



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

P.84

(03/93)

**QUALITÉ DE LA TRANSMISSION
TÉLÉPHONIQUE**

ESSAIS SUBJECTIFS D'OPINION

**MÉTHODE D'ESSAI D'ÉCOUTE SUBJECTIVE
POUR ÉVALUER LES ÉQUIPEMENTS DE
MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMÉRIQUE
ET LES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES AVEC
MISE EN PAQUETS**

Recommandation UIT-T P.84

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes que les Commissions d'études de l'UIT-T doivent examiner et à propos desquels elles doivent émettre des Recommandations.

La Recommandation révisée UIT-T P.84, élaborée par la Commission d'études XII (1988-1993) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Helsinki, 1-12 mars 1993).

NOTES

1 Suite au processus de réforme entrepris au sein de l'Union internationale des télécommunications (UIT), le CCITT n'existe plus depuis le 28 février 1993. Il est remplacé par le Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (UIT-T) créé le 1^{er} mars 1993. De même, le CCIR et l'IFRB ont été remplacés par le Secteur des radiocommunications.

Afin de ne pas retarder la publication de la présente Recommandation, aucun changement n'a été apporté aux mentions contenant les sigles CCITT, CCIR et IFRB ou aux entités qui leur sont associées, comme «Assemblée plénière», «Secrétariat», etc. Les futures éditions de la présente Recommandation adopteront la terminologie appropriée reflétant la nouvelle structure de l'UIT.

2 Dans la présente Recommandation, le terme «Administration» désigne indifféremment une administration de télécommunication ou une exploitation reconnue.

© UIT 1994

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Introduction	1
	1.1 Objet	1
	1.2 Principes de l'essai.....	1
2	Saisie des données à la source	2
	2.1 Appareil et environnement.....	2
	2.2 Contenu de la parole	2
	2.3 Procédure	3
	2.4 Signaux d'étalonnage et niveaux vocaux	4
3	Simulation de charge de système	4
	3.1 Conditions applicables à un simulateur de charge vocale générique	4
	3.2 Détermination de la capacité de charge des systèmes soumis aux essais	5
	3.3 Contrôle de la charge appliquée aux systèmes mis à l'essai.....	5
4	Traitement de la parole.....	6
5	Conception de l'essai	6
	5.1 Essai n° 1 – Effet de la charge appliquée.....	8
	5.2 Essai n° 2 – Effet des erreurs numériques dans la voie de commande DCME.....	9
6	Méthodes d'essai d'écoute	9
7	Analyse des résultats	10
	Annexe A – Description de l'équipement de multiplication de circuit numérique	10
	A.1 Définitions	10
	A.2 Concentration numérique de la parole (DSI)	13
	A.3 Détection de la parole	13
	A.4 Charge du DCME	13
	A.5 Stratégie de surcharge.....	14
	A.6 Méthodes de reconstitution des silences	16
	A.7 Mode circuit par rapport au mode paquet	16
	A.8 Reconstitution du paquet	17
	Annexe B – Matériau de parole utilisé pour construire des séquences de signaux vocaux	17
	Annexe C – Instructions concernant l'utilisation d'un nombre limité de phrases	19

MÉTHODE D'ESSAI D'ÉCOUTE SUBJECTIVE POUR ÉVALUER LES ÉQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMÉRIQUE ET LES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES AVEC MISE EN PAQUETS¹⁾

(Melbourne, 1988; modifiée à Helsinki, 1993)

1 Introduction

1.1 Objet

La présente Recommandation a pour objet de décrire une méthode d'essai d'écoute subjective pouvant servir à évaluer la qualité de fonctionnement des équipements de multiplication de circuit numérique (DCME) (*digital circuit multiplication equipment*) et des systèmes téléphoniques avec mise en paquets. Elle est destinée à être utilisée avec les systèmes DCME comme ceux qui sont décrits dans la Recommandation G.763, qui font appel à des techniques de concentration numérique de la parole (DSI) (*digital speech interpolation*). On utilisera la Recommandation P.83 pour les évaluations par essais subjectifs de systèmes DCME n'utilisant pas les techniques de concentration numérique de la parole décrites dans la Recommandation G.726 [codage MIC différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s].

La plupart des dégradations constatées dans les DCME ou dans les systèmes téléphoniques avec mise en paquets n'ont pas encore été étudiées et leurs effets sur d'autres systèmes du réseau ne sont pas connus. La seule méthode établie est donc l'essai de conversation qui permet de contrôler les effets de non-linéarité, de temps de propagation, d'écho, etc. et leurs interactions.

En ce qui concerne les DCME, 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. Pour les systèmes téléphoniques avec mise en paquets, l'effet subjectif des «paquets perdus», par exemple, n'est pas connu.

Les essais 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 essai de conversation complet. Cette méthode d'essai d'écoute ne donnera pas de résultats pour l'établissement de règles d'application du réseau ou de facteurs analogues à l'unité de distorsion de quantification (pdu). Des améliorations ultérieures de l'essai permettront d'obtenir ces résultats.

L'évaluation d'un DCME monté en cascade avec un autre DCME n'a pas encore été étudiée, pas plus que les effets dus aux systèmes utilisant le codage à différents débits. La présente Recommandation sera donc mise à jour lorsque l'on disposera de renseignements sur ces points précis.

La présente Recommandation se limite uniquement aux essais d'écoute et une recommandation distincte, sur les essais de conversation, sera formulée lorsque l'on aura réuni suffisamment de données sur les techniques d'évaluation. Par ailleurs, la présente Recommandation pourra être révisée pour inclure les méthodes d'essai de conversation.

1.2 Principes de l'essai

Pour évaluer de façon satisfaisante la qualité de fonctionnement du DCME, la méthode d'essai doit répondre aux conditions suivantes:

- i) elle doit utiliser des principes, des procédures et des instruments acceptables par le CCITT;
- ii) elle doit pouvoir s'adapter aux différentes langues et doit donner des résultats comparables à ceux d'autres essais effectués conformément à la présente Recommandation;

¹⁾ 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 DCME 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 DCME doit remplacer, lorsque ces dispositifs sont connus. Les résultats de comparaisons doivent permettre de faire des «estimations d'équivalence» concernant le DCME, par exemple un système DCME 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 DCME avec un simulateur de charge de trafic réaliste et d'appliquer aux circuits sous essai des conditions de fonctionnement réalistes. La plupart des dégradations transitoires se produisent lorsque le DCME 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 DCME 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 à l'essai. En conséquence, seul un signal vocal réaliste qui contient aussi un bruit additionnel approprié doit être utilisé sur le circuit faisant l'objet de l'essai;
- v) la méthode doit, théoriquement, donner des résultats pouvant être utilisés pour produire de nouveaux modèles d'opinion ou modifier les modèles existants.

2 Saisie des données à la source

2.1 Appareil et environnement

Voir B.1.1/P.80 à B.1.3/P.80.

2.2 Contenu de la parole

Le contenu de la parole doit être approprié à l'échelle d'appréciation subjective utilisée lors de l'essai. Il s'agira généralement de l'échelle de qualité d'écoute mais, à titre facultatif, on pourra utiliser l'échelle d'effort d'écoute (voir l'article 5).

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

- i) le contenu de la parole 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 nouveau paragraphe 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 contenu de la parole 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 personnes qui écoutent perçoivent les phrases comme étant isolées les unes des autres par le sens et que le DCME 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 personnes qui parlent au stade de l'enregistrement [voir la section 2.5.8.1 d) du *Manuel de téléphonométrie*]; ou
- 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); ou
- 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 essais.

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 la personne qui écoute a entendu les phrases auparavant. Il faut disposer d'un nombre suffisant de segments pour répondre à toutes les conditions d'essai, en plus de ceux qui sont nécessaires dans une session normale.

2.3 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 DCME 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 DCME pour les conditions de l'essai 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.

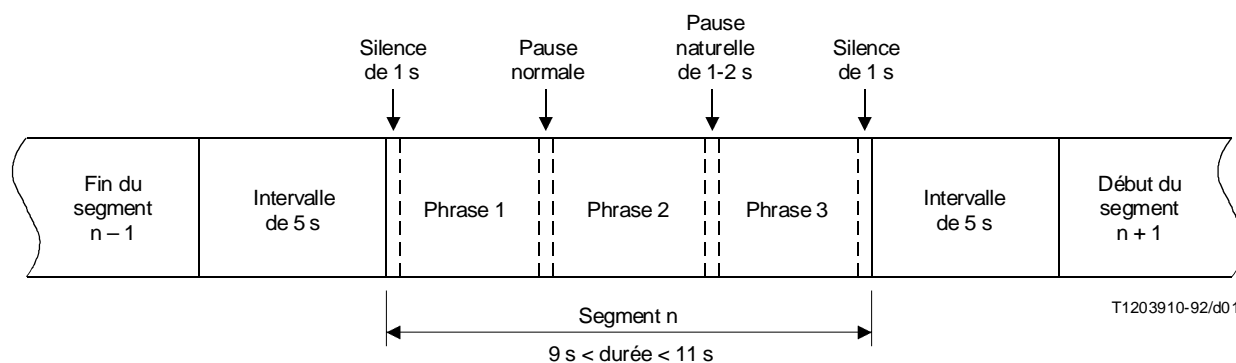


FIGURE 1/P.84

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 (essais 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 de la personne qui parle.

Les segments complets, avec la période de silence, doivent être repassés aux personnes qui écoutent. 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 «bégalement» (voir également B.1.6/P.80).

2.4 Signaux d'étalonnage et niveaux vocaux

Voir B.1.7/P.80 et B.1.8/P.80.

3 Simulation de charge de système

3.1 Conditions applicables à un simulateur de charge vocale générique

Un équipement de multiplication de circuit numérique (DCME) 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 DCME a été conçu. Ainsi, pour évaluer de façon rigoureuse la qualité de fonctionnement du DCME, 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 DCME 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 DCME. 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 DCME 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 DCME.

Le simulateur de charge ou le système DCME 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 [voir la section 2.5.2 f) du *Manuel de téléphonométrie*].

NOTES

1 Le simulateur de charge spécifié dans la présente Recommandation doit être utilisé pour évaluer la qualité de fonctionnement d'un DCME utilisant la concentration numérique de la parole (DSI). 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.

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 l'essai 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.

3.1.1 Paramètres

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

- caractéristiques de salve de parole;
- 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.

3.1.2 Conditions

3.1.2.1 Considérations générales

Ces conditions s'appliquent à un simulateur de charge vocale (VLS) générique pour contrôler le DCME. En conséquence, le DCME 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 de la CEPT.

3.1.2.2 Caractéristiques des salves de parole

Les caractéristiques des salves de parole sont spécifiées dans la Recommandation P.59.

3.1.2.3 Caractéristiques de silence (intervalle)

Les caractéristiques de silence sont spécifiées dans la Recommandation P.59.

3.1.2.4 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.

3.1.2.5 Caractéristiques de la parole simulée

Le signal de la voix artificielle de la Recommandation 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 salves de parole décrites dans la Recommandation P.59.

3.1.2.6 Interface physique

Le simulateur de charge doit avoir des sorties T1 et/ou CEPT dont les caractéristiques de signalisation, d'alignement, de structure de trame, de codage, électriques et physiques sont conformes aux dispositions des Recommandations G.703, G.704, G.711 et G.732 (2048 kbit/s) ou G.733 (1544 kbit/s).

3.2 Détermination de la capacité de charge des systèmes soumis aux essais

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 à l'essai 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

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

3.3 Contrôle de la charge appliquée aux systèmes mis à l'essai

La charge appliquée au DCME peut être modifiée par des variations de N et du facteur d'activité. Pour ces essais, 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_{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 de l'essai, 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 DCME 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 DCME. 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 en 3.1 et, en pareil cas, quelles valeurs convient-il de recommander?
- c) Les valeurs fractionnelles de la charge vocale sont indiquées en 3.2. Certains DCME 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?

4 Traitement de la parole

Le laboratoire d'essai du DCME prendra les enregistrements source, les repassera par le circuit soumis à l'essai du DCME 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 à l'essai dans un arrangement prédéterminé (expliqué à l'article 5). Les sorties enregistrées seront ensuite utilisées pour effectuer l'essai d'écoute. Le DCME mis à l'essai 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 DCME 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 DCME. Ce bruit est électriquement ajouté à la parole source avant le convertisseur A/D à l'entrée du DCME, comme indiqué sur la Figure 2. Il est indispensable de régler le niveau d'entrée efficace de la parole au DCME 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.

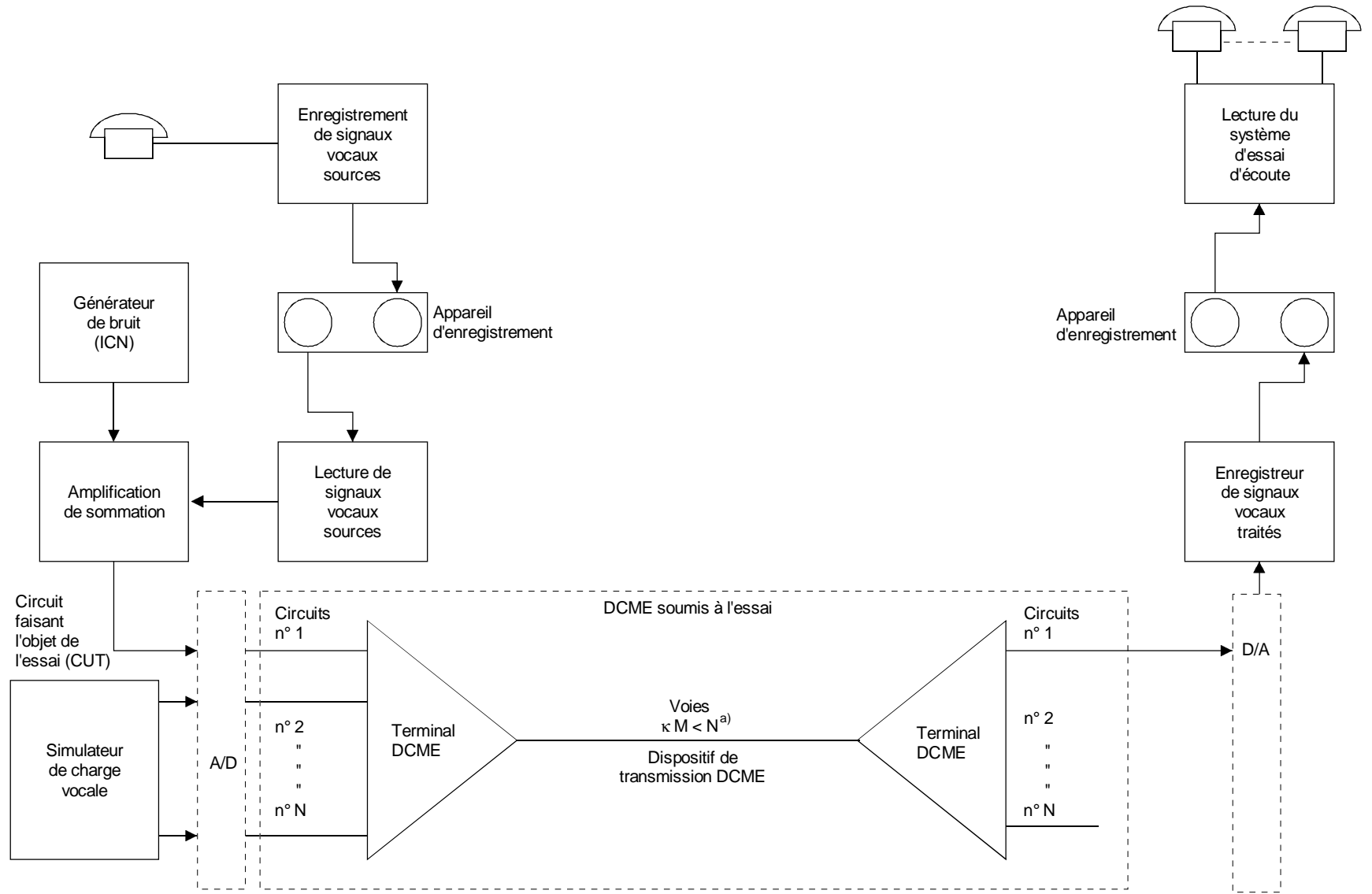
Toutes les sorties traitées se trouveront sur la voie gauche de l'appareil d'enregistrement. Le signal original correspondant sera enregistré simultanément sur la voie droite. La tonalité de 1 kHz sera disponible sous sa forme originale (voie droite) et traitée en passant par le DCME mis à l'essai (voie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

La tonalité de 1 kHz sur l'enregistrement source (voir 2.4) 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 DCME.

5 Conception de l'essai

Deux essais différents sont proposés pour évaluer les différents aspects de la qualité de fonctionnement du DCME. 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 DCME.

Dans ces deux essais, 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'SRI doit être utilisé en présence de l'effet local (STMR de 12 dB), ce qui semble plus naturel aux sujets.



^{a)} Pour l'explication du facteur κM, voir A.4.

T1203920-92/d02

FIGURE 2/P.84

Essai DCME

5.1 Essai n° 1 – Effet de la charge appliquée

Cet essai 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 essais (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, l'essai d'effort d'écoute doit être effectué en premier car il est indispensable, lors des essais d'effort d'écoute, d'utiliser un contenu de la parole qui n'ait pas été entendu auparavant.

Les paramètres applicables à l'essai sont les suivants:

- a) *Paramètres d'essai du DCME*
 - 1) DCME mis à l'essai: N; ($N \geq 1$);
 - 2) charges du DCME: quatre valeurs (0, 0,75, 1,0, 1,2) (voir 3.2);
 - 3) facteur d'activité vocale: une valeur (28%);
 - 4) caractéristiques vocales de circuit actif: une valeur (voir 3.1);
 - 5) circuit soumis à l'essai (CUT) (*circuit under test*) et bruit de circuit au repos (ICN): deux valeurs (–70 et –45 dBm0p);
 - 6) niveau vocal d'entrée du circuit mis à l'essai: trois valeurs (20, 30 et 38 dB au-dessous de la capacité de charge maximale du codeur DCME);
 - 7) niveaux d'écoute de sortie²⁾: au moins trois valeurs (préférée et préférée ± 10 dB);
 - 8) locuteurs: quatre locuteurs, par exemple 2 hommes et 2 femmes.
- b) *Paramètres de référence*
 - 1) segments source originaux: une valeur;
 - 2) appareil de référence à bruit modulé (MNRU): quatre valeurs (5 à 35 dB par étapes de 10 dB);
 - 3) rapport signal/bruit (SNR(p)): trois valeurs (20, 30 et 40 dB);
 - 4) communications fictives de référence (HRC): environ quatre cas différents à décider par l'équipe chargée de l'essai;
 - 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 d'essai est:

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

plus

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

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

$$432 \text{ conditions d'essai} + 36 \text{ exercices pratiques} = 468 \text{ conditions.}$$

L'ensemble des conditions d'essai doit être divisé en 13 séquences environ (12 essais + 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 d'essai: A à L inclusivement. Une séquence pratique P sera aussi créée. Les séquences d'essai A à L inclusivement plus P peuvent être classées pour être écoutées, lors de l'essai d'écoute conformément à la méthode décrite à l'article 6.

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

²⁾ 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.84

Séquence de base (on suppose 1 DCME pour l'essai)

Condition	Charge	ICN (dBm0p)	Entrée ^{a)} (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	38			
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	0,00	-45	20			Original
26	0,75	-45	20	5		
27	1,00	-45	20	15		
28	1,20	-45	20	25		
29	0,00	-45	20	35		
30	0,75	-45	20		20	
31	1,00	-45	20		30	
32	1,20	-45	20		40	
33	0,00	-45	20			HRC1
34	0,75	-45	20			HRC2
35	1,00	-45	20			HRC3
36	1,20	-45	20			HRC4
ICN Bruit de circuit au repos.						
a) dB au-dessous de la capacité de charge du codeur du DCME.						

5.2 Essai n° 2 – Effet des erreurs numériques dans la voie de commande DCME

Pour l'essai 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 l'essai n° 1 tout en introduisant dans la voie de commande des erreurs aléatoires à un débit de 10^{-3} . Pour cet essai, seul un niveau d'écoute (préférée) est nécessaire, de sorte que le nombre total de conditions d'essai est $N \times 96$ plus 48 conditions de référence. Avec $N = 1$ la durée de l'essai est de 36 minutes.

NOTE – Si, lors de cet essai, 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 en 5.1.

6 Méthodes d'essai d'écoute

Voir B.2/P.80, B.3/P.80 et B.4/P.80.

7 Analyse des résultats

De même que la note d'opinion, Y_{lq} ou Y_{le}, recueillie auprès de chaque sujet pour chaque segment reproduit, la valeur x (voir 3.1) 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 toute les notes d'opinion moyennes à la valeur qu'elles auraient eu si cette moyenne avait été exactement maintenue.

Il convient d'utiliser la même méthode dans l'essai 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 circuit numérique

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

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

A.1 Définitions

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

A.1.1 équipement de multiplication de circuit numérique (DCME) (*digital circuit multiplication equipment*): l'équipement de multiplication de circuit numérique (DCME) est défini comme suit dans la Recommandation 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», ce qui en pratique revient 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 Recommandation G.711. Nous 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. Nous essaierons 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 DCME de base, soit:

- *Type A* – Utilise 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 d'essai subjectif décrites dans la Recommandation P.83; d'autres (par exemple le codage de la voie à 48 kbit/s) peuvent nécessiter de nouvelles méthodes d'essai subjectif.
- *Type B* – Utilise seulement la concentration numérique de la parole (DSI, voir A.1.5) pour obtenir une multiplication de circuit supérieure à 1. La DSI est définie en A.2. Par définition, le codage numérique utilisé dans le DCME de type B pour obtenir un circuit se fait à 64 kbit/s et conformément aux dispositions de la Recommandation G.711. Ainsi, le codage fournit une multiplication de circuit unitaire. Pendant les périodes de surcharge du DCME, 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 en 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 circuit 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 circuit supérieure à 1 puis la DSI pour obtenir une multiplication de circuit supplémentaire supérieure à 1. Par exemple, si le LRE est conforme à la MICDA à 32 kbit/s de la Recommandation G.726, alors le codeur a une multiplication de circuit de $\kappa = 2$. La DSI peut augmenter cette multiplication par un autre facteur de 2 ou 3, selon le DCME. 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 DCME des types B et C.

A.1.2 système de multiplication de circuit numérique (DCMS) (*digital circuit multiplication system*): système de télécommunication composé de deux équipements d'extrémité DCME ou plus, chaque terminal comportant un émetteur et un récepteur connectés à un système de transmission numérique fournissant un groupe de voies supports. Le DCMS 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 (en mode semi-permanent);
- 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 DCME 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 DCME. 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 Recommandation 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.

NOTES

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.

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 circuit numérique: 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 DCME. Par exemple, si l'on utilise un transcodeur conforme à la Recommandation G.726, 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.

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

A.1.8 surcharge du système de multiplication de circuit numérique: 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 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 32 et 24 kbit/s ou également (sur option), entre 24 et 16 kbit/s pour le trafic écoulé dans la bande des fréquences vocales sur la commande du DCME.

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 ≤ 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 DCME.

A.1.14 file d'attente: stratégie de protection contre les surcharges employant une mémoire tampon dans l'émetteur du DCME pour enregistrer les échantillons de paroles en attendant qu'une voie support devienne disponible.

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 DCME peuvent acheminer sans entrer dans le mode de surcharge du DCME (voir A.1.8).

A.1.17 charge appliquée et charge offerte: la charge appliquée comprend les salves de parole entrant dans le DCME 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. La charge offerte est la charge présentée aux voies supports du DCME. Si la charge offerte est inférieure à la capacité d'acheminement des voies, la charge offerte est acheminée par le DCME. Le DCME peut employer un codage à débit binaire variable de sorte que si le blocage partiel dépasse une limite fixée, le DCME 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) 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 DCME, 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 DCME; 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, α est la longueur moyenne de salve de parole, β 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 DCME sur les circuits. Ainsi, on peut contrôler de l'extérieur la charge moyenne sur le DCME 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 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 en 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 salve de parole. La voie support provient d'un groupe maintenu par le DCME et la parole provient d'un circuit actif relié au DCME. Lorsque la salve de parole s'arrête, la voie est:

- i) abandonnée et remise dans le groupe; ou
- 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.

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

A.3 Détection de la parole

Pour assurer la DSI, le DCME 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 DCME tente d'attribuer une voie support disponible au circuit. S'il n'y a pas de voie disponible, le DCME a recours à sa stratégie de surcharge. Lorsque la salve de parole se termine, le détecteur de parole peut assurer un certain «maintien» pour éviter la mutilation de la fin de la salve. Le maintien augmente la longueur effective de la salve.

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 salves de parole. Le remplissage n'augmente pas la longueur des différentes salves 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 salve de parole, le détecteur de parole laisse parfois s'écouler quelques millisecondes pour avoir le temps de décider.

La mutilation de la salve de parole, 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 DCME 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 DCME

La fréquence des surcharges du DCME dépend de la charge du système. La charge du système comprend des salves de parole émises sur les circuits entrants plus le trafic supplémentaire produit par le DCME. Etant donné que l'activité des salves de parole 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 en 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 DCME, alors les charges moyennes appliquées et offertes deviennent des concepts utiles. On trouvera en 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 DCME.

La capacité d'acheminement de la charge des voies du DCME est elle aussi importante. Elle est définie en 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 DCME. Cependant, si la charge offerte est supérieure à la charge que peuvent acheminer les voies, alors, selon la stratégie de surcharge du DCME (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 DCME.

Dans un système d'abandon d'échantillon, la capacité de charge est fixe et correspond simplement à κM où M est le nombre de voies équivalentes à 64 kbit/s offertes et où κ 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 DCME 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 DCME 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 DCME 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 DCME ne peut dépasser $\kappa M = 48$, à mesure que la charge moyenne offerte, L_o , s'approche 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.

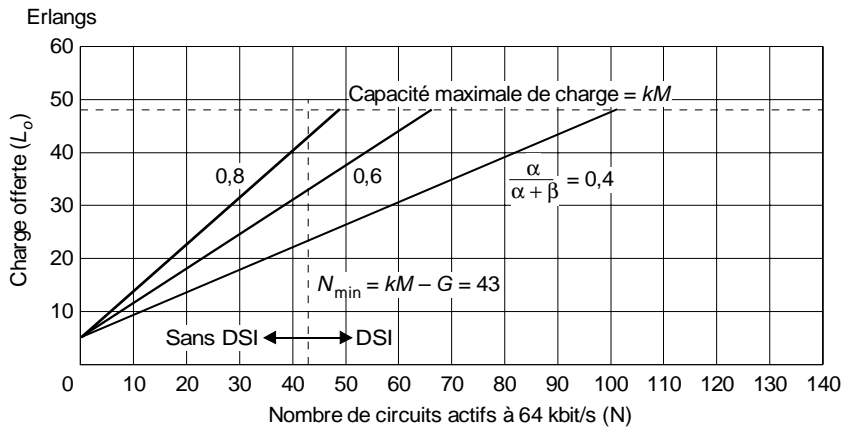
Ainsi, en résumé, tant que $N \leq N_{\min}$, le DCME n'aura pas besoin d'utiliser la fonction DSI, car tous les circuits auront accès à une voie support. Il n'y aura pas d'abandon d'échantillons avant que la charge offerte dépasse la capacité d'acheminement de charge. En cas de surcharge, le DCME commencera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

A.5 Stratégie de surcharge

Lorsque le nombre de circuits actifs reliés au DCME dépasse le nombre de voies normales disponibles, le DCME connaît momentanément des surcharges; un plus grand nombre de salves de parole nécessitera parfois plus de voies qu'il n'y en a de disponibles. En pareil cas, le DCME 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 en A.1.12, les échantillons sont éliminés à partir du début de la salve de parole qui ne réussit pas à trouver une voie. L'abandon d'échantillon continue jusqu'à ce qu'une voie soit disponible ou que la salve se termine normalement. Au niveau de la perception, les effets de l'abandon d'échantillon et de la mutilation à l'avant de la salve, 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.



Hypothèses:
 Système d'abandon d'échantillon

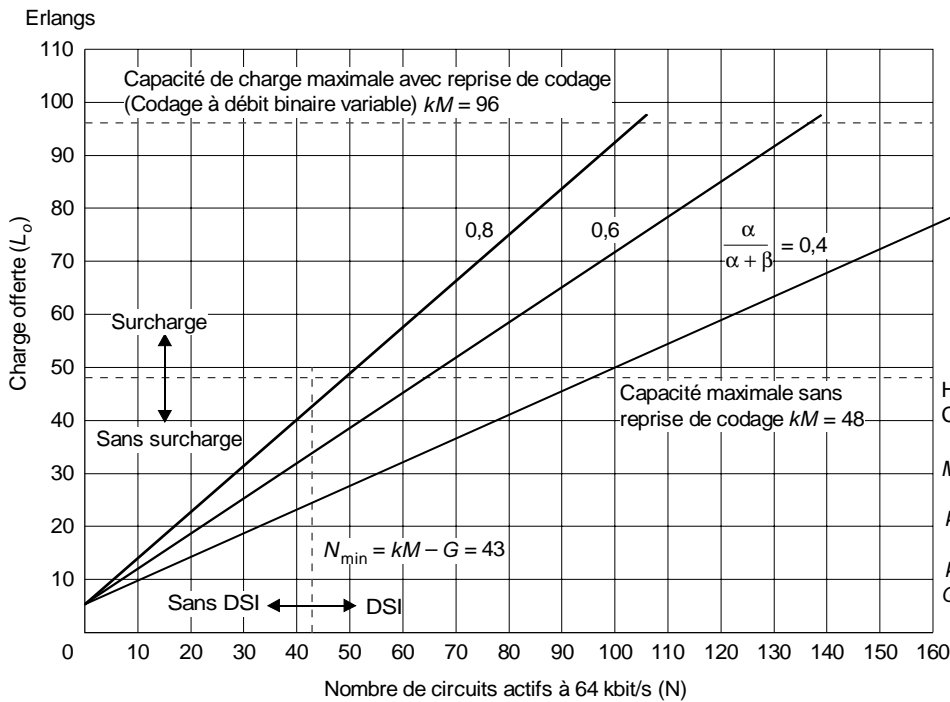
$$L_o = N\alpha \frac{(k+1)}{\alpha + \beta} + G$$

$M = 24$ voies (équivalents à 64 kbit/s)
 $k = 0,1$ (facteur « d'étalement » du détecteur de paroles)
 $k = 2$ (multiplicateur de circuit LRE)
 $G = 5$ erlangs de charge supplémentaire

T1205880-93/d03

FIGURE A.1/P.84

Exemple de courbes de charge pour un DCME de type C d'abandon d'échantillon



Hypothèses:
 Codage à débit binaire variable jusqu'à 16 kbit/s

$M = 24$ voies (équivalents à 64 kbit/s)
 $k = 0,1$ (facteur d'étalement du détecteur de paroles)
 $k = 2$ (multiplicateur de circuit LRE)
 $G = 5$ erlangs (de charge supplémentaire)

T1205890-93/d04

FIGURE A.1/P.84

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 en A.1.13, utilise des algorithmes à débit binaire multiple (G.726 ou G.727) 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 2/P.81.) 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 en A.1.14, utilise des mémoires tampons destinées à être occupées par les échantillons des salves de parole en attendant une voie. La simple file d'attente, sans débordement de tampon, entraîne un décalage dans le temps des salves de parole. 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 salve de parole donnée mise en attente commencera un peu plus tard par rapport à la salve précédente que cela n'aurait été le cas sans file d'attente. De plus, on peut constater que la salve 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 en A.1.15, dans laquelle le DCME 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 DCME.

A.6 Méthodes de reconstitution des silences

Etant donné que les DCME qui gèrent une charge suffisante pour nécessiter une concentration des voies supports ne transmettent pas de silence entre les salves de parole 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 salves de parole. Il existe d'autres méthodes qui tentent d'adapter automatiquement le niveau de bruit aux conditions du circuit; ces méthodes nécessitent un filtrage minutieux et une évaluation de la puissance du bruit source.

A.7 Mode circuit par rapport au mode paquet

Au niveau interne, le DCME peut utiliser le mode circuit ou le mode paquet pour transmettre des salves de parole. 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 DCME. Dans le mode paquet, les échantillons de salves de parole 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 salve. Il entraîne un abandon d'échantillons au milieu de la salve. 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 salve 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 salve. La coupure évite la perte d'échantillons de parole au milieu d'une salve. 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 salve;
- 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

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

(Les passages suivants sont des exemples utilisés par Bell Communications Research)

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 °F à Rockford (Illinois) et à -25 °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°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 états, 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°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

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

(Contribution de l'Administration suédoise des télécommunications)

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 2×85 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; ou
- la nécessité d'organiser l'essai 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 d'essai d'un locuteur à l'autre. Cela pour éviter l'interaction systématique possible entre les conditions d'essai et le contenu phonétique; ou
 - b) quatre ensembles différents de N phrases (N_1 , N_2 , N_3 et N_4) 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 contenu de paroles pour toutes les conditions d'essai 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 $M = 1$, l'essai 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 l'essai est encore pratiquement possible, il est recommandé d'élargir le nombre des présentations. $M = 2$ ou 3 devrait être suffisant. Cela prolongera la durée de l'essai pour chaque sujet mais l'expérience montre que des essais 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.