



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**P.840**

(11/2003)

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

Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité

---

**Méthode de test d'écoute subjective pour  
l'évaluation des équipements de multiplication  
de circuit**

Recommandation UIT-T P.840

---

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
Appareils de mesures objectives	Série	P.50 P.500
Mesures électroacoustiques objectives	Série	P.60
Mesures de la sonie vocale	Série	P.70
<b>Méthodes d'évaluation objective et subjective de la qualité</b>	<b>Série</b>	<b>P.80</b> <b>P.800</b>
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.840**

### **Méthode de test d'écoute subjective pour l'évaluation des équipements de multiplication de circuit**

#### **Résumé**

La présente Recommandation a pour objet de décrire une méthode de test d'écoute subjective pouvant servir à évaluer la qualité de fonctionnement des équipements de multiplication de circuits (CME, *circuit multiplication equipment*). Elle est destinée à être utilisée avec les systèmes CME comme ceux qui sont décrits dans les Recommandations UIT-T G.763, G.767, G.768 (DCME), G.765 (PCME) et G.769/Y.1242 (IP-CME), qui font appel à des techniques de concentration numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*).

Dans la présente version, le domaine d'application est étendu à des codeurs vocaux plus récents implémentés dans les équipements CME. La mise à jour de la Recommandation inclut les situations de mise en cascade et des configurations de tests de bruit de confort.

Le nouvel Appendice I donne des instructions sur les tests de conversation.

#### **Source**

La Recommandation P.840 de l'UIT-T a été approuvée le 13 novembre 2003 par la Commission d'études 12 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## 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 2004

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 .....	1
	1.1 Objet .....	1
	1.2 Principes du test.....	1
2	Références.....	2
3	Définitions .....	3
4	Abréviations.....	3
5	Saisie des données à la source .....	4
	5.1 Appareil et environnement .....	4
	5.2 Matériau vocal .....	4
	5.3 Procédure.....	5
	5.4 Signaux d'étalonnage et niveaux vocaux.....	6
6	Simulation de charge de système.....	6
	6.1 Conditions applicables à un simulateur de charge vocale générique .....	6
	6.2 Détermination de la capacité de charge des systèmes soumis aux tests.....	8
	6.3 Contrôle de la charge appliquée aux systèmes mis au test.....	8
7	Traitement de la parole .....	9
8	Conception du test .....	9
	8.1 Test n° 1 – Effet de la charge appliquée.....	10
	8.2 Test n° 2 – Effet des erreurs numériques dans la voie de commande DCME.....	12
9	Méthodes de test d'écoute .....	13
10	Analyse des résultats.....	13
	Annexe A – Description de l'équipement de multiplication de circuits.....	13
	A.1 Définitions .....	13
	A.2 Concentration numérique de la parole (DSI).....	17
	A.3 Détection de la parole .....	17
	A.4 Charge du CME .....	18
	A.5 Stratégie de surcharge.....	19
	A.6 Méthodes de reconstitution des silences.....	21
	A.7 Mode circuit par rapport au mode paquet.....	21
	A.8 Reconstitution du paquet .....	22
	Annexe B – Matériau de parole utilisé pour construire des séquences de signaux vocaux.....	23
	Annexe C – Instructions concernant l'utilisation d'un nombre limité de phrases .....	24
	Appendice I – Directives pour les tests de conversation .....	25



## Recommandation UIT-T P.840

### Méthode de test d'écoute subjective pour l'évaluation des équipements de multiplication de circuit<sup>1</sup>

#### 1 Domaine d'application

##### 1.1 Objet

La présente Recommandation a pour objet de décrire une méthode de test d'écoute subjective pouvant servir à évaluer la qualité de fonctionnement des équipements de multiplication de circuits (CME, *circuit multiplication equipment*). Elle est destinée à être utilisée avec les systèmes CME comme ceux qui sont décrits dans les Recommandations UIT-T G.763, G.764, G.765, G.767, G.768 ou dans la Rec. UIT-T G.769/Y.1242, qui font appel à des techniques de concentration numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*). On utilisera la Rec. UIT-T P.830 pour les évaluations par essais subjectifs de systèmes CME n'utilisant pas les techniques de concentration numérique de la parole décrites, les équipements de transcodage à voies décrits dans la Rec. UIT-T G.761 (*Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage à 60 voies*) et la Rec. UIT-T G.762 (*Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage à 48 voies*).

Outre les tests d'écoute décrits ici, il est également recommandé de recourir à des tests de conversation pour évaluer le plus complètement possible les effets conjugués du temps de propagation, de l'écho, des non-linéarités, etc. L'Appendice I donne des indications sur les tests de conversation.

En ce qui concerne les CME, les dégradations peuvent englober non seulement les effets du codage à débit binaire variable, le gain de concentration numérique de la parole (DSI) (attribution de voie), la mutilation, le blocage et le contraste de bruit, mais aussi les effets dus aux non-linéarités dans le système de détection de paroles, de sorte qu'il peut fonctionner différemment selon les divers niveaux d'entrée de parole ou facteurs d'activité.

Il peut donc être utile d'effectuer des tests additionnels tels que ceux qui sont indiqués dans la Rec. UIT-T P.831. Les tests d'écoute jouent un rôle préliminaire important dans l'évaluation, et peuvent fournir des renseignements utiles permettant de réduire la gamme des conditions nécessitant un test de conversation complet. Cette méthode de test d'écoute ne donnera pas de résultats pour l'établissement de règles d'application du réseau. Des améliorations ultérieures du test permettront d'obtenir ces résultats.

L'évaluation d'un CME monté en cascade avec un autre CME est étudiée dans la présente version révisée, mais certains effets des systèmes appliquant des codages à des débits différents doivent encore être déterminés. La présente Recommandation sera donc mise à jour lorsque l'on disposera de renseignements sur ces points précis.

##### 1.2 Principes du test

Pour évaluer de façon satisfaisante la qualité de fonctionnement du CME, la méthode du test doit répondre aux conditions suivantes:

- i) elle doit utiliser des principes, des procédures et des instruments acceptables par l'UIT-T;
- ii) elle doit pouvoir s'adapter aux différentes langues et doit donner des résultats comparables à ceux d'autres tests effectués conformément à la présente Recommandation;

---

<sup>1</sup> Les spécifications de la présente Recommandation doivent faire l'objet de futures améliorations et par conséquent doivent être considérées comme provisoires.

- iii) elle doit permettre de comparer subjectivement (ou objectivement) la qualité de fonctionnement du CME aux conditions de référence. Parmi les conditions de référence appropriées, citons: les communications fictives de référence (HRC, *hypothetical reference connections*), le bruit blanc et le bruit lié à la parole. Les HRC doivent représenter les dispositifs que le CME doit remplacer, lorsque ces dispositifs sont connus. Les résultats de comparaisons doivent permettre de faire des "estimations d'équivalence" concernant le CME, par exemple un système CME est subjectivement équivalent à x systèmes MIC à 64 kbit/s fonctionnant en cascade de façon asynchrone. Théoriquement, la méthode doit donner des résultats à partir desquels on peut déduire une règle d'application concernant le réseau;
- iv) il convient de contrôler le CME avec un simulateur de charge de trafic réaliste et d'appliquer aux circuits sous test des conditions de fonctionnement réalistes. La plupart des dégradations transitoires se produisent lorsque le CME fonctionne dans des conditions de charge qui obligent à utiliser la DSI. En conséquence, pour mesurer de façon subjective les effets de ces dégradations, il est nécessaire de faire varier la charge appliquée sur le CME jusqu'à et marginalement au-delà de la charge nominale maximale. La mutilation produite par le détecteur de parole est influencée par le type de signal transmis sur le circuit soumis au test. En conséquence, seul un signal vocal réaliste qui contient aussi un bruit additionnel approprié doit être utilisé sur le circuit faisant l'objet du test;
- v) la méthode doit, théoriquement, donner des résultats pouvant être utilisés pour produire de nouveaux modèles d'opinion ou modifier les modèles existants.

## 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.

- Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques.*
- Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.711 (1988), *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales.*
- Recommandation UIT-T G.726 (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.728 (1992), *Codage de la parole à 16 kbit/s en utilisant la prédiction linéaire à faible délai avec excitation par code.*
- Recommandation UIT-T G.729 (1996), *Codage de la parole à 8 kbit/s par prédiction linéaire avec excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée.*
- Recommandation UIT-T G.732 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.733 (1988), *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s.*

- Recommandation UIT-T G.761 (1988), *Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage à 60 voies.*
- Recommandation UIT-T G.762 (1988), *Caractéristiques générales d'un équipement de transcodage à 48 voies.*
- 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.*
- Recommandation UIT-T G.764 (1990), *Mise en paquets de la parole – Protocole de transmission de la parole par paquets.*
- Recommandation UIT-T G.765 (1992), *Equipements de multiplication de circuit par paquets.*
- Recommandation UIT-T G.767 (1998), *Equipement de multiplication de circuit numérique utilisant la prédiction linéaire à faible délai à excitation par code à 16 kbit/s, la concentration numérique de la parole et la démodulation/remodulation de télécopie.*
- Recommandation UIT-T G.768 (2001), *Equipement de multiplication de circuit numérique utilisant le vocodage CS-ACELP à 8 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T G.769/Y.1242 (2002), *Equipement de multiplication de circuits optimisé pour les réseaux IP.*
- Recommandation UIT-T P.50 (1999), *Voix artificielles.*
- Recommandation UIT-T P.59 (1993), *Voix conversationnelle artificielle.*
- Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission.*
- Recommandation UIT-T P.810 (1996), *Appareil de référence à bruit modulé (MNRU).*
- Recommandation UIT-T P.830 (1996), *Evaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande.*
- Recommandation UIT-T P.831 (1998), *Evaluation subjective de la qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho de réseau.*

### 3 Définitions

La présente Recommandation définit le terme suivant:

**3.1 Q:** rapport, en décibels, de la puissance des signaux vocaux à la puissance du bruit modulé dans l'appareil de référence à bruit modulé, décrit dans la Rec. UIT-T P.810.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

A/D	analogique-numérique ( <i>analogue-to-digital</i> )
BC	voie support ( <i>bearer channel</i> )
CME	équipement de multiplication de circuits ( <i>circuit multiplication equipment</i> )
CMS	système de multiplication de circuit ( <i>circuit multiplication system</i> )
CUT	circuit soumis au test ( <i>circuit under test</i> )
D/A	numérique-analogique ( <i>digital-to-analogue</i> )
DCME	équipement de multiplication de circuits numériques ( <i>digital circuit multiplication equipment</i> )

DCMS	système de multiplication de circuit numérique ( <i>digital circuit multiplication system</i> )
DLC	contrôle dynamique de charge ( <i>dynamic load control</i> )
DSI	concentration numérique de la parole ( <i>digital speech interpolation</i> )
FIFO	premier entré, premier sorti ( <i>first-in first-out</i> )
HRC	connexion fictive de référence ( <i>hypothetical reference connection</i> )
ICN	bruit de circuit idéal ( <i>ideal circuit noise</i> )
IP-CME	équipement de multiplication de circuits optimisé pour le réseau IP ( <i>circuit multiplication equipment optimized for IP-based network</i> )
IRS	système de référence intermédiaire ( <i>intermediate reference system</i> )
LRE	codage à faible débit ( <i>low rate encoding</i> )
MIC	modulation par impulsions et codage
MICDA	codage MIC différentiel adaptatif
MNRU	appareil de référence pour le bruit modulé ( <i>modulated noise reference unit</i> ) (Rec. UIT-T P.810)
MOS	note moyenne d'opinion ( <i>mean opinion score</i> )
RNIS	réseau numérique à intégration de services
SNR	rapport signal/bruit ( <i>signal-to-noise ratio</i> )
STMR	affaiblissement d'effet local par la méthode de masquage ( <i>sidetone masking rating</i> )
VBR	débit débinnaire variable ( <i>variable bit rate</i> )
VLS	simulateur de charge vocale générique ( <i>voice load simulator</i> )

## **5 Saisie des données à la source**

### **5.1 Appareil et environnement**

Voir § B.1.1/P.800 au B.1.3/P.800.

### **5.2 Matériau vocal**

Le matériau vocal doit convenir à l'échelle d'opinion subjective utilisée dans le test. Celle-ci sera généralement l'échelle de qualité d'écoute mais on pourra utiliser optionnellement l'échelle d'effort d'écoute (voir § 8).

Lorsqu'on utilise l'échelle de qualité d'écoute, les conditions suivantes s'appliquent:

- i) le matériau vocal doit se composer de brefs passages (appelés segments) choisis au hasard (par exemple, extraits de journaux ou de livres courants non techniques), faciles à comprendre et au sens plus ou moins implicite;
- ii) chaque segment, lorsqu'il est prononcé naturellement, doit durer au moins 9 secondes et au plus 11 secondes;
- iii) chaque segment doit se composer d'au moins trois "phrases" au sens large, c'est-à-dire de parties qui peuvent être naturellement séparées par des pauses de la voix mais dont le sens est relié à ce qui précède et à ce qui suit dans le segment;
- iv) dans chaque segment, il doit y avoir au moins une pause qui normalement, compte tenu du sens et de la structure du texte, durera 1 ou 2 secondes. Les autres pauses doivent être d'une durée naturelle, car des pauses anormalement longues ou brèves peuvent très bien être

interprétées comme réduisant la qualité de la parole. Le plus simple à cet effet est de marquer chaque texte par un repère spécial ou de commencer un nouvel alinéa au point où la pause de 1 ou 2 secondes est désirée. Les personnes qui enregistrent les segments peuvent alors être priées de lire les différents passages du texte consécutivement en veillant à s'interrompre une seconde ou deux au point marqué et à s'interrompre naturellement aux autres points.

Lorsqu'on utilise l'échelle d'effort d'écoute, les conditions suivantes s'appliquent:

- v) le matériau vocal doit se composer de phrases significatives isolées, faciles à comprendre, choisies au hasard (par exemple, extraits de journaux ou de livres courants non techniques) et assemblées par groupes (appelés segments). Le nombre de phrases doit être le même dans chaque segment (le nombre recommandé est trois);
- vi) il ne doit pas y avoir de relation de sens évidente entre une phrase et l'autre dans le même segment. Cette précaution vise à réduire au minimum l'information de contexte contenue dans le segment de manière à ne pas gonfler artificiellement les notes d'opinion;
- vii) les pauses entre les phrases doivent avoir une durée d'au moins une seconde afin que les auditeurs perçoivent les phrases comme étant isolées les unes des autres par le sens et que le CME soit testé en ce qui concerne les solutions de continuité de la parole. En outre, chaque segment doit durer 9 secondes au moins et 11 secondes au plus, y compris les pauses.

On peut obtenir cette structure:

- en donnant des indications de temps aux locuteurs au stade de l'enregistrement (voir la section 2.5.8.1 d du *Manuel de téléphonométrie*);
- en éditant ultérieurement les enregistrements.

L'une des deux méthodes suivantes peut être utilisée pour l'échelle de qualité d'écoute:

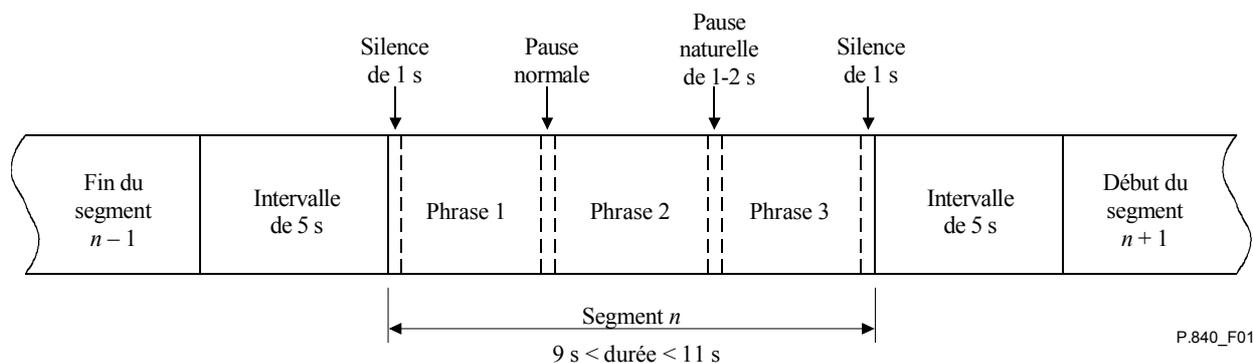
- i) établir autant de séquences différentes qu'il y a de conditions (par exemple, on trouvera dans l'Annexe B des données appropriées permettant de construire des segments);
- ii) choisir un nombre plus limité, par exemple 10 segments par locuteur parmi lesquels on peut combiner deux segments (cette option est présentée en détail dans l'Annexe C). Dans ce cas, il conviendra de prendre des précautions supplémentaires dans l'analyse de variance des résultats des tests.

Il est indispensable de recourir à la première méthode lorsqu'on utilise l'échelle d'effort d'écoute car les notes correspondantes sont influencées lorsque le locuteur qui écoute a entendu les phrases auparavant. Il faut disposer d'un nombre suffisant de segments pour répondre à toutes les conditions de test, en plus de ceux qui sont nécessaires dans une session normale.

### **5.3 Procédure**

Une période de silence ne contenant qu'une seconde environ de bruit de circuit doit précéder chaque segment et le segment doit se terminer par une période de silence similaire contenant seulement le bruit de circuit.

Pour faciliter le traitement par le CME des signaux vocaux enregistrés, c'est-à-dire pour prévoir la mise en marche et l'arrêt des enregistreurs entre les segments et avoir le temps de régler le CME pour les conditions du test suivant, les segments doivent être séparés par un intervalle de temps de 5 secondes sur la bande. En conséquence, les segments source enregistrés se présenteront sur la bande comme le montre la Figure 1 (cet exemple est donné pour l'échelle de qualité d'écoute; pour l'échelle d'effort d'écoute, toutes les pauses doivent durer au moins 1 seconde). A noter que, si la parole est enregistrée numériquement (par exemple, sur un système à disques), ces intervalles de temps de 5 secondes ne seront pas nécessaires entre les segments.



**Figure 1/P.840 – Exemple de segment de parole, contenant trois phrases, dans le format requis pour l'échelle de qualité d'écoute**

Il convient de suivre la procédure d'enregistrement décrite en détail dans la section 2.5.8.1 (tests d'écoute) du *Manuel de téléphonométrie*. Seule la partie qui traite de l'enregistrement par un IRS est nécessaire dans la présente Recommandation.

NOTE – Lorsque cet enregistrement est effectué par un IRS, le trajet d'effet local de l'IRS doit être réglé à un STMR de 12 dB, ce qui permet de stabiliser le niveau de parole du locuteur.

Les segments complets, avec la période de silence, doivent être repassés aux auditeurs. A la fin des segments, une durée suffisante de silence complet doit permettre à l'auditeur d'exprimer son opinion.

Les locuteurs doivent lire couramment le segment de phrases, sans emphase, et ne pas avoir de difficultés de prononciation telles que le "bégaiement" (voir également § B.1.6/P.800).

#### **5.4 Signaux d'étalonnage et niveaux vocaux**

Voir § B.1.7/P.800 et § B.1.8/P.800.

### **6 Simulation de charge de système**

#### **6.1 Conditions applicables à un simulateur de charge vocale générique**

Un équipement de multiplication de circuits (CME, *circuit multiplication equipment*) est, par définition, utilisé pour tirer parti du nombre de circuits multiplexés sur un dispositif de transmission numérique. Toutefois, cet avantage s'accompagne d'une dégradation possible de la qualité de transmission lorsque les charges acheminées dépassent celles pour lesquelles le CME a été conçu. Ainsi, pour évaluer de façon rigoureuse la qualité de fonctionnement du CME, il faut étudier le comportement de cet équipement dans plusieurs conditions: sans charge, charge prévue et surcharge. Etant donné que la qualité de transmission du CME en condition de charge dépend énormément des caractéristiques de la charge, il est nécessaire de connaître et de régler les charges simulées afin d'évaluer correctement la qualité de fonctionnement du CME. Le présent paragraphe décrit les conditions génériques applicables à un simulateur de charge vocale afin de faciliter les évaluations de la qualité de fonctionnement du CME dans des conditions significatives. L'utilisation de simulateurs de charge vocale avec les conditions génériques décrites dans la présente Recommandation permettra aussi de comparer les résultats des différentes études de divers CME.

Le simulateur de charge ou le système CME proprement dit doit être programmé de manière à enregistrer, pour chaque segment reproduit par lui, la partie du temps de ce segment pendant laquelle la voie "active" a été connectée, ou des informations équivalentes. Cette grandeur  $x_i$  sera appelée la variable concomitante du segment  $i$  (voir la section 2.5.2 f du *Manuel de téléphonométrie*).

NOTE 1 – Le simulateur de charge spécifié dans la présente Recommandation doit être utilisé pour évaluer la qualité de fonctionnement d'un CME utilisant la concentration numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*). Cela exclut les DCME de type A (voir § A.1) pour lesquels la charge n'est pas un problème compte tenu de l'assignation d'intervalle fixe des voies.

NOTE 2 – Le simulateur de charge spécifié dans la présente Recommandation est un simulateur "externe" qui produit des signaux vocaux simulés de façon à utiliser de nombreux circuits multiplexés sur un dispositif de transmission numérique. Les prototypes du DCME utilisent souvent une simulation de charge "interne" de demandes de "circuits appelant un service" qui simulent la sortie des circuits de détecteurs de parole multiples et entrent donc en concurrence pour la capacité de transmission, même si aucun signal simulé n'est réellement transmis; seule la voie "active" faisant l'objet de test transmet réellement. Ce type de simulateur peut être très utile en laboratoire, mais n'est pas traité dans la présente Recommandation car certaines hypothèses devraient être posées concernant les caractéristiques de qualité de la simulation du détecteur de parole associé.

### **6.1.1 Paramètres**

Un simulateur de charge vocale (VLS, *voice load simulator*) générique pour évaluer la qualité de fonctionnement du CME possède les caractéristiques suivantes (qui sont décrites de façon détaillée ci-après dans le présent paragraphe):

- caractéristiques de rafale vocale;
- caractéristiques de silence (intervalles);
- remplissage des périodes de silence par le bruit de fond;
- caractéristiques spectrales de la parole simulée;
- caractéristiques d'amplitude;
- interface physique, y compris spécifications de circuit au repos.

Les caractéristiques indiquées ci-dessus sont un ensemble minimal de paramètres qui peut devoir être élargi si nécessaire. Par exemple, il pourrait être nécessaire d'étudier la variation dans le temps du nombre d'appels simulés: à ce moment-là, une spécification pertinente devra être ajoutée. De plus, seuls les signaux vocaux simulés sont examinés. Il peut être souhaitable d'ajouter ultérieurement des tonalités, des fréquences de signalisation et des données en bande vocale simulées de divers types.

### **6.1.2 Conditions**

#### **6.1.2.1 Généralités**

Ces conditions s'appliquent à un simulateur de charge vocale (VLS) générique pour contrôler le CME. En conséquence, le CME doit recevoir des signaux numériques du VLS qui simulent des sources de parole multiples et indépendantes semblables à celle observée dans les réseaux téléphoniques. Pour satisfaire à la condition "multiples et indépendantes", on supposera que la sortie VLS correspond à plusieurs interfaces T1 ou E1.

#### **6.1.2.2 Caractéristiques des rafales vocales**

Les caractéristiques des rafales vocales sont spécifiées dans la Rec. UIT-T P.59.

#### **6.1.2.3 Caractéristiques de silence (intervalle)**

Les caractéristiques de silence sont spécifiées dans la Rec. UIT-T P.59.

#### **6.1.2.4 Remplissage des périodes de silence par le bruit de fond**

Il convient d'insérer du bruit pendant les périodes de silence (intervalles) de façon que la qualité de fonctionnement du DSI en présence de bruit puisse être étudiée. Il est souhaitable de pouvoir régler le niveau de bruit; une valeur par défaut de  $-58$  dBm0 est recommandée à titre provisoire.

### 6.1.2.5 Caractéristiques de la parole simulée

Le signal de la voix artificielle de la Rec. UIT-T P.50 doit être utilisé comme base pour simuler les caractéristiques de la voix humaine. Ce signal peut donc être interrompu/repris conformément aux statistiques de durée de silence et de rafales vocales décrites dans la Rec. UIT-T P.59.

### 6.1.2.6 Interface physique

Le simulateur de charge doit avoir des sorties T1 et/ou E1 dont les caractéristiques de signalisation, d'alignement, de structure de trame, de codage, électriques et physiques sont conformes aux dispositions des Recommandations UIT-T G.703, G.704, G.711 et G.732 (2048 kbit/s) ou G.733 (1544 kbit/s).

## 6.2 Détermination de la capacité de charge des systèmes soumis aux tests

La charge moyenne appliquée est égale au produit du nombre de circuits utilisés,  $N$ , et de l'activité vocale moyenne. La capacité de charge du système mis au test est égale à la charge maximale que le système peut traiter,  $L_{\max}$  où  $L_{\max}$  est égale au produit du nombre maximal possible de circuits,  $N_{\max}$ , et du facteur d'activité vocale moyenne. La capacité de charge peut être déterminée par:

- i) les spécifications du fabricant;
- ii) calcul.

Une fois que la capacité de charge est déterminée, les charges partielles pour lesquelles le système sera testé peuvent être déterminées. Les charges partielles sont les suivantes:

$$L_i = c_i L_{\max}$$

où

$$c_i = 0,0; 0,75; 1,0 \text{ et } 1,2.$$

## 6.3 Contrôle de la charge appliquée aux systèmes mis au test

La charge appliquée au CME peut être modifiée par des variations de  $N$  et du facteur d'activité. Pour ces tests, le facteur d'activité sera supposé constant à 28%. En conséquence, pour obtenir une charge partielle,  $L_i$ , il est nécessaire de calculer le nombre de circuits actifs qui s'approche le plus de cette valeur désirée.

Par exemple, si  $L_{\max} = 48$  et si l'on souhaite obtenir une charge partielle de  $L_i = 0,75 L_{\max}$  avec un facteur d'activité vocale de 28%, alors le nombre de circuits actifs,  $N_{\text{actif}}$ , est calculé de la façon suivante:

$$N_{\text{actif}} = c_i \frac{L_{\max}}{\text{(facteur activité vocale)}} = 0,75 \frac{48}{0,28} = 129 \text{ circuits actifs}$$

Lors du test, 129 circuits achemineront une charge vocale et les autres seront au repos.

NOTE – Les points suivants doivent faire l'objet d'un complément d'étude:

- a) Les charges du CME doivent-elles comprendre non seulement de la parole mais aussi des données en bande vocale? L'effet du trafic de données dans la bande vocale sur la qualité de la parole est un problème important pour l'évaluation de la qualité de fonctionnement du CME. Le pourcentage de données est défini comme suit:

$$P_{\text{données}} = \frac{\text{Nombre de circuits d'entrée actifs avec données}}{\text{Nombre total de circuits actifs}} \times 100\%$$

- b) Certaines Administrations indiquent que l'activité vocale sur leurs circuits réels atteint en moyenne environ 36% en cas d'utilisation d'un détecteur de parole très sensible ayant un court temps de maintien d'environ 30 ms. Est-il souhaitable de modifier les conditions de charge vocale décrites au § 6.1 et, en pareil cas, quelles valeurs convient-il de recommander?

- c) Les valeurs fractionnelles de la charge vocale sont indiquées au § 6.2. Certains CME peuvent fonctionner de façon à afficher des changements importants de la qualité de fonctionnement à différents points de charge fractionnaires. Convient-il de modifier les points de charge fractionnaires pour tenir compte de ce type de fonctionnement et, en pareil cas, quelles modifications est-il recommandé d'apporter?

## **7 Traitement de la parole**

Le laboratoire d'essai du CME prendra les enregistrements source, les repassera par le circuit soumis au test du CME approuvé (en utilisant la tonalité d'étalonnage pour fixer le niveau d'entrée convenu), en faisant fonctionner ce dernier avec la charge convenue et enregistrera les résultats du circuit mis au test dans un arrangement prédéterminé (expliqué au § 8). Les sorties enregistrées seront ensuite utilisées pour effectuer le test d'écoute. Le CME mis au test doit être relié au simulateur de charge et à l'équipement d'enregistrement et de lecture, comme le montre la Figure 2. Il peut être nécessaire de prévoir des interfaces spéciales analogique vers numérique (A/D) et numérique vers analogique (A/D) pour permettre de relier au CME le simulateur de charge et l'équipement d'enregistrement choisis.

Le bruit de circuit au repos (ICN, *idle circuit noise*) doit être ajouté aux signaux vocaux avant d'être traité par le CME. Ce bruit est électriquement ajouté à la parole source avant le convertisseur A/D à l'entrée du CME, comme indiqué sur la Figure 2. Il est indispensable de régler le niveau d'entrée efficace de la parole au CME en utilisant la tonalité de 1 kHz sur l'enregistrement source et non en mesurant le niveau de la parole et le bruit à l'entrée du convertisseur A/D.

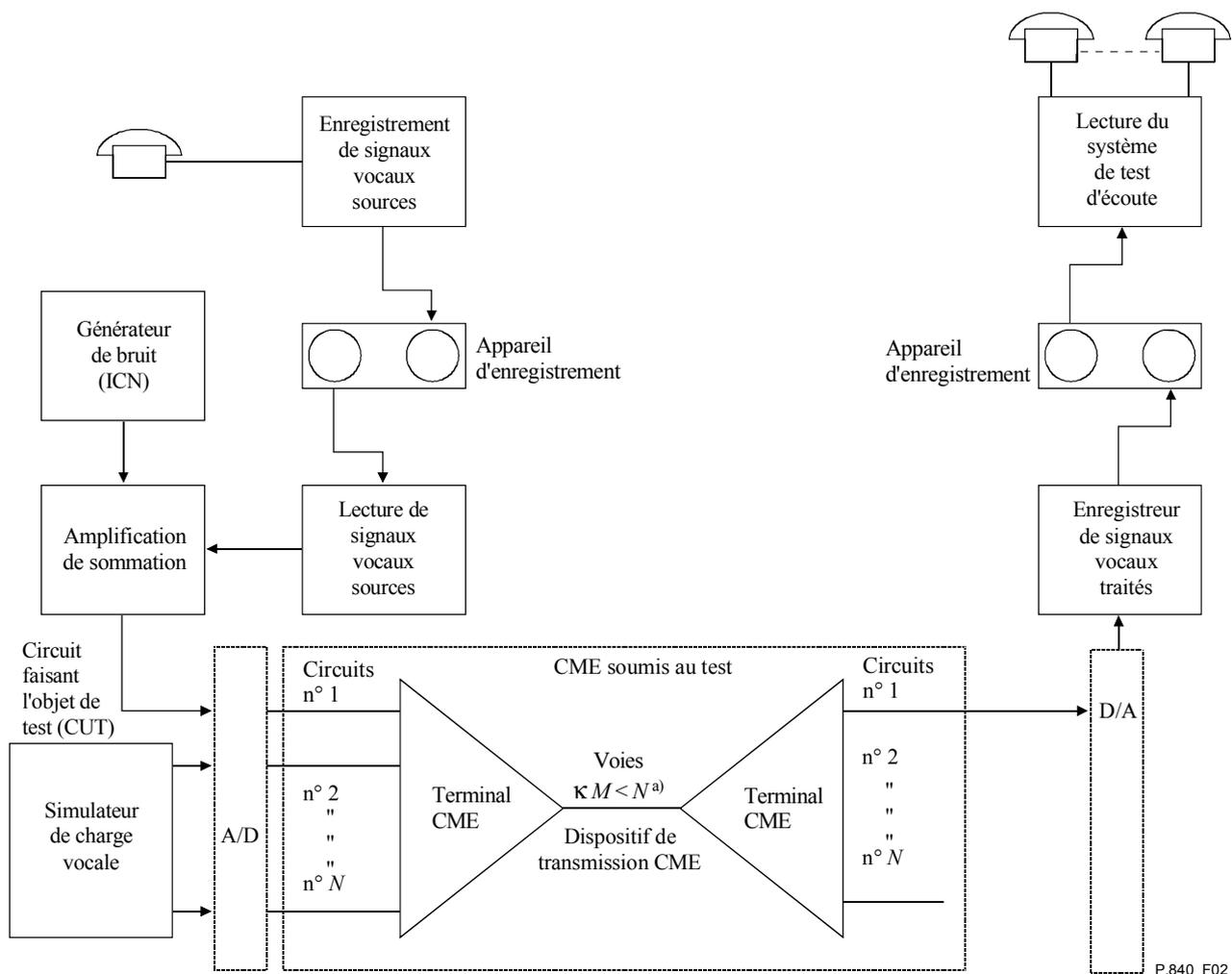
Toutes les sorties traitées se trouveront sur la voie gauche de l'appareil d'enregistrement. Le signal original correspondant sera enregistré simultanément sur la voie droite. La tonalité de 1 kHz sera disponible sous sa forme originale (voie droite) et traitée en passant par le CME mis au test (voie gauche).

La tonalité de 1 kHz sur l'enregistrement source (voir § 5.4) sera utilisée pour régler le niveau vocal d'entrée efficace à 20, 30 ou 38 dB au-dessous de la capacité de charge maximale du codeur du CME.

## **8 Conception du test**

Deux tests différents sont proposés pour évaluer les différents aspects de la qualité de fonctionnement du CME. Le premier vérifie l'effet des diverses charges sur la qualité de fonctionnement. Le deuxième contrôle l'effet des erreurs dans la voie de commande numérique du CME.

Dans ces deux tests, il convient d'ajouter un bruit blanc équivalant à  $-68$  dBmp à l'entrée du côté réception de l'IRS pour réduire les effets de contraste de bruit au début de l'émission de la parole. L'IRS doit être utilisé en présence de l'effet local (STMR de 12 dB), ce qui semble plus naturel aux sujets.



P.840\_F02

<sup>a)</sup> Pour l'explication du facteur  $\kappa M$ , voir § A.4.

NOTE – Le "bloc" appelé "CME soumis au test" sera dupliqué pour la mise en cascade.

**Figure 2/P.840 – Test du CME**

### 8.1 Test n° 1 – Effet de la charge appliquée

Ce test peut être effectué deux fois: une fois pour obtenir une évaluation de la qualité et, à titre facultatif, une deuxième fois pour obtenir une évaluation de l'effort d'écoute. Si on effectue les deux tests (effort d'écoute et qualité d'écoute), il faut que les sujets ou le contenu de la parole soient différents. S'ils sont les mêmes, le test d'effort d'écoute doit être effectué en premier car il est indispensable, lors des tests d'effort d'écoute, d'utiliser un contenu de la parole qui n'ait pas été entendu auparavant.

Les paramètres applicables au test sont les suivants:

a) *Paramètres de test du CME*

- 1) CME mis au test:  $N$ ; ( $N \geq 1$ );
- 2) charges du CME: quatre valeurs (0, 0,75, 1,0, 1,2) (voir § 6.2);
- 3) facteur d'activité vocale: une valeur (28%);
- 4) caractéristiques vocales de circuit actif: une valeur (voir § 6.1);
- 5) circuit soumis au test (CUT, *circuit under test*) et bruit de circuit au repos (ICN, *idle circuit noise*): deux valeurs (–70 et –45 dBm0p);

- 6) niveau vocal d'entrée du circuit mis au test: trois valeurs (20, 30 et 38 dB au-dessous de la capacité de charge maximale du codeur CME);
- 7) niveaux d'écoute de sortie<sup>2</sup>: au moins trois valeurs (préférée et préférée  $\pm 10$  dB);
- 8) locuteurs: quatre locuteurs, par exemple 2 hommes et 2 femmes;
- 9) bruit de confort: "méthode adaptative", lorsqu'elle est disponible; dans les autres cas, la méthode fixe sera utilisée.

b) *Paramètres de référence*

- 1) segments source originaux: une valeur;
- 2) appareil de référence pour le bruit modulé (MNRU, *modulated noise reference unit*): quatre valeurs (5 à 35 dB par étapes de 10 dB);
- 3) diaphonie multiple; rapport signal/bruit (SNR(p)): trois valeurs (20, 30 et 40 dB);
- 4) communications fictives de référence (HRC, *hypothetical reference connection*): environ quatre cas différents à décider par l'équipe chargée du test;
- 5) niveaux d'écoute: trois valeurs (voir ci-dessus);
- 6) locuteurs: quatre locuteurs, par exemple 2 hommes et 2 femmes.

Pour l'ensemble de paramètres indiqué, le nombre de conditions de test est:

$$4 \times 2 \times 3 \times 3 \times 4 \times N = 288 \times N \text{ conditions CME}$$

plus

$$12 \times 3 \times 4 = 144 \text{ conditions de référence.}$$

Total (en supposant que  $N = 1$  CME):

$$432 \text{ conditions de test} + 36 \text{ exercices pratiques} = 468 \text{ conditions.}$$

L'ensemble des conditions de test doit être divisé en 13 séquences environ (12 tests + 1 exercice pratique) de 36 conditions; dans chaque séquence les conditions sont mises dans un ordre aléatoire. Le Tableau 1 présente les conditions dans une séquence de base non aléatoire.

La séquence du Tableau 1 sera répétée pour chacun des 4 locuteurs et des 3 niveaux d'écoute pour créer les 12 séquences de test: A à L inclusivement. Une séquence pratique P sera aussi créée. Les séquences de test A à L inclusivement plus P peuvent être classées pour être écoutées, lors du test d'écoute conformément à la méthode décrite au § 9.

En supposant qu'il faille 15 secondes pour présenter chaque condition et obtenir le vote correspondant, la durée totale du test sera d'environ 2 heures.

c) *Configuration à bonds multiples*

Les configurations de tests implémentant des CME en cascade (2 et 3) pourraient également être testées.

<sup>2</sup> On établit ces niveaux en utilisant la tonalité d'étalonnage sur la bande source et non en mesurant le niveau des signaux vocaux traités.

**Tableau 1/P.840 – Séquence de base (on suppose 1 CME pour le test)**

Condition	Charge	ICN (dBm0p)	Entrée (Note) (dB)	Q (dB)	SNR (dB)	HRC
1	0.00	-70	20			
2	0.75	-70	20			
3	1.00	-70	20			
4	1.20	-70	20			
5	0.00	-45	20			
6	0.75	-45	20			
7	1.00	-45	20			
8	1.20	-45	20			
9	0.00	-70	30			
10	0.75	-70	30			
11	1.00	-70	30			
12	1.20	-70	30			
13	0.00	-45	30			
14	0.75	-45	30			
15	1.00	-45	30			
16	1.20	-45	30			
17	0.00	-70	38			
18	0.75	-70	38			
19	1.00	-70	38			
20	1.20	-70	38			
21	0.00	-45	38			
22	0.75	-45	38			
23	1.00	-45	38			
24	1.20	-45	38			
25			20			Original
26			20	5		
27			20	15		
28			20	25		
29			20	35		
30			20		20	
31			20		30	
32			20		40	
33			20			HRC1
34			20			HRC2
35			20			HRC3
36			20			HRC4

ICN Bruit de circuit au repos.  
 NOTE – dB au-dessous de la capacité de charge du codeur du CME.

## 8.2 Test n° 2 – Effet des erreurs numériques dans la voie de commande DCME

Pour le test précédent on a supposé que le dispositif de transmission numérique fonctionnait sans erreur. Dans des conditions réelles, des erreurs se produiront et les erreurs dans la voie de commande du DCME peuvent entraîner l'interruption momentanée des circuits téléphoniques. Pour déterminer l'effet des erreurs numériques sur la qualité de fonctionnement, il convient de répéter le test n° 1 tout en introduisant dans la voie de commande des erreurs aléatoires à un débit de  $10^{-3}$ . Pour ce test, seul un niveau d'écoute (préférée) est nécessaire, de sorte que le nombre total de conditions de test est  $N \times 96$  plus 48 conditions de référence. Avec  $N = 1$  la durée du test est de 36 minutes.

NOTE – Si, lors de ce test, on utilise l'échelle d'effort d'écoute, il faut que les sujets ou le contenu de la parole soient différents pour la raison indiquée au § 8.1.

## 9 Méthodes de test d'écoute

Voir § B.2/P.800, § B.3/P.800 et § B.4/P.800.

## 10 Analyse des résultats

De même que la note d'opinion,  $Y_{1q}$  ou  $Y_{1e}$ , recueillie auprès de chaque sujet pour chaque segment reproduit, la valeur  $x$  (voir § 6.1) associée pour ce segment sera également connue et il conviendra d'en tenir compte dans l'analyse. L'analyse habituelle de variance devient en fait une analyse de covariance avec  $x$  comme variable concomitante, ce qui accroît la précision des résultats et des conclusions en éliminant effectivement l'incertitude due à la fluctuation instantanée aléatoire de la charge du système par rapport à sa moyenne prévue et en ajoutant toutes les notes moyennes d'opinion à la valeur qu'elles auraient eu si cette moyenne avait été exactement maintenue.

Il convient d'utiliser la même méthode dans le test avec les erreurs numériques en considérant le taux d'erreur réel pour chaque segment comme la variable concomitante.

# Annexe A

## Description de l'équipement de multiplication de circuits

La présente annexe décrit en détail les caractéristiques des CME que l'on peut évaluer avec cette méthodologie. Quelques définitions sont données ci-dessous. On trouvera au § 2/G.763 une liste plus complète de définitions relatives aux CME.

### A.1 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent:

**A.1.1 équipement de multiplication de circuits (CME, *digital circuit multiplication equipment*):** l'équipement de multiplication de circuits numériques (DCME) est défini comme suit dans la Rec. UIT-T G.763: "catégorie générale d'équipements qui permet de concentrer un certain nombre de voies interurbaines d'entrée, à 64 kbit/s, à codage MIC, sur un nombre réduit de voies de transmission". L'approbation de la première Recommandation sur les DCME (Rec. UIT-T G.763) a été suivie de celle des Recommandations traitant des nouveaux types d'équipements similaires aux DCME mais offrant des interfaces de type "mise en paquets" du côté du support, à savoir les PCME (Rec. UIT-T G.765) et les IP-CME (Rec. UIT-T G.769/Y.1242). Vu qu'aucun terme approprié ne couvrait les systèmes DCME, PCME et IP-CME, on a récemment introduit l'expression "équipement de multiplication de circuits" (CME) pour désigner un type plus général d'équipement, notamment tous les types tels que les DCME, les PCME, les IP-CME et les transcodeurs à voies, à circuits interurbains MIC, qui compriment les signaux vocaux de diverses façons au moyen de voies et les envoient sur plusieurs types de supports, y compris de type STM, "mise en paquets", ATM et IP. Cela revient en pratique à une méthode de transmission numérique quelconque qui permet d'obtenir davantage de circuits de qualité téléphonique que cela n'est possible avec un équipement conforme à la Rec. UIT-T G.711. Considérons que le terme circuit peut parfois désigner une liaison entre deux points de commutation (circuit de jonction) ou entre l'abonné et un point de commutation (ligne d'abonné). Parfois, il peut aussi désigner une liaison numérique de bout en bout. Le circuit peut aussi être physique ou virtuel. Le terme qualité téléphonique signifie que la largeur de bande du circuit est nominale de 3,1 kHz. Il faudra essayer d'éviter toute confusion en utilisant des qualificatifs appropriés, le cas échéant, pour décrire le type de circuit dont nous voulons parler.

Compte tenu des définitions ci-dessus, nous pouvons conclure qu'il existe trois types de CME de base, soit:

- *Type A* – Transcodeur à voies utilisant seulement le codage à faible débit (LRE, *low rate encoding*), inférieur à 64 kbit/s (voir § A.1.4) pour obtenir une multiplication de circuit supérieure à 1. Certaines méthodes LRE (par exemple MICDA à 32 kbit/s) sont adaptées aux méthodes de test subjectif décrites dans la Rec. UIT-T P.830; d'autres (par exemple le codage de la voie à 48 kbit/s) peuvent nécessiter de nouvelles méthodes de test subjectif.
- *Type B* – Utilise seulement la concentration numérique de la parole (DSI, voir § A.1.5) pour obtenir une multiplication de circuits supérieure à 1. La DSI est définie au § A.2. Par définition, le codage numérique utilisé dans le CME de type B pour obtenir un circuit se fait à 64 kbit/s et conformément aux dispositions de la Rec. UIT-T G.711. Ainsi, le codage fournit une multiplication de circuits unitaires. Pendant les périodes de surcharge du CME, l'une quelconque des nombreuses stratégies de surcharge peut être utilisée pour résoudre l'encombrement des voies. Les trois stratégies de surcharge de base sont définies au § A.5. Par exemple, pendant des périodes provisoires de surcharge, le débit de codage de voie peut être réduit pour augmenter la capacité de la voie. Toutefois, cette opération de transcodage est attribuée à la DSI et la multiplication de circuits supérieure à 1 ainsi obtenue est mise au compte de la DSI.
- *Type C* – Combinaison des types A et B. Ce type hybride emploie le LRE pour obtenir une multiplication de circuits supérieure à 1 puis la DSI pour obtenir une multiplication de circuits supplémentaire supérieure à 1. Par exemple, si le LRE est conforme à la MICDA à 32 kbit/s de la Rec. UIT-T G.726, alors le codeur a une multiplication de circuits de  $\kappa = 2$ . La DSI peut augmenter cette multiplication par un autre facteur de 2 ou 3, selon le CME. La multiplication totale, 4 à 6, est égale au produit des multiplications de LRE et de DSI.

La présente Recommandation n'est applicable qu'aux CME des types B et C.

**A.1.2 système de multiplication de circuits (CMS, *circuit multiplication system*):** système de télécommunication composé de deux équipements d'extrémité CME ou plus, chaque terminal comportant un émetteur et un récepteur connectés à un système de transmission numérique fournissant un groupe de voies supports. Le CMS transporte:

- i) des canaux à 64 kbit/s transparents pour les services RNIS (qui peuvent être utilisés dans le groupe de canaux supports);
- ii) des données en bande vocale (en mode appel par appel) y compris les télécopieurs du Groupe III;
- iii) des services téléphoniques dans la gamme de fréquences 300 à 3400 Hz acheminés à 56 ou 64 kbit/s;
- iv) des canaux à 64 kbit/s transparents (préassignés, sans mode appel par appel RNIS);
- v) des données numériques insérées dans un sous-canal à 64 kbit/s (sub-64 kbit/s).

**A.1.3 mode circuit par rapport au mode paquet:** au niveau interne, le CME peut utiliser le mode circuit ou le mode paquet pour la transmission de la parole ou des données. Dans le mode circuit, on obtient des voies supports en fournissant des intervalles de temps appropriés sur le dispositif de transmission reliant l'équipement terminal du CME. Dans le mode paquet, des voies supports virtuelles sont créées et les échantillons de paroles ou de données sont rassemblés en un ou plusieurs paquets de longueur fixe ou variable. Les paquets sont envoyés au circuit de destination et transmis un par un dans une voie virtuelle sur le dispositif de transmission. Ainsi, dans le mode circuit, on peut considérer que le dispositif de transmission achemine un certain nombre de voies supports multiplexées, alors que dans le mode paquet, on considère le dispositif comme une voie unique à grande vitesse, divisée logiquement en voies virtuelles, qui transmet les paquets un par un.

**A.1.4 codage à faible débit (LRE, *low rate encoding*):** méthode de codage des signaux vocaux, par exemple MICDA, qui permet d'obtenir un débit binaire inférieur à 64 kbit/s (par exemple 40 kbit/s, 32 kbit/s, 24 kbit/s ou, sur option, 16 kbit/s) Les procédés de transcodage indiqués dans la Rec. UIT-T G.726 doivent être utilisés pour effectuer la conversion des signaux vocaux codés en MIC à 64 kbit/s et des signaux vocaux codés en MICDA.

**A.1.5 concentration numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*):** technique permettant de tirer parti des périodes inactives pendant une conversation, ce qui crée une capacité de voies supplémentaires. L'activité vocale est généralement de 30 à 40% en moyenne, ce qui peut donner un gain de DSI allant jusqu'à 3 pour 1, mais qui se situe généralement dans la gamme de 2 pour 1 à 2,5 pour 1.

**A.1.6 voie support (BC, *bearer channel*):** une voie support est un conduit de transmission numérique, unilatéral, entre l'émetteur d'un DCME et le récepteur d'un second DCME associé, qui est utilisé pour transporter le trafic concentré entre ces deux DCME.

NOTE 1 – Un certain nombre de voies supports est nécessaire entre deux DCME, dans chaque sens de transmission, pour former la liaison bilatérale qui peut être, par exemple, un système à 2048 kbit/s.

NOTE 2 – Une voie support peut acheminer l'un des débits binaires instantanés suivants: 64, 32, 24 ou, sur option, 16 kbit/s.

**A.1.7 gain de codage à faible débit, gain de concentration numérique de la parole, gain du système de multiplication de circuits:** le gain du codage à faible débit (LRE) est le facteur par lequel on réduit le débit de 64 kbit/s des circuits entrants lorsque le LRE est utilisé pour le codage dans le CME. Par exemple, si l'on utilise un transcodeur conforme à la Rec. UIT-T G.726 (portion 32 kbit/s), le gain de LRE sera égal à 2. Le gain de LRE est égal à 1 si l'on n'a pas recours au transcodage.

Le gain de concentration numérique de la parole (DSI) est le rapport du nombre de circuits d'entrée de conversation actifs et du nombre de voies supports servant à acheminer ces signaux vocaux lorsque l'on utilise le même débit de codage pour les circuits et les voies supports. Le gain de DSI est limité par le nombre de circuits d'entrée, par le facteur d'activité vocale et par d'autres caractéristiques vocales d'entrée. Il est égal à 1 si l'on n'utilise pas la DSI. Dans les CME de type "mise en paquets" tels que les PCME ou les IP-CME, la valeur réciproque du facteur d'activité vocale peut être considérée comme le gain de DSI.

Le gain CME est le produit des facteurs de gain de LRE et de DSI.

**A.1.8 surcharge du système de multiplication de circuits numériques:** situation dans laquelle le nombre de circuits d'entrée instantanément actifs dépasse le nombre maximal de voies supports "normales" disponibles pour la DSI.

**A.1.9 blocage (gel):** condition dans laquelle un circuit d'entrée devient actif sous l'effet de la parole mais ne peut pas être attribué immédiatement à une voie support pour les DCME, les voies virtuelles de transmission de paquets des PCME ou des IP-CME en raison de l'indisponibilité de ces voies.

**A.1.10 blocage partiel (taux de gel):** pourcentage de conversation perdue, obtenu en faisant une moyenne sur tous les circuits d'entrée pendant un intervalle de temps donné, par exemple une minute. (Pour une définition précise du taux de gel, voir § 2.23/G.763 et § 15.2.3.2/G.763.)

**A.1.11 surcharge de transmission:** condition dans laquelle le blocage partiel dépasse la valeur fixée conformément aux besoins de qualité vocale.

**A.1.12 mutilation de la parole**

- i) la mutilation par le détecteur de parole est provoquée par le temps que met le détecteur pour reconnaître la présence de la parole, ce qui peut couper ("mutiler") l'apparition des premières syllabes;

- ii) la mutilation de surcharge est la dégradation causée par la stratégie de régulation de surcharge qui permet qu'il y ait blocage lorsque les voies supports sont provisoirement indisponibles;
- iii) la mutilation de voie de commande provient de la détection d'activités simultanées dans plus d'un circuit d'entrée à l'intérieur du même DCME, ou de la prise en charge de messages à priorité d'ordre plus élevé, comme les ordres d'établissement de circuits à 64 kbit/s sans restriction.

**A.1.13 débit binaire variable (VRB, *variable bit rate*):** capacité de l'algorithme de codage à commuter dynamiquement entre différents débits binaires, par exemple entre 32 et 24 kbit/s ou entre 24 et 16 kbit/s pour le trafic écoulé dans la bande des fréquences vocales sur la commande du DCME G.763.

Il en résulte une stratégie de protection contre les surcharges permettant de faire face aux pointes de trafic et donc aux problèmes de blocage ou de gel.

A titre provisoire, on créera des voies supports additionnelles (voies de surcharge) ayant un rapport signal sur bruit réduit. Une dégradation progressive sera assurée par la mise en œuvre d'une rotation rapide faisant que le taux de codage inférieur est déplacé périodiquement d'une voie support de parole à l'autre, la période d'application restant brève (normalement  $\leq 10$  ms pour les DCME ou 16 ms pour les systèmes en mode paquet). La fréquence d'apparition du débit numérique inférieur sera fonction de l'activité globale dans les circuits d'entrée des CME.

**A.1.14 file d'attente:** stratégie d'affectation des voies employant une mémoire tampon dans l'émetteur du DCME pour attribuer une voie interurbaine récemment activée à une voie support qui deviendra disponible selon le principe "premier entré, premier sorti" .

**A.1.15 contrôle dynamique de charge (DLC, *dynamic load control*):** stratégie de protection contre les surcharges dans laquelle le DCMS signale au commutateur associé qu'il ne peut pas transmettre de façon satisfaisante la charge de trafic que le commutateur produit ou qu'il doit produire, et que ce dernier doit réduire à sa demande.

**A.1.16 capacité d'acheminement de charge:** la capacité d'acheminement de charge est définie comme la charge vocale maximale offerte plus la charge "supplémentaire" (voir § A.1.17) que les voies du CME peuvent acheminer sans entrer dans le mode de surcharge du CME (voir § A.1.8).

**A.1.17 charge appliquée et charge offerte:** la charge appliquée comprend les rafales vocales entrant dans le CME sur des circuits actifs. Ainsi, la charge appliquée dépend du nombre de circuits actifs et de l'activité vocale sur les circuits.

La charge offerte comprend la charge appliquée plus une charge supplémentaire quelconque produite par les messages et les informations de commande du DCME ou les préfixes de paquets PCME/IP-CME. La charge offerte est la charge présentée aux voies supports du CME. Si la charge offerte est inférieure à la capacité d'acheminement des voies, la charge offerte est acheminée par le CME. Le CME peut employer un codage à débit binaire variable de sorte que si le blocage partiel dépasse une limite fixée, le CME pourra augmenter momentanément la capacité d'acheminement de charge des voies supports (création de voies de surcharge) de façon qu'elles puissent acheminer la charge supplémentaire. Le contrôle dynamique de charge (DLC, *dynamic load control*) peut aussi servir à limiter la charge appliquée. Toutefois, si la charge offerte dépasse la capacité des voies supports, selon la stratégie de surcharge du CME, une partie de la charge offerte sera perdue par la mutilation compétitive (abandon d'échantillons).

La charge instantanée dépend des statistiques de la parole d'entrée et du trafic de charge supplémentaire du CME; il est difficile de la caractériser du point de vue mathématique. Toutefois, la charge moyenne à long terme peut être calculée comme suit:

$$L_a = N \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$$

où  $L_a$  est la charge appliquée moyenne,  $\alpha$  est la longueur moyenne de rafale vocale,  $\beta$  est la longueur moyenne de silence, et  $N$  est le nombre de circuits utilisés. Le terme  $\alpha/(\alpha + \beta)$  est égal à l'activité vocale moyenne. La charge appliquée est mesurée à l'entrée du CME sur les circuits. Ainsi, on peut contrôler de l'extérieur la charge moyenne sur le CME en faisant varier le nombre de circuits utilisé,  $N$ , ou le facteur d'activité vocale,  $\alpha/(\alpha + \beta)$ .

De même, la charge moyenne offerte est une notion utile et peut être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$L_o = N \frac{\alpha(k+1)}{\alpha + \beta} + G$$

où  $L_o$  est la charge moyenne offerte aux voies supports, le terme  $k$  est une constante qui tient compte de l'effet "d'étalement" que le détecteur de parole du CME a sur le facteur d'activité, et le terme  $G$  est le facteur de charge qui tient compte du trafic supplémentaire du système (par exemple, messages de commande). Ainsi, la charge moyenne offerte  $L_o$  sera presque toujours supérieure à la charge moyenne appliquée,  $L_a$ .

## A.2 Concentration numérique de la parole (DSI)

La concentration numérique de la parole est définie au § A.1.5. On peut définir la DSI comme suit: toute méthode permettant d'attribuer une voie support de qualité téléphonique, sur demande, pour la transmission de signaux vocaux dès le début de la rafale vocale. La voie support provient d'un groupe maintenu par le DCME ou de la liaison de transmission de paquets pour le PCME ou l'IP-CME, et la parole provient d'un circuit actif relié au CME. Lorsque la rafale vocale s'arrête, la voie est:

- i) abandonnée et remise dans le groupe;
- ii) gardée assignée au circuit aussi longtemps que le groupe n'est pas vide et que la voie n'est pas nécessaire pour un autre circuit.

Pour le DCME, la voie

- i) est abandonnée et cesse d'envoyer des paquets;
- ii) continue à envoyer des paquets aussi longtemps que la liaison de transmission de paquets n'est pas entièrement chargée et que la capacité de cette liaison n'est pas nécessaire pour un autre circuit.

Dans ce contexte, le terme "voie support" désigne le trajet de transmission utilisé entre les terminaux CME pour acheminer le trafic sur les circuits reliés au CME.

## A.3 Détection de la parole

Pour assurer la DSI, le CME doit contenir un détecteur de parole. Ce détecteur contrôle les circuits et indique si la parole est présente ou non. Lorsque la parole est déclarée présente, le CME tente d'attribuer une voie support disponible au circuit. S'il n'y a pas de voie disponible, le CME a recours à sa stratégie de surcharge. Lorsque la rafale vocale se termine, le détecteur de parole peut assurer un certain "maintien" pour éviter la mutilation de la fin de la rafale vocale. Le maintien augmente la longueur effective de la rafale vocale.

Le "remplissage" est une autre fonction du détecteur de parole parfois utilisée pour relier ou éliminer les intervalles de silence inférieurs à une certaine longueur entre les rafales vocales. Le remplissage n'augmente pas la longueur des différentes rafales vocales comme le fait le maintien, mais il nécessite un temps de traitement égal à l'intervalle de remplissage maximal. Le maintien et le remplissage augmentent le facteur d'activité de la parole sur les voies supports.

Pour éviter la mutilation du front de la rafale vocale, le détecteur de parole laisse parfois s'écouler quelques millisecondes pour avoir le temps de décider.

La mutilation de la rafale vocale, à la fois au début et éventuellement à la fin, peut se produire si le détecteur de parole prend de mauvaises décisions ou des décisions tardives. Le fonctionnement du détecteur de parole et donc la qualité en termes de mutilation du CME dépend de nombreux facteurs caractérisant le signal sur les circuits tels que: le niveau, le rapport signal/bruit et l'affaiblissement sur le trajet d'écho.

#### **A.4 Charge du CME**

La fréquence des surcharges du CME dépend de la charge du système. La charge du système comprend des rafales vocales émises sur les circuits entrants plus le trafic supplémentaire produit par le CME. Etant donné que l'activité des rafales vocales sur les circuits varie d'un moment à l'autre, la charge subit aussi des variations à court terme.

Pour définir la charge, nous devons faire une distinction entre la charge appliquée et la charge offerte, qui sont l'une et l'autre définies au § A.1.17.

Alors que la charge varie en permanence, en fonction des statistiques de la parole et de l'activité du circuit, si nous supposons que le nombre de circuits utilisé,  $N$ , est constant pendant une certaine période au cours de laquelle nous observons le fonctionnement du CME, alors les charges moyennes appliquées et offertes deviennent des concepts utiles. On trouvera au § A.1.17 des formules applicables aux charges moyennes. Bien que ces formules soient un peu simples et ne tiennent pas compte des données concernant la variance de la charge autour de la moyenne, elles permettent de bien comprendre le fonctionnement du CME.

La capacité d'acheminement de la charge des voies du CME est elle aussi importante. Elle est définie au § A.1.16. Si la charge offerte est inférieure à la capacité d'acheminement des voies, alors toute la charge offerte est acheminée par le CME. Cependant, si la charge offerte est supérieure à la charge que peuvent acheminer les voies, alors, selon la stratégie de surcharge du CME (voir § A.5), une partie de la charge offerte sera perdue par abandon d'échantillon, ou le codage à débit binaire variable sera utilisé pour augmenter provisoirement la capacité des voies de façon qu'elles puissent acheminer la charge supplémentaire. Ainsi, il y a surcharge lorsque la charge offerte dépasse la capacité d'acheminement des voies du CME.

Dans un système d'abandon d'échantillon, la capacité de charge est fixe et correspond simplement à  $\kappa M$  où  $M$  est le nombre de voies équivalentes à 64 kbit/s offertes et où  $\kappa$  est le facteur LRE qui tient compte de la différence en débit binaire entre les circuits (toujours à 64 kbit/s) et les voies. Si un LRE à 32 kbit/s est utilisé sur les voies par exemple, alors  $\kappa = 2$ . Si l'on n'utilise pas le LRE, alors  $\kappa = 1$ . Si le codage à débit binaire variable (VBR) est utilisé, alors la capacité de charge du CME n'est pas fixe, et l'on peut éviter la surcharge en créant provisoirement des voies supports supplémentaires. Si le débit de codage tombe de 32 à 16 kbit/s par exemple, alors pendant la période où VBR est utilisé,  $\kappa = 4$ .

Dans ces exemples, on suppose que le nombre de voies disponibles pour acheminer les signaux vocaux est constant. Toutefois, dans le CME qui achemine les données dans la bande vocale et d'autres tonalités sur les circuits, la DSI ne peut être utilisée sur ces signaux. Il s'ensuit que ces signaux continus occupent des voies qu'il est prévu d'utiliser à plein temps, ce qui réduit le groupe des voies disponibles pour acheminer les signaux vocaux.

En utilisant les formules de charge moyenne et la notion de capacité de charge, nous pouvons montrer à la Figure A.1 les courbes de charge, pour un CME de type C d'abandon d'échantillon. La pente des courbes représentant la charge offerte dépend du facteur d'activité vocale,  $\alpha/(\alpha + \beta)$  et du facteur d'étalement du détecteur de parole,  $k$ . Les courbes de charge correspondant aux trois différents facteurs d'activité sont présentées. Si le nombre de circuits utilisé,  $N$ , est inférieur à  $N_{\min} = \kappa M - G = 43$ , alors la DSI ne sera jamais appliquée, même si le facteur d'activité vocale provisoire atteint 1 sur tous les circuits actifs. Etant donné que la charge acheminée du CME ne peut dépasser  $\kappa M = 48$ , à mesure que la charge moyenne offerte,  $L_o$ , s'approchera de la capacité maximale, la fréquence de surcharge (abandon d'échantillon) augmentera puisque les variations d'un moment à l'autre des activités vocales poussent la charge offerte au-dessus de la limite.

La Figure A.2 montre les courbes de charge pour un système de type C à débit binaire variable qui assure le transcodage à 16 kbit/s pendant la surcharge. Dans cet exemple, lorsque la charge offerte dépasse  $\kappa M = 48$ , le débit de codage tombe de 32 à 16 kbit/s sur les voies supports. La capacité passe donc à  $\kappa M = 96$ . La capacité supplémentaire absorbe la surcharge provisoire et empêche l'abandon d'échantillon (blocage). Si la charge offerte dépasse 96, alors il y aura abandon d'échantillon car aucun autre VBR (par exemple jusqu'à 8 kbit/s) n'est prévu dans cet exemple.

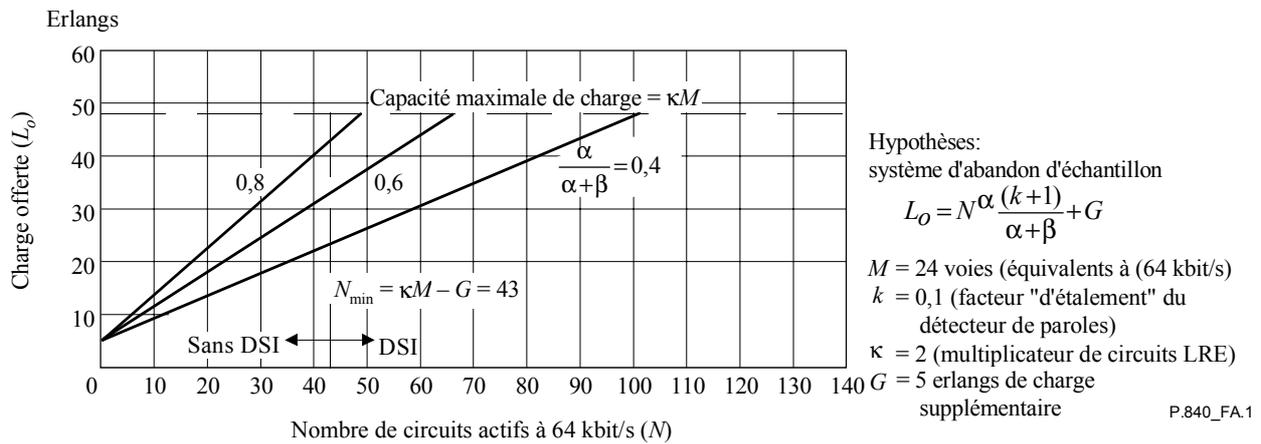
Ainsi, en résumé, tant que  $N \leq N_{\min}$ , le CME n'aura pas besoin d'utiliser la fonction DSI, car tous les circuits auront accès à une voie support. Il n'y aura pas d'abandon d'échantillons avant que la charge offerte dépasse la capacité d'acheminement de charge. En cas de surcharge, le CME commencera à abandonner des échantillons ou à les mettre en file d'attente, auquel cas  $\kappa$  ne changera pas, ou le CME abandonnera le débit de codage, auquel cas  $\kappa$  augmentera, ce qui accroîtra momentanément la capacité du CME.

## A.5 Stratégie de surcharge

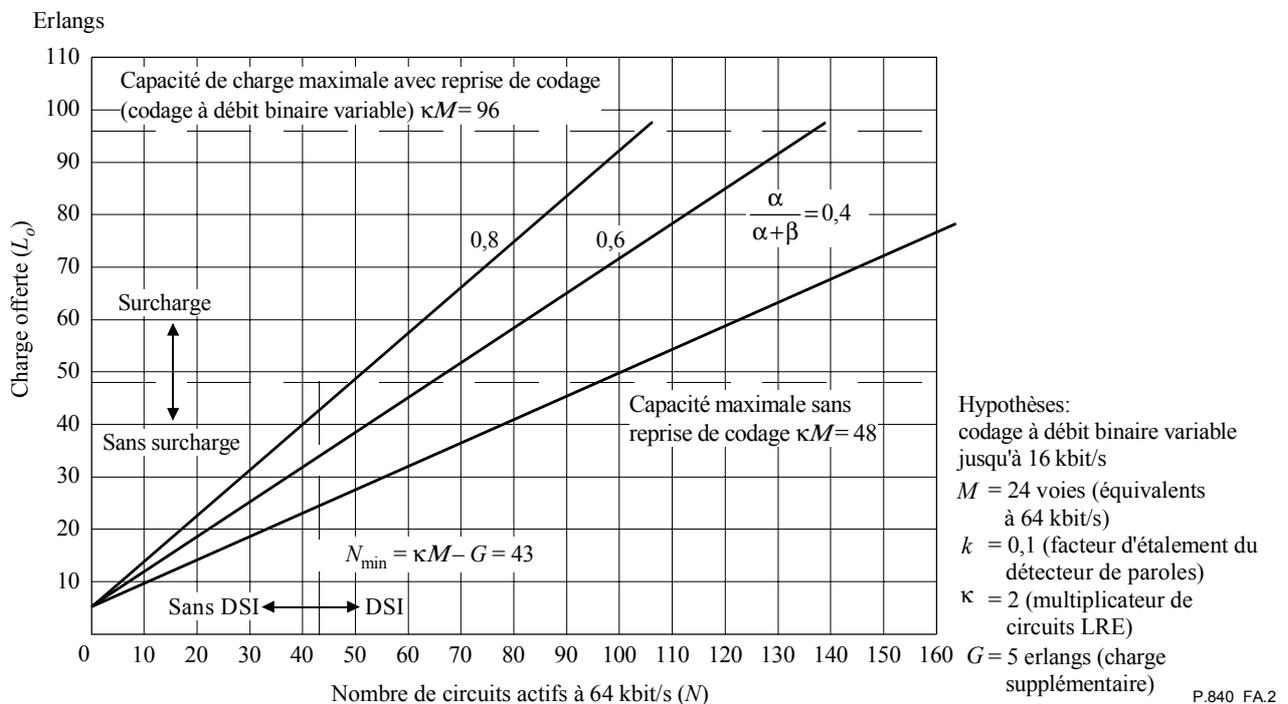
Lorsque le nombre de circuits actifs reliés au CME dépasse le nombre de voies normales disponibles, le CME connaît momentanément des surcharges; un plus grand nombre de rafales vocales nécessitera parfois plus de voies qu'il n'y en a de disponibles. En pareil cas, le CME doit avoir recours à sa "stratégie de surcharge". Cette dernière est conçue pour connaître comment partager au mieux le groupe de voies. Un certain nombre de stratégies de base est possible, à savoir:

### Type 1 – Mutilation de surcharge ou abandon d'échantillon de parole

Dans cette stratégie définie au § A.1.12, les échantillons sont éliminés à partir du début de la rafale vocale qui ne réussit pas à trouver une voie. L'abandon d'échantillon continue jusqu'à ce qu'une voie soit disponible ou que la rafale vocale se termine normalement. Au niveau de la perception, les effets de l'abandon d'échantillon et de la mutilation à l'avant de la rafale vocale, cette dernière étant causée par le détecteur de parole, devraient être les mêmes, même s'ils ont des causes différentes. Toutefois, ils ne sont théoriquement pas tout à fait semblables, car la mutilation du début des signaux due au détecteur de parole, est de brève durée et est plus susceptible d'affecter davantage les parties de niveau inférieur du signal, tandis que la mutilation du début des signaux qui est due au blocage (ou au gel) a une durée plus longue. Dans les cas autres que l'abandon d'échantillons au début des signaux, le blocage affecte tous les niveaux avec une probabilité égale.



**Figure A.1/P.840 – Exemple de courbes de charge pour un DCME de type C d'abandon d'échantillon**



**Figure A.2/P.840 – Exemple de courbes de charge pour le type C, DCME à codage à débit variable**

### Type 2 – Codage à débit binaire variable

Cette stratégie, définie au § A.1.13, utilise des algorithmes à débit binaire multiple (Recommandations UIT-T G.726, G.727, G.728 ou G.723.1) de codage de parole intégrés ou d'autres moyens pour multiplier effectivement le nombre de voies supports provisoirement disponibles pour que les circuits puissent acheminer la charge offerte. Etant donné qu'une diminution du débit binaire aura pour effet d'augmenter le bruit de quantification produit par les codeurs, le codage à débit variable se traduira par des augmentations momentanées du bruit de quantification, c'est-à-dire par des réductions de  $Q$ . (Pour une discussion au sujet de  $Q$ , voir § 6/P.810.) L'effet subjectif sera minimisé par une rotation rapide de l'application du codage à débit binaire inférieur entre toutes les voies supports de parole actives.

### **Type 3 – File d'attente**

Cette stratégie, définie au § A.1.14, utilise des mémoires tampons destinées à être occupées par les échantillons des rafales vocales en attendant une voie. La simple file d'attente, sans débordement de tampon, entraîne un décalage dans le temps des rafales vocales. Aucun échantillon n'est perdu et le bruit n'augmente pas. La dégradation introduite peut être appelée "modulation de la durée du silence". Du point de vue des auditeurs, une rafale vocale donnée mise en attente commencera un peu plus tard par rapport à la rafale vocale précédente que cela n'aurait été le cas sans file d'attente. De plus, on peut constater que la rafale vocale suivante commence un peu plus tôt. Etant donné que les tampons doivent être définis, cette stratégie ne peut être employée seule, elle doit être associée à un abandon d'échantillon ou à un codage à débit variable. Ainsi, un système de file d'attente peut présenter une mutilation de la parole ou de bruit de transcodage ainsi qu'un décalage dans le temps.

### **Type 4 – Contrôle dynamique de charge**

Stratégie de contrôle de surcharge, définie au § A.1.15, dans laquelle le CME signale au commutateur associé qu'il ne peut transmettre de façon satisfaisante la charge de trafic que ce dernier émet, ou prévoit d'émettre et que le commutateur doit réduire sa demande exercée sur le CME.

## **A.6 Méthodes de reconstitution des silences**

Etant donné que les CME qui gèrent une charge suffisante pour nécessiter une concentration des voies supports ne transmettent pas de silence entre les rafales vocales à l'extrémité réception, les silences doivent être recréés artificiellement. Il existe plusieurs méthodes pour cela. La plus simple consiste à insérer un bruit blanc à un niveau déterminé dans le récepteur pendant les silences. Il faut choisir minutieusement le niveau pour éviter le contraste de bruit qui est un contraste apparent et gênant entre le bruit dans les silences et le bruit de fond pendant les rafales vocales. Au lieu du bruit blanc, certains types de bruit tels que le bruit caractéristique 1/f ou le bruit de Hoth peuvent être utilisés pour donner une impression plus modérée aux auditeurs. Il existe des méthodes adaptatives qui tentent d'adapter automatiquement le niveau de bruit aux conditions du circuit, ce qui nécessite un filtrage minutieux et une évaluation de la puissance du bruit source.

Ces méthodes adaptatives, lorsqu'elles existent, doivent être utilisées pour tester le CME, de préférence aux méthodes qui introduisent un bruit à un niveau fixe.

## **A.7 Mode circuit par rapport au mode paquet**

Au niveau interne, le CME peut utiliser le mode circuit ou le mode paquet pour transmettre des rafales vocales. Dans le mode circuit, on obtient des voies supports en prévoyant des intervalles de temps appropriés sur le dispositif de transmission connecté à l'équipement terminal du CME. Dans le mode paquet, les échantillons de rafales vocales sont groupés en un ou plusieurs paquets de longueur fixe ou variable. Les paquets sont envoyés au circuit de destination et transmis sur le dispositif de transmission un par un. Ainsi, dans le mode circuit, on peut considérer que le dispositif de transmission achemine ensemble un certain nombre de voies multiplexées, alors que dans le mode paquet, on considère que le dispositif est comme une voie unique à grande vitesse qui transmet un paquet à la fois.

Dans le mode paquet, le fonctionnement du système dépend de la façon dont les paquets sont disposés. Il existe deux méthodes:

- a) tous les paquets provenant de tous les circuits entrent dans une file d'attente de type "premier entré, premier sorti" (FIFO, *first-in first-out*) et sont acheminés par la voie à grande vitesse, un par un. Chaque paquet est traité indépendamment. Le temps que met chaque paquet pour arriver à l'extrémité réception varie en fonction du remplissage de la file d'attente de type "premier entré, premier sorti". Si les paquets arrivent trop tard, après un temps de reconstitution fixé, ils seront perdus ou abandonnés par le récepteur. C'est ce

que l'on appelle "l'abandon de paquets" et cela dépend de la charge du système. L'abandon de paquets peut entraîner la mutilation de la parole en un point quelconque de la rafale vocale. Il entraîne un abandon d'échantillons au milieu de la rafale vocale. Les paquets peuvent aussi être abandonnés dans la file d'attente s'il y a débordement. Le remplissage de la file d'attente est contrôlé et l'on a recours à la stratégie de surcharge lorsque cela est nécessaire pour éviter un trop grand abandon des paquets;

- b) une fois qu'un circuit a saisi la voie à grande vitesse pour la transmission d'un paquet, tous les paquets sur le circuit pour cette rafale vocale sont transmis avant que la ligne à grande vitesse soit libre pour transmettre d'autres paquets de circuits. Ainsi, le circuit est coupé pendant la rafale. La coupure évite la perte d'échantillons de parole au milieu d'une rafale vocale. Toutefois, étant donné qu'un seul circuit à la fois peut utiliser la voie à grande vitesse, les autres circuits ayant des paquets à transmettre doivent attendre leur tour. Les paquets doivent être placés en file d'attente en attendant la voie. Les retards dus à la formation de files d'attente dépendant de la charge doivent être égalisés à l'extrémité réception. On le fait en mettant une étiquette temps sur le paquet. Il est toujours possible que les files d'attente pour les paquets débordent avant que les paquets puissent être transmis. Lorsque cela se produit, on a recours à la stratégie de la surcharge pour empêcher un trop grand abandon de paquets.

En mode paquet, le retard est plus important qu'en mode circuit. Ce retard supplémentaire s'explique par le temps de mise en paquets, qui dépend de la longueur du paquet et du débit du codage de circuit, le temps de reconstitution, choisi de façon à minimiser le risque de perte de paquets, et par le temps de mise en file d'attente du paquet. Ces trois éléments peuvent dépendre de la charge et sont donc variables.

En résumé, l'utilisation du mode paquet au lieu du mode circuit peut entraîner les effets suivants qui ont une influence sur la qualité de fonctionnement:

- i) abandon d'échantillon au milieu de la rafale vocale;
- ii) retard supplémentaire égal à la somme des temps de mise en paquet et de reconstitution;
- iii) retard de la mise en file d'attente du paquet.

### **A.8 Reconstitution du paquet**

Dans un système en mode paquet, la perte d'un paquet pose un dilemme au récepteur, à savoir: que faut-il utiliser à la place des échantillons de parole acheminés dans le paquet perdu. On utilise plusieurs méthodes qui ont des conséquences différentes au niveau de la qualité de fonctionnement. Une méthode consiste à insérer des échantillons de bruit à la place des échantillons de parole perdus. Une autre méthode consiste à répéter les échantillons dans un paquet précédent pour remplacer les échantillons perdus. D'autres méthodes sont aussi employées.

## Annexe B

### Matériau de parole utilisé pour construire des séquences de signaux vocaux

ORWELL

George Orwell a commencé son roman, 1984, par "It was a bright cold day in April", mais il n'a fait aucune autre allusion au temps qu'il pourrait faire pendant l'année fatidique. Devant la série d'événements météorologiques fâcheux qui ont marqué 1983, beaucoup sont venus à penser que le monde connaissait une dégradation du temps sans précédent et que l'on pouvait s'attendre pendant cette année à une série de catastrophes naturelles pour aller de pair avec le renoncement à la liberté de pensée et d'expression démocratique dont parle Orwell.

Etant donné que nous n'avons pas la possibilité de prévoir les événements climatiques qui peuvent se produire en 1984, remontons cent ans en arrière et voyons ce qui s'est passé dans le pays en 1884. L'année a commencé par l'arrivée d'air glacial venant du Canada du Nord et le thermomètre est descendu jusqu'à  $-40^{\circ}\text{F}$  à Rockford (Illinois) et à  $-25^{\circ}\text{F}$  à Indianapolis (Indiana), deux records aujourd'hui encore. Des températures au-dessous de zéro ont été observées dans le sud et les plantations de citrons ont été détruites par le gel en Floride.

Au début de février, de fortes pluies sont tombées sur une épaisse couche de neige et ont entraîné le débordement de la rivière Ohio. Des records de hauteur ont été enregistrés de Cincinnati à l'embouchure du fleuve à Cairo (Illinois).

Plus tard, en février, il y a eu une série de tornades dans le sud et dans la vallée de l'Ohio, où quelque soixante cheminées sont tombées. Plus de 420 personnes ont été tuées et plus de 1000 blessées. Il n'y a pas eu de catastrophe de cette gravité ni de cette ampleur avant la tornade qui a eu lieu en avril à Durango (Colorado) et qui a duré 76 heures et s'est terminée le 16 avril.

En mai, des orages hors saison dans les déserts du sud-ouest ont entraîné de graves inondations. Le trafic ferroviaire entre Salt Lake City et le sud a été interrompu pendant trois semaines et le Rio Grande a débordé à El Paso (Texas), causant 1 million de dollars des Etats-Unis de dégâts.

Fin mai, il y a eu de fortes gelées, le thermomètre est descendu jusqu'à  $-22^{\circ}\text{F}$  au Massachusetts et la neige est tombée à Vermont le "Memorial Day".

Il y a eu de fortes pluies en Californie en juin; elles ont atteint 1,39 pouces à Los Angeles et 2,57 pouces à San Francisco, deux chiffres qui restent des records. A la suite des pluies qui sont tombées dans le Wisconsin, le débordement du Chippewa a causé plus de 1,5 million de dollars de dégâts et a laissé 2000 personnes sans abri à Eau Claire.

Après les arrêts de circulation dus aux chutes de neige dans l'Oregon, 34 pouces de neige sont tombés à Portland, au milieu de décembre. Les liaisons ferroviaires ont été interrompues entre l'est et le sud pendant plusieurs jours et le courrier venant de Californie a été acheminé par voie maritime.

Si vous pensez que le temps qui a fait l'objet de nombreux articles dans les journaux en 1983 était sans précédent, revenons à 1884. Nous ne savons pas si ces désastres étaient dus au courant El Niño ou à d'autres phénomènes atmosphériques ou océaniques. Tout ce que nous pouvons faire est d'attendre et de voir ce qu'apportera 1984.

## BROUILLARD

Une des vues les plus spectaculaires en hiver est le brouillard qui monte des champs de glace de l'Arctique et qui apparaît occasionnellement au-dessus des eaux des lacs non gelés et des ports de notre zone tempérée. Ce phénomène est appelé de diverses façons: "frost smoke", "sea smoke", "steam fog", "warm water fog" et "water smoke". Le brouillard est causé par le passage d'un courant d'air arctique ou polaire à une température proche de zéro Fahrenheit au-dessus d'eau non gelée. Dans quarante-huit Etats, il apparaît essentiellement sur les zones non gelées des grands lacs et sur les eaux des ports de la côte atlantique nord.

Le "sea smoke" se produit car la pression de la vapeur à la surface de l'eau est supérieure à celle de l'air qui est au-dessus. La vapeur d'eau s'évapore dans l'air plus vite que l'air ne peut l'absorber. L'excédent d'humidité se condense et forme une couche de brouillard, comme de la vapeur ou de la fumée s'élevant de l'eau. Habituellement, il y a un espace clair entre la surface de l'eau et le bas du brouillard dont la limite supérieure se situe généralement entre 10 et 25 pieds. Si une inversion atmosphérique se produit près de la surface de l'eau, le brouillard peut être concentré à cet endroit-là et devenir épais, ce qui est un danger pour la navigation.

Si la température de l'air est très froide,  $-20^{\circ}\text{F}$  ou au-dessous, l'humidité croissante peut former des cristaux de glace dans la couche d'air juste au-dessus de l'eau. C'est ce que l'on appelle le "frost smoke" qui est très beau, surtout lorsque la lumière du soleil scintille sur les fines aiguilles de glace.

Le "steam fog" peut se produire sur les lacs et les fleuves en automne après une nuit calme et claire pendant laquelle l'air s'est refroidi. En raison des différences de pression de vapeur, l'eau chaude s'évapore dans l'air froid et toutes les vallées et les bassins peuvent être couverts d'une fine couche de brouillard alors que le haut des collines reste clair.

## Annexe C

### Instructions concernant l'utilisation d'un nombre limité de phrases

Si  $N$  phrases par locuteur sont utilisées, il y aura  $N(N - 1)$  combinaisons de phrases possibles par locuteur. Les 16 premiers résultats sont indiqués ci-dessous:

$N$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$N(N - 1)$	2	6	12	20	30	42	56	72	90	110	132	156	182	210	240	272

Pour limiter le nombre de phrases, on peut avancer deux raisons:

- le désir de gagner du temps en n'ayant pas à adresser les listes de plus de  $2 \times 85$  combinaisons de phrases par locuteur. L'enregistrement séparé de toutes les combinaisons est bien entendu encore nécessaire à moins que l'on ne dispose d'un équipement d'édition perfectionné pour les enregistrements numériques;
- la nécessité d'organiser le test de façon qu'il réponde aux conditions d'une analyse de variance.

Selon la raison indiquée, différentes méthodes peuvent être adoptées. Elles sont traitées séparément ci-dessous:

- 1) toutes les combinaisons de phrases par locuteur possibles  $N(N - 1)$  sont enregistrées:
  - a) les mêmes  $N$  phrases sont utilisées pour les 4 locuteurs. La même paire de phrases ne doit donc pas être utilisée pour les mêmes conditions de test d'un locuteur à l'autre. Cela pour éviter l'interaction systématique possible entre les conditions de test et le contenu phonétique;

- b) quatre ensembles différents de  $N$  phrases ( $N1$ ,  $N2$ ,  $N3$  et  $N4$ ) sont utilisés. Il n'est pas besoin de prendre les précautions correspondant à celles mentionnées en a). Toutefois, l'interaction sera encore possible et non contrôlée;
- 2) pour faire une analyse de la variance, les sujets doivent juger le même matériau vocal pour toutes les conditions de test et tous les locuteurs. Le nombre de phrases sera donc limité à  $M \times 2$ , où  $M$  est le nombre de paires qui sera utilisé dans l'essai. Si  $M = 1$ , le test peut sembler trop ennuyeux aux sujets et la couverture phonétique peut être insuffisante. Si l'on doit justifier une analyse de la variance, et si le test est encore pratiquement possible, il est recommandé d'élargir le nombre des présentations.  $M = 2$  ou 3 devrait être suffisant. Cela prolongera la durée du test pour chaque sujet mais l'expérience montre que des tests de 2,5 heures par sujet sont tout à fait possibles. Il faut donc prévoir des ajustements en vue de cet élargissement lorsque l'on décide de l'ordre de présentation.

## Appendice I

### Directives pour les tests de conversation

Pour être complète, l'évaluation de la qualité de fonctionnement d'un CME doit comporter des tests objectifs et des tests subjectifs. Les tests subjectifs représentent une partie très importante de l'évaluation et comprennent généralement des tests de conversation et des tests d'écoute (avec des sujets novices et des auditeurs experts en la matière). Les résultats de ces tests sont intéressants car ils représentent le point de vue de l'utilisateur.

A titre d'exemple, le présent appendice indique un test de conversation à appliquer à un CME à codage CS-ACELP conforme à la Rec. UIT-T G.729.

Dix conditions de test ont été mises en œuvre, combinant les paramètres suivants:

- nombre de bonds (1, 2, 3);
- niveau de charge (10, 76%);
- type de bruit, bruit de confort (fixe ou adaptatif).

Le bruit de confort injecté par le CME peut être "adaptatif", à savoir que son niveau dépend du niveau de bruit mesuré dans le premier CME ou "fixe", c'est-à-dire indépendant du niveau de bruit mesuré dans le premier CME.

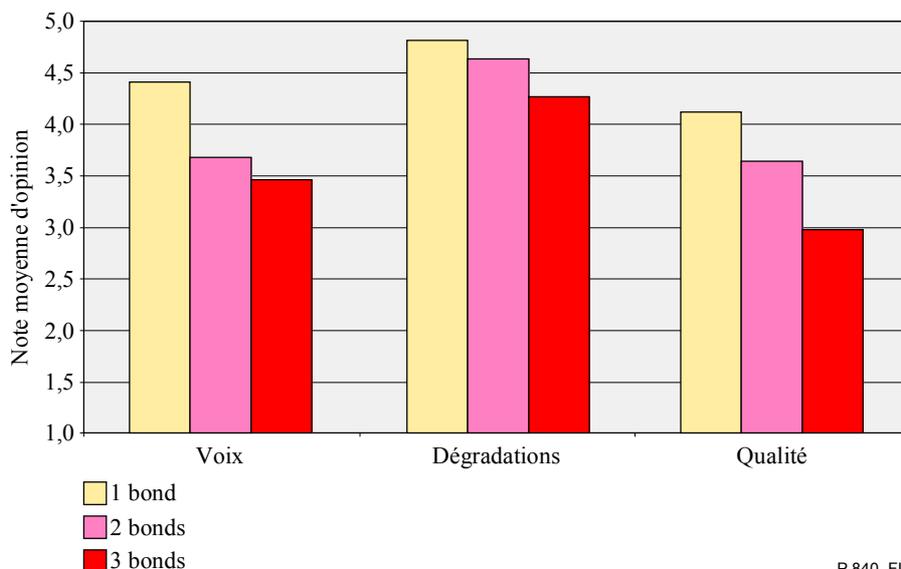
Les directives pour le protocole de tests de conversation figurent dans la Rec. UIT-T P.800.

Après chaque conversation, les personnes qui effectuent les tests sont invitées à répondre à une série de trois questions sur la qualité de leur dernière communication, telle qu'elle a été perçue. Ces questions portent sur le naturel de la voix et ce qui a été perçu de la dégradation et de la qualité globale de la communication.

En outre, après chaque conversation, les personnes susmentionnées pourraient répondre à un questionnaire non limitatif sur le niveau de gêne et la fréquence des dégradations potentielles du signal telles que le bruit ou la mutilation de la parole.

Les graphiques ci-après illustrent les résultats obtenus pour plusieurs conditions de test.

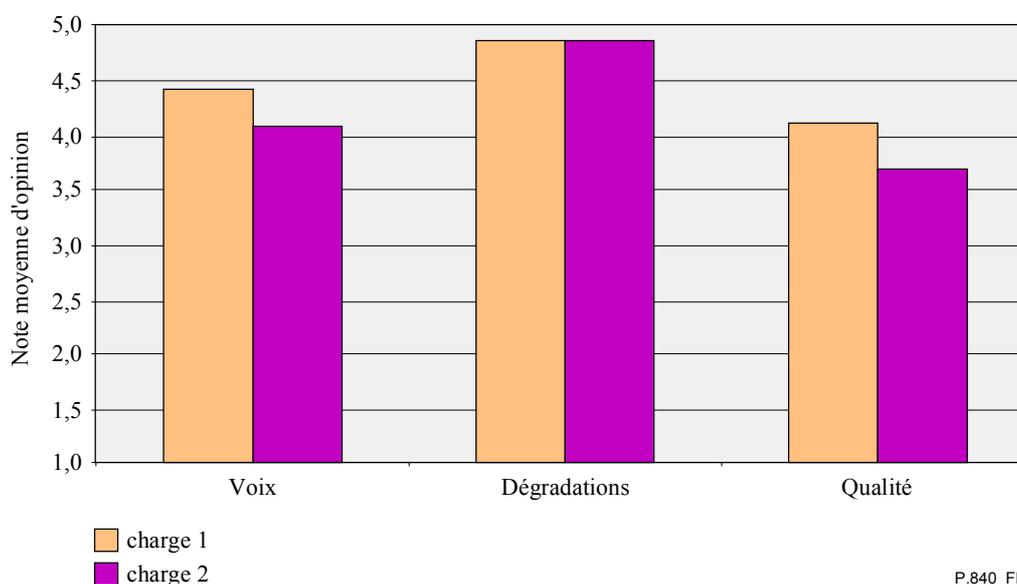
La Figure I.1 montre les notes moyennes d'opinion obtenues après les tests de conversation pour 1, 2 et 3 bonds; les résultats font ressortir la nette dégradation qui découle du nombre de bonds pour les trois paramètres (qualité vocale, dégradation et qualité globale). La différence entre les notes moyennes d'opinion obtenue avec 1 et 3 bonds atteint 1 point.



P.840\_FI.1

**Figure I.1/P.840 – Notes moyennes d'opinion obtenues dans les tests de conversation pour 1, 2 et 3 bonds**

La Figure I.2 compare les notes moyennes d'opinion obtenues dans les tests de conversation en fonction du niveau de charge. Elle montre les résultats obtenus avec deux niveaux de charge. La qualité vocale et la qualité globale subissent toutes une dégradation lorsque le niveau de charge le plus élevé est appliqué au système.



P.840\_FI.2

**Figure I.2/P.840 – Notes moyennes d'opinion obtenues dans les tests de conversation pour les charges 1 et 2**

Dans le questionnaire non limitatif concernant les tests de conversation et les tests d'écoute effectués par des experts, les sujets ont noté les caractéristiques de la dégradation finale (bruit, coupures, etc.) observées pendant la conversation.

Les dégradations vocales observées sont de plusieurs types:

- coupures pendant la communication;
- modification du timbre de la voix;
- variation du niveau vocal;
- variation du niveau du bruit de confort.

Il ressort de ces tests que la qualité vocale dépend tout particulièrement de trois paramètres:

- nombre total de bonds;
- charge du support;
- type de bruit de confort généré.

Le paramètre qui a l'effet le plus décisif sur la dégradation de la qualité vocale est le nombre de bonds, c'est-à-dire le nombre de codages/décodages successifs. A partir de deux bonds, le timbre de la voix semble différent et moins clair, et on observe en général quelques variations du niveau vocal. La qualité décroît très rapidement avec le nombre de bonds.

L'autre paramètre déterminant est la surcharge du support, qui crée parfois des microcoupures. En pareille situation, on constate souvent que la voix est déformée et métallique.

En ce qui concerne le bruit de confort, il a été observé que le niveau de bruit "adaptatif" a toujours la préférence par rapport au bruit "fixe": la qualité globale de la communication est jugée meilleure lorsque le niveau de bruit inséré est adaptatif. Lorsqu'il est défini comme étant "fixe", le bruit de confort est jugé gênant (niveau trop haut ou trop bas).





## 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, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication