

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

P.862.3

(11/2005)

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

Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité

**Guide d'application des mesures objectives de
la qualité conformément aux Recommandations
P.862, P.862.1 et P.862.2**

Recommandation UIT-T P.862.3



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	Series	P.10
Lignes et postes d'abonnés	Series	P.30
		P.300
Normes de transmission	Series	P.40
Appareils de mesures objectives	Series	P.50
		P.500
Mesures électroacoustiques objectives	Series	P.60
Mesures de la sonie vocale	Series	P.70
Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité	Series	P.80
		P.800
Qualité audiovisuelle dans les services multimédias	Series	P.900
Aspects relatifs à la qualité de transmission et à la qualité de service aux points de terminaison des réseaux à protocole Internet	Series	P.1000

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

Recommandation UIT-T P.862.3

Guide d'application des mesures objectives de la qualité conformément aux Recommandations P.862, P.862.1 et P.862.2

Résumé

Dans la présente Recommandation sont formulées quelques observations importantes dont il devrait être tenu compte lors de l'évaluation objective de la qualité vocale, conformément aux Recommandations UIT-T P.862, P.862.1 et P.862.2. Il conviendrait que les utilisateurs de la Rec. UIT-T P.862 aient une bonne compréhension des directives données dans la présente Recommandation et soient en mesure de les suivre.

La présente Recommandation constitue pour les utilisateurs de la Rec. UIT-T P.862 un guide additionnel où est recommandé un moyen permettant d'évaluer la qualité d'écoute des signaux vocaux au moyen d'échantillons vocaux de référence et d'échantillons vocaux altérés. Le domaine d'application de la Rec. UIT-T P.862 est lui-même clairement défini. La présente Recommandation n'en étend n'y n'en restreint la portée, mais fournit des informations importantes, nécessaires à l'obtention dans la pratique de résultats de mesure objective stables, fiables et significatifs.

Source

La Recommandation UIT-T P.862.3 a été approuvée le 29 novembre 2005 par la Commission d'études 12 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8. Ce texte inclut les clarifications agréées le 13 juin 2006 par la Commission d'études 12 de l'UIT-T.

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.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

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 2006

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

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références.....	1
3	Définitions	2
4	Abréviations.....	3
5	Conventions	3
6	Observations d'ordre général	3
	6.1 Facteurs d'essai	4
	6.2 Applications.....	4
7	Caractéristiques des signaux de référence	4
	7.1 Longueur du signal	5
	7.2 Signal vocal actif.....	5
	7.3 Structure temporelle	5
	7.4 Niveau vocal actif.....	6
	7.5 Application du signal vocal artificiel	6
	7.6 Prescriptions relatives aux enregistrements des signaux vocaux	6
	7.7 Variation en fonction du locuteur et du contenu vocal.....	6
	7.8 Silences de début et de fin	7
	7.9 Préfiltrage	7
	7.10 Bruit de fond.....	7
	7.11 Questions d'implémentation	8
8	Caractéristiques des signaux altérés à évaluer.....	8
	8.1 Différence en ce qui concerne la durée de l'activité vocale entre le signal vocal de référence et le signal vocal altéré.....	8
	8.2 Niveau d'activité vocale.....	9
	8.3 Différence en ce qui concerne la durée des silences de début et de fin entre le signal vocal de référence et le signal vocal altéré	9
9	Caractéristiques des chemins d'insertion et de restitution du signal.....	9
	9.1 Incidence des circuits de mesure et de la configuration de l'essai dans le chemin d'insertion.....	10
	9.2 Incidence des circuits de mesure et de la configuration de l'essai dans le chemin de restitution	11
10	Analyse des résultats.....	11
	10.1 Moyenne des résultats de mesure	11
	10.2 Fiabilité des résultats des évaluations PESQ.....	12
	10.3 Précision des mesures des évaluations PESQ	12
	10.4 Interprétation des résultats en matière de précision	13
11	Compte-rendu des résultats.....	14

	Page
12 Directives relatives à l'utilisation de l'extension large bande de la Rec. UIT-T P.862 (Rec. UIT-T P.862.2)	14
Appendice I – Valeurs de référence pour la qualité objective déduite des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 pour les codecs normalisés UIT-T/GSM.....	15
I.1 Les valeurs de référence de la Rec. UIT-T P.862.1 ont été calculées dans les conditions suivantes pour les codecs/signaux MNRU, en employant la base de données vocales de l'Annexe B/P.501.	15
I.2 Prétraitement du signal vocal source	18
I.3 Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.711	18
I.4 Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.726	18
I.5 Traitement conforme aux Recommandations UIT-T G.728, G.729, Annexe A/G.729 et G.723.1	18
I.6 Traitement au moyen de l'appareil MNRU	19
Appendice II – Bases de données d'essai pour les Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1	23
Appendice III – Compte-rendu des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1	24
III.1 Compte-rendu et interprétation de la moyenne des résultats de l'évaluation PESQ	24
III.2 Compte-rendu et interprétation des résultats des mesures individuelles d'évaluation PESQ	24
Appendice IV – Méthode d'étalonnage pour les interfaces de marque	26
IV.1 Etalonnage du niveau de transmission (à l'extrémité proche) de l'équipement d'essai	26
IV.2 Etalonnage du niveau de réception (à l'extrémité distante) de l'équipement d'essai.....	26
BIBLIOGRAPHIE	27

Recommandation UIT-T P.862.3

Guide d'application des mesures objectives de la qualité conformément aux Recommandations P.862, P.862.1 et P.862.2

1 Domaine d'application

Dans la présente Recommandation sont formulées quelques observations importantes dont il devrait être tenu compte lors de l'évaluation objective de la qualité vocale, conformément aux Recommandations UIT-T P.862, P.862.1 et P.862.2. Il conviendrait que les utilisateurs de la Rec. UIT-T P.862 aient une bonne compréhension des directives données dans la présente Recommandation et soient en mesure de les suivre.

La présente Recommandation constitue pour les utilisateurs de la Rec. UIT-T P.862 un guide additionnel où est recommandé un moyen permettant d'évaluer la qualité d'écoute de la parole au moyen d'échantillons vocaux de référence et d'échantillons vocaux altérés. Elle ne peut être employée pour l'évaluation de la qualité vocale ou de la qualité interactive. Il y est supposé que l'algorithme d'évaluation objective de la qualité est strictement conforme à celui de la Rec. UIT-T P.862. L'essai de conformité joint en annexe à la Rec. UIT-T P.862 permet de confirmer cela.

Le domaine d'application de la Rec. UIT-T P.862 est lui-même clairement défini. La présente Recommandation n'en étend n'y n'en restreint la portée, mais fournit des informations importantes, nécessaires à l'obtention dans la pratique de résultats de mesure objective stables, fiables et significatifs.

Les applications et les restrictions associées à l'extension large bande de la Rec. UIT-T P.862, telles qu'elles sont définies dans la Rec. UIT-T P.862.2, font l'objet de la section 12.

2 Références

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.501 (2000), *Signaux d'essai à utiliser en téléphonométrie, Annexe B – Fichiers vocaux et séquences de bruit.*
- [2] Recommandation UIT-T P.56 (1993), *Mesure objective du niveau vocal actif.*
- [3] Supplément 23 aux Recommandations de la série de P (1998), *Base de données de signaux vocaux codés de l'UIT-T.*
- [4] Recommandation UIT-T P.50 (1999), *Voix artificielles.*
- [5] Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission.*
- [6] Recommandation UIT-T P.830 (1996), *Évaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande.*

- [7] Recommandation UIT-T P.862 (2001), *Evaluation de la qualité vocale perçue: méthode objective d'évaluation de la qualité vocale de bout en bout des codecs vocaux et des réseaux téléphoniques à bande étroite.*
- [8] Recommandation UIT-T P.862.1 (2003), *Fonction de conversion des notes brutes P.862 en notes moyennes d'opinion de qualité de liaison objective (MOS-LQO).*

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 signal vocal source: signal vocal original non altéré. Il doit être enregistré et consigné conformément à la Rec. UIT-T P.830. Il peut être semblable ou non au signal vocal de référence, défini ci-après.

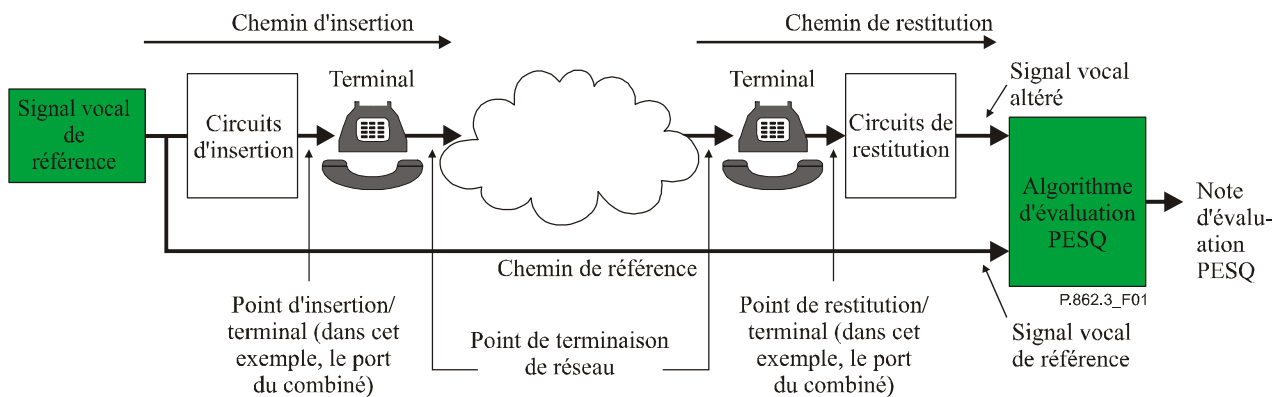
3.2 signal vocal de référence: signal vocal à employer dans l'algorithme de la Rec. UIT-T P.862, en tant que référence par rapport à laquelle les effets du système à l'essai sont mis en évidence.

3.3 signal vocal d'entrée: signal pénétrant dans le système à l'essai au point d'insertion. Il provient du signal vocal de référence. Il peut lui être identique ou peut avoir été transformé, par exemple, avoir été recouvert de bruit. De plus amples informations sont données dans le § 7.10.

3.4 signal vocal altéré: signal vocal de référence qui est passé à travers le système à l'essai.

3.5 chemin d'insertion du signal: le chemin d'insertion du signal est constitué du chemin de connexion (câblage, équipement électronique, etc.) entre le signal de référence pour l'algorithme de la Rec. UIT-T P.862 et l'interface d'entrée, appelée point d'insertion.

Dans la Figure 1 un circuit d'essai est subdivisé, à titre d'exemple, en chemin d'insertion, système à l'essai et chemin de restitution. Y sont indiqués les éventuels points d'insertion et de restitution *dans le cas de mesures matérielles*. Les points d'insertion et de restitution particuliers sont fonction du système spécifique à l'essai et de la configuration du dispositif expérimental.



NOTE – En fonction de l'insertion, de la restitution et de la consignation des signaux et selon que les calculs liés aux mesures suivant la Rec. UIT-T P.862 sont effectués en temps réel ou en différé, ces chemins peuvent être des chemins électriques physiques continus ou des chemins logiques, comme ceux que l'on rencontre lorsqu'un échantillon de sortie est consigné pour analyse ultérieure.

Figure 1/P.862.3 – Exemple d'un dispositif de mesure et de la terminologie employée

3.6 chemin de restitution du signal: le chemin de restitution du signal est constitué du chemin de connexion entre le point de restitution (interface de sortie avec le réseau à l'essai) et l'algorithme de la Rec. UIT-T P.862 (voir Figure 1).

3.7 décibels relatifs au point de surcharge: par dBov (*dB relative to the overload point*), on entend la valeur en décibels par rapport au point de surcharge d'un système numérique. Conformément à la Rec. UIT-T G.711, le niveau 0 dBm0 en représentation analogique correspond à -6,15 dBov et -6,18 dBov pour les codecs en lois A et μ respectivement.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

IRS	système de référence intermédiaire (<i>intermediate reference system</i>)
MOS	note moyenne d'opinion (<i>mean opinion score</i>)
MOS-LQO	note moyenne d'opinion, qualité d'écoute objective (<i>mean opinion score-listening quality objective</i>) (évaluation de la qualité d'écoute subjective au moyen d'une technique de mesure objective)
MOS-LQS	note moyenne d'opinion, qualité d'écoute subjective (<i>mean opinion score-listening quality subjective</i>) (mesure directe de la qualité d'écoute au moyen de notations subjectives d'échantillons)
PESQ	évaluation de la qualité vocale perçue (<i>perceptual evaluation of speech quality</i>)
RMS	écart quadratique moyen (<i>root mean square</i>)

5 Conventions

Il est recommandé que les résultats bruts provenant des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 soient convertis en notes MOS-LQO (telles qu'elles sont définies dans la Rec. UIT-T P.800.1) au moyen de la relation définie dans la Rec. UIT-T P.862.1¹. On évite ainsi une éventuelle confusion, lors de la comparaison et de l'interprétation des résultats, due à la similitude en apparence des deux échelles.

6 Observations d'ordre général

Dans le présent paragraphe sont données des observations additionnelles concernant le domaine d'application de la Rec. UIT-T P.862. Le domaine d'application lui-même est clairement résumé dans la Rec. UIT-T P.862.

La fiabilité et la cohérence des résultats dépendent de plusieurs facteurs, notamment les facteurs suivants:

- nombre d'appels;
- nombre de mesures;
- longueur des échantillons vocaux;
- type de signal vocal employé (naturel ou artificiel).

Ces facteurs affectent la structure et la complexité des essais. Il en va de même pour les éléments suivants:

- objectif des mesures (par exemple, évaluation des connexions, surveillance régulière ou diagnostic des défaillances);
- caractéristiques des voies de transmission (varient-elles, par exemple, dans le temps, telles que celles des communications mobiles ou d'autres types de connexion voix sur IP (VoIP, *voice over IP*)?);

¹ La procédure d'obtention des notes MOS-LQO est détaillée au § 10.

- temps consacré aux mesures (pouvant influencer sur la portée de l'essai).

Si l'on pense que certains types de connexion peuvent être affectés par des conditions "d'heures de pointe", il peut aussi être important de procéder à un certain nombre de mesures à différents moments de la journée.

La structure d'essai employée ci-dessus doit toujours être mentionnée en même temps que les valeurs traitées des notes MOS-LQO.

6.1 Facteurs d'essai

La Rec. UIT-T P.862 est approuvée pour l'évaluation des facteurs d'essai, des technologies de codage et des applications qui sont énumérées dans le Tableau 1/P.862. Il convient de faire particulièrement attention lorsque l'on exécute des essais de réseau en situation parce que certains équipements peuvent induire des dégradations qui ne peuvent être prises en charge par la Rec. UIT-T P.862, par exemple, des défaillances causées par les systèmes de réduction du bruit, entre le point d'insertion du signal et le point de sa restitution. En outre, l'évaluation PESQ sous-estime, on le sait, les fortes distorsions linéaires des réponses en fréquence. Ceci s'applique en particulier aux largeurs de bande limitées à des valeurs inférieures à 300 Hz ... 3,4 kHz.

Il n'est pas recommandé d'employer la Rec. UIT-T P.862 avec des systèmes qui comportent des algorithmes de suppression du bruit entre le point d'insertion du signal et le point de sa restitution.

6.2 Applications

La Rec. UIT-T P.862 peut être employée pour éprouver le réseau en situation, à savoir évaluer le système en situation plutôt que dans des conditions simulées par ordinateur ou au moyen d'un dispositif expérimental fixe en laboratoire.

Les essais en situation sur le terrain ne produisent pas de résultats susceptibles d'être reproduits, en raison de voies de transmission qui varient de façon incontrôlée dans le temps. Les essais consistant en des simulations de réseau contrôlées fournissent quant à eux des résultats susceptibles d'être reproduits. Dans ce dernier cas, il convient de prendre la moyenne.

Les essais de réseau en situation sur le terrain, tels que les essais mobiles en voiture, affectent la structure et le contenu des signaux vocaux de référence. Cela est dû au fait que, lors de ces essais, il faille évaluer, afin d'obtenir des informations géographiques précises sur la qualité, une qualité qui varie très fortement dans le temps.

Les essais de réseau en situation sur le terrain nécessitent aussi une évaluation de la qualité pour chaque échantillon individuellement, puisqu'il est impossible de prendre la moyenne pour chaque condition individuellement, les conditions de réseau en situation variant dans le temps.

Dans les deux cas susmentionnés, il y a un effet sur la stabilité et éventuellement sur la précision des résultats de mesure conforme à la Rec. UIT-T P.862. En raison de cela, les utilisateurs de la Rec. UIT-T P.862 doivent veiller au cours des essais de réseau en situation à vérifier les résultats et, en vue de contrôler leur stabilité, à répéter les mesures. Les résultats en matière de qualité de fonctionnement sont donnés dans le § 10.2.

Si le système à l'essai incorpore un terminal à large bande (tel que certains casques mains-libres ou téléphones IP à large bande), l'évaluation PESQ prédit une qualité qui est semblable à celle qui est perçue lors d'un filtrage à la réception de type IRS.

7 Caractéristiques des signaux de référence

Les signaux de référence sont définis et utilisés comme signaux d'entrée du système à l'essai et comme entrée de référence de l'algorithme de la Rec. UIT-T P.862. Les caractéristiques du chemin d'insertion du signal sont examinées séparément au § 9. Si la langue soumise à évaluation fait partie

de la base de données vocales qui est donnée à l'Annexe B/P.501, nous recommandons d'en faire usage pour les signaux d'essai en vue d'améliorer la compatibilité entre les différentes mesures, en évitant l'emploi de différents signaux de référence.

7.1 Longueur du signal

La Rec. UIT-T P.862 a été approuvée par l'UIT-T pour des signaux dont la longueur est généralement comprise entre 8 et 12 s. On s'accorde toutefois à reconnaître que la Rec. UIT-T P.862 peut s'appliquer à des signaux vocaux dont la longueur peut atteindre 30 s [B.1]. Il est donc recommandé que chaque échantillon vocal ait une longueur comprise entre 8 et 30 s. Y sont inclus les silences avant, après et entre les émissions de son².

Pour les scénarios d'essai en situation sur le terrain, des signaux de référence plus courts peuvent être employés, mais cela ne permet sans doute pas d'éprouver le système au mieux. Ces phrases plus courtes doivent avoir une durée vocale d'au moins 3,2 s, comme défini dans le § 7.2.

Il convient de noter qu'en raison de la non-linéarité de l'algorithme de la Rec. UIT-T P.862, le résultat obtenu au moyen de signaux concaténés ne correspond pas à la simple moyenne arithmétique des résultats obtenus pour les échantillons individuels.

7.2 Signal vocal actif

L'activité vocale dans le signal vocal de référence, qui peut être mesurée conformément à la Rec. UIT-T P.56³, doit être comprise entre 40 et 80%, c'est-à-dire avoir une durée d'au moins 3,2 s. Avec la longueur recommandée pour le fichier vocal, on doit ainsi pouvoir disposer d'un signal vocal suffisant pour qu'à l'aide de la mesure conforme à la Rec. UIT-T P.862 on puisse faire une estimation précise, le signal vocal devant contenir quelques silences pour éprouver les éléments importants du réseau.

7.3 Structure temporelle

Le signal vocal de référence doit comporter des émissions de son séparées par des périodes de silence correspondant aux pauses naturelles dans l'activité vocale. La plupart des expériences employées pour l'étalonnage et la validation au moyen de mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 comportent des paires de phrases séparées par des silences. En sont de bons exemples les matériels vocaux inclus dans le Supplément 23 aux Recommandations de la série P⁴, qui s'étendent sur 8 s et incorporent deux courtes phrases séparées par une période de silence d'au moins 1 s, ainsi que ceux de l'Annexe B/P.501 mentionnés ci-dessus. Il est recommandé que le signal vocal de référence incorpore quelques émissions de son continues plutôt que des émissions de son nombreuses, telles qu'un rapide comptage⁵.

² Le logiciel de référence fourni à l'Annexe A/P.862 contient la limitation suivante en matière de longueur des signaux, limitation qui sort déjà de la fourchette fixée dans la présente Recommandation: en raison de la précision des calculs à virgule flottante dans la Rec. UIT-T P.862, lorsque les signaux traités atteignent une certaine longueur, des erreurs sont introduites dans le calcul de l'énergie des signaux. L'analyse montre que les signaux qui contiennent plus d'un million d'échantillons commencent à poser des problèmes. Soixante secondes d'un signal d'un écouteur à 16 kHz contiennent 960 000 échantillons. C'est une limite raisonnable pour émettre une alerte.

³ La Rec. UIT-T G.191 fournit le logiciel nommé sv56demo.c qui permet de mesurer le rapport vocal actif et le niveau vocal actif conformément à la Rec. UIT-T P.56.

⁴ Il convient de noter que les droits d'auteur du Supplément 23 n'autorisent pas l'utilisation des signaux dans des applications commerciales.

⁵ Le logiciel de référence fourni à l'Annexe A/P.862 prévoit un nombre maximal de 50 émissions de son. Si des signaux de référence comportant un grand nombre d'émissions de son sont employés, il faut vérifier que l'implémentation de la Rec. UIT-T P.862 utilisée pour l'essai peut prendre en charge ce grand nombre.

7.4 Niveau vocal actif

Le niveau vocal actif dont il est question dans la présente Recommandation est le niveau équivalent à celui du signal de référence enregistré numériquement, tel qu'il est mesuré conformément à la Rec. UIT-T P.56. Son application au chemin d'insertion du signal dans le système de mesure est décrite séparément au § 9. Il est recommandé que tous les fichiers vocaux de référence soient consignés à un niveau de -30 dBov pour éviter l'écrêtage. Il convient de noter que ceci est le niveau du signal vocal source consigné en un format numérique et que le niveau d'entrée du système à l'essai doit être déterminé séparément conformément au but de la mesure objective (voir Rec. UIT-T P.830)⁶.

7.5 Application du signal vocal artificiel

L'application de signaux vocaux artificiels doit faire l'objet d'un complément d'étude, du point de vue des langues et de la structure temporelle de la puissance du signal, et éventuellement d'autres facteurs [B.2].

7.6 Prescriptions relatives aux enregistrements des signaux vocaux

Les Recommandations UIT-T P.800 et P.830 donnent des directives en ce qui concerne l'enregistrement des matériels vocaux. Dans la présente Recommandation, on suppose que le signal vocal source est enregistré conformément à ces directives. Il convient de noter que le signal vocal de référence peut être le même que ce signal vocal source ou qu'il peut s'être vu adjoindre un faible bruit de fond et/ou avoir fait l'objet d'une mise en forme de la fréquence (voir § 7.9 et 7.10).

7.7 Variation en fonction du locuteur et du contenu vocal

La variation en fonction du locuteur et du contenu vocal peut être contrôlée au moyen d'un ensemble d'échantillons, identique pour tous les essais devant être comparés. Il est donc utile d'employer la base de données vocales telle qu'elle est fournie à l'Annexe B/P.501, pour faciliter les comparaisons a posteriori et l'interprétation des résultats provenant des différents laboratoires.

Pour les scénarios de simulation de réseau, il est recommandé que le signal vocal de référence comporte au moins deux locuteurs et deux locutrices, chacun d'entre eux prononçant des phrases différentes. Il faut prendre la moyenne des notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1, qui sont obtenues avec ces différents exemples, en vue d'une évaluation ultérieure "pour chaque condition individuellement".

Pour les scénarios d'essai en situation sur le terrain, on peut employer une variation moindre en fonction du locuteur, mais cela ne permet sans doute pas d'éprouver le système au mieux. Si ce format est nécessaire, de multiples locuteurs peuvent intervenir dans ces courts signaux de référence. Si l'on envisage une évaluation "pour chaque échantillon individuellement", l'utilisation d'échantillons contenant plus d'une voix de locuteur donnera des résultats dépendant moins des échantillons.

Au cours de l'approbation de la Rec. UIT-T P.862, très peu de données étaient disponibles pour les voix enfantines et pour certaines caractéristiques vocales (par exemple, les troubles vocaux ou les troubles de la parole, etc.). Malgré le peu de données disponibles, aucun problème n'a été observé avec les voix enfantines. La musique ne doit toutefois pas être employée avec la Rec. UIT-T P.862.

⁶ Une valeur nominale courante pour le niveau vocal actif est celle de -20 dBm0, correspondant à environ -26 dBov. Pour tout système particulier à l'essai, le niveau vocal actif moyen doit être sensiblement différent de la valeur nominale de -20 dBm0. La valeur moyenne mesurée peut alors être employée comme niveau vocal actif d'entrée. Lorsque la réponse du système au niveau d'entrée est évaluée, il est indiqué d'employer une gamme de valeurs vocales actives, par exemple, -14 , -26 et -38 dBov (environ équivalentes à -8 , -20 et -32 dBm0), telles qu'elles sont recommandées dans la Rec. UIT-T P.830.

Il est aussi recommandé d'utiliser plusieurs échantillons vocaux différents (4 à 10 phrases) par locuteur pour tenir compte des variations phonétiques.

7.8 Silences de début et de fin

La Rec. UIT-T P.862 fait appel au niveau quadratique moyen des signaux de référence et des signaux altérés pour l'alignement des niveaux. Si de longs silences sont inclus au début et à la fin du signal de référence, le résultat de l'alignement des niveaux peut être compromis.

Un silence de début et de fin minimal de 0,5 s est recommandé, dans la mesure où l'équipement de mesure peut assurer pendant ce laps de temps la synchronisation du signal vocal altéré avec le signal vocal de référence.

Un silence de début et de fin maximal d'environ 2 s est recommandé et peut être utile si les délais dans le système sont longs.

7.9 Préfiltrage

Le signal vocal de référence préparé conformément aux § 7.1 à 7.8 doit être filtré de manière qu'il puisse être tenu compte des caractéristiques de fréquence d'émission d'un combiné. Il convient de noter que, dans la Rec. UIT-T P.862, il est supposé que le signal vocal de référence rende compte correctement de ces caractéristiques électro-acoustiques. Si l'on suppose que le signal vocal de référence à la sortie d'un combiné est injecté dans les réseaux, l'UIT-T recommande l'emploi des caractéristiques d'émission IRS modifiées, définies à l'Annexe D/P.830. Un tel filtrage doit être fait après la prise en compte comme il convient de tous les § 7.1 à 7.8 ci-dessus.

Il faut veiller à coordonner le filtrage utilisé avec la réponse en fréquence nominale du système à l'essai, parce qu'un tel filtrage dépend de l'endroit où le signal vocal de référence est inséré dans l'équipement ou dans les réseaux à l'essai (voir § 9).

7.10 Bruit de fond

Le bruit de fond dans le signal vocal de référence doit être suffisamment faible, comme prévu dans les enregistrements conformes aux Recommandations UIT-T P.800 et P.830. On peut aussi ajouter un silence complet (par exemple, un signal ayant une amplitude numérique nulle) de manière que les signaux vocaux de référence aient les bonnes caractéristiques, telles que celles définies dans les § 7.1, 7.2, 7.3 et 7.8⁷. Il s'agit du cas où le signal vocal de référence correspond au signal vocal source, comme décrit au § 6.

Si l'on prévoit toutefois un bruit indésirable dans les chemins de mesure décrits au § 9 ou un bruit de fond dans le dispositif à l'essai lui-même, un faible bruit de fond d'environ -75 dBov, à spectre

⁷ L'envoi d'un silence numérique dans un circuit d'insertion numérique, par exemple un téléphone RNIS, puis vers une liaison téléphonique hertzienne, peut avoir des effets secondaires indésirables si des codecs GSM (système mondial de télécommunications mobiles) ou 3GPP (projet de partenariat de troisième génération) sont employés dans le réseau hertzien. L'envoi d'une configuration constante de la plus petite valeur positive G.711 en loi A, égale à +8 en format linéaire (hexadécimal MIC (modulation par impulsions codées) D5), provoque notamment la réinitialisation du codec vocal toutes les 20 ms, c'est-à-dire 50 fois par seconde. Ceci est dû à la procédure intégrée de retour des codecs aux fins de leurs essais. Bien que la réinitialisation au cours des pauses vocales ne nuise pas au codec lui-même, la qualité vocale mesurée peut ne pas être la même que celle dans la situation normale où les codecs ne sont pas réinitialisés. A titre d'effet secondaire, le codec pourrait ne pas employer la transmission discontinue (DTX, *discontinuous transmission*) au cours des pauses vocales, même si celle-ci est activée par le réseau. L'effet du bruit de confort ou de l'écrêtage éventuel des signaux vocaux par le détecteur de l'activité vocale (VAD, *voice activity detector*) pourrait ne pas être observé du tout. Pour surmonter ce problème particulier, un faible bruit de fond d'environ -65 dBm0 doit être ajouté à l'échantillon d'essai avant de l'envoyer dans le réseau. Ceci brise la configuration constante du silence numérique.

blanc, doit être ajouté au signal de référence, comme indiqué ci-dessus, et être consigné en format MIC linéaire à 16 bits. Le niveau du bruit de fond doit être compris entre 0 et 4 000 Hz⁸. Le bruit à ce niveau ne nuit pas aux résultats fondés sur la Rec. UIT-T P.862, mais élimine dans la pratique la contribution d'un tel bruit de mesure à la note finale [B.3]. Il est important d'ajouter un tel bruit de fond après le préfiltrage décrit dans le § 7.9.

Le niveau vocal actif dans le chemin d'insertion du signal dans le système de mesure décrit au § 9 doit être étalonné après un tel préfiltrage⁹.

Il convient de noter que l'insertion proposée d'un bruit supplémentaire dans le signal de référence conduit à des résultats plus précis si le bruit indésirable dans le chemin de réception est un bruit de fond continu, mais qu'elle ne permet pas de résoudre les problèmes intervenant avec le bruit de confort, qui n'est inséré que pendant les pauses vocales.

7.11 Questions d'implémentation

De nombreux signaux inclus dans les tests de conformité P.862 ne remplissent pas les prescriptions mentionnées ci-dessus. Cela importe peu pour les tests de conformité, puisque le seul objectif est de prouver l'exactitude de l'implémentation. Toutefois, il convient de prendre des précautions sachant que l'algorithme implémenté produit également des résultats en cas de violation des prescriptions définies dans la présente Recommandation, puisque autrement le test de conformité ne peut être appliqué.

8 Caractéristiques des signaux altérés à évaluer

Les signaux altérés sont les signaux à la sortie du système à l'essai, correspondant aux signaux d'entrée de l'essai, qui ont subi tous les effets de l'interface de mesure. Le présent paragraphe décrit les caractéristiques des signaux qui sont consignés numériquement, en vue d'un calcul fondé sur la Rec. UIT-T P.862, comme étant les signaux de sortie du système à l'essai. Les caractéristiques du chemin de restitution du signal sont examinées séparément au § 9.

8.1 Différence en ce qui concerne la durée de l'activité vocale entre le signal vocal de référence et le signal vocal altéré

La durée de l'activité vocale est définie dans la Rec. UIT-T P.56.

La Rec. UIT-T P.862 fait appel au niveau quadratique moyen des signaux de référence et des signaux altérés pour l'alignement des niveaux. Cela veut dire que l'algorithme peut donner des résultats erronés si des signaux vocaux font défaut ou si des silences sont ajoutés ou enlevés du signal altéré.

⁸ Si l'on emploie un taux d'échantillonnage des signaux vocaux de référence de 16 kHz, il faut déterminer précisément le niveau du bruit de fond.

⁹ Le bruit de fond peut ne pas être injecté dans le système à l'essai parce que son niveau devient inférieur au niveau minimum possible du système. Par exemple, les plus faibles valeurs pour le codage en loi A sont égales à ± 8 en format linéaire à 16 bits. Le niveau le plus faible est donc de -72 dBoV. Cela veut dire que, si le niveau d'entrée dans le système est étalonné à -30 dBoV par exemple, le bruit de fond à -75 dBoV ne peut pas passer à travers le système et le "problème du bruit indésirable" n'est pas résolu du tout. Si des niveaux d'entrée nettement plus élevés qu'un niveau d'activité vocale active de -26 dBoV doivent être éprouvés, et qu'un bruit de fond consigné de -75 dBoV est appliqué à l'échantillon de référence, des altérations possibles (par exemple, des cliquetis, des salves de bruit, etc.) pendant les pauses vocales peuvent ne pas être évaluées par les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862, parce qu'un niveau de bruit plus élevé dans l'échantillon altéré masque les altérations de niveau plus faible. En employant un niveau d'activité vocale nominale d'environ -26 dBoV, ce problème ne devrait toutefois plus subsister.

Lorsqu'une émission de son est supprimée dans un signal altéré ou qu'une ou plusieurs grandes plages du signal altéré sont rendues muettes, le signal verra son niveau augmenter jusqu'à une valeur supérieure à sa valeur réelle.

Lorsqu'un silence est enlevé d'un signal altéré, le signal verra son niveau diminuer jusqu'à une valeur inférieure à sa valeur réelle.

Ces aspects problématiques ont une incidence sur l'étendue de la perturbation présente dans le signal altéré et donc sur le résultat de la mesure objective de la qualité. Si les durées de l'activité vocale dans les signaux de référence et dans les signaux altérés diffèrent de plus de 25%, l'effet peut être suffisamment important pour fausser sensiblement le résultat. Ceci est particulièrement vrai lorsque de grandes plages de signaux vocaux sont remplacées par des silences.

8.2 Niveau d'activité vocale

Le niveau de l'activité vocale est défini dans la Rec. UIT-T P.56.

Bien que le niveau de l'activité vocale soit normalisé lors du calcul des valeurs de l'évaluation PESQ, il est recommandé que le niveau consigné de l'activité vocale des signaux altérés pour l'algorithme PESQ soit environ de -30 dBov pour éviter l'écrêtage et la distorsion de quantification. Il convient de noter que la Rec. UIT-T P.862 ne peut être employée pour évaluer les effets du niveau de réception/d'écoute¹⁰.

8.3 Différence en ce qui concerne la durée des silences de début et de fin entre le signal vocal de référence et le signal vocal altéré

La Rec. UIT-T P.862 fait appel au niveau quadratique moyen des signaux de référence et des signaux altérés pour l'alignement des niveaux. Si de longues pauses sont incluses au début et à la fin du signal altéré, le processus d'alignement des niveaux peut ne plus être optimal. Cette question peut devenir un problème lorsque les durées dans le signal de référence et dans le signal altéré diffèrent de plus de 20%¹¹.

En outre, dans la Rec. UIT-T P.862, il n'est tenu compte d'aucune distorsion dans le signal altéré, se produisant avant le début ou après la fin du signal vocal actif. Ce signal vocal actif est déterminé à partir du signal de référence comme étant situé entre les premier et dernier points en lesquels son niveau dépasse un niveau de pression acoustique (SPL, *sound pressure level*) d'environ 50 dB.

9 Caractéristiques des chemins d'insertion et de restitution du signal

Le présent paragraphe décrit les caractéristiques souhaitées des chemins d'insertion et de restitution du signal lors des mesures matérielles. L'ensemble des circuits de mesure et l'environnement de la mesure peuvent influencer sur les résultats des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 à moins que des précautions ne soient prises pour contrôler les facteurs impliqués. Le bruit et les interférences

¹⁰ Si un appareil de référence à bruit modulé (MNRU, *modulated noise reference unit*) conforme à la Rec. UIT-T P.810 est éprouvé, il faut veiller, dans le processus d'égalisation des niveaux, à conserver le niveau réel d'activité vocale en excluant le bruit ajouté par l'appareil.

¹¹ Des observations concrètes indiquent que les résultats des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 pour les codecs à débit variable amélioré (EVRC, *enhanced variable rate codec*) [B.4] dépendent de l'alignement particulier des limites des trames de codage avec les données MIC d'entrée. Le résultat peut varier d'un facteur pouvant atteindre 0,25, selon l'endroit où sont situées les limites des trames. Dans le cas des codecs EVRC, la méthode d'obtention d'un résultat stable consiste à mesurer chacun des 80 alignements possibles et de prendre la moyenne des résultats. Des situations semblables peuvent être mises en évidence dans d'autres processus de traitement numérique des signaux (DSP, *digital signal processing*).

doivent autant que possible être éliminés des chemins d'insertion et de restitution de manière à ne pas influencer sur les résultats.

9.1 Incidence des circuits de mesure et de la configuration de l'essai dans le chemin d'insertion

S'il est possible d'employer une interface bien définie telle qu'un réseau téléphonique commuté (RTC) ou RNIS (réseau numérique à intégration de services), cette méthode doit être choisie et l'équipement d'essai doit être étalonné pour prendre en charge de telles interfaces avec les niveaux de signaux nominaux recommandés.

Si, au contraire, une telle interface bien définie ne peut être utilisée, le point d'insertion est souvent le port du combiné d'un dispositif terminal, qui est une interface de marque, et le niveau d'entrée requis est initialement inconnu. Bien que des normes telles que la norme nord-américaine TIA-810-A définissent des caractéristiques terminales entre les interfaces acoustiques et les interfaces de réseau, elles ne spécifient pas les points intermédiaires tels que les interfaces du combiné. La répartition du gain et le filtrage sont propres au vendeur ou même au terminal individuel. Dans certains cas, ces caractéristiques peuvent être configurées dans le dispositif terminal. Lorsque le port du combiné est employé comme port d'essai pour les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862, l'ingénieur d'essais peut vouloir mesurer:

- 1) la qualité de fonctionnement du dispositif terminal et simultanément du réseau;
- 2) la qualité de fonctionnement du dispositif terminal lui-même (relié à un réseau de référence); ou
- 3) la qualité de fonctionnement du réseau lui-même, la contribution du dispositif terminal étant minimale.

Dans tous les cas, toutefois, il est souhaitable d'éliminer les contributions du dispositif de mesure.

L'ingénieur d'essais doit faire en sorte que le niveau d'activité vocale appliqué à l'interface de marque corresponde au niveau souhaité pour le réseau et à l'étendue dynamique du codec. Cela nécessite une caractérisation appropriée du gain, entre le point d'insertion et le point d'interface du terminal, et du réseau dans les deux sens de transmission.

Lorsque les signaux vocaux sont injectés dans l'interface de marque, l'ingénieur d'essais doit être conscient du filtrage (par exemple, type IRS modifié et égalisation des fréquences du transducteur) entre l'interface acoustique et celle du réseau. Les vendeurs de terminaux peuvent à leur guise employer une combinaison quelconque de filtres acoustique, électronique ou numérique, et cela quel que soit le côté de l'interface du combiné de marque. A l'aide de l'équipement d'essai de la Rec. UIT-T P.862, il est donc possible d'observer après le point d'insertion un filtrage total, un filtrage partiel ou une absence de filtrage. Pour obtenir un résultat précis, la configuration mesurée doit inclure le filtrage convenant à l'essai en cours d'exécution. De même, le filtrage appliqué au signal de référence doit concorder avec le filtrage appliqué au circuit d'essai de bout en bout.

Dans le présent paragraphe est expliquée une technique idéale pouvant servir à déterminer la caractéristique d'entrée pour le signal de référence lorsqu'il est possible de ne pas incorporer dans le chemin de mesure un filtre d'entrée employé dans des conditions normales de fonctionnement du dispositif terminal de communication. Une bouche artificielle (par exemple, celle d'un simulateur de tête et de torse) doit être employée pour injecter acoustiquement le signal d'essai dans le terminal devant être relié à une extrémité de référence distante (par exemple, un point RNIS). Le niveau acoustique utilisé doit correspondre à un usage normal du dispositif terminal et le niveau du bruit de fond doit être inférieur à 35 dBA. Cet usage normal peut correspondre à l'utilisation soit d'un microphone interne soit d'un casque individuel mains-libres. Il est fonction de l'objectif du scénario à évaluer. La bouche artificielle doit être étalonnée et le positionnement du terminal doit correspondre à un usage normal. Le niveau électrique et le contenu en fréquence doivent être relevés en un point de référence de la connexion au réseau (par exemple, l'extrémité RNIS). Le

processus doit ensuite être répété (avec le même signal d'essai) en employant une injection électrique au point d'injection de l'essai de la Rec. UIT-T P.862 et l'équipement destiné à cet essai. Le signal d'entrée doit alors être ajusté de manière que le niveau électrique et le contenu en fréquence concordent avec ceux qui ont été relevés au cours de l'injection acoustique. La technique décrite ici est la méthode idéale qui peut s'adapter à de nombreuses situations¹². Si cette technique n'est pas employée, il est recommandé que la personne chargée de l'essai lise attentivement les spécifications du fabricant pour les interfaces acoustiques et électriques des terminaux de communication.

9.2 Incidence des circuits de mesure et de la configuration de l'essai dans le chemin de restitution

Lorsque le signal vocal de référence a traversé le système à l'essai, il doit être transféré du point de restitution vers l'équipement de mesure de la Rec. UIT-T P.862. Ce chemin de restitution peut induire un bruit et une distorsion qui peuvent affecter les résultats. Il peut être soumis à des difficultés telles que des boucles de mise à la terre, des effets causés par les conducteurs de courant alternatif ou d'autres signaux en modes courants présents. La réception dans la bande peut fausser les résultats. En outre, le bruit hors-bande à des niveaux suffisamment élevés peut induire un repliement dans la bande de mesure où le filtrage antirepliement est insuffisant.

Pour minimiser le bruit causé par les chemins d'insertion et de restitution, il est recommandé que ces chemins ensemble aient une contribution inférieure à -70 dBov, de sorte que le rapport signal sur bruit (SNR, *signal-to-noise ratio*) puisse atteindre 40 dB et que le résultat de la mesure objective de la qualité soit déterminé uniquement à partir de l'incidence du système à l'essai.

En général, des taux d'échantillonnage variant lentement, l'allongement ou la compression de temps du signal transmis peuvent conduire à des notes trop pessimistes en raison d'un alignement incorrect du temps.

En cas de transmission analogique, prendre garde qu'il ne se produise pas des dérives de rythme excessives entre les convertisseurs A/D et D/A. Ceci peut être le cas pour des équipements d'utilisateur, surtout si le matériel ne prend pas en charge le taux d'échantillonnage requis et qu'a lieu une conversion du taux d'échantillonnage logicielle par le pilote de la carte son.

10 Analyse des résultats

10.1 Moyenne des résultats de mesure

Comme il a été souligné dans le § 7.7, il convient d'utiliser au moins deux locuteurs et deux locutrices lors d'une mesure objective. Avant de calculer les moyennes ou d'autres grandeurs statistiques, on doit d'abord exprimer les résultats individuels des mesures sous la forme de notations MOS-LQO (fondées sur la Rec. UIT-T P.862.1), puis effectuer la moyenne pour les locuteurs et pour les échantillons vocaux. Puisque l'algorithme défini dans la Rec. UIT-T P.862 est non linéaire, les résultats obtenus à partir d'échantillons concaténés ne concordent pas avec la moyenne des résultats obtenus à partir des échantillons éprouvés individuellement.

Comme mentionné dans le § 6.2, il existe deux types d'applications dans le cadre de la Rec. UIT-T P.862, qui nécessitent des approches en matière d'analyse différentes. Dans le premier cas, la moyenne pour les locuteurs et les échantillons vocaux doit être effectuée avant de poursuivre l'analyse. Cette analyse convient aux simulations contrôlées dans le réseau avec des résultats exactement reproductibles. Le cas de l'essai en situation sur le terrain nécessite quant à lui une évaluation de la qualité pour chaque échantillon individuellement, les voies de transmission variant de façon incontrôlée dans le temps.

¹² L'adaptation est fonction de l'équipement de mesure. Une méthode possible est décrite à l'Appendice IV.

10.2 Fiabilité des résultats des évaluations PESQ

Un grand nombre de bases de données ont été employées pour les essais, la validation et l'étalonnage au moyen des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 (Rec. UIT-T P.862.1). Comme décrit dans les Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1, les bases de données contiennent des échantillons vocaux, qui proviennent de différents locuteurs et locutrices, sont formulés en différentes langues et correspondent à des altérations vocales produites par des conditions de réseau simulées et en situation. En outre, les conditions de réseau correspondent à des applications fixes, hertziennes et voix sur IP. Des détails concernant le contenu des bases de données d'essai sont présentés à l'Appendice II.

Il convient de noter que les résultats des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 sont fiables à 95%, leur précision étant connue et contrôlée, lorsque l'algorithme est employé sur un type d'applications semblable à ceux qui ont servi à le préparer, à l'éprouver et à le valider. En d'autres termes, les scénarios de mesure doivent statistiquement faire intervenir le même type de population d'échantillon que ceux sur lesquels les mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 ont été préparées, éprouvées, validées et étalonnées afin d'obtenir une précision semblable à celle qui a été fixée. La fiabilité des résultats et leur précision sont inconnues et incontrôlées lorsque l'algorithme est employé pour évaluer la qualité vocale sur de nouveaux types de technologies et/ou que sont employés d'autres types de codecs et/ou de nouveaux réseaux en situation.

10.3 Précision des mesures des évaluations PESQ

Trois métriques statistiques, le coefficient de corrélation, les erreurs de prévision et la distribution des erreurs résiduelles, ont été employées pour évaluer la qualité de fonctionnement au moyen des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 sur les bases de données décrites dans le § 10.2. Comme mentionné dans le § 10.1, les méthodes d'analyse diffèrent en fonction du type d'application, des conditions simulées de réseau contrôlé et des conditions d'essai du réseau sur le terrain ou en situation.

Pour toutes les conditions simulées de réseau, on a employé des moyennes, dans des conditions bien définies pour un ensemble de 2 locuteurs et 2 locutrices, pour calculer les métriques statistiques. Pour les bases de données de réseau en situation, les métriques statistiques ont été calculées en employant pour chaque échantillon individuellement des notes objectives et subjectives.

Les résultats en matière de qualité de fonctionnement sont présentés dans les Tableaux 1 et 2. Les limites de confiance critiques de 95% pour le coefficient de corrélation et l'erreur de prévision ont aussi été calculées afin de disposer de la limite inférieure de corrélation de 95% et de la limite supérieure de l'erreur de prévision de 95%.

Les résultats sont présentés en fonction du type d'application (par exemple, conditions de réseau hertziennes et voix sur IP simulées et conditions de réseau hertziennes et voix sur IP en situation réelle). Les précisions expriment donc la qualité de fonctionnement obtenue au moyen de l'algorithme d'évaluation PESQ, employé dans l'une des applications mentionnées dans le § 10.2.

Tableau 1/P.862.3 – Intervalles de confiance pour l'estimation du coefficient de corrélation et l'erreur de prévision

Application	N°	Métrique	P.862 (évaluation PESQ brute)	P.862.1 (évaluation PESQ étalonnée)
Données simulées (applications hertziennes, voix sur IP et fixes)	1357	R	0,956	0,956
		Intervalle de confiance 95% – Limite inférieure	0,940	0,940
		PE	S.O.	S.O.
		Intervalle de confiance 95% – Limite supérieure	S.O.	S.O.
Données recueillies sur le terrain (Applications hertziennes: GSM Etats-Unis et UE, CDMA-US, TDMA US, iDEN-US, AMPS-US; et application voix sur IP)	1135	R	0,925	0,926
		Intervalle de confiance 95% – Limite inférieure	0,916	0,917
		PE	0,479	0,462
		Intervalle de confiance 95% – Limite supérieure	0,492	0,475

Tableau 2/P.862.3 – Distribution de l'erreur résiduelle

Application	Intervalles des notes MOS	<0,25	<0,5	<0,75	<1	<1,25	<1,5	<1,75	<2
Données recueillies sur le terrain (Applications hertziennes: GSM Etats-Unis et UE, CDMA-US, TDMA-US, iDEN-US, AMPS-US; et application voix sur IP)	P.862 CDF (%)	32,51	66,52	90,84	97,97	99,38	99,91	99,91	100
	P.862 prob (%)	32,51	34,09	24,32	7,14	1,41	0,53	0	0,09
	P.862.1 CDF (%)	40,44	70,48	90,33	97,71	99,3	99,7	99,91	100
	P.862.1 prob (%)	40,44	30,04	19,82	7,4	1,59	0,44	0,18	0,09

10.4 Interprétation des résultats en matière de précision

Par définition, l'algorithme des Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 est un évaluateur de l'opinion subjective de la qualité vocale fournie par le réseau à l'essai. Il convient donc de noter que toute mesure de la qualité vocale effectuée au moyen de l'algorithme d'évaluation PESQ est affectée par les valeurs de la précision présentées dans les Tableaux 1 et 2.

Il faut aussi noter que, comme mentionné dans le § 10.2, la précision reste valable tant que les scénarios de mesure correspondent statistiquement à la même population d'échantillon que celle présentée dans le § 10.2.

La limite inférieure de l'intervalle de confiance de 95% du coefficient de corrélation indique que les mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 doivent normalement être liées à l'opinion subjective, qui est supérieure ou au moins égale à la limite inférieure de l'intervalle de confiance de 95% du coefficient de corrélation, indépendamment de l'emploi de conditions de réseau simulées ou de conditions en situation sur le terrain et indépendamment du type de réseau éprouvé (tel que les réseaux hertziens, voix sur IP et fixes) (voir Tableau 1).

La distribution des erreurs résiduelles (Tableau 2) correspond à la fonction de densité cumulative (CDF, *cumulative density function*) des erreurs absolues entre les notes MOS et les notes déduites des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 et elle indique la probabilité pour que l'erreur absolue soit inférieure à une certaine valeur. Par exemple, la probabilité pour que l'erreur absolue soit inférieure à une note MOS de 0,5 est supérieure à 70%, tandis que la probabilité pour que l'erreur soit inférieure à une note MOS de 0,75 est supérieure à 90%. Dans le Tableau 2 est aussi donnée la fonction de densité de probabilité (pdf) de l'erreur absolue. Comme prévu, conformément à la fonction CDF, la fonction pdf indique que des erreurs absolues plus faibles ont plus de chances de se produire que des valeurs plus élevées.

11 Compte-rendu des résultats

Comme indiqué dans le § 10.4, il doit être rendu compte des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1, selon le type d'application, les conditions simulées ou les conditions de réseau en situation, en se fondant sur la précision de l'algorithme telle qu'elle est présentée dans le § 10.3 (Tableaux 1 et 2).

Il est recommandé d'employer le coefficient de corrélation en tant que métrique statistique informative de la qualité de fonctionnement évaluée au moyen des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 pour une application spécifiée.

D'une manière générale, il doit être rendu compte des valeurs moyenne, maximale et minimale de l'évaluation PESQ, ainsi que du nombre de mesures employées pour calculer la moyenne. Quelques recommandations précises concernant le compte-rendu des mesures de l'évaluation PESQ sont présentées à l'Appendice III. En outre, on peut représenter graphiquement en fonction de la fréquence le nombre de mesures permettant d'atteindre une note d'évaluation PESQ donnée ou un ensemble de notes. Dans les cas où le système à l'essai permet d'assurer une qualité d'écoute relativement stable, l'écart type peut être utilisé pour aider à décider si d'autres mesures sont nécessaires pour obtenir la précision voulue. Cette démarche n'est pas valable pour des systèmes à l'essai variant fortement dans le temps (par exemple, les réseaux voix sur IP ou les réseaux mobiles).

12 Directives relatives à l'utilisation de l'extension large bande de la Rec. UIT-T P.862 (Rec. UIT-T P.862.2)

En principe, les directives fournies dans la présente Recommandation s'appliquent tant à la Rec. UIT-T P.862 qu'à son extension large bande, la Rec. UIT-T P.862.2. Néanmoins, quelques directives spécifiques sont nécessaires pour cette extension.

Les directives précédentes concernent principalement l'emploi de la caractéristique d'envoi du système IRS à appliquer au signal d'entrée ou au signal de référence. Pour l'extension à large bande, il n'est pas recommandé de filtrage ni des signaux vocaux ni des bruits ambiants. Ce sujet est abordé dans les § 6.2, 7.9 et 7.10.

En ce qui concerne le calcul du niveau de l'activité vocale, conformément à la Rec. UIT-T P.56, il est recommandé d'utiliser l'option à large bande de cette Recommandation. Cette question fait l'objet des § 7.2, 7.4, 8.1 et 8.2.

L'insertion proposée d'un faible bruit de fond dans le § 7.10 n'est pas évaluée pour l'extension à large bande et ne peut donc être recommandée.

Les paragraphes 10 et 11 décrivent la précision de la méthode de la Rec. UIT-T P.862. Les chiffres fournis ne sont applicables qu'au cas à bande étroite.

Dans le § 3.6, la valeur 0 dBm0 est décrite conformément à la Rec. UIT-T G.711. Il faut observer que cette référence G.711 n'est disponible que pour les applications à bande étroite.

Tant la méthode de la Rec. UIT-T P.862.1 que celle de la Rec. UIT-T P.862.2 renvoient à une échelle de notes MOS-LQO définie dans la Rec. UIT-T P.800.1. Il faut tenir compte du fait que le terme MOS-LQO peut être étendu à l'avenir par un qualificateur se rapportant au cas à bande étroite et au cas à large bande. Prière de noter que les résultats obtenus avec la Rec. UIT-T P.862.1 sont liés à un contexte à bande étroite uniquement. Les résultats obtenus avec la Rec. UIT-T P.862.2 concernent les applications à large bande ou à un mélange de large bande et de bande étroite. En conséquence, des comparaisons directes des résultats pour les notes MOS-LQO obtenus avec les Recommandations UIT-T P.862.1 et P.862.2 ne sont pas possibles.

Appendice I

Valeurs de référence pour la qualité objective déduite des mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862 pour les codecs normalisés UIT-T/GSM

I.1 Les valeurs de référence de la Rec. UIT-T P.862.1 ont été calculées dans les conditions suivantes pour les codecs/signaux MNRU, en employant la base de données vocales de l'Annexe B/P.501.

- loi μ /loi A G.711;
- G.726 à 16, 24, 32 et 40 kbit/s;
- G.728;
- G.729;
- Annexe A/G.729;
- G.723.1 à 5,3 et 6,3 kbit/s;
- GSM-AMR (multidébit adaptatif) à 4,75, 5,15, 5,9, 6,7, 7,4, 7,95, 10,2 et 12,2 kbit/s;
- GSM-EFR (plein débit amélioré);
- GSM-FR (plein débit);
- GSM-HR (haut débit);
- MNRU (Q = 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 et 45 dB).

Dans la Figure I.1 est illustré le prétraitement des signaux vocaux de référence, tandis que dans les Figures I.2, I.3 et I.4 sont représentées les procédures de codage conformément aux Recommandations UIT-T G.711 et G.726 et les autres codecs, respectivement. Dans la Figure I.5 est indiquée la procédure de traitement au moyen de l'appareil MNRU. Les valeurs de référence pour les codecs normalisés UIT-T et les signaux MNRU, déduites en transformant conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 les valeurs d'évaluation PESQ brutes¹³ en notes MOS-LQO, sont données dans les Tableaux I.1, I.2 et I.3. Le traitement des signaux, conformément aux

¹³ Pour les signaux GSM-AMR, GSM-EFR, GSM-FR, GSM-HR et les codecs en loi A de la Rec. UIT-T G.711, les valeurs d'évaluation PESQ brutes ont été calculées à un taux d'échantillonnage de 16 kHz.

Recommandations UIT-T G.711, G.726 et au moyen de l'appareil MNRU, a été effectué à l'aide de l'outil logiciel fourni dans la Rec. UIT-T G.191.

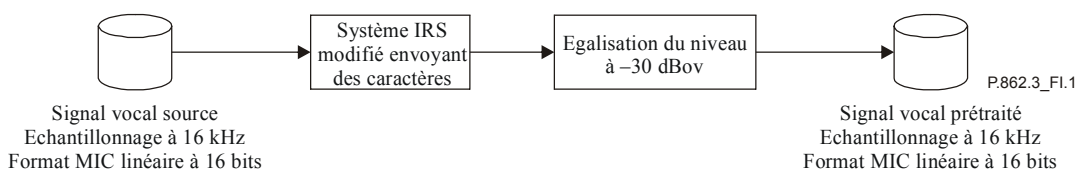


Figure I.1/P.862.3 – Prétraitement du signal vocal source

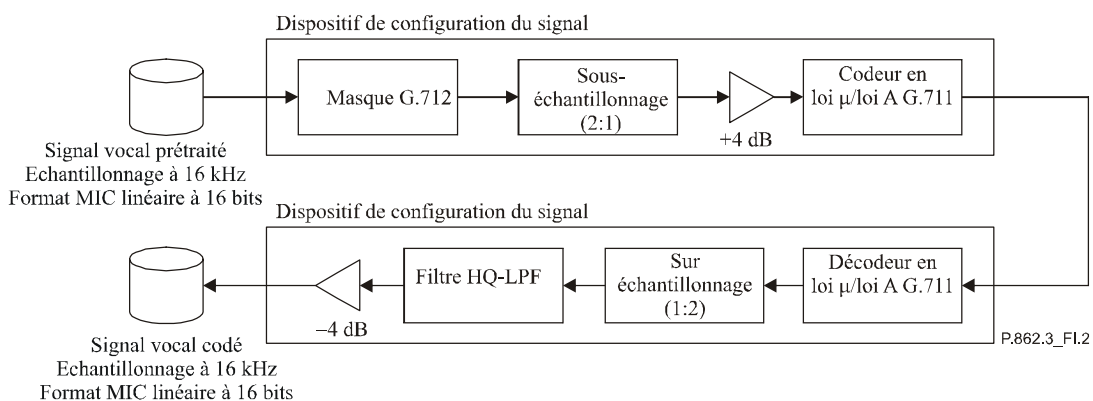


Figure I.2/P.862.3 – Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.711

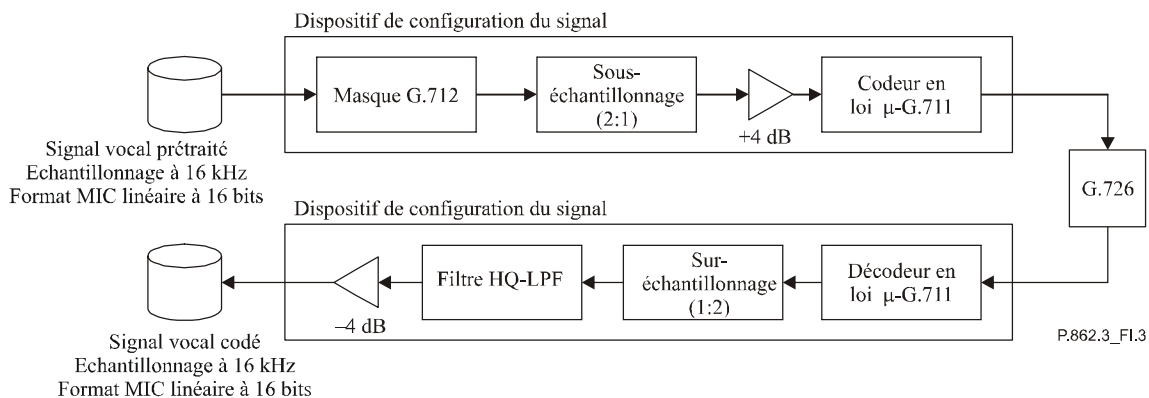


Figure I.3/P.862.3 – Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.726

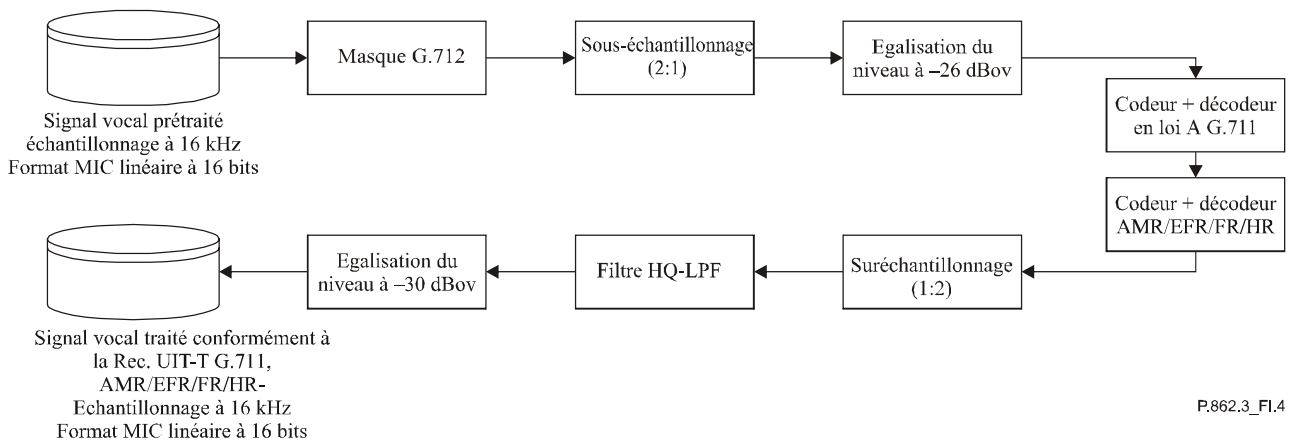
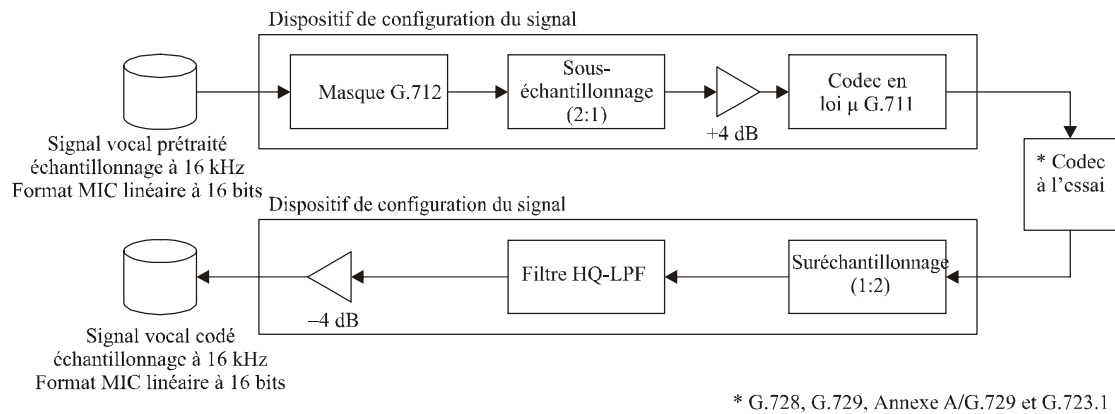


Figure I.4/P.862.3 – Traitement conforme aux Recommandations UIT-T G.728, G.729, Annexe A/G.729 et G.723.1 et GSM-AMR/EFR/FR/HR

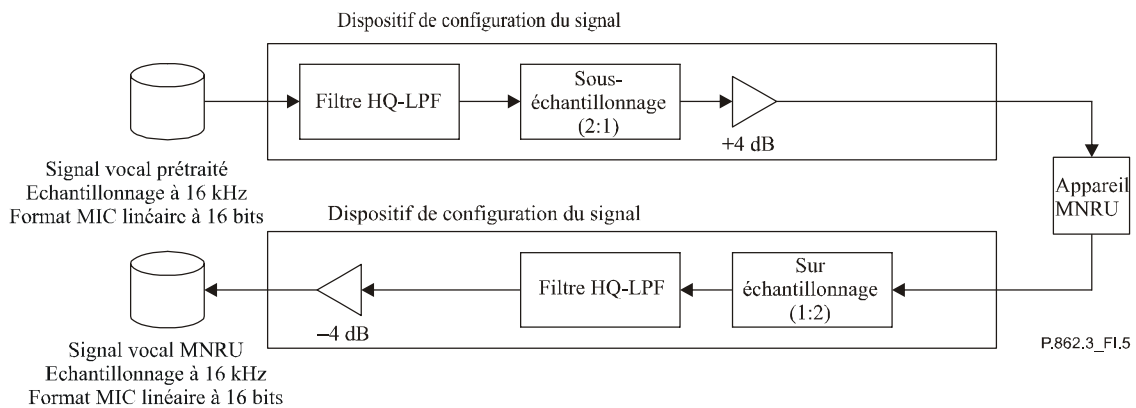


Figure I.5/P.862.3 – Traitement au moyen de l'appareil MNRU

La procédure de traitement des signaux des Figures I.1 à I.5 est décrite ci-après:

I.2 Prétraitement du signal vocal source

Dans la partie relative au prétraitement, le signal vocal source passe par un filtre de type IRS modifié du côté transmission et son niveau vocal est égalisé à -30 dBov, comme illustré dans la Figure I.1. Les fichiers vocaux prétraités sont les signaux d'entrée dans le dispositif de configuration des signaux. A l'aide de l'outil logiciel fourni dans la Rec. UIT-T G.191, qui est nommé ci-après logiciel STL2000, le signal vocal peut être prétraité au moyen des commandes suivantes:

```
$ filter -q mod IRS16 file.inp file.irs
$ sv56demo -q file.irs file.pre 256 1 0 -30
```

I.3 Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.711

Le signal vocal prétraité est masqué conformément à la Rec. UIT-T G.712 et sous-échantillonné. Le signal vocal sous-échantillonné est égalisé à -26 dBov et sa sortie devient le signal d'entrée dans le décodeur de la Rec. UIT-T G.711. La commandes de traitement sont données ci-après:

```
$ filter -q -down PCM file.pre tmpfile1
$ sv56demo -q tmpfile1 g711.inp 256 1 0 -26 8000
```

Le processus de codage et de décodage en loi μ de la Rec. UIT-T G.711 est effectué à l'aide de la commande STL2000 suivante:

```
$ g711demo u lili g711.inp g711.dec
```

Le signal vocal décodé est suréchantillonné de 8 à 16 kHz et son niveau est égalisé à -30 dBov. Le signal vocal codé conformément à la Rec. UIT-T G.711 peut être obtenu au moyen des commandes STL2000 suivantes:

```
$ filter -q -up HQ2 g711.dec tmpfile2
$ scaledemo -q -gain 0.63095 tmpfile2 g711.out
```

I.4 Traitement conforme à la Rec. UIT-T G.726

Dans le traitement conforme à la Rec. UIT-T G.726, la sortie du codeur en loi μ de la Rec. UIT-T G.711 devient l'entrée du codeur de la Rec. UIT-T G.726 et sa sortie est à son tour l'entrée du décodeur en loi μ de la Rec. UIT-T G.711. Le signal vocal codé conformément à la Rec. UIT-T G.726 peut être obtenu par les commandes STL2000 suivantes:

```
$ filter -q -down PCM infile tmpfile1
$ sv56demo -q tmpfile1 tmpfile2 256 1 0 -26
$ g711demo u lilo tmpfile2 tmpfile3
$ g726demo u lolo {40|32|24|16} tmpfile3 tmpfile4
$ g711demo u loli tmpfile4 tmpfile5
$ filter -q -up HQ2 tmpfile5 tmpfile6
$ scaledemo -q -gain 0.63095 tmpfile6 outfile
```

I.5 Traitement conforme aux Recommandations UIT-T G.728, G.729, Annexe A/G.729 et G.723.1

Dans ces codecs, le signal d'entrée pour le codec à l'essai est la sortie du codec en loi μ de la Rec. UIT-T G.711, à savoir *g711.dec* comme mentionné à la Figure I.2. Lorsque les sorties du codec à l'essai sont notées sous la forme {g728|g729|g729A|G7231}.dec, le signal vocal codé est obtenu au moyen des commandes STL2000 suivantes:

```
$ filter -q -up HQ2 {g728|g729|g729A|g7231}.dec tmpfile2
$ scaledemo -q -gain 0.63095 tmpfile2 {g728|g729|g729A|g7231}.out
```


I.6 Traitement au moyen de l'appareil MNRU

Le signal vocal prétraité est sous-échantillonné sans changer la réponse en fréquence du signal d'entrée, son niveau est égalisé à -26 dBov, et sa sortie devient le signal d'entrée de l'appareil MNRU. La sortie de l'appareil MNRU est suréchantillonnée de 8 à 16 kHz et son niveau est égalisé à -30 dBov. Le signal vocal de l'appareil MNRU de Q -dB peut être obtenu au moyen des commandes suivantes:

```
$ filter -q -down HQ2 infile tmpfile1
$ sv56demo -q tmpfile1 tmpfile2 256 1 0 -26 8000
$ mnrudemo tmpfile2 tmpfile3 128 1 0  $Q$ 
$ filter -q -up HQ2 tmpfile3 tmpfile4
$ scaldemo -q -gain 0.63095 tmpfile3 mnru $Q$ .out
```

**Tableau I.1/P.862.3 – Les valeurs de référence de la Rec. UIT-T P.862.1
pour les codecs normalisés UIT-T**

Langue	Nom de fichier	G.11		G.726				G.728	G.729	G.729A	G.723.1	
		loi μ	loi A	16 kbit/s	24 kbit/s	32 kbit/s	40kbit/s				5,3 kbit/s	6,3 kbit/s
Anglais américain	Femme 1 (0.00-7.97 s).wav	4,46	4,28	2,50	3,34	3,89	4,18	3,95	3,95	3,80	3,65	3,81
	Femme 2 (0.00-8.06 s).wav	4,45	4,42	3,12	3,76	4,07	4,33	4,27	4,08	3,99	3,67	3,80
	Homme 1 (0.00-8.44 s).wav	4,49	4,36	2,86	3,82	4,25	4,35	4,19	4,17	4,13	3,90	3,97
	Homme 2 (0.00-7.96 s).wav	4,47	4,31	2,97	3,80	4,21	4,40	4,22	4,15	4,06	3,95	4,07
	Moyenne	4,47	4,34	2,86	3,69	4,11	4,32	4,16	4,09	4,00	3,80	3,92
Chinois	Femme 1 (0.00-10.87 s).wav	4,46	4,48	2,38	3,42	4,21	4,34	3,86	3,72	3,65	3,10	3,33
	Femme 1b (0.00-13.39 s).wav	4,42	4,43	2,29	3,34	4,07	4,26	3,98	3,80	3,75	3,26	3,49
	Femme 2 (0.00-13.32 s).wav	4,50	4,50	2,26	3,29	4,02	4,37	4,06	3,88	3,75	3,33	3,53
	Femme 2b (0.00-13.39 s).wav	4,50	4,50	2,38	3,30	4,03	4,33	4,03	3,87	3,72	3,39	3,59
	Homme 1 (0.00-12.15 s).wav	4,44	4,48	2,64	3,58	4,23	4,28	4,19	3,83	3,75	3,36	3,51
	Homme 1a (0.00-12.91 s).wav	4,52	4,51	2,84	3,77	4,21	4,37	4,18	4,06	4,00	3,65	3,89
	Homme 2 (0.00-12.50 s).wav	4,49	4,48	2,74	3,74	4,30	4,44	4,18	3,99	3,89	3,62	3,78
	Homme 2b (0.00-12.82 s).wav	4,50	4,40	2,89	3,90	4,29	4,43	4,16	3,95	3,89	3,35	3,55
Moyenne	4,48	4,47	2,55	3,55	4,18	4,35	4,08	3,89	3,80	3,38	3,59	
Anglais	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,50	4,49	2,69	3,37	3,88	4,21	3,89	3,72	3,58	3,42	3,59
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,48	4,46	2,81	3,44	3,92	4,24	4,00	3,91	3,80	3,60	3,67
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,50	4,45	3,03	3,53	3,96	3,99	4,08	3,88	3,88	3,67	3,81
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,51	4,48	2,94	3,79	4,24	4,34	4,05	3,73	3,60	3,64	3,83
	Moyenne	4,50	4,47	2,87	3,54	4,01	4,20	4,01	3,81	3,72	3,59	3,73
Français	Femme 1 (0.00-10.04 s).wav	4,50	4,47	3,06	3,84	4,28	4,42	4,21	3,85	3,77	3,59	3,69
	Femme 2 (0.00-10.04 s).wav	4,51	4,48	2,76	3,64	4,15	4,41	4,03	3,77	3,64	3,39	3,56
	Homme 1 (0.00-12.18 s).wav	4,50	4,46	3,09	3,79	4,18	4,32	4,09	3,84	3,82	3,45	3,60
	Homme 2 (0.00-10.04 s).wav	4,52	4,48	3,33	3,92	4,28	4,40	4,25	4,00	3,91	3,70	3,88
	Moyenne	4,51	4,47	3,06	3,80	4,22	4,39	4,15	3,87	3,79	3,54	3,69
Allemand	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,49	4,48	2,68	3,46	4,02	4,27	4,04	3,86	3,69	3,54	3,75
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,48	4,46	2,84	3,65	4,24	4,40	4,13	4,07	3,89	3,61	3,82
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,50	4,47	2,99	3,72	4,27	4,41	4,09	3,95	3,87	3,56	3,84
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,50	4,46	2,86	3,47	4,03	4,35	4,12	4,07	4,01	3,75	3,91
	Moyenne	4,50	4,47	2,84	3,58	4,14	4,36	4,09	3,99	3,87	3,62	3,83
Italien	Femme 1 (0.00-20.60 s).wav	4,49	4,40	2,38	3,23	3,81	4,25	3,80	3,75	3,62	3,28	3,49
	Femme 2 (0.00-21.78 s).wav	4,48	4,39	2,72	3,68	4,14	4,34	4,16	3,95	3,87	3,57	3,75
	Homme 1 (0.00-18.13 s).wav	4,50	4,44	2,61	3,50	4,01	4,33	4,12	3,88	3,81	3,59	3,75
	Homme 2 (0.00-20.86 s).wav	4,51	4,43	3,05	3,94	4,28	4,41	4,18	4,12	4,05	3,73	3,95
	Moyenne	4,49	4,41	2,69	3,60	4,07	4,33	4,07	3,93	3,84	3,55	3,74
Japonais	Femme 1 (0.00-7.60 s).wav	4,46	4,36	2,22	2,97	3,65	4,11	3,76	3,70	3,61	3,25	3,40
	Femme 2 (0.00-7.31 s).wav	4,48	4,38	2,45	3,41	4,12	4,40	3,96	3,82	3,73	3,34	3,59
	Homme 1 (0.00-7.13 s).wav	4,47	4,39	2,36	3,06	3,61	4,20	3,89	3,88	3,74	3,38	3,53
	Homme 2 (0.00-7.45 s).wav	4,49	4,42	2,95	3,90	4,32	4,45	4,31	4,08	4,00	3,83	3,93
	Moyenne	4,47	4,39	2,49	3,35	3,95	4,30	4,00	3,87	3,78	3,46	3,62
Espagnol (Etats-Unis)	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,47	4,40	2,33	3,05	3,73	4,17	4,02	3,84	3,71	3,42	3,64
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,40	4,31	2,30	2,92	3,48	4,04	3,77	3,65	3,43	3,07	3,22
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,46	4,30	2,86	3,64	4,19	4,36	4,05	3,83	3,76	3,69	3,77
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,49	4,42	2,76	3,72	4,22	4,40	4,09	3,86	3,85	3,60	3,72
	Moyenne	4,46	4,36	2,56	3,34	3,93	4,25	3,99	3,80	3,69	3,45	3,60

NOTE – Les cases ombrées indiquent que les échantillons ne satisfont pas aux prescriptions de la Rec. UIT-T P.501.

**Tableau I.2/P.862.3 – Les valeurs de référence de la Rec. UIT-T P.862.1
pour les signaux MNRU**

Langue	Nom de fichier	MNRU								
		5 dB	10 dB	15 dB	20 dB	25 dB	30 dB	35 dB	40 dB	45dB
Anglais américain	Femme 1 (0.00-7.97 s).wav	1,80	2,39	3,03	3,68	4,15	4,37	4,47	4,50	4,52
	Femme 2 (0.00-8.06 s).wav	2,09	2,67	3,24	3,80	4,16	4,35	4,41	4,44	4,44
	Homme 1 (0.00-8.44 s).wav	1,93	2,58	3,30	4,01	4,32	4,46	4,51	4,52	4,53
	Homme 2 (0.00-7.96 s).wav	1,99	2,65	3,34	3,90	4,23	4,39	4,45	4,47	4,48
	Moyenne	1,95	2,57	3,23	3,85	4,22	4,39	4,46	4,48	4,49
Chinois	Femme 1 (0.00-10.87 s).wav	1,41	1,84	2,45	3,19	3,83	4,20	4,40	4,49	4,52
	Femme 1b (0.00-13.39 s).wav	1,35	1,74	2,36	3,07	3,66	4,02	4,27	4,36	4,38
	Femme 2 (0.00-13.32 s).wav	1,46	1,91	2,54	3,33	3,99	4,33	4,46	4,51	4,54
	Femme 2b (0.00-13.39 s).wav	1,52	2,02	2,72	3,51	4,10	4,35	4,42	4,44	4,45
	Homme 1 (0.00-12.15 s).wav	1,72	2,29	3,02	3,71	4,16	4,33	4,37	4,38	4,38
	Homme 1a (0.00-12.91 s).wav	1,78	2,44	3,22	3,91	4,26	4,43	4,51	4,54	4,54
	Homme 2 (0.00-12.50 s).wav	1,67	2,22	3,02	3,78	4,19	4,36	4,46	4,51	4,52
	Homme 2b (0.00-12.82 s).wav	1,81	2,46	3,25	3,91	4,29	4,42	4,46	4,47	4,47
Moyenne	1,57	2,10	2,82	3,56	4,08	4,31	4,42	4,47	4,48	
Anglais	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	1,97	2,60	3,27	3,86	4,22	4,41	4,49	4,52	4,53
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	1,90	2,51	3,16	3,64	4,06	4,34	4,45	4,50	4,52
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	2,41	3,06	3,65	4,11	4,38	4,47	4,51	4,52	4,53
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	1,90	2,55	3,32	3,90	4,27	4,45	4,51	4,54	4,54
	Moyenne	2,03	2,68	3,35	3,89	4,24	4,42	4,49	4,52	4,53
Français	Femme 1 (0.00-10.04 s).wav	1,93	2,55	3,22	3,82	4,23	4,42	4,50	4,53	4,54
	Femme 2 (0.00-10.04 s).wav	1,74	2,31	3,02	3,70	4,15	4,40	4,50	4,53	4,54
	Homme 1 (0.00-12.18 s).wav	2,07	2,76	3,47	3,96	4,23	4,41	4,49	4,53	4,54
	Homme 2 (0.00-10.04 s).wav	2,36	3,14	3,88	4,30	4,46	4,51	4,53	4,54	4,54
	Moyenne	2,01	2,68	3,41	3,96	4,27	4,44	4,51	4,53	4,54
Allemand	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	1,70	2,28	3,00	3,65	4,19	4,41	4,49	4,53	4,54
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	1,74	2,26	2,94	3,64	4,13	4,33	4,47	4,51	4,53
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	1,88	2,47	3,17	3,75	4,20	4,42	4,51	4,53	4,54
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	2,09	2,71	3,40	3,97	4,33	4,46	4,51	4,53	4,54
	Moyenne	1,84	2,43	3,13	3,76	4,21	4,41	4,49	4,53	4,54
Italien	Femme 1 (0.00-20.60 s).wav	1,52	2,01	2,69	3,44	4,01	4,33	4,46	4,51	4,53
	Femme 2 (0.00-21.78 s).wav	1,73	2,25	2,92	3,58	4,12	4,38	4,47	4,51	4,53
	Homme 1 (0.00-18.13 s).wav	1,79	2,43	3,24	3,94	4,33	4,46	4,51	4,53	4,54
	Homme 2 (0.00-20.86 s).wav	2,09	2,86	3,65	4,16	4,40	4,49	4,52	4,53	4,54
	Moyenne	1,76	2,37	3,13	3,80	4,23	4,42	4,49	4,52	4,53
Japonais	Femme 1 (0.00-7.60 s).wav	1,49	1,94	2,57	3,32	3,92	4,27	4,43	4,50	4,52
	Femme 2 (0.00-7.31 s).wav	1,48	1,91	2,51	3,27	3,99	4,35	4,48	4,52	4,53
	Homme 1 (0.00-7.13 s).wav	1,55	2,02	2,65	3,39	4,05	4,36	4,47	4,52	4,53
	Homme 2 (0.00-7.45 s).wav	1,74	2,27	3,01	3,77	4,24	4,45	4,51	4,53	4,54
	Moyenne	1,56	2,03	2,68	3,44	4,05	4,36	4,47	4,52	4,53
Espagnol (Etats-Unis)	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	1,49	1,95	2,51	3,16	3,81	4,24	4,43	4,50	4,53
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	1,61	2,08	2,62	3,19	3,81	4,19	4,40	4,49	4,52
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	2,02	2,70	3,53	4,14	4,39	4,48	4,51	4,52	4,53
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	1,65	2,24	3,04	3,73	4,23	4,44	4,51	4,53	4,54
	Moyenne	1,67	2,23	2,92	3,59	4,08	4,35	4,46	4,51	4,53

NOTE – Les cases ombrées indiquent que les échantillons ne satisfont pas aux prescriptions de la Rec. UIT-T P.501.

**Tableau I.3/P.862.3 – Les valeurs de référence de la Rec. UIT-T P.862
pour les codecs normalisés GSM**

Langue	Nom de fichier	AMR								EFR	FR	HR
		12,2 kbit/s	10,2 kbit/s	7,95 kbit/s	7,4 kbit/s	6,7 kbit/s	5,9 kbit/s	5,15 kbit/s	4,75 kbit/s			
Anglais américain	Femme 1 (0.00-7.97 s).wav	3,87	3,75	3,60	3,61	3,52	3,43	3,33	3,18	3,94	3,03	3,20
	Femme 2 (0.00-8.06 s).wav	4,13	4,07	3,96	3,92	3,79	3,72	3,62	3,49	4,08	3,70	3,54
	Homme 1 (0.00-8.44 s).wav	4,10	4,03	3,94	3,97	3,88	3,84	3,64	3,50	4,19	3,69	3,46
	Homme 2 (0.00-7.96 s).wav	4,10	4,06	4,03	4,01	3,91	3,85	3,73	3,70	4,20	3,59	3,72
	Moyenne	4,05	3,98	3,88	3,88	3,78	3,71	3,58	3,47	4,10	3,51	3,48
Chinois	Femme 1 (0.00-10.87 s).wav	3,94	3,81	3,46	3,50	3,27	3,15	2,99	3,00	3,98	3,18	2,94
	Femme 1b (0.00-13.39 s).wav	3,97	3,82	3,52	3,45	3,36	3,22	3,00	2,95	4,04	3,02	2,95
	Femme 2 (0.00-13.32 s).wav	4,08	3,99	3,71	3,62	3,53	3,38	3,21	3,07	4,12	3,07	3,01
	Femme 2b (0.00-13.39 s).wav	4,08	4,01	3,74	3,74	3,62	3,40	3,21	3,13	4,10	3,03	3,04
	Homme 1 (0.00-12.15 s).wav	3,94	3,84	3,66	3,68	3,54	3,45	3,22	3,22	4,06	3,50	3,26
	Homme 1a (0.00-12.91 s).wav	4,23	4,14	3,95	3,92	3,78	3,65	3,34	3,35	4,20	3,65	3,36
	Homme 2 (0.00-12.50 s).wav	4,07	3,93	3,78	3,77	3,62	3,46	3,22	3,21	4,15	3,72	3,30
	Homme 2b (0.00-12.82 s).wav	4,16	4,15	3,94	3,94	3,80	3,64	3,40	3,27	4,23	3,64	3,44
	Moyenne	4,06	3,96	3,72	3,70	3,57	3,42	3,20	3,15	4,11	3,35	3,16
Anglais	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,00	3,82	3,63	3,62	3,42	3,31	3,21	3,11	3,99	3,27	3,07
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	3,81	3,78	3,65	3,62	3,56	3,49	3,36	3,34	3,78	3,31	3,28
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,01	3,88	3,75	3,67	3,46	3,57	3,23	3,01	4,03	3,54	3,37
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,06	3,83	3,73	3,68	3,53	3,48	3,18	2,98	4,10	3,75	3,49
	Moyenne	3,97	3,83	3,69	3,65	3,49	3,46	3,25	3,11	3,98	3,47	3,30
Français	Femme 1 (0.00-10.04 s).wav	4,11	4,01	3,79	3,83	3,66	3,42	3,33	3,30	4,04	3,49	3,37
	Femme 2 (0.00-10.04 s).wav	3,91	3,85	3,57	3,54	3,40	3,31	3,22	2,98	3,83	3,19	3,24
	Homme 1 (0.00-12.18 s).wav	4,00	3,88	3,71	3,72	3,54	3,37	3,23	3,14	4,07	3,49	3,32
	Homme 2 (0.00-10.04 s).wav	4,11	4,05	3,85	3,91	3,75	3,57	3,37	3,28	4,17	3,84	3,30
	Moyenne	4,03	3,95	3,73	3,75	3,59	3,42	3,29	3,18	4,03	3,50	3,31
Allemand	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,08	3,98	3,65	3,60	3,54	3,36	3,15	3,06	4,06	3,40	3,20
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,21	4,14	3,93	3,88	3,76	3,63	3,53	3,47	4,17	3,54	3,37
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,12	4,08	3,90	3,88	3,78	3,66	3,55	3,50	4,19	3,82	3,43
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,17	4,07	3,97	3,92	3,77	3,69	3,65	3,56	4,21	3,70	3,38
	Moyenne	4,14	4,07	3,86	3,82	3,72	3,58	3,47	3,40	4,16	3,62	3,35
Italien	Femme 1 (0.00-20.60 s).wav	3,80	3,67	3,51	3,41	3,34	3,24	3,12	2,92	3,81	2,83	3,00
	Femme 2 (0.00-21.78 s).wav	4,09	4,04	3,88	3,86	3,74	3,61	3,40	3,27	4,14	3,29	3,32
	Homme 1 (0.00-18.13 s).wav	4,03	3,95	3,82	3,78	3,64	3,49	3,32	3,20	4,13	3,37	3,17
	Homme 2 (0.00-20.86 s).wav	4,23	4,15	4,00	4,07	3,89	3,84	3,60	3,47	4,27	3,58	3,47
	Moyenne	4,04	3,95	3,80	3,78	3,65	3,55	3,36	3,22	4,08	3,27	3,24
Japonais	Femme 1 (0.00-7.60 s).wav	3,89	3,75	3,53	3,41	3,40	3,28	3,08	3,10	3,87	2,92	2,92
	Femme 2 (0.00-7.31 s).wav	3,92	3,85	3,54	3,62	3,42	3,27	3,20	3,08	3,99	2,82	3,09
	Homme 1 (0.00-7.13 s).wav	3,87	3,81	3,59	3,50	3,42	3,28	3,19	3,12	3,91	2,89	2,91
	Homme 2 (0.00-7.45 s).wav	4,18	4,08	3,92	3,94	3,84	3,73	3,59	3,44	4,21	3,63	3,55
	Moyenne	3,97	3,87	3,64	3,61	3,52	3,39	3,27	3,19	4,00	3,06	3,12
Espagnol (Etats-Unis)	Femme 1 (0.00-8.00 s).wav	4,03	3,96	3,63	3,68	3,50	3,30	3,23	3,16	3,96	3,03	3,20
	Femme 2 (0.00-8.00 s).wav	3,63	3,48	3,23	3,26	3,05	3,03	2,88	2,80	3,73	2,68	2,72
	Homme 1 (0.00-8.00 s).wav	3,98	3,61	3,67	3,49	3,51	3,38	3,23	3,15	4,15	3,44	3,19
	Homme 2 (0.00-8.00 s).wav	4,04	3,87	3,71	3,58	3,52	3,28	3,11	3,14	4,09	3,48	3,36
	Moyenne	3,92	3,73	3,56	3,50	3,40	3,25	3,11	3,06	3,99	3,16	3,12

NOTE – Les cases ombrées indiquent que les échantillons ne satisfont pas aux prescriptions de la Rec. UIT-T P.501.

Appendice II

Bases de données d'essai pour les Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1

Les bases de données d'essai incorporent des conditions de réseau qui correspondent à des applications fixes, hertziennes et voix sur IP. Une vaste gamme de codecs employés par différentes technologies (telles que les technologies GSM-FR, GSM-EFR, GSM-AMR, CDMA-EVRC, IS136-ACELP, G.711, G.726, G.728, G.729, JDC-HR) a été intégrée dans les essais et les analyses des Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1.

Dans le Tableau II.1 ci-après est résumé le contenu de toutes les bases de données pour lesquelles une évaluation (conforme aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1) a été validée.

Tableau II.1/P.862.3 – Résumé du type et du contenu des bases de données

Description	Conditions
Caractérisation à 8 kbit/s, interfonctionnement avec les normes, Supp. 23 exp 1	enc/decod + transc.; codecs: G.711, G.726, G.728, G.729, IS-54, GSM-FR, JDC-HR
Caractérisation à 8 kbit/s, erreurs dans les voies et bruit, Supp. 23 exp 3	enc/dec + trans + ErrorPatterns + BGN, codecs: G.729
Réseaux hertziens en situation	<ul style="list-style-type: none"> – Réseaux hertziens: IS-136, CDMA, iDEN, AMPS; GSM-US, GSM-Europe; – codecs: IS-54, 8 kbit/s ACELP, 13 kbit/s QCELP, GSM-FR et EFR, CDMA-EVRC
Codecs, configurations des erreurs, transcodages, bruit	<ul style="list-style-type: none"> – enc/dec + ErrorPatterns + BGN; codecs: G.711, G.726, G.728, G.729, GSM-FR – enc/dec + ErrorPatterns (niveaux C/I) + BGN; codecs: G.711, G.723 + transcodages, 8 kbit/s ACELP, EVRC, GSM-EFR et FR – enc/dec + trans + ErrorPatterns ("bad" et "good" cond) + BGN, ATM/ISDN/RTC; codecs: G.729, G.728, GSM-FR, GSM-HR
Essai du bruit de fond, GSM et réseaux fixes	<ul style="list-style-type: none"> – enc/dec + VAD + VQE (NR); codecs: GSM-FR, G.729 – enc/dec + ErrorPatterns; codecs: GSM-FR, GSM-AMR-HR
Transmission DTX, effacement de trame/rafale et essai de détection VAD, multidébit AMR, réseaux GSM et fixes	enc/dec + ErrorPatterns; codecs: GSM-FR, G.726, G.728, G.729, AMR
Multidébit AMR + configurations des erreurs sur les voies GSM connectées ou non	enc/dec + ErrorPatterns; codecs: AMR475, AMR590, AMR740, AMR122
Multidébit AMR + configuration des erreurs avec protection contre les erreurs égale et inégale	enc/dec + ErrorPatterns; codecs: AMR515, AMR740, AMR102, AMR122, AMR475, AMR590, AMR670, AMR795
Configuration des erreurs et perte de paquet pour les réseaux voix sur IP; bruit	enc/dec + trans + ErrorPatterns + PacketLoss + BGN
Essai de scénario de perte de paquet pour les réseaux voix sur IP	Voix sur IP: PktInsert, PktDelete, PktMute

Tableau II.1/P.862.3 – Résumé du type et du contenu des bases de données

Description	Conditions
Codecs pour les réseaux voix sur IP	Voix sur IP: G.723.1, G.728, G.711, G.729, G.726, PDC-HR
Conditions pour les réseaux voix sur IP	PLC et gestion du tampon de gigue (G.711, G.729, G.723 at 6,3 et 5,3 kbit/s), longueur de paquet variable
Conditions de réseau voix sur IP sur le terrain	Voix sur IP: Autocommutateur PABX Internet, passerelles IP

Appendice III

Compte-rendu des mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1

Les mesures conformes aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 doivent faire l'objet d'un rapport fondé sur la précision de l'algorithme, présentée dans le § 10.3 (Tableaux 1 et 2).

III.1 Compte-rendu et interprétation de la moyenne des résultats de l'évaluation PESQ

Comme mentionné dans le § 10.1, il est recommandé d'effectuer, dans le cas de conditions d'essai de réseau simulées contrôlées, les moyennes pour chaque condition individuellement, en employant au moins quatre locuteurs.

Les notes moyennes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 doivent être déterminées avec une erreur de prévision qui est telle que la limite supérieure de l'intervalle de confiance est de $\pm 95\%$ au maximum.

Dans le cas de l'essai du réseau sur le terrain, il peut exister des situations dans lesquelles il est souhaitable d'évaluer grossièrement la qualité vocale fournie par le réseau dans certaines zones d'essai et/ou pendant un intervalle de temps. Dans ce cas, on fait la moyenne des notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 pour un trajet d'essai et/ou un intervalle de temps. Ces notes moyennes sont censées être déterminées avec une erreur de prévision qui est telle que la limite supérieure de l'intervalle de confiance est de $\pm 95\%$ au maximum. Donc, en supposant par exemple que le réseau à l'essai est un réseau CDMA, on s'attend à ce que l'erreur moyenne sur la prévision des mesures moyennes conformes à la Rec. UIT-T P.862.1 soit inférieure ou égale à une note MOS de 0,462.

Il convient de noter que pour les deux cas présentés ci-dessus, ceux des conditions simulées et des conditions sur le terrain, il existe un risque de 5% pour que l'erreur sur la mesure soit supérieure à la limite supérieure de 95% de l'erreur sur la prévision. En outre, comme mentionné dans le § 10.2, les scénarios de mesure doivent être semblables à ceux qui sont présentés dans le Tableau 1.

III.2 Compte-rendu et interprétation des résultats des mesures individuelles d'évaluation PESQ

Comme mentionné dans le § 10.1, dans le cas du réseau en situation sur le terrain l'essai d'évaluation de la qualité pour chaque échantillon individuellement est requis, les voies de transmission variant de façon incontrôlée dans le temps.

Deux procédures de compte-rendu sont recommandées, en fonction du type de mesures d'évaluation PESQ, pour l'analyse de la qualité vocale du réseau.

Le premier type de note est la note moyenne, mesurée conformément à la Rec. UIT-T P.862.1, qui est examinée dans le § III.1 et fournit une grossière évaluation de la qualité vocale dans une certaine zone ou pendant un intervalle de temps.

L'autre type de note est la mesure individuelle, conforme à la Rec. UIT-T P.862.1, qui s'applique à la recherche de panne dans le réseau.

Dans le cas des mesures individuelles, il est recommandé de représenter les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1 sous la forme d'un histogramme en fonction d'une échelle de notes MOS. En tant que procédure d'analyse dans ce cas, il est recommandé d'envisager un seuil subjectif de qualité vocale et d'imposer un pourcentage requis minimal de notes devant se situer au-dessus de ce seuil subjectif ou, de manière équivalente, d'imposer une probabilité requise minimale de dépassement de ce seuil subjectif par les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1 dans le réseau à l'essai. Ainsi, la qualité vocale fondée sur les notes individuelles mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 est représentée par la probabilité ou le pourcentage des notes qui sont situées au-dessus du seuil subjectif imposé de qualité vocale.

Lors de l'évaluation de cette probabilité ou de ce pourcentage, les types d'erreurs pouvant affecter les résultats sont au nombre de deux. La première erreur est due au calcul de la probabilité ou du pourcentage. L'autre erreur est déterminée par la distribution des erreurs résiduelles, conforme aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1. En raison des erreurs sur les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1, tous les points dont on a déterminé qu'ils sont au-dessus (et/ou en dessous) du seuil imposé pour les notes MOS ne sont en réalité pas situés là. Comme mentionné dans le § 10.4, la distribution des erreurs résiduelles (voir Tableau 2) indique que les petites erreurs absolues sont plus probables que des erreurs absolues plus grandes. En raison de cela, les notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 proches du seuil des notes MOS peuvent être situées de l'autre côté du seuil plus souvent que ne l'indiquent les mesures. Prenons par exemple le cas d'un seuil de notes MOS égal à 3 et d'un réseau d'essai CDMA. Les notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 comprises entre 3 et 3,1 ont une probabilité de seulement 40,44% d'être situées en dessous du seuil. Les notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 comprises entre 3,1 et 3,2 ont une probabilité de seulement 30,04% d'être situées en dessous du seuil. De même, les notes comprises entre 2,9 et 3 ont une probabilité de 40,44%, tandis que la probabilité des notes comprises entre 2,8 et 2,9 d'être supérieure au seuil de notes MOS de 3 n'est que de 30,04%.

Ci-après est maintenant donnée une méthode recommandée pour le calcul des erreurs sur les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1.

L'erreur sur les mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1, due à l'évaluation de la probabilité pour que les notes mesurées conformément à la Rec. UIT-T P.862.1 soient supérieures au seuil imposé des notes, est définie comme étant l'écart-type d'une distribution binomiale avec une probabilité d'occurrence donnée par la formule suivante:

$$p = \frac{n}{N}$$

où n est le nombre de notes supérieures au seuil et N est le nombre total de mesures conformes à la Rec. UIT-T P.862.1. L'erreur due à l'évaluation de la probabilité $Error1$ s'écrit donc comme suit:

$$Error1 = \pm \sqrt{\frac{p \times (1 - p)}{N}}$$

et est caractérisée par un intervalle de confiance de 95%:

$$\pm z\alpha \times Error1$$

où

$z_{\alpha} = 2$ représente le quantile gaussien pour une probabilité de 95% (la distribution normale décrit assez bien le comportement des notes individuelles d'évaluation PESQ).

Il est recommandé de calculer l'erreur sur la mesure conforme aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1, due à l'erreur résiduelle de l'algorithme d'évaluation PESQ, *Error2*, comme étant l'écart-type de la distribution binomiale qui décrit l'erreur résiduelle dans le Tableau 2.

Lorsque des notes individuelles mesurées conformément aux Recommandations UIT-T P.862 et P.862.1 sont employées, il est donc recommandé de calculer l'erreur totale sur la mesure de la qualité vocale comme étant la racine carrée de la somme du carré des erreurs susmentionnées, *Error1* et *Error2*.

Appendice IV

Méthode d'étalonnage pour les interfaces de marque

NOTE – La méthode décrite ici est destinée aux situations dans lesquelles les niveaux exacts des signaux, qui sont requis, sont inconnus et les méthodes recommandées au § 9 ne peuvent être appliquées. On ne peut pas s'attendre à une précision maximale avec cette méthode. Il est aussi important que tous les ajustements soient effectués dans le domaine analogique ou au moyen d'une longueur de mot suffisante dans le domaine numérique (au moins 24 bits).

IV.1 Etalonnage du niveau de transmission (à l'extrémité proche) de l'équipement d'essai

Il convient d'ajuster le niveau de sortie de l'équipement d'essai pour qu'il soit à peu près situé au milieu de la fourchette de fonctionnement de toute éventuelle commande automatique de gain (AGC, *automatic gain control*). Cela peut se faire en mesurant le niveau du signal dans le terminal à l'extrémité distante et en réglant l'atténuation du signal à l'extrémité proche pour qu'elle soit située au milieu de la fourchette pour laquelle le niveau à l'extrémité distante reste constant. On peut aussi employer un téléphone à l'extrémité distante et ajuster le niveau à l'extrémité proche pour qu'il soit situé au milieu de la fourchette pour laquelle le niveau d'écoute à l'extrémité distante est confortable. La deuxième méthode est aussi préférable lorsque aucune commande AGC n'est présente.

IV.2 Etalonnage du niveau de réception (à l'extrémité distante) de l'équipement d'essai

Le niveau à l'extrémité distante doit être ajusté de telle sorte que l'atténuation entre les fichiers consignés et le fichier de référence soit proche de 0 dB.

BIBLIOGRAPHIE

- [B.1] Objective quality evaluation based on ITU-T Rec. P.862 by using long reference speech (NTT), COM12-D008, janvier 2005.
- [B.2] Objective quality measurement using artificial voice signals (NTT), COM12-D145, septembre 2003.
- [B.3] Addition of noise floor to reference speech used in ITU-T Rec. P.862, COM12-D011, janvier 2005.
- [B.4] ANSI/TIA-127-A-2004 (2004), *Enhanced Variable Rate Codec Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems*.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
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	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication