque dans la bande allant de 0 à 4 kHz sera aussi faible que possible. L'affaiblissement pour la stabilité est la valeur la plus faible de l'affaiblissement dans la bande de fréquence considérée (Rec. UIT-T G.100 [2]).

### **7.17 Distorsion**

La classification et la mesure de la distorsion des codecs nécessitent un complément d'étude.

### **7.18 Qualité vocale locale**

Cette mesure est définie comme étant la qualité vocale de la connexion, perçue dans le sens de la terminaison émettrice (p. ex. un terminal) vers le point d'interception. Cette mesure devrait produire une prédiction de la qualité reçue sur une échelle de notes MOS.

La normalisation d'une telle mesure est à l'étude.

### **7.19 Temps de propagation IP aller-retour**

Le temps de propagation aller-retour entre une source donnée et une destination donnée correspond à la situation suivante: la source a envoyé le premier bit d'un paquet vers une destination à un moment donné  $T$ , la destination a reçu ce paquet puis a renvoyé immédiatement un paquet du même type à la source et celle-ci a reçu le dernier bit de ce paquet à un instant  $T+\delta T$ . Le terme  $\delta T$  correspond au temps d'aller-retour.

Si les terminaux IP mis en œuvre dans les communications surveillées par un dispositif de mesure sans intrusion font appel au protocole RTCP pour partager des informations sur la qualité de la liaison, ces informations peuvent être utilisées pour mesurer le temps de propagation aller-retour, qui est la durée écoulée entre l'instant où un terminal envoie un ticket RTCP (SR) et l'instant où il reçoit une réponse du terminal distant (RR).

Attention: les temps de transmission ne sont pas symétriques dans les réseaux IP. Il n'est donc pas possible de considérer que le temps de propagation dans un seul sens est égal à la moitié du temps de propagation aller-retour.

### **7.20 Connexité IP dans un sens**

La connexité est l'élément constituant de base du réseau Internet. Les objets métrologiques qui déterminent si des paires de serveurs (adresses IP) peuvent communiquer forment la base d'une suite métrologique. Plusieurs de ces objets métrologiques sont définis dans la demande RFC 2678 du groupe IETF. Certains d'entre eux servent surtout de modules permettant de construire les autres.

### **7.21 Paquets IP en désordre**

En complément du taux de perte de paquets IP, des statistiques sur l'ordre d'arrivée de paquets IP peuvent être utilisées afin d'estimer la qualité d'une liaison.

### **7.22 Structure de perte de paquets**

Le réseau Internet manifeste certains types de comportement (p. ex. une perte de paquets sporadique) qui peuvent avoir une incidence sur la qualité perçue par les utilisateurs ainsi que par les opérateurs. La structure ou la loi de répartition des pertes est un paramètre clé qui détermine la qualité perçue par les utilisateurs dans certaines applications en temps réel comme la téléphonie ou la vidéo en mode paquet. Avec le même taux de perte, deux lois de répartition différente des pertes peuvent produire des perceptions très différentes de la qualité de transmission. Au moyen de l'objet métrologique de perte de base qui est défini dans RFC 2680, le Groupe IETF travaille à la définition de deux objets métrologiques dérivés: "la distance de perte" et "la période de perte", avec les statistiques associées dont l'ensemble décrit les structures de perte rencontrées.

Exemples de telles statistiques: le nombre de périodes (d'une durée de 1 s p. ex.) dont le taux de perte de paquets est supérieur à x fois la valeur moyenne globale; le nombre et la position dans le temps de rafales de plus de x paquets perdus consécutivement, etc.

### **7.23 Type et configuration de vocodeur**

Les protocoles de signalisation des communications IP acheminent des informations sur le processus de décodage vers la sortie de la partie IP du transit, dont les suivantes:

- le type de vocodeur (paramètre généralement négocié avant la connexion mais susceptible de changer entre-temps et donc codé dans tous les en-têtes de paquet RTP): nom et débit normalisés;
- l'indication qu'un détecteur de silence (ou un détecteur VAD) a été ou n'a pas été implémenté au cours du codage et que ce détecteur nécessite la production d'un bruit de confort lors du décodage.

Ces paramètres (et leurs éventuelles variations dans le temps) devraient être indiqués lors de chaque communication dans les deux sens de transmission (car, dans les réseaux en mode paquet), il est possible d'utiliser des codeurs différents dans les deux sens d'une communication).

### **7.24 Quantité de données transmises dans les paquets IP**

Dans le cas de communications IP utilisant un système de détection de silence à l'entrée de la partie IP du conduit, le débit binaire varie dans le temps car les informations ne seront transmises que pendant les périodes de parole active. L'appareil de mesure peut compter le nombre de trames vocales (ou d'octets) reçu dans les deux sens et le signaler. Le rapport entre cette valeur et la quantité théorique de données envoyées pendant la communication au débit de codage nominal donnera une bonne estimation du facteur d'activité vocale sans qu'il soit nécessaire d'analyser le signal vocal proprement dit.

### **7.25 Descripteurs d'arrivée de paquet**

Afin de faciliter d'autres descriptions de qualité IP, certaines informations de niveau inférieur seront fournies. Ces informations sont requises pour certaines des mesures décrites ci-dessus et n'introduisent donc pas d'autres exigences de traitement. Les informations fournies seront les suivantes:

- instant d'arrivée des paquets à la résolution de 1 ms;
- numéro de séquence RTP tel que défini dans RFC 1889;
- marqueur temporel RTP tel que défini dans RFC 1889.

## 8 Prescriptions en matière de qualité de mesure

Les prescriptions en matière de qualité de mesure suivantes représentent le minimum requis pour la vérification et pour les fonctions de mesure requises au paragraphe 5. Elles sont définies pour quatre classes<sup>2</sup> de dispositifs INMD. Ceux-ci fonctionnent sur les réseaux nationaux et internationaux et sur des réseaux non linéaires ou invariants dans le temps.

- Classe A: dispositif à utiliser uniquement sur des voies d'acheminement en mode circuit à court temps de propagation équipées de composants analogiques et MIC à 64 kbit/s [17] (c'est-à-dire pas de codec à faible débit binaire) et sans limiteur d'écho.
- Classe B: dispositif à utiliser uniquement sur les réseaux en mode circuit à temps de propagation moyen équipés de limiteurs d'écho.
- Classe C: dispositif à utiliser uniquement sur les réseaux en mode circuit à long temps de propagation qui peuvent être équipés de dispositifs de traitement du signal – comme les dispositifs de limitation d'écho et les compresseurs de parole (DCME et MICDA, par exemple) – comprenant un codage non prédictif mais pas de vocodeur (LPC par exemple).
- Classe D: dispositifs à utiliser sur des réseaux en mode paquet à long temps de propagation, pouvant comporter des dispositifs de traitement de signal tels que des limiteurs d'écho et des compresseurs de signaux vocaux, éventuellement non linéaires et variables dans le temps.

Les Tableaux 1 et 2 indiquent les intervalles de fonctionnement et les précisions pour chaque mesure.

NOTE – Les valeurs de niveau vocal et de niveau de bruit sont exprimées, dans l'ensemble de la présente Recommandation, en unités de niveau absolu, dBm et dBmp. Ces niveaux s'appliquent aux mesures relevées aux points ayant un niveau relatif de 0 dBr, c'est-à-dire aux niveaux qui sont identiques lorsqu'ils sont exprimés, respectivement, en dBm0 et en dBm0p. Les dispositifs INMD peuvent, au besoin, relever les valeurs dans ces unités.

### 8.1 Description des différentes classes

#### 8.1.1 Classe A – Réseaux locaux en mode circuit (nationaux pour beaucoup de pays)

Les dispositifs de classe A sont spécifiés pour être utilisés sur les routes à court temps de propagation (temps de propagation aller retour allant jusqu'à 50 ms). Les intervalles de mesure sont spécifiés dans le Tableau 1. Il est prévu de n'utiliser que des connexions analogiques et numériques à 64 kbit/s (c'est-à-dire pas de codec à faible débit binaire) et aucun limiteur d'écho.

#### Prescriptions supplémentaires pour les dispositifs de classe A

- Si un dispositif peut effectuer des mesures précises en dehors des plages de fonctionnement spécifiées, alors le résultat peut être rapporté. Un code par défaut sera utilisé quand la mesure se situe hors de ces plages.

Autrement;

- Si le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 50 ms, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce temps est supérieur à 50 ms.

---

<sup>2</sup> Les dispositifs INMD prévus pour fonctionner sur les réseaux internationaux et ceux qui sont non linéaires ou invariants dans le temps sont vraisemblablement beaucoup plus compliqués que ceux qui ne sont pas prévus à cet effet. On estime qu'ils doivent respecter des prescriptions distinctes plus contraignantes sans pour cela entraver le développement des dispositifs destinés aux réseaux nationaux.

- Si l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 25 dB, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que cet affaiblissement est supérieur à 25 dB.
- Si le niveau vocal observé est inférieur à -35 dBm, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est inférieur à -35 dBm.
- Si le niveau de bruit observé est supérieur à -40 dBmp, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est supérieur à -40 dBmp.

### 8.1.2 Classe B – Réseaux en mode circuit à temps de propagation moyen

Les dispositifs INMD de classe B sont spécifiés pour être utilisés sur des routes à temps de propagation moyen (temps de propagation aller retour allant jusqu'à 150 ms). Les intervalles de mesure sont spécifiés dans le Tableau 1. Il est prévu que ces voies contiennent des limiteurs d'écho comme les annuleurs d'échos.

#### Prescriptions supplémentaires pour les dispositifs de classe B

- Si un dispositif peut effectuer des mesures précises en dehors des plages de fonctionnement spécifiées, alors le résultat peut être rapporté. Un code par défaut sera utilisé quand la mesure se situe hors de ces plages.

Autrement;

- Si le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 150 ms, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce temps est supérieur à 150 ms.
- Si l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 35 dB, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que cet affaiblissement est supérieur à 35 dB.
- Si le niveau vocal observé est inférieur à -35 dBm, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est inférieur à -35 dBm.
- Si le niveau de bruit observé est supérieur à -40 dBmp, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est supérieur à -40 dBmp.

#### Spécifications pour les connexions contenant des annuleurs d'échos

- Si l'annuleur d'écho fonctionne correctement, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal est supérieur à 35 dB.
- Si l'annuleur d'écho n'arrive pas à enlever complètement l'écho, le système
  - i) mesurera l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal et le temps de propagation;
  - ii) indiquera qu'un écho est présent.

Il est préférable d'agir selon le point i), toutefois le signal réfléchi peut être trop distordu pour que des mesures précises de l'affaiblissement d'écho et du temps de propagation soient possibles. Dans ce cas, il faut se conformer aux spécifications du point ii).

### 8.1.3 Classe C – Réseaux en mode circuit à long temps de propagation

Les dispositifs INMD de classe C sont spécifiés pour être utilisés sur des routes à long temps de propagation (temps de propagation aller et retour allant jusqu'à 1000 ms). Les intervalles de mesure sont spécifiés dans le Tableau 1. Il est prévu que ces routes contiennent des dispositifs de traitement du signal comme les annuleurs d'échos et les équipements DCME. Ces dispositifs peuvent dans certains cas ajouter des dégradations supplémentaires affectant ainsi la performance du circuit.

NOTE – Les utilisateurs ne doivent pas perdre de vue le fait que, même si un équipement de classe C peut mesurer des temps de propagation sur le trajet d'écho jusqu'à 1000 ms (ou plus), la Rec. UIT-T G.114 prescrit qu'un temps de propagation aller et retour supérieur à 800 ms n'est pas acceptable dans les communications internationales.

### **Prescriptions supplémentaires pour les dispositifs de classe C**

- Si un dispositif peut effectuer des mesures précises en dehors des plages de fonctionnement spécifiées, alors le résultat peut être rapporté. Un code par défaut sera utilisé quand la mesure se situe hors de ces plages.

Autrement;

- Si le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 1000 ms, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce temps est supérieur à 1000 ms.
- Si l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal observé est supérieur à 45 dB, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que cet affaiblissement est supérieur à 45 dB.
- Si le niveau vocal observé est inférieur à -35 dBm, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est inférieur à -35 dBm.
- Si le niveau de bruit observé est supérieur à -40 dBmp, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que ce niveau est supérieur à -40 dBmp.

### **Spécifications pour les connexions contenant des annuleurs d'échos**

- Si l'annuleur d'écho fonctionne correctement, le dispositif INMD rapportera un code par défaut indiquant que l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal est supérieur à 45 dB.
- Si l'annuleur d'écho n'arrive pas à enlever complètement l'écho, le système
  - i) mesurera l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal et le temps de propagation;
  - ii) indiquera qu'un écho est présent.

Il est préférable d'agir selon le point i), toutefois le signal réfléchi peut être trop distordu pour que des mesures précises de l'affaiblissement d'écho et du temps de propagation soient possibles. Dans ce cas, il faut se conformer aux spécifications du point ii).

### **Spécifications pour les connexions contenant des équipements DCME**

- Le dispositif INMD rapportera l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho/l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal et le temps de propagation mesurés sur le trajet d'écho vocal. L'écho peut être dégradé par une mutilation ou un codage à faible débit binaire; toutes les mesures seront donc moins précises.
- Si l'équipement DCME fonctionne en même temps qu'un annuleur d'écho, le dispositif INMD rapportera les mesures conformément aux spécifications des annuleurs d'écho.
- Le niveau de bruit mesuré sera affecté par le bruit de confort injecté par l'équipement DCME. Le dispositif INMD rapportera le niveau de bruit détecté.

#### **8.1.4 Classe D – Réseaux en mode paquet**

Antérieurement signalée comme étant à l'étude dans la version 1996 de la présente Recommandation, la classe D vise la nouvelle génération de dispositifs INMD pouvant être connectés à des réseaux IP.

Les dispositifs INMD de la classe D sont spécifiés pour utilisation sur des routes à très long temps de propagation, ayant un temps aller-retour pouvant atteindre 1000 ms. La spécification des étendues de mesure est indiquée dans le Tableau 1.

NOTE – Il convient que les utilisateurs ne perdent pas de vue que, même si un dispositif de classe D peut mesurer des temps de propagation sur le trajet d'écho pouvant atteindre 1000 ms (ou plus), un temps de transmission aller-retour supérieur à 800 ms n'est pas, conformément à la Rec. UIT-T G.114, acceptable dans les communications internationales.

### **Prescriptions additionnelles pour dispositif de classe D**

- Un dispositif de classe D ne fonctionne pas seulement dans un type de réseau différent et spécifique mais il doit également signaler des résultats de mesure concernant les paramètres spécifiques des réseaux en mode paquet, indiqués en détail dans le § 7.
- Si un dispositif peut mesurer précisément au-delà des étendues spécifiées, le résultat peut être signalé. Il y a lieu d'utiliser un code par défaut lorsque la mesure est extérieure à la précision prescrite.

Autrement;

- Si le temps de propagation sur le trajet d'écho surveillé est supérieur à 1000 ms, il y a lieu que le dispositif INMD signale ce fait au moyen d'un code par défaut.
- Si l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement du trajet d'écho/l'affaiblissement d'écho vocal surveillé est supérieur à 45 dB, le dispositif INMD signalera ce fait au moyen d'un code de défaut.
- Si le niveau vocal surveillé est inférieur à  $-35$  dBm, le dispositif INMD signalera ce fait au moyen d'un code de défaut.
- Si le niveau de bruit surveillé est supérieur à  $-40$  dBmp, le dispositif INMD signalera ce fait au moyen d'un code de défaut.

### **Spécification pour connexions contenant des annuleurs d'écho**

- Si l'annuleur d'écho fonctionne correctement, il y a lieu que le dispositif INMD signale que l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement de trajet d'écho/l'affaiblissement d'écho vocal est supérieur à 45 dB.
- Si l'annuleur d'écho ne parvient pas à supprimer entièrement l'écho, il convient que le système:
  - i) mesure l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement de trajet d'écho/l'affaiblissement d'écho vocal et le temps de propagation;
  - ii) ou qu'il indique qu'un écho est présent.

Le point i) est le plus souhaitable. Cependant, le signal renvoyé peut présenter une telle distorsion qu'un mesurage précis de l'écho et du temps de propagation n'est plus possible. Dans ce cas, le point ii) est acceptable.

### **Spécification pour connexions contenant des équipements DCME**

- Il y a lieu que le dispositif INMD signale l'affaiblissement d'écho/l'affaiblissement de trajet d'écho/l'affaiblissement d'écho vocal et le temps de propagation sur le trajet d'écho mesuré. Le signal d'écho peut être dégradé par écrêtage ou par codage à bas débit et toute mesure sera donc moins précise.
- Si l'équipement DCME fonctionne en association avec un annuleur d'écho, il y a lieu que le dispositif INMD signale les mesures comme spécifié pour les annuleurs d'écho.
- Le niveau de bruit mesuré sera affecté par le bruit de confort inséré par l'équipement DCME. Il y a lieu que le dispositif INMD signale le niveau de bruit détecté.

## 8.2 Spécifications des mesures

Voir les Tableaux 1 et 2.

## 8.3 Prescriptions en matière de précision

Pour une mesure que l'on effectue une seule fois, la différence entre la mesure de référence (utilisée pour calibrer le circuit d'essai) et la mesure du dispositif INMD n'excédera pas  $\pm 2$ . Elle est définie par l'équation (8-1).

$$\text{Précision} = \text{Mesure\_du\_dispositif\_INMD} - \text{Mesure\_de\_RÉFÉRENCE} \quad (8-1)$$

où la précision est exprimée en décibels pour le niveau vocal actif, le bruit, l'affaiblissement d'écho, l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal et en millisecondes pour le temps de propagation sur le trajet d'écho.

**Tableau 1/P.561 – Spécifications des mesures concernant les dispositifs INMD des classes A, B, C et D**

Mesure		Etendue		Précision moyenne (Note 2)	Résolution (Note 4)
		Inf.	Sup.		
Niveau actif vocal (dBm) (Note 1)		-35	-15	$\pm 0,3$	0,1
		-14,9	0	$\pm 0,3$	0,1
Facteur d'activité vocale (%) (Note 5)		0	100		0,1
Niveau de bruit (dBmp)		-70	-40	$\pm 0,3$	0,1
Affaiblissement d'écho (dB)	A <sup>a)</sup>	6	25	$\pm 0,3$	0,1
Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	B <sup>a)</sup>	6	35	$\pm 0,3$	0,1
Affaiblissement sur le trajet d'écho vocal (dB) (Note 3)	C et D <sup>a)</sup>	6	45	$\pm 0,3$	0,1
Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms) (Note 3)	A <sup>a)</sup>	0	50	$\pm 0,3$	0,1
	B <sup>a)</sup>	0	150	$\pm 0,3$	0,1
	C et D <sup>a)</sup>	0	1000	$\pm 0,3$	0,1

**Tableau 1/P.561 – Spécifications des mesures concernant  
les dispositifs INMD des classes A, B, C et D**

a) Se référer aux différentes classes de dispositif.

NOTE 1 – Les niveaux vocaux actifs supérieurs à –15 dBm peuvent causer une saturation sur les connexions numériques c'est-à-dire en lois A et  $\mu$ . Les prescriptions pour une précision de  $\pm 0,3$  dBm peuvent nécessiter des révisions si la mesure de référence n'est pas limitée par un codec numérique.

En cas de mesure sur une connexion analogique, le convertisseur analogique/numérique du dispositif INMD peut provoquer une saturation.

NOTE 2 – La différence entre la mesure de référence et une mesure que l'on effectue une seule fois n'excédera pas  $\pm 2$  dB ( $\pm 2$  ms).

NOTE 3 – Les limites supérieures des intervalles de mesure de l'affaiblissement d'écho et du temps de propagation sur le trajet d'écho pour les dispositifs des classes A, B et C sont cohérentes entre elles; dans chaque cas, du point de vue de l'utilisateur situé à l'extrémité proche, l'équivalent pour la sonie pour l'écho pour le locuteur (TEL<sub>R</sub>, *talker echo loudness rating*) est donné par:

TEL<sub>R</sub> = (limite supérieure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho + équivalent pour la sonie à l'émission au niveau de l'extrémité proche + équivalent pour la sonie à la réception au niveau de l'extrémité proche).

TEL<sub>R</sub> = (limite supérieure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho + 10)

ce qui correspond au plus petit équivalent pour la sonie acceptable selon la Figure 2/G.131 [12], si le temps de propagation unidirectionnelle n'excède pas le temps de propagation unidirectionnelle global moyen (OMOTT, *overall mean one-way transmission time*) donné par:

OMOTT = (limite supérieure du temps de propagation sur le trajet d'écho + temps de transmission unidirectionnelle moyen à l'extrémité proche)

où le temps de propagation unidirectionnelle moyen à l'extrémité proche est assez grand pour que les dispositifs INMD de classe correspondante prennent en compte toutes les connexions d'utilisateurs finaux au réseau national mentionné par la spécification de cette classe.

NOTE 4 – Une résolution de 0,1 est nécessaire pour avoir une précision moyenne de  $\pm 0,3$ . Pour rapporter des mesures, une résolution moins bonne de 1 ou 0,5 est acceptable.

NOTE 5 – La précision et la résolution nécessitent un complément d'étude.

Par ailleurs, on calculera, pour chaque série de mesures (sur un paramètre donné) faite avec le dispositif INMD, la moyenne des précisions associées aux mesures sur tous les circuits d'essais et tous les segments vocaux:

$$\text{Précision moyenne} = \sum \text{Précision}[i, j, k] / N \quad (8-2)$$

où  $i$  correspond au numéro de circuit d'essai,  $j$  au numéro d'échantillon de parole essayé,  $k$  au sens de transmission considéré et  $N$  au nombre total de mesures rapportées par le dispositif INMD. Les essais, pour lesquels le dispositif INMD n'a pas rapporté de mesure pour l'ensemble  $(i, j, k)$ , seront ignorés dans le calcul de la précision moyenne. Celle-ci n'excédera pas  $\pm 0,3$ .

**Tableau 2/P.561 – Spécification des dispositifs INMD pour les circuits qui contiennent des équipements de traitement du signal**

Équipement de traitement du signal	Affaiblissement d'écho et temps de propagation sur le trajet d'écho vocal		
	A	B	C
Annuleur d'écho	N	O	O
Équipement DCME	N	N	O
NOTE 1 – N) Le dispositif INMD n'est pas spécifié pour fonctionner avec cet équipement en circuit.			
NOTE 2 – O) Le dispositif INMD est spécifié pour fonctionner avec cet équipement en circuit.			

Pour chaque circuit d'essai, au moins 30% des mesures doivent rendre compte d'un résultat pour chaque paramètre. Le rendement moyen, calculé sur tous les circuits, doit être supérieur à 60%.

#### **8.4 Description des circuits de référence**

Trois circuits de référence sont définis afin d'essayer les dispositifs INMD de classe différente. Ils sont conçus pour simuler un réseau analogique local connecté à un réseau de transmission numérique.

##### **8.4.1 Circuit de référence n° 1**

La conception du circuit de référence dans la Figure 2 est telle que le dispositif INMD à interface numérique est connecté aux points A et B. Les codecs sont en loi  $\mu$  ou A selon que l'équipement est spécifié pour fonctionner sur des circuits T1 ou E1.

##### **8.4.1.1 Sources vocales proche et distante**

Les sources vocales proche et distante sont des sources de conversations bidirectionnelles enregistrées numériquement dans un environnement calme. L'Annexe A décrit la méthode permettant de produire des données vocales appropriées.

##### **8.4.1.2 Filtres limiteurs de bande vocale (FR1 et FR2)**

Il convient que les filtres FR1 et FR2 soient des filtres MIC [14] afin de limiter la bande des signaux vocaux.

##### **8.4.1.3 Lignes d'affaiblissement (A1 et A2)**

Les lignes d'affaiblissement A1 et A2 servent à fixer les niveaux vocaux de référence.

##### **8.4.1.4 Bruits proche et distant (N1 et N2)**

Pour un circuit de référence numérique, les bandes occupées par les bruits proche et distant sont limitées par le codec. Les bruits N1 et N2 ne doivent pas être corrélés.

Pour un circuit de référence analogique, les sources de bruits proche et distante sont des sources de bruit blanc aléatoire et uniforme limité à une largeur de bande autour de 3 kHz. Le filtre limiteur de bande est spécifié dans la Rec. UIT-T G.712 [14].

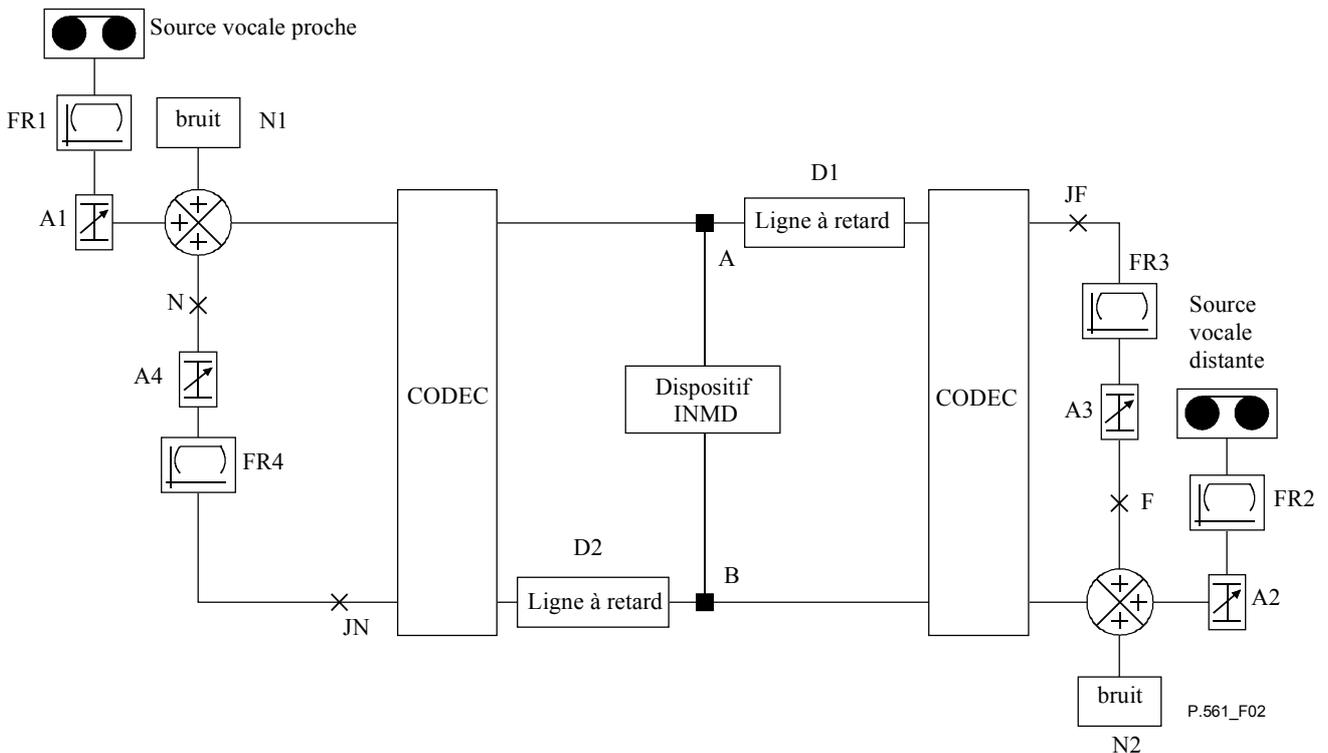
##### **8.4.1.5 Voie associée au trajet d'écho**

La voie associée au trajet d'écho est simulée dans le circuit d'essai par un ensemble d'éléments distincts: une ligne à retard variable (D1 ou D2), une ligne d'affaiblissement (A3 ou A4) pour simuler l'affaiblissement et un filtre (FR3 ou FR4) pour simuler la réponse fréquentielle. Un sommateur sert à ajouter le trajet d'écho au trajet d'émission.

Les caractéristiques des filtres FR3 et FR4 à utiliser dans la voie associée au trajet d'écho sont les suivantes:

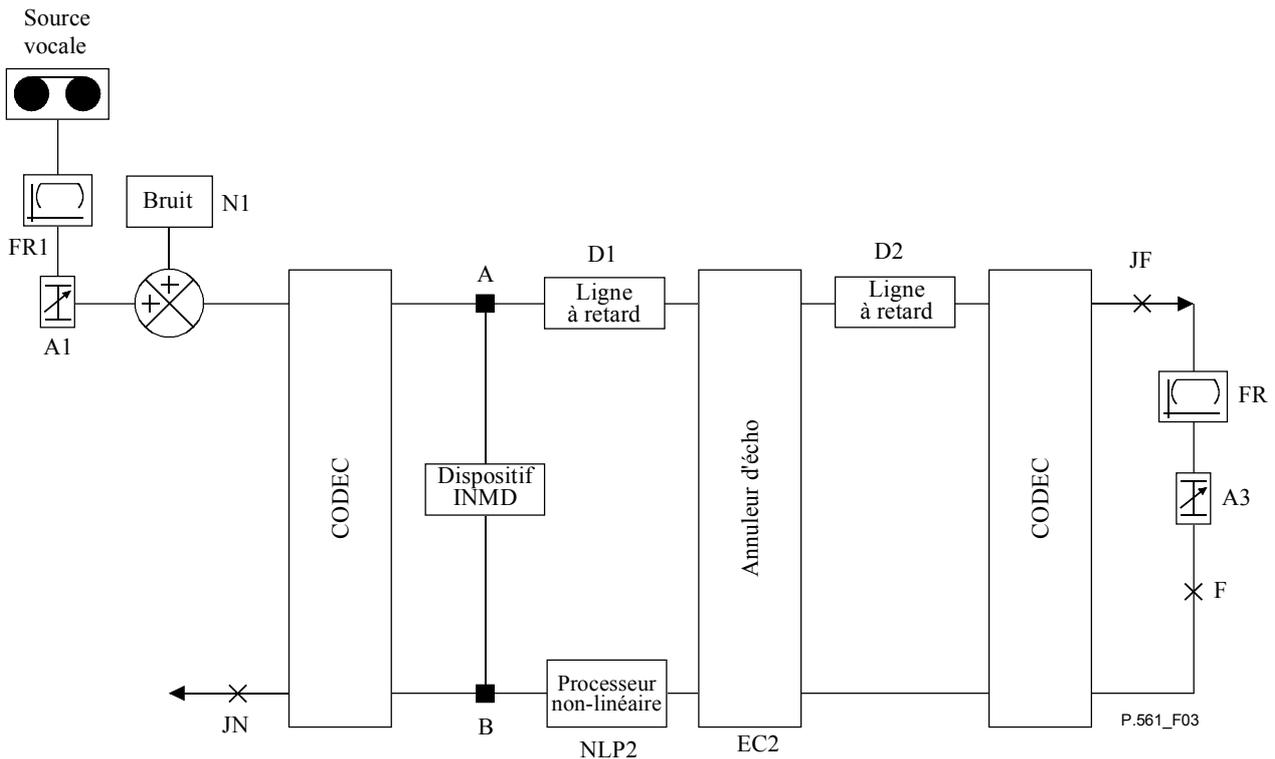
- 1) un filtre dont la réponse fréquentielle dans l'intervalle allant de 300 Hz à 3,4 kHz est plate et présente une fluctuation de  $\pm 3$  dB;
- 2) un filtre dont la réponse fréquentielle possède une pente de +10 dB par décade, coupe l'axe des fréquences (0 dB) à 3,2 kHz et présente une fluctuation de  $\pm 3$  dB.

Ces filtres peuvent être réalisés à l'aide d'un filtre numérique ou d'un équipement de mesure et d'essai normalisé.



**Figure 2/P.561 – Circuit de référence n° 1:  
conditions de textes linéaires**

## 8.4.2 Circuit de référence n° 2



**Figure 3/P.561 – Circuit de référence n° 2:  
conditions de textes avec annuleur d'écho**

La Figure 3 représente un circuit de référence possible pour l'essai des dispositifs des classes B et C. Les éléments FR1, A1, N1, FR3 et A3 sont les mêmes que ceux qui sont représentés sur la Figure 2. Le retard comporte deux contributions D1 et D2. D1 représente un retard dû à la transmission tandis que D2 représente le retard local à annuler.

L'annuleur d'écho est constitué de deux parties: EC2 est sa partie linéaire et NLP2 sa partie non linéaire.

## 8.4.3 Circuit de référence n° 3

Le circuit de référence pour l'essai des dispositifs de classe C comportant des équipements DCME est semblable au circuit représenté sur la Figure 3, sauf qu'une paire de dispositifs DCME adossés est ajoutée à droite des points A et B.

## 8.5 Mesures de référence

La résolution de toutes les mesures de référence sera meilleure que 0,1 dB. Si une terminaison analogique est utilisée et si les jarretières JN ou JF (Figure 2) sont déconnectées, alors les deux extrémités de la ou des jarretières déconnectées seront terminées par des résistances de 600 ohms. Toutes les mesures analogiques sont relevées en dérivation, avec un affaiblissement de dérivation inférieur à 0,1 dB.

Pour chaque essai, les tolérances suivantes sont acceptables.

Niveau vocal actif: chaque mesure de référence aura moins de 1 dB de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.

Niveau de bruit: chaque mesure de référence aura moins de 0,5 dB de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.

Affaiblissement d'écho:	chaque mesure de référence aura moins de 0,5 dB de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.
Affaiblissement sur le trajet d'écho:	chaque mesure de référence aura moins de 0,5 dB de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.
Affaiblissement sur le trajet d'écho vocal:	chaque mesure de référence aura moins de 2 dB de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.
Temps de propagation sur le trajet d'écho:	chaque mesure de référence aura moins de 0,5 ms de différence avec le niveau donné au paragraphe 9.

### 8.5.1 Mesures analogiques/numériques

La plage de fonctionnement d'un dispositif INMD connecté via un point numérique sera fixée par le codec, contrairement à celle d'un équipement de mesure analogique. Les résultats pourront alors être différents pour les niveaux vocaux élevés (supérieurs à  $-15$  dBm) puisque le dispositif INMD pourra mesurer un signal MIC (en loi A ou  $\mu$ ) écrêté à cause d'une saturation lors de la conversion analogique/numérique tandis que l'équipement analogique mesurera un signal non écrêté (non distordu).

Par conséquent, si l'interface du dispositif INMD est située au niveau d'un point numérique, les mesures analogiques de référence devront tenir compte de l'influence des codecs. Dans le cas d'une procédure d'essai entièrement numérique, la conversion en loi A ou loi  $\mu$  tiendra compte du phénomène d'écrêtage. La caractérisation numérique des signaux résultants correspondra à la référence.

### 8.5.2 Niveau vocal de référence (RSL, *reference speech level*)

Pour les mesures du niveau vocal de référence, les sources de bruit et les jarretières JN et JF (trajets d'écho) seront déconnectées. Les algorithmes de mesure employés seront ceux spécifiés dans la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3]. Il est recommandé d'utiliser comme référence les outils logiciels figurant dans la Rec. UIT-T G.191 [18] et servant pour les mesures définies dans la Rec. UIT-T P.56.

### 8.5.3 Niveau de bruit de référence (RNL, *reference noise level*)

Les mesures du niveau de bruit de référence sont relevées avec les sources vocales déconnectées et les jarretières (JN et JF) connectées. Les algorithmes de mesure utilisés seront ceux spécifiés dans la Rec. UIT-T O.41 [15].

### 8.5.4 Facteur d'activité vocale de référence (RSAF, *reference speech activity factor*)

Les mesures du niveau vocal de référence doivent être faites après déconnexion des sources vocales et des jarretières (JN et JF). Une référence appropriée pour le facteur d'activité vocale fera l'objet d'un complément d'étude. La Rec. UIT-T G.191 contient cependant une implémentation logicielle de la Rec. UIT-T P.56. Cette implémentation pourra être utilisée comme guide pour les mesures sur dispositifs INMD.

### 8.5.5 Affaiblissement d'écho de référence (REL, *reference echo loss*)

L'affaiblissement d'écho de référence est mesuré à partir d'un signal de bruit pondéré. La pondération fréquentielle est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.122 [4]. D'après la Figure 2, pour mesurer cet affaiblissement de l'extrémité proche à l'extrémité distante, un bruit pondéré produit par le générateur N1 est transmis à un niveau égal au niveau vocal utilisé sur les circuits d'essai. Les sources vocales et le générateur N2 sont soit déconnectés du circuit et remplacés par des terminaisons de  $600 \Omega$  soit réglés pour ne transmettre aucun signal. La jarretièrre JN (trajet d'écho de l'extrémité distante à l'extrémité proche) est déconnectée et terminée par une résistance de  $600 \Omega$ . L'affaiblissement d'écho de référence est déterminé par des mesures de bruit non pondéré relevées

avec des équipements de mesure numériques situés aux points A et B. La différence entre la mesure au point B et celle au point A donne la valeur de cet affaiblissement. Les mesures de bruit peuvent également être relevées à l'aide d'équipements de mesure analogiques installés aux points JF et JN.

La mesure de l'affaiblissement d'écho de référence de l'extrémité distante à l'extrémité proche s'effectue en renversant cette configuration.

#### **8.5.6 Affaiblissement sur le trajet d'écho de référence (REPL, *reference echo path loss*)**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho de référence est mesuré à l'aide d'un signal de bruit non pondéré. D'après la Figure 2, pour mesurer cet affaiblissement de l'extrémité proche à l'extrémité distante, un bruit produit par le générateur N1 est transmis à un niveau égal au niveau vocal utilisé sur les circuits d'essai. Les sources vocales et le générateur N2 sont soit déconnectés du circuit et remplacés par des terminaisons de 600  $\Omega$  soit réglés pour ne transmettre aucun signal. La jarretière JN (trajet d'écho de l'extrémité distante à l'extrémité proche) est déconnectée et est terminée par une résistance de 600  $\Omega$ . L'affaiblissement sur le trajet d'écho de référence est déterminé par des mesures de bruit non pondéré relevées avec des équipements de mesure numériques situés aux points A et B. La différence entre la mesure au point B et celle au point A donne la valeur de cet affaiblissement. Les mesures de bruit peuvent également être relevées à l'aide d'équipements de mesure analogiques installés aux points JF et JN. La mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho de référence de l'extrémité distante à l'extrémité proche s'effectue en renversant cette configuration.

#### **8.5.7 Affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence (RSEPL, *reference speech echo path loss*)**

L'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence est mesuré pour chaque segment vocal d'essai. Lors de la mesure de cet affaiblissement de l'extrémité proche à l'extrémité distante, la source vocale distante et les deux générateurs représentés sur la Figure 2 sont soit déconnectés du circuit et remplacés par des terminaisons de 600  $\Omega$  soit réglés pour ne transmettre aucun signal. La jarretière JN (trajet d'écho de l'extrémité distante à l'extrémité proche) est également terminée par une résistance de 600  $\Omega$  et les deux lignes à retard sont réglées pour n'engendrer aucun retard. Chaque segment vocal est ensuite émis au niveau de l'extrémité proche; et pendant son émission, le niveau vocal est mesuré aux points JF et JN ou aux points A et B à l'aide d'un algorithme conforme aux prescriptions de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3], si le logiciel correspondant est disponible. L'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence est déterminé par la différence entre le niveau vocal mesuré au point JN ou B et celui qui est mesuré au point JF ou A. Dans certaines conditions d'essais, il se peut qu'il soit nécessaire d'amplifier l'écho à cause des limites de l'algorithme de mesure du niveau vocal. Le gain de l'amplificateur utilisé doit être linéaire entre 0 et 4000 Hz.

La mesure de l'affaiblissement sur le trajet d'écho vocal de référence de l'extrémité distante à l'extrémité proche s'effectue en renversant cette configuration.

#### **8.5.8 Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal de référence (RSEPD, *reference speech echo path delay*)**

Des méthodes de mesure du temps de propagation sont actuellement à l'étude dans divers organes de normalisation. En attendant, il est possible d'utiliser des méthodes de calibrage du temps de propagation non normalisées.

## **9 Conditions d'essai des dispositifs des classes A, B et C**

Les conditions d'essai des dispositifs des classes A, B et C sont abordées ici. Les essais sur les dispositifs de classe D nécessitent un complément d'étude.

## 9.1 Objectif des essais

L'objectif des essais est:

- 1) d'essayer tous les paramètres aux limites de leurs intervalles;
- 2) de vérifier si la combinaison de paramètres dans le cas le plus défavorable donne un rapport signal vocal/bruit supérieur à 20 dB et un rapport écho/bruit supérieur à 10 dB, bruit de quantification compris;
- 3) de minimiser le nombre d'essais pour réaliser 1) et 2).

## 9.2 Mesures multiples

Les dispositifs INMD seront essayés à l'aide d'échantillons de parole préparés conformément aux spécifications de l'Annexe A.

Chaque condition d'essai doit être répétée au moins trois fois pour chaque conversation (afin d'avoir un nombre total de mesures suffisant pour les prescriptions de précision, voir § 8.3). Cette opération remplit également la fonction de vérification de la fiabilité des circuits et des algorithmes d'essai.

## 9.3 Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe A

Les configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe A seront les suivantes. Il convient que les circuits d'essai soient symétriques (c'est-à-dire avec les mêmes conditions pour les extrémités proche et distante) dans le cas des configurations décrites dans le Tableau 3 et qu'ils soient asymétriques dans le cas des configurations décrites dans le Tableau 4. Il y a lieu d'utiliser les configurations décrites dans les Tableaux 3 et 4 conjointement avec le circuit de référence 1.

**Tableau 3/P.561 – Configurations des circuits symétriques d'essai des dispositifs de classe A**

Circuit	Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal <sup>a)</sup>
1	-32	-52	10	20	10	6	Plate
2	-35	-55	6	20	14	50	Plate
3	-10 <sup>b)</sup>	-45	25	35	10	12	Plate
4	-27	-50	13	23	10	44	Inclinée
5	-35	-70	16	35	19	19	Inclinée
6	-5 <sup>b)</sup>	-40	6	35	29	38	Plate
7	-15	-50	25	35	10	25	Inclinée
8	-0	-50	20	50	30	31	Inclinée

<sup>a)</sup> Les réponses fréquentielles du trajet d'écho vocal sont définies au § 8.4.1.5.

<sup>b)</sup> En raison de l'écrêtage, le niveau vocal sera différent de celui de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3] où le rapport puissance vocale crête/puissance vocale moyenne est par hypothèse de 18 dB, ce qui n'est pas le cas pour ces configurations.

#### 9.4 Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe B

Les annuleurs d'écho laisseront "fuir" l'écho si le trajet d'écho est non linéaire ou si le temps de propagation au niveau de l'extrémité proche est trop grand. Par ailleurs, si le processeur non linéaire d'un annuleur d'écho est désactivé, l'annuleur laissera quand même "fuir" un écho résiduel de faible niveau. Si la partie de modélisation de l'annuleur est désactivée et si le processeur non linéaire est activé, alors il subsistera un trajet d'écho non linéaire.

Les spécifications requises pour les dispositifs INMD de classe B figurent dans les Tableaux 1 et 2.

**Tableau 4/P.561 – Configurations des circuits asymétriques d'essai des dispositifs de classe A**

Circuit		Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal
1	Extrémité proche	-15	-55	15	30	Plate
	Extrémité distante	-25	-60	20	50	Plate

NOTE – A l'extrémité proche, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A1, N1, A3 et D1 (voir Figure 2). A l'extrémité distante, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur le trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A2, N2, A4 et D2 (voir Figure 2).

##### 9.4.1 Description des essais élémentaires

Les dispositifs de classe B seront conformes à toutes les prescriptions des dispositifs de classe A. Les mêmes mesures de référence pourront être relevées pour toutes les configurations spécifiées dans le Tableau 3. Des essais supplémentaires sont spécifiés pour les configurations propres aux dispositifs de classe B.

D'autres essais supplémentaires sont spécifiés pour les circuits comportant des annuleurs d'écho. Ces essais ne sont réalisés qu'à des fins de caractérisation.

##### 9.4.2 Configurations des circuits

Les configurations suivantes des circuits, qui sont décrites dans les Tableaux 5 et 6, s'appliquent au cas représenté sur la Figure 2. Les circuits d'essais seront symétriques – c'est-à-dire de configurations semblables aux extrémités proche et distante – pour les configurations énumérées dans le Tableau 5 et asymétriques pour celles citées dans le Tableau 6.

**Tableau 5/P.561 – Configurations des circuits symétriques  
d'essai des dispositifs de classe B**

Circuit	Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal <sup>a)</sup>
1	-32	-52	10	20	10	150	Plate
2	-35	-55	6	20	14	20	Plate
3	-10 <sup>b)</sup>	-60	35	50	15	38	Plate
4	-20	-50	15	30	15	130	Inclinée
5	-35	-70	20	35	15	56	Inclinée
6	-5 <sup>b)</sup>	-40	6	35	29	112	Plate
7	-15	-55	30	40	10	75	Inclinée
8	-0 <sup>b)</sup>	-50	25	50	25	94	Inclinée

a) Les réponses fréquentielles du trajet d'écho vocal sont définies au § 8.4.1.5.

b) En raison de l'écrêtage, le niveau vocal sera différent de celui de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3] où le rapport puissance vocale crête/puissance vocale moyenne est par hypothèse de 18 dB, ce qui n'est pas le cas pour ces configurations.

**Tableau 6/P.561 – Configurations des circuits asymétriques  
d'essai des dispositifs de classe B**

Circuit		Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal
1	Extrémité proche	-15	-70	30	30	Plate
	Extrémité distante	-25	-60	25	150	Plate

NOTE – A l'extrémité proche, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A1, N1, A3 et D1 (voir Figure 2). A l'extrémité distante, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur le trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A2, N2, A4 et D2 (voir Figure 2).

### 9.4.3 Configurations des circuits comportant des annuleurs d'écho

Aucun critère de succès/échec n'est spécifié pour les essais suivants. Ces essais visent à préciser les caractéristiques des dispositifs INMD dans les conditions réelles de fonctionnement des réseaux.

Les annuleurs d'écho sont des dispositifs qui traitent des signaux vocaux et qui sont placés sur une section quatre fils d'un circuit. Ils améliorent l'affaiblissement d'écho du circuit en soustrayant au signal réfléchi une réplique estimée de l'écho (Rec. UIT-T G.165 [16]). La qualité de performance de l'annuleur diminuera en fonction des conditions d'exploitation des réseaux; l'objectif de ces essais est de créer un circuit sur lequel l'annuleur ne réduira pas entièrement l'écho et pourra ajouter certaines distorsions supplémentaires.

Les annuleurs d'écho fonctionnent selon un processus d'annulation et avec un processeur non linéaire. Le processus d'annulation n'est pas parfait et un écho résiduel d'un certain niveau

continuera à "fuir". Le processeur non linéaire, utilisé pour supprimer le signal "de fuite", affaiblit tous les signaux détectés sous un seuil de suppression déterminé.

Trois séries d'essais sont définies ici:

- i) annuleur d'écho en ligne;
- ii) annuleur d'écho sans processeur non linéaire;
- iii) annuleur d'écho sans processus d'annulation.

#### 9.4.3.1 Série d'essais de caractérisation i)

Si un annuleur d'écho est installé sur le circuit et est utilisé sur son intervalle de fonctionnement, aucun trajet d'écho sur ce circuit ne devrait exister. L'objectif de cet essai est de s'assurer que le dispositif INMD ne fournit pas une fausse détection d'écho. Pour s'assurer qu'aucune parole simultanée, etc., ne se produise lors de l'essai, on n'effectuera cet essai qu'avec une seule source vocale.

Dans les configurations définies au Tableau 7, le dispositif INMD ne doit pas faire état de temps de propagation sur le trajet d'écho ni d'affaiblissement d'écho. Le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal est égal à la somme du temps de propagation global et du temps de propagation sur le trajet d'écho local. L'annuleur d'écho sera placé sur le trajet d'écho local.

Le circuit de référence est montré sur la Figure 3.

#### 9.4.3.2 Série d'essais de caractérisation ii)

La série d'essais ii) consiste à simuler un annuleur d'écho défectueux, avec son processeur non linéaire désactivé. Après l'annulation, un écho résiduel sera présent dans le circuit. Son niveau dépendra des annuleurs d'écho. Par conséquent, avant de réaliser cet essai, il est nécessaire de connaître les caractéristiques des annuleurs. Si l'affaiblissement d'écho résiduel se situe hors de la plage de fonctionnement du dispositif INMD, un amplificateur linéaire sera utilisé en sortie de l'annuleur pour augmenter l'écho.

La série d'essais i) sera répétée pour les configurations définies au Tableau 7.

**Tableau 7/P.561 – Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe B avec annuleur d'écho**

Circuit	Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	Temps de propagation global (ms)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal local (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal <sup>a)</sup>
1	-28	-52	14	59	16	Plate
2	-35	-55	6	7	8	Plate
3	-10 <sup>b)</sup>	-60	35	122	28	Inclinée
4	-18	-50	22	12	25	Inclinée
5	-21	-70	30	92	20	Plate
<sup>a)</sup> Les réponses fréquentielles du trajet d'écho vocal sont définies au § 8.4.1.5. <sup>b)</sup> En raison de l'écrêtage, le niveau vocal sera différent de celui de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3] où le rapport puissance vocale crête/puissance vocale moyenne est par hypothèse de 18 dB, ce qui n'est pas le cas pour ces configurations.						

#### 9.4.3.3 Série d'essais de caractérisation iii)

La série d'essais iii) consiste à simuler un annuleur d'écho défectueux sans processus d'annulation. Avec uniquement le processeur non linéaire présent sur le circuit, le signal vocal réfléchi (écho)

deviendra non continu, c'est-à-dire non linéaire. L'algorithme de suppression pour le dispositif non linéaire dépendra des dispositifs – il est donc nécessaire de choisir des valeurs d'affaiblissement d'écho de façon à s'assurer qu'une partie de l'écho fuie. Des valeurs de niveau du signal vocal réfléchi sont proposées au Tableau 8.

**Tableau 8/P.561 – Niveaux du signal vocal réfléchi à utiliser avec des processeurs non linéaires**

Seuil +10 dB
Seuil +5 dB
Seuil
Seuil –5 dB
Seuil –10 dB
NOTE – Le seuil de suppression dépendra de l'annuleur d'écho essayé.

En général, le niveau vocal présente des pics d'amplitude supérieure d'environ 18 dB au niveau moyen du signal vocal; cela signifie que, même pour un écart quadratique moyen du niveau vocal qui est inférieur de 10 dB au seuil, une partie du signal ne sera pas supprimée. Le seuil dépendra de l'annuleur d'écho utilisé.

## **9.5 Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe C**

Les dispositifs INMD de classe C sont spécifiés pour être utilisés sur des routes à long temps de propagation. Il est prévu que de telles routes comportent des dispositifs de traitement du signal comme des annuleurs d'écho et des équipements DCME. Dans certains cas, il est possible que ces dispositifs ajoutent une dégradation supplémentaire affectant la performance du circuit.

En ce qui concerne l'effet des annuleurs d'écho, voir § 9.4.

Les équipements DCME ont deux effets principaux sur le trajet d'écho: le codage à faible débit binaire dégradera le signal vocal réfléchi et le commutateur d'activité vocale remplacera les silences par du bruit de confort. Ces silences comporteront vraisemblablement un écho.

Il est impossible de spécifier des essais exhaustifs pour ces deux types de dispositifs.

Les spécifications requises pour les dispositifs INMD de classe C figurent dans les Tableaux 1 et 2. Les Tableaux 11 et 12 fournissent des prescriptions supplémentaires pour les mesures d'écho et de temps de propagation des circuits qui comportent des dispositifs de traitement du signal.

### **9.5.1 Description des essais élémentaires**

Les dispositifs de classe C seront conformes à toutes les prescriptions des dispositifs des classes A et B. Les mêmes mesures de référence pourront être relevées pour toutes les configurations spécifiées dans les Tableaux 3 et 5. Des essais supplémentaires sont spécifiés pour les configurations propres aux dispositifs de classe C.

D'autres essais supplémentaires sont spécifiés pour des circuits comportant des équipements DCME. Ces essais ne sont réalisés qu'à des fins de caractérisation.

### **9.5.2 Configurations des circuits**

Les configurations suivantes des circuits, définies dans les Tableaux 9 et 10, s'appliquent au cas représenté sur la Figure 2. Les circuits d'essais seront symétriques – c'est-à-dire de configurations semblables aux extrémités proche et distante – pour les configurations énumérées dans le Tableau 9 et asymétriques pour celles citées dans le Tableau 10.

**Tableau 9/P.561 – Configurations des circuits symétriques  
d'essai des dispositifs de classe C**

Circuit	Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	SNR(p)	ENR(p)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal <sup>a)</sup>
1	-32	-52	10	20	10	125	Plate
2	-35	-55	6	20	14	1000	Inclinée
3	-5 <sup>b)</sup>	-65	45	60	15	50	Plate
4	-27	-50	13	23	10	875	Inclinée
5	-35	-70	20	35	15	10	Inclinée
6	-10 <sup>b)</sup>	-45	6	35	29	750	Plate
7	-15	-60	35	45	10	300	Inclinée
8	-0 <sup>b)</sup>	-55	40	55	15	800	Plate
9	-15	-40	15	25	10	800	Plate
<p><sup>a)</sup> Les réponses fréquentielles du trajet d'écho vocal sont définies au § 8.4.1.5.</p> <p><sup>b)</sup> En raison de l'écrêtage, le niveau vocal sera différent de celui de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3] où le rapport puissance vocale crête/puissance vocale moyenne est par hypothèse de 18 dB, ce qui n'est pas le cas pour ces configurations.</p>							

### 9.5.3 Configurations des circuits comportant des anneaux d'écho

Les trois séries d'essais de caractérisation spécifiées au § 9.4 seront répétées pour les configurations définies dans les Tableaux 11 et 12.

**Tableau 10/P.561 – Configurations des circuits asymétriques  
d'essai des dispositifs de classe C**

Circuit		Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal
1	Extrémité proche	-10	-70	40	30	Plate
	Extrémité distante	-20	-65	25	1000	Plate
<p>NOTE – A l'extrémité proche, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A1, N1, A3 et D1 (voir Figure 2). A l'extrémité distante, le niveau vocal, le niveau de bruit, l'affaiblissement sur le trajet d'écho et le temps de propagation sur le trajet d'écho vocal sont réglés, respectivement, par les éléments A2, N2, A4 et D2 (voir Figure 2).</p>						

**Tableau 11/P.561 – Configurations des circuits d'essai des dispositifs de classe C avec annuleur d'écho**

Circuit	Niveau vocal (dBm)	Niveau de bruit (dBmp)	Affaiblissement sur le trajet d'écho (dB)	Temps de propagation global (ms)	Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal local (ms)	Réponse fréquentielle du trajet d'écho vocal <sup>a)</sup>
1	-28	-52	14	734	16	Inclinée
2	-35	-55	6	92	8	Plate
3	-10 <sup>b)</sup>	-70	45	972	28	Plate
4	-18	-50	22	225	25	Inclinée
5	-21	-70	35	480	20	Plate

<sup>a)</sup> Les réponses fréquentielles du trajet d'écho vocal sont définies au § 8.4.1.5.

<sup>b)</sup> En raison de l'écrêtage, le niveau vocal sera différent de celui de la méthode B de la Rec. UIT-T P.56 [3] où le rapport puissance vocale crête/puissance vocale moyenne est par hypothèse de 18 dB, ce qui n'est pas le cas pour ces configurations.

**Tableau 12/P.561 – Niveaux du signal vocal réfléchi à utiliser avec des processeurs non linéaires**

Seuil +10 dB
Seuil +5 dB
Seuil
Seuil -5 dB
Seuil -10 dB
NOTE – Le seuil de suppression dépendra de l'annuleur d'écho essayé.

#### 9.5.4 Configurations des circuits comportant des équipements DCME

Aucun critère de succès/échec n'est spécifié pour les essais suivants. Ces essais visent à préciser les caractéristiques des dispositifs INMD dans les conditions réelles de fonctionnement des réseaux.

Les équipements DCME, utilisés pour multiplexer des circuits vocaux, réduisent le débit binaire des signaux vocaux et ne transmettent pas les silences mais seulement leur longueur. Ces équipements auront deux effets sur les dispositifs INMD:

- i) dégradation du trajet d'écho par les faibles débits binaires;
- ii) suppression de tous les signaux brouilleurs et injection de bruit de confort.

Pour les essais, l'équipement DCME peut être décomposé en deux dispositifs distincts; un codec à faible débit et un commutateur vocal. Le commutateur vocal a un effet similaire à celui d'un processeur non linéaire.

Différents niveaux de charge de trafic sont appliqués aux bornes d'émission des équipements DCME afin de produire diverses dégradations associées aux équipements DCME, telles que des mutilations de la parole et des gels. La charge de trafic peut se composer d'assortiments contrôlés de multiples voies de données en bande vocale et de voies téléphoniques avec contrôle du facteur d'activité vocale.

Trois niveaux de charge d'équipement DCME sont proposés:

- a) faible trafic (4,0 bits/échantillon, sans mutilation);
- b) trafic à l'heure de pointe (3,7 bits/échantillon, mutilation légère);
- c) trafic intense (3,0 bits/échantillon, mutilation sévère).

## **Annexe A**

### **Echantillons de parole**

La présente annexe donne des détails sur la production de signaux vocaux appropriés aux circuits de référence décrits dans la présente Recommandation. Il utilise, dans la mesure du possible, les principes décrits dans la Rec. UIT-T P.800 [19]. D'autres informations utiles figurent dans le § 2.5 du *Manuel de téléphonométrie* [20]. Il est souhaitable que des signaux vocaux normalisés soient mis à disposition. Ce point fera l'objet d'un complément d'étude.

#### **A.1 Paramètres**

Les paramètres suivants seront utilisés pour essayer le dispositif INMD décrit au § 9.2.

##### **A.1.1 Sujets**

Les combinaisons suivantes sont recommandées:

- homme → homme;
- homme → femme;
- femme → femme.

##### **A.1.2 Conversations**

Cinq conversations différentes au moins sont requises (incorporation des combinaisons décrites au § A.1.1).

##### **A.1.3 Langue**

L'ensemble minimal de langues à utiliser est:

- anglais;
- toute autre langue choisie en option.

On considère que cette prescription ne garantira pas que les dispositifs INMD répondront à la condition de précision du § 8.3 pour chaque langue. Il y a lieu que les utilisateurs de dispositifs INMD fassent en sorte que les essais portent sur les langues appropriées à leurs réseaux.

##### **A.1.4 Durée des conversations**

La durée des conversations sera de 3 minutes  $\pm$  30 s.

##### **A.1.5 Facteur d'activité des conversations**

Le facteur d'activité des conversations aller-retour sera:

- supérieur à 25%.

#### **A.2 Connexion téléphonique**

Les systèmes d'émission et de réception seront conformes au système de référence intermédiaire (IRS) modifié qui est spécifié dans la référence [21].

NOTE – Cette prescription peut aussi être observée par utilisation d'enregistrements en bande élargie et mise en forme du signal de sortie du magnétophone avec le filtre approprié pour produire la caractéristique de fréquence requise.

La connexion totale est constituée de deux systèmes de référence intermédiaires modifiés ou équivalents reliés l'un à l'autre par un filtre MIC approprié [14] placé au niveau de la jonction.

Les équivalents pour la sonie suivants, qui sont définis dans la Rec. UIT-T P.310 [22], sont recommandés:

- équivalent pour la sonie à l'émission (SLR), 8 dB;
- équivalent pour la sonie à la réception (RLR), 2 dB;
- équivalent global pour la sonie (OLR), 10 dB;
- affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage (STMR) entre 10 et 15 dB;
- affaiblissement d'effet local pour l'auditeur (LSTR) > 15 dB.

### **A.3 Enregistrements source**

#### **A.3.1 Environnement des enregistrements**

Les sujets seront assis dans des salles calmes et séparées, de volume compris entre 30 et 120 m<sup>3</sup> et dont le temps de réverbération est inférieur à 500 ms (de préférence compris entre 200 et 300 ms). Le niveau du bruit de salle doit être inférieur à 30 dBA sans pics dominants dans le spectre.

#### **A.3.2 Système d'enregistrement**

Le système d'enregistrement sera de haute qualité (studio) et peut être l'un des suivants:

- enregistreur classique à deux pistes avec correction CEI. On utilisera toujours des bandes de haute qualité (faible diaphonie par transfert magnétique, faible bruit);
- processeur audionumérique à deux voies avec un magnétophone de qualité élevée ou avec un enregistreur à bande audionumérique;
- système de mémorisation numérique piloté par ordinateur.

On utilise de préférence le troisième système.

#### **A.3.3 Procédure d'enregistrement**

La procédure d'enregistrement suivante est recommandée.

La conversation est enregistrée à la sortie émetteur du système IRS modifié (voir § A.2), le combiné étant tenu normalement.

Deux voies distinctes servent à enregistrer simultanément la conversation à chaque extrémité.

Pendant l'enregistrement, il faut veiller à ce que le niveau vocal actif reste compris entre 20 et 30 dB en dessous du niveau maximal de saturation du système d'enregistrement afin de réduire la possibilité de saturation; le niveau recommandé est de 26 dB.

#### **A.3.4 Niveau vocal**

Le niveau vocal actif, qui est défini dans la Rec. UIT-T P.56 [3], sera mesuré en fin d'enregistrement.

#### **A.3.5 Sujets**

Il y aura au moins un couple de sujets par langue (voir § A.1.2). Les sujets ne présenteront pas de déficiences vocales comme le bégaiement et parleront leur langue maternelle.

### A.3.6 Thème de la conversation

Le thème de la conversation aura une signification et sera choisi afin d'obtenir le facteur d'activité requis (voir § A.1.5).

### A.3.7 Signal d'étalonnage

Après l'enregistrement, une tonalité d'étalonnage de 20 s est émise au début, avec un niveau égal à l'écart quadratique moyen du niveau vocal; cette valeur ayant une relation connue avec le niveau moyen d'activité vocale de la conversation. Cette tonalité est normalement à 1000 Hz mais peut être à une fréquence quelconque. Il vaut mieux effectuer ce processus lors d'une phase de réenregistrement.

Cette tonalité peut servir plus tard pour l'ajustement des niveaux moyens des signaux d'entrée (voir § 9.3 par exemple).

## Appendice I

### Présentation de techniques de mesure

#### I.1 Temps de propagation sur le trajet d'écho vocal

##### I.1.1 Analyse par corrélation

Cette méthode repose sur une analyse du signal vocal incident dans le sens d'émission et du signal vocal réfléchi et corrélé dans le sens de réception.

On peut considérer que la corrélation croisée décrit la dépendance d'une forme d'onde en fonction d'une autre. L'équation (I-1) donne le coefficient de corrélation croisée,  $r$ :

$$r = \frac{\sum_i (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (\text{I-1})$$

où  $X$  et  $Y$  sont deux suites temporelles de données et  $\bar{X}$  et  $\bar{Y}$  leurs valeurs moyennes.

Le coefficient  $r$  prend une valeur comprise entre  $-1$  et  $+1$ ; la valeur  $+1$  équivaut à une corrélation positive complète qui se produit lorsque les deux suites sont linéairement dépendantes avec un coefficient multiplicatif positif.

Pour un instant  $\tau$ , il existe une fonction de corrélation croisée  $R_{xy}(\tau)$  qui, sous sa forme discrète, est donnée par l'équation:

$$R_{xy}(\tau) = \frac{1}{N - \tau} \sum_{i=1}^{N-\tau} x_i y_{i+\tau} \quad (\text{I-2})$$

où  $\tau = 0, 1, 2, \dots, m$ ;  $m$  étant le retard total requis, et où  $x_i$  et  $y_i$  sont les écarts par rapport aux valeurs moyennes des deux suites et sont donnés par:

$$\begin{aligned} x_i &= X_i - \bar{X} \\ y_i &= Y_i - \bar{Y} \end{aligned}$$

Pour calculer le temps de propagation entre le signal vocal incident et son écho, on applique l'équation (I-2), la valeur de  $\tau$  qui donne la valeur  $R_{xy}$  maximale est alors égale au temps de propagation.

### I.1.2 Analyse par filtre adaptatif

La réponse impulsionnelle est une représentation mathématique de la fonction de transfert d'une demi-connexion. Elle est constituée d'un ensemble de coefficients dont la courbe caractérise la connexion et dont les valeurs effectives donnent une indication sur la qualité de transmission. Par exemple, l'affaiblissement sur le trajet d'écho dans un circuit essayé peut être déterminé par une comparaison des valeurs des coefficients pour ce circuit avec celles pour un circuit dont l'affaiblissement d'écho est connu.

La réponse impulsionnelle pour un circuit inconnu peut être calculée à partir d'un filtre adaptatif. Le filtre est auto-adaptatif car il ajuste automatiquement ses coefficients  $h(k)$  en fonction des caractéristiques statistiques estimées du signal d'entrée. Cette technique sert dans les annuleurs d'écho, le fonctionnement d'un annuleur mérite donc d'être pris en exemple.

D'après la Figure I.1:

$$y(n) = \sum_{k=0}^{\infty} h(k)u(n-k) + v(n) \quad (\text{I-3})$$

où  $u(n)$ ,  $u(n-1)$ , ... , sont des échantillons de parole du locuteur A,  $v(n)$  est le signal vocal du locuteur B plus tous les bruits additifs à l'instant  $n$  et  $\{h(k)\}$  est la réponse impulsionnelle du trajet d'écho. Le filtre adaptatif dans l'annuleur d'écho fait une estimation  $\{h'(k)\}$  de cette réponse et estime ensuite l'écho comme le produit de convolution:

$$y'(n) = \sum_{k=0}^M h'(k)u(n-k) \quad (\text{I-4})$$

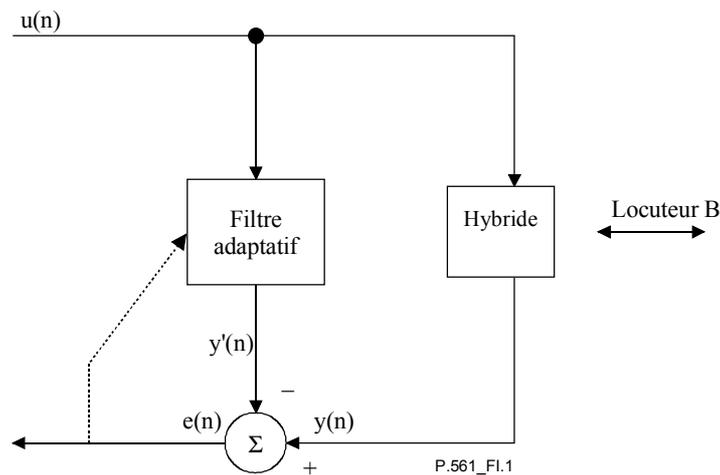
dont la réalisation est un filtre à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont  $h'(0)$ ,  $h'(1)$ , ... ,  $h'(M)$ . Le signal d'erreur  $e(n)$  est formé en soustrayant le signal estimé  $y'(n)$  du signal de retour  $y(n)$ , comme le montre l'équation suivante:

$$e(n) = y(n) - y'(n) \quad (\text{I-5})$$

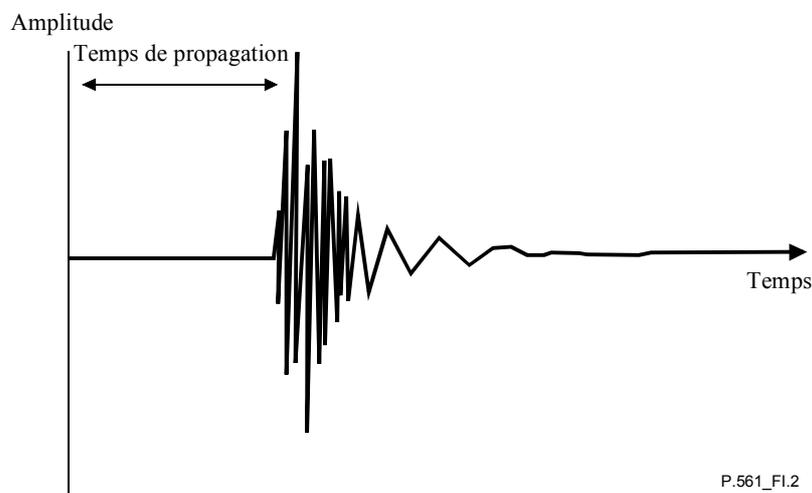
Le signal d'erreur est alors utilisé pour commander de façon adaptative les coefficients  $h'(0)$ ,  $h'(1)$ , ... ,  $h'(M)$  de l'annuleur, de façon à minimiser l'écho après un petit nombre d'itérations. Lorsque le filtre est optimisé, il conserve les coefficients qui modélisent avec précision le trajet de transmission.

Considérons le diagramme de la réponse impulsionnelle montrée sur la Figure I.2 ci-dessous:

il est possible de déterminer le temps de propagation à partir de cette réponse en analysant les coefficients à partir de  $n = 0$  et en regardant le coefficient d'amplitude crête. La valeur de  $n$  associée à ce coefficient représente alors le temps de propagation en nombre d'échantillons à partir duquel on peut calculer le temps de propagation en secondes.



**Figure I.1/P.561 – Définitions des signaux**



**Figure I.2/P.561 – Réponse impulsionnelle**

## I.2 Vérification des mesures du temps de propagation

Les deux méthodes décrites ci-dessus sont deux techniques de recherche du temps de propagation. Il est donc nécessaire de spécifier un moyen de déterminer si le dispositif INMD a trouvé le temps de propagation correct. Si ce temps est faux, alors la mesure de l'affaiblissement d'écho sera également fautive.

Dans le cas de l'analyse par corrélation, le coefficient de corrélation peut servir à déterminer si le temps de propagation mesuré est correct.

Dans le cas de la surveillance de la réponse impulsionnelle, c'est la convergence du filtre adaptatif qui peut servir à déterminer si le temps de propagation mesuré est correct.

## I.3 Incapacité à déterminer le temps de propagation

Si le dispositif INMD ne parvient pas à déterminer correctement le temps de propagation sur le trajet d'écho à cause d'une non-convergence du filtre adaptatif ou à cause d'une faible valeur du coefficient de corrélation, cette incapacité sera rapportée.

Une telle incapacité pourrait être due à une diaphonie excessive interne au système, à la présence d'annuleurs d'écho, à des circuits non linéaires ou qui varient dans le temps, à du bruit ou des temps de propagation qui se situent en dehors de la plage de détection et de fonctionnement du dispositif INMD.

Le dispositif INMD sera capable de différencier des situations dans lesquelles il peut y avoir un trajet d'écho et celles dans lesquelles il n'y en a pas. Par exemple:

- 1) si l'incapacité est due à une diaphonie excessive interne au système, à des circuits non linéaires ou qui varient dans le temps; à du bruit ou des temps de propagation qui se situent en dehors de la plage de détection et de fonctionnement du dispositif INMD, il peut quand même y avoir un écho sur le circuit et la mesure sera rapportée comme telle;
- 2) si l'incapacité est due à un fort affaiblissement d'écho qui se situe en dehors de la plage de fonctionnement du dispositif INMD, c'est-à-dire si elle est due à des annuleurs d'écho, le circuit n'est pas fautif et la mesure sera rapportée comme telle.

## **Appendice II**

### **Dégradation de la qualité de transmission téléphonique à cause du bruit non stationnaire**

#### **II.1 Introduction**

La puissance du "bruit stationnaire" des voies au repos est mesurée au moyen de psophomètres (dispositifs réservés à cet usage); par ailleurs on sait qu'il existe parfois un pourcentage faible mais quand même important de bruit non stationnaire dans les voies réelles, qui influe sur la qualité et nécessite d'être mesuré plus précisément.

De plus, étant donné que le RTPC analogique/numérique mixte est prévu pour interfonctionner avec le RNIS, il convient d'étudier les valeurs numériques effectives des niveaux de bruit stationnaire et non stationnaire et leurs distributions statistiques dans les réseaux téléphoniques modernes, ce qui permettrait de fixer des limites convenables pour les opérateurs publics et privés afin de protéger la qualité d'ensemble d'une connexion.

Il est envisagé d'introduire, dans les réseaux téléphoniques, une large variété de nouveaux systèmes utilisant des processus numériques et la transmission radioélectrique (par exemple des autocommutateurs privés, des terminaux téléphoniques multimédias et perfectionnés pour les communications personnelles, des équipements de multiplication de circuit numérique avec mise en paquets, des systèmes mobiles radioélectriques et à satellites, etc.). Par ailleurs, il peut exister, en plus des types de bruits bien connus (quantification, repos, etc.), des bruits non stationnaires (par exemple, pics de bruit isolés, rafales d'erreurs transitoires, effets d'écrêtage ou de mutilation, diaphonie due aux signaux de signalisation, etc.) dus à la fois aux systèmes existants et aux nouveaux processus, et notamment à la commutation numérique. Par conséquent, compte tenu de ces considérations, la Commission d'études 12 de l'UIT-T a incité à mener une étude dans ce domaine.

En 1993, l'UIT-T a diffusé un Questionnaire à toutes les Administrations, en leur demandant des renseignements sur les mesures de bruit et les méthodes utilisées jusqu'en juin 1993.

Les questions étaient:

- A quels types de bruits non stationnaires peut-on identifier dans les voies téléphoniques?
- B quels appareils de mesure du bruit impulsionnel pour les circuits de type téléphonique peut-on utiliser pour les mesures périodiques?

- C quelles techniques de mesure faut-il adopter pour détecter et évaluer des bruits non stationnaires?
- D disposez-vous de statistiques sur les distributions des niveaux et des fréquences ou d'autres statistiques sur les bruits non stationnaires qui pourraient être fournies au Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT pour complément d'étude?
- E quelles sont les limites de niveau de bruit admises dans votre réseau national pour les technologies existantes et quelles seraient les limites prévues pour d'éventuels nouveaux services?

A partir de l'ensemble des réponses reçues sur le sujet, les types de bruit suivants ont retenu l'attention des opérateurs et pourront être pris en considération pour les futurs dispositifs INMD. Voir le Tableau II.1

**Tableau II.1/P.561 – Types de bruit intéressant les opérateurs (d'après le Questionnaire de la CE 12 de l'UIT-T, 1993)**

Claquement
Friture
Diaphonie
Stade bondé
Impulsion décimale
Echo
Réseau téléphonique fixe seulement
Signaux parasites
Sifflement
Hurlement et tonalité
Ronflement
Bruit impulsionnel
Induction par humidité
Foudre
Tonalités multifréquences
Bruit à 470 Hz, dans l'intervalle de 1300 à 1500 Hz et à 40 kHz
Bruit durant un fonctionnement "mains-libres"
Bruit dû à la commutation d'un commutateur analogique
Bruit induit par des lignes électriques aériennes
Bruit sec
Cliquetis
Signaux radars
Signaux de radiodiffusion
Détection de signaux radiophoniques superposés
Cadran rotatif
Machines tournantes
Claquements aigus produits par induction magnétique
Bruit statique
Bruit thermique et de semi-conducteurs

**Tableau II.1/P.561 – Types de bruit intéressant les  
opérateurs (d'après le Questionnaire  
de la CE 12 de l'UIT-T, 1993)**

Orages
Tonalités des commutateurs
Problèmes de poursuite
Bruits transitoires
Câbles de télévision

## **II.2 Classification des bruits non stationnaires**

A l'heure actuelle, il n'existe aucune méthode automatique permettant d'évaluer les effets de tous les types de bruit non stationnaire sur la qualité téléphonique, telle que la perçoit le client.

Les dispositifs INMD pourraient contribuer à combler ce vide: c'est pourquoi, pour développer un algorithme de classification des bruits de circuit, il est nécessaire de mesurer les paramètres statistiques essentiels du bruit au cours d'une conversation effective.

Concernant la classification des bruits non stationnaires, le bruit dit "impulsionnel" semble jouer un rôle majeur.

Pour ce type de bruit, il est en effet assez difficile de déterminer un ensemble de paramètres permettant de le modéliser et d'effectuer une mesure automatique. Contrairement aux instruments analogiques, les ordinateurs peuvent réaliser des analyses à très court terme; ils sont donc très bien adaptés à la détection du bruit impulsionnel.

### **II.2.1 Base de données de bruits et analyse**

#### **II.2.1.1 Structures et caractéristiques**

Le développement d'un "classificateur" nécessite une phase d'étude des signaux existants, une phase d'élaboration de l'algorithme et une phase d'évaluation de la qualité de l'algorithme proprement dit. Par ailleurs, la base de données utilisée peut être segmentée en trois sous-ensembles:

- signaux destinés à l'étude du problème;
- signaux de développement de l'algorithme;
- signaux d'évaluation de la qualité.

Chacun de ces sous-ensembles comporte des caractéristiques différentes qui sont fonction de son utilisation. Les deux premiers contiennent des signaux analogiques tandis que le troisième est généralement constitué de signaux MIC.

#### **II.2.1.2 Signaux destinés à l'étude du problème**

Les fichiers utilisés pour l'étude du problème contiennent des segments de bruit de diverses longueurs, provenant du réseau téléphonique public commuté (RTPC) ou d'autres réseaux – comme le réseau des radiocommunications mobiles – et pour lesquels il est admis qu'ils appartiennent à des classes de bruit étiquetées avec des noms explicites comme:

- impulsions décimales;
- pics de bruit;
- impulsions isolées;
- rafales;
- mélange (impulsions + rafales); etc.

### II.2.1.3 Signaux de développement de l'algorithme du classificateur

On peut rassembler des signaux provenant de diverses connexions; les échantillons de bruit sont successivement segmentés, mesurés (par exemple au moyen d'un psophomètre numérique pour exprimer toutes les mesures en dBmp) et traités avec les algorithmes à l'étude afin d'en montrer la capacité à identifier la classe de bruit correcte.

Il est possible qu'une simple analyse statistique de la moyenne, de la puissance moyenne et de l'écart type des données figurant dans les fichiers de bruit ne conduise pas à des résultats significatifs. Les fonctions d'autocorrélation et de covariance peuvent alors être utilisées; si une périodicité est remarquée dans chaque fichier de la base de données, elle révélera alors la présence d'une fréquence prédominante (c'est le cas, par exemple, des impulsions décimales intermittentes). Une analyse par LPC et l'utilisation de gabarits pourront être utiles.

On peut également recourir à des techniques de codage moderne de la parole ou de "comparaison à des gabarits" d'experts pour développer le classificateur.

Le but ultime est de prédire l'effet des différentes classes de bruit non stationnaire sur la qualité perçue; l'algorithme utilisé pour cette classification peut être utilisé conjointement avec des méthodes objectives et des modèles d'évaluation subjective de façon à pouvoir classer chaque fichier de bruit détecté, effectuer des mesures sur ces fichiers et évaluer l'importance du bruit par rapport à la dégradation de qualité qu'il engendre dans une conversation normale.

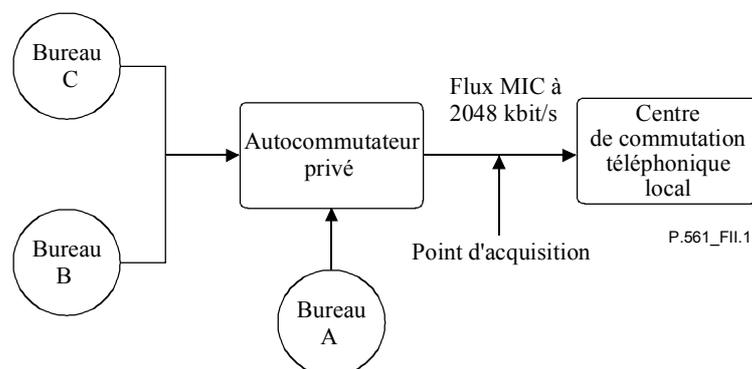
Il convient de noter que la grande variété de types possibles de bruit semble conduire à des algorithmes de classification plutôt complexes (et compliqués).

### II.2.1.4 Signaux d'évaluation de la qualité du classificateur

Les signaux d'évaluation de la qualité peuvent être acquis directement à partir de conversations effectives, en respectant la confidentialité, ou construits en laboratoire pour cet usage. Ils sont segmentés et classés.

La Figure II.1 montre un exemple possible de point de mesure d'un instrument sans intrusion pour l'acquisition du flux MIC. Un discriminateur de bruit détectera les segments à classer.

Une phase de vérification est ensuite nécessaire; elle est réalisée avec les échantillons de parole disponibles et peut consister par exemple, à calculer, pour chaque classe de bruit non stationnaire, le pourcentage d'identifications correctes de la bonne classe ou à vérifier la précision de chaque mesure du niveau de bruit (ou mieux de la puissance de bruit), etc.

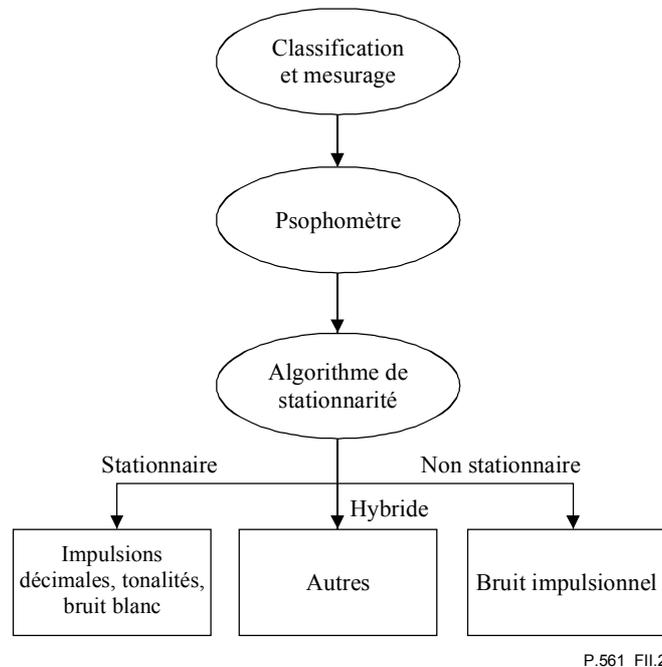


**Figure II.1/P.561 – Exemple de point de mesure du dispositif INMD pour la classification des bruits**

Si des mesures objectives ou des modèles d'évaluation subjective sont ensuite utilisés pour prédire l'effet des bruits classés sur la qualité perçue, il est alors possible d'effectuer des essais subjectifs y compris sur les classes de bruit non stationnaire afin de valider les prédictions données par les modèles choisis.

### II.3 Classification des bruits et algorithme de mesure (exemple)

La Figure II.2 donne un exemple (diagramme fonctionnel) de classification/mesure d'un fichier de bruit dans le cas d'un nombre limité de classes.



**Figure II.2/P.561 – Exemple de classification**

#### II.3.1 Caractéristiques principales

Tout d'abord, étant donné que l'oreille applique une pondération psophométrique au bruit, le dispositif INMD fera de même. Le signal filtré sera alors analysé pour évaluer sa stationnarité. Il pourra ensuite être affecté à l'une des classes suivantes:

- stationnaire;
- hybride;
- non stationnaire.

En fonction de cette première classification, on distinguera dans l'exemple ci-dessous les différents types suivants de bruit:

- bruit blanc (stationnaire);
- tonalités (stationnaire);
- impulsions décimales (stationnaire);
- bruit impulsionnel (non stationnaire);
- autres (non stationnaire/hybride).

#### II.3.2 Algorithme de stationnarité

La stationnarité du bruit pourra être déterminée en effectuant des analyses temporelle et fréquentielle.

### **II.3.2.1 Stationnarité temporelle**

La comparaison de chaque puissance moyenne à court terme avec celle à long terme permet de déterminer la stationnarité temporelle d'un segment de bruit. Les ondes peuvent toujours être considérées comme stationnaires à très court terme. Si un segment est stationnaire mais s'il est trop court, il peut être mis dans une classe différente.

Ces informations peuvent être utiles pour déterminer la nature effective du bruit dans la trame correspondant au segment de bruit.

### **II.3.2.2 Stationnarité fréquentielle**

Une analyse fréquentielle, permettant de déterminer les coefficients LPC à court et à long terme, peut être utilisée; la stationnarité d'un segment de bruit ininterrompu pourra être détectée à l'aide de critères appropriés en exploitant, par exemple, la notion de distance spectrale entre chaque vecteur LPC à court terme et celui à long terme.

### **II.3.3 Bruit stationnaire**

Le bruit blanc et les tonalités peuvent être identifiées facilement en raison de leurs caractéristiques temporelles et fréquentielles tandis que la détermination d'un bruit de numérotation au cadran nécessite des analyses plus complexes.

### **II.3.4 Bruit non stationnaire**

La reconnaissance d'un bruit non stationnaire revêt une certaine importance dans le développement de cette activité. En effet, les ordinateurs permettent des analyses à très court terme, qui sont impossibles avec les dispositifs analogiques actuellement disponibles.

#### **II.3.4.1 Bruit impulsionnel**

Le bruit impulsionnel peut être reconnu grâce à une analyse du niveau et de la durée de chaque échantillon, identifié comme appartenant à une rafale ou à un pic de bruit; la différence entre les deux types de bruit impulsionnel est déterminée par leur longueur.

#### **II.3.4.2 Autres**

Si le segment est hybride ou non stationnaire (mais pas reconnu comme bruit impulsionnel), il peut être mis dans la classe appelée "autres".

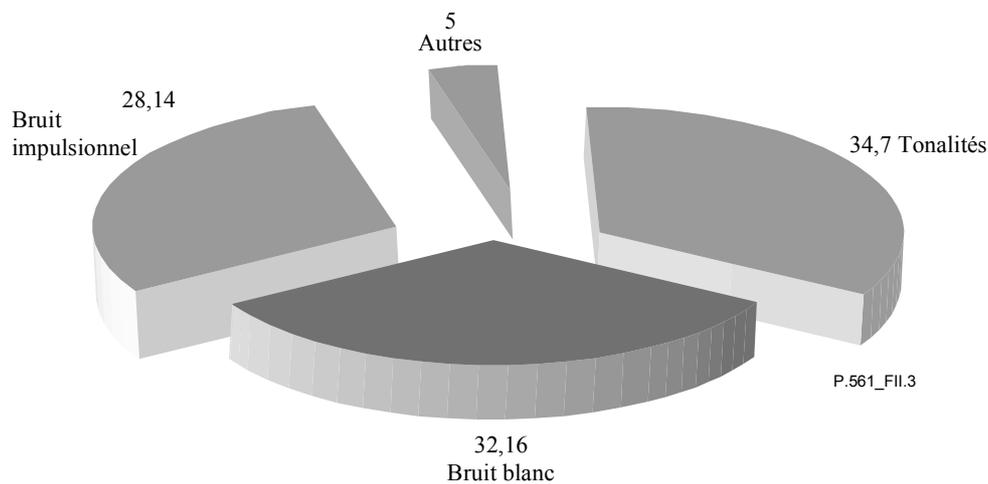
### **II.4 Mesure psophométrique**

Les psophomètres analogiques calculent une puissance moyenne sur des intervalles allant de 128 à 200 ms.

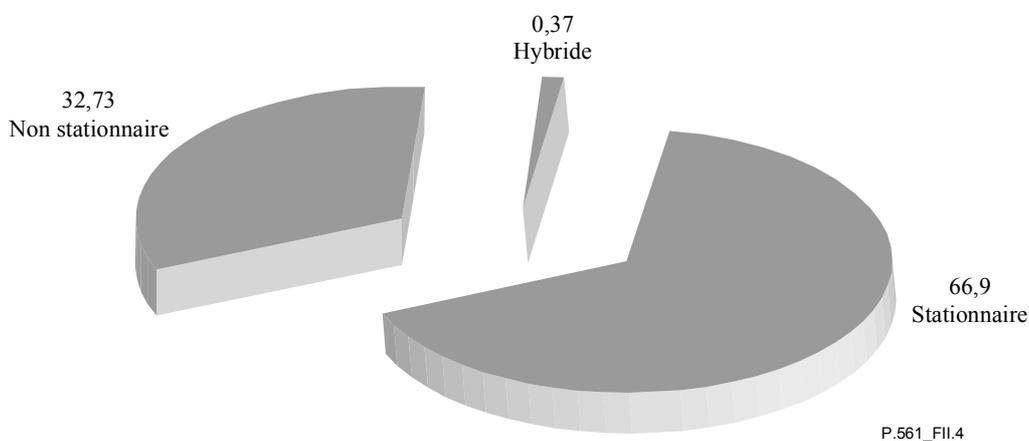
Cette durée d'analyse est trop longue pour reconnaître un bruit impulsionnel. La structure d'un psophomètre analogique peut être reproduite au moyen d'un filtre passe-bande dont les spécifications sont conformes à celles décrites dans la Rec. UIT-T O.41 [15].

### **II.5 Evaluation de qualité (exemple)**

Le classificateur, essayé sur un ensemble de signaux contenus dans une base de données convenable, produira des résultats comme ceux qui sont donnés dans les exemples suivants. Voir les Figures II.3 et II.4.



**Figure II.3/P.561 – Exemple de résultat de classification**



**Figure II.4/P.561 – Autre exemple de résultat de classification**

### II.5.1 Analyse des résultats

Un examen minutieux de la nature et de l'amplitude des signaux pourra aboutir à certaines remarques intéressantes.

Par exemple, si les fichiers de bruit présentent des niveaux supérieurs à ceux prévus, cela pourrait expliquer pourquoi, dans le classificateur, des segments de bruit provenant d'impulsions décimales pourraient être confondus avec des rafales ou pourquoi des portions de fichiers contenant des bruits blanc et impulsionnel pourraient être mal classées.

Dans l'ensemble, la classification devrait être correcte. On peut ajouter que son exactitude dépend de la "qualité" du bruit. Si un segment contient du bruit "mixte", l'algorithme détectera un type correct de bruit ou effectuera une classification en fonction des fréquences des bruits et leurs niveaux.

## **II.6 Conclusion**

Un algorithme de classification des bruits est utile.

Un programme ne peut classer que le bruit de circuit effectif. Dans le futur, le classificateur devrait être pris en charge par un "système" capable de reconnaître l'écho, le bruit de circuit et le bruit ambiant. En particulier, il est vraiment difficile de reconnaître le bruit ambiant, et jusqu'à présent, il n'a été trouvé aucun algorithme capable de déterminer si un signal de bruit est produit par un bruit ambiant ou de circuit.

Les seuils proposés (provisoirement) pour la classification bruit "ininterrompu"/bruit impulsionnel pourront être respectivement  $-67$  dBmp /  $-38$  dBmp.

### **Bibliographie**

IETF RFC 1889 (1996) – *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.*

IETF RFC 2680 (1999) – *A One-Way Packet Loss Metric for IPPM.*

IETF RFC 2678 (1999) – *IPPM Metrics for Measuring Connectivity.*



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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



\* 2 3 1 5 5 \*

Imprimé en Suisse  
Genève, 2003