



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Série G

Supplément 37

(10/98)

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

**Didacticiel et méthode de dimensionnement
pour les équipements de multiplication de
circuit numérique de la Recommandation
UIT-T G.763**

Recommandations UIT-T de la série G – Supplément 37

(Antérieurement Recommandations du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

| | |
|---|-------------|
| CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX | G.100–G.199 |
| SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS | G.200–G.299 |
| CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.300–G.399 |
| CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES | G.400–G.449 |
| COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES | G.450–G.499 |
| EQUIPEMENTS DE TEST | |
| CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION | G.600–G.699 |
| SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES | |
| EQUIPEMENTS TERMINAUX | G.700–G.799 |
| RÉSEAUX NUMÉRIQUES | G.800–G.899 |
| SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES | G.900–G.999 |

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

SUPPLÉMENT 37 AUX RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G

DIDACTICIEL ET METHODE DE DIMENSIONNEMENT POUR LES EQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMERIQUE DE LA RECOMMANDATION UIT-T G.763

Résumé

Le présent supplément fournit des informations didactiques sur les techniques DCME, et décrit différentes méthodes de dimensionnements des DCME en fonction de différentes caractéristiques de routes.

Source

Le Supplément 37 aux Recommandations UIT-T de la série G, élaboré par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvé le 13 octobre 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 5 de la CMNT.

AVANT-PROPOS

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

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

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 avait 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 1999

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

TABLE DES MATIÈRES

| | | Page |
|-------|--|-------------|
| 1 | Tutoriel des équipements DCME..... | 1 |
| 1.1 | Utilisation d'un système de multiplication de circuit numérique (DCMS, <i>digital circuit multiplication system</i>)..... | 1 |
| 1.2 | Emplacement..... | 2 |
| 1.3 | Prescriptions de transmission..... | 2 |
| 1.4 | Gain d'équipement DCME (DCMG, <i>DMCE gain</i>)..... | 3 |
| 1.5 | Services supports RNIS..... | 4 |
| 1.6 | Rétablissement de services..... | 5 |
| 1.7 | Commande de surcharge de transmission..... | 5 |
| 1.8 | Surveillance de la qualité de la liaison de transmission..... | 6 |
| 1.9 | Références..... | 6 |
| 2 | Méthodes de dimensionnement des équipements DCME pour différentes caractéristiques de route..... | 6 |
| 2.1 | Domaine d'application..... | 6 |
| 2.2 | Profils de route..... | 7 |
| 2.3 | Fonctionnement des équipements DCME..... | 8 |
| 2.3.1 | Gain de concentration DSI pour la voix..... | 8 |
| 2.3.2 | Gain de concentration DSI pour les données..... | 9 |
| 2.3.3 | Gain de codage LRE pour la voix..... | 9 |
| 2.3.4 | Gain de codage LRE pour les données..... | 9 |
| 2.4 | Dimensionnement des équipements DCME..... | 9 |
| 2.4.1 | Limitations..... | 10 |
| 2.4.2 | Exemples de calcul de gain par des techniques simplifiées..... | 11 |
| 2.4.3 | Deux pièges à éviter..... | 15 |
| 2.5 | Conclusion..... | 17 |

Supplément 37 aux Recommandations de la série G

DIDACTICIEL ET METHODE DE DIMENSIONNEMENT POUR LES EQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMERIQUE DE LA RECOMMANDATION UIT-T G.763

(Genève, 1998)

1 Tutoriel des équipements DCME

1.1 Utilisation d'un système de multiplication de circuit numérique (DCMS, *digital circuit multiplication system*)

Un système DCMS permet de réduire le coût de transmission (par exemple sur de longues distances) en faisant appel à la combinaison des techniques de concentration numérique de la parole (DSI, *digital speech interpolation*) et de codage à faible débit (LRE, *low rate encoding*).

La technique DSI est utilisée pour concentrer un certain nombre de canaux d'entrée (généralement appelés *canaux interurbains*) pour constituer un plus petit nombre de canaux de sortie (généralement appelés *canaux supports*). A cette fin, un canal interurbain n'est connecté à un canal support que pendant la période d'activité du canal interurbain, c'est-à-dire lorsque celui-ci achemine une rafale de données de conversation ou d'autres données dans la bande vocale. Etant donné que, lors de conversations, un seul sens de transmission n'est actif que pendant 30% à 40% du temps, si le nombre de canaux interurbains est grand, les statistiques de répartition des périodes de parole et de silence permettront d'utiliser un nombre nettement plus petit de canaux supports (en clique). Des informations de commande doivent également être acheminées entre les terminaux afin de veiller à ce que les assignations de canaux supports et interurbains restent en synchronisme à chaque extrémité.

Le codage LRE fait appel à des techniques numériques de filtrage afin de construire une estimation de la forme d'onde aussi bien dans le codeur que dans le décodeur. Comme le débit informationnel réel des signaux de parole est beaucoup plus petit que le débit de Nyquist du canal, la liaison entre le codeur LRE et le décodeur peut fonctionner à un débit qui dépend essentiellement de la qualité des modèles et de la grandeur admissible des dégradations de transmission. L'UIT-T a normalisé, dans les Recommandations G.726 et G.727, un type de codage LRE appelé MICDA, dont la performance a été décrite en détail. Les équipements DCME font appel à la MICDA définie dans la Recommandation G.726.

En télécopie, la démodulation/remodulation utilise la reconnaissance et le décodage de tout ou partie des signaux en bande vocale qui sont envoyés par le modem afin de permettre le sous-multiplexage des informations numériques issues d'un certain nombre de canaux interurbains afin d'obtenir un nombre réduit de canaux supports tout en améliorant tant la qualité que l'efficacité de transmission par rapport à une réduction de débit des signaux par MICDA.

La plus simple façon d'utiliser les systèmes DCMS consiste à appliquer le mode monopoint indiqué sur la Figure 1/G.763. Ce mode d'exploitation est très économique sur de très longues routes. Sur les routes plus courtes, deux options se présentent:

- exploitation en mode multiclique;
- exploitation en mode multidestination.

L'exploitation en mode multiclique (voir Figure 2/G.763) subdivise les canaux supports en un certain nombre de blocs ou cliques auxquels une route différente est associée. Il existe normalement une

limite fixe entre cliques. Les assignations de canaux interurbains/supports sont généralement effectuées par un canal de commande contenu dans la clique de ces canaux, ce qui limite le traitement dynamique des canaux reçus à ceux qui sont contenus dans la clique utile. On peut effectuer la sélection des canaux de clique utile au moyen d'un simple commutateur numérique statique, sans référence aux informations d'assignation. Avec un système support à 2048 kbit/s dans un système DCMS multiclique, les statistiques de concentration DSI ne sont pas intéressantes au-delà de trois routes. La Recommandation G.763 prévoit deux cliques.

L'exploitation en mode multidestination (voir Figure 3/G.763) permet d'associer tout canal support à tout canal interurbain appartenant à l'une quelconque d'un certain nombre de routes différentes. Il n'y a pas de ségrégation des routes sur le support et il est donc impossible, dans le terminal de réception, de sélectionner les canaux utiles sans référence aux informations d'assignation. Le mode multidestination est économique pour de très courtes routes par satellite, mais des difficultés pratiques limitent le nombre de routes qu'il est souhaitable d'avoir dans un même système DCMS.

1.2 Emplacement

L'emplacement des équipements DCME dépend de leur utilisation. Les équipements utilisés en mode monopoint ou en mode multiclique peuvent en général, sans restriction notable, être implantés:

- dans un centre de commutation international (CCI);
- dans une station terrienne;
- dans une tête de réseau câblé.

Les équipements utilisés en mode multiclique seront normalement implantés dans le CCI, de manière que les avantages du gain DCMG (DCME gain) puissent être étendus à toute la section nationale. Les équipements utilisés en mode multidestination seront normalement implantés dans la station terrienne ou dans la tête de réseau câblé parce que si le nombre de canaux supports en réception dans le terminal DCME est à peu près égal à celui des canaux supports d'émission, en mode multidestination le nombre de canaux supports de réception au terminal DCME est égal à celui des canaux supports d'émission multiplié par le nombre de destinations. Il peut donc être antiéconomique d'offrir une capacité de transmission suffisante entre station terrienne et CCI pour permettre d'implanter des équipements DCME multidestination dans un CCI.

1.3 Prescriptions de transmission

Il est habituellement prescrit que les systèmes DCMS acheminent tout trafic pouvant être transporté sur des connexions ordinaires du réseau téléphonique général commuté (RTGC). Cela inclut les données en bande vocale utilisant des modems RTGC conformes aux Recommandations de la série V, les communications de télécopie conformes aux Recommandations T.4 et T.30 ainsi que par modems V.29. Dans les RNIS, les services supports suivants doivent également être assurés: données numériques à 64 kbit/s sans restriction, données numériques à 64 kbit/s à la demande, et parole ou données à 64 kbit/s sans restriction à l'alternat.

Les systèmes DCMS sont principalement conçus pour maximiser le rendement de transmission de la parole. Leur utilisation pour des transmissions de données dans la bande vocale, surtout aux débits élevés, pose des problèmes qui sont surtout dus à la difficulté de coder en MICDA à 32 kbit/s les formes d'onde des données en bande vocale.

1.4 Gain d'équipement DCME (DCMG, *DMCE gain*)

Le gain des équipements DCME est le facteur de multiplication de transmission des canaux interurbains d'entrée, obtenu par application des équipements DCME, y compris le codage LRE et la concentration DSI (pour une qualité de parole spécifiée à un certain niveau d'activité des canaux supports). Le gain maximal disponible dépend:

- du nombre de canaux interurbains;
- du nombre de canaux supports;
- du taux d'occupation des canaux interurbains;
- de l'activité vocale;
- du trafic de données dans la bande vocale;
- du rapport entre données vocales simplex et duplex;
- du type de signalisation;
- du trafic à 64 kbit/s;
- de la qualité vocale minimale acceptable;
- du seuil de contrôle dynamique de charge.

Parmi ces facteurs, celui qui a la plus grande portée est le pourcentage de trafic de données à 64 kbit/s parce qu'un canal interurbain acheminant du trafic à 64 kbit/s nécessite que deux canaux supports à 32 kbit/s soient retirés du pool de canaux disponibles pour le processus de concentration DSI.

Le pourcentage maximal de données dans la bande vocale peut varier entre 5% et 30%, selon la route. Ce point est analysé plus en détail au paragraphe 2.

Le type de système de signalisation utilisé sur la route peut avoir une incidence notable sur le gain. Les systèmes de signalisation sous contrainte permanente maintiennent les canaux en activité pendant des périodes exagérément longues. Dans le cas de la signalisation numérique R2 de l'UIT-T via un système DCMS utilisé sur un satellite, le canal peut être actif pendant 5 à 14 secondes.

L'activité de parole mesurée dépend des caractéristiques du détecteur d'activité. Il est courant de compter avec une valeur de 35% à 40%. Les canaux à fort bruit de fond ambiant peuvent augmenter ce facteur d'activité. Le taux d'occupation des canaux interurbains par le trafic sera plus faible en dehors qu'à l'intérieur de l'heure chargée d'une route. L'effet en sera une réduction de l'activité d'ensemble mesurée par le détecteur d'activité. Cette activité pourra atteindre 27% en dehors de l'heure chargée de la route, tandis que pendant l'heure chargée de la route elle sera proche du facteur d'activité conversationnel, c'est-à-dire de 40% environ.

La qualité conversationnelle est régie par deux principaux facteurs: le débit de codage LRE et la quantité de signaux vocaux perdus pendant qu'un canal interurbain récemment activé attend sa connexion à un canal support. Si un grand nombre de canaux interurbains récemment activés sont en concurrence, le début d'une rafale de parole sera plus susceptible d'être mutilé ou gelé que si un nombre relativement faible de canaux interurbains est actif.

La qualité conversationnelle d'un équipement DCME implanté dans un réseau possédant des limiteurs d'écho peut être affectée par la mutilation effectuée par ces dispositifs et par un éventuel effet de contraste de bruit. En particulier, lorsque des supprimeurs ou annuleurs d'écho sont utilisés dans des circuits où le bruit d'origine locale est élevé par rapport au bruit produit dans le reste de la liaison, la suppression du bruit à l'extrémité distante peut soulever des problèmes en raison du contraste de bruit. Les moyens permettant de résoudre ce problème sont l'utilisation de limiteurs d'écho insérant un bruit de ligne au repos au niveau approprié pendant les périodes de suppression,

ou insérant un bruit de ligne au repos dans l'équipement DCME pendant la période correspondant à l'intégration du limiteur d'écho dans cet équipement. Une autre méthode est examinée au I.5/G.763.

Lors de la recette d'un nouveau système DCMS, des observations doivent être faites sur le type et sur les caractéristiques du trafic qui l'utiliseront. Il n'est pas judicieux de ne se fonder que sur les plaintes des clients pour indiquer le moment où un système est médiocrement dimensionné. En effet, des interactions entre système DCMS et limitation d'écho (voir la Note) peuvent masquer le vrai problème. Par ailleurs, la tentative de concentrer un trop grand nombre de canaux interurbains sur un trop petit nombre de canaux supports peut avoir pour simple conséquence d'augmenter le taux d'appel et de diminuer le temps de maintien des communications. Il peut en résulter une grande baisse de qualité, surtout lorsque l'on utilise des systèmes de signalisation sous contrainte permanente, et l'on voit apparaître des niveaux d'activité des canaux interurbains très supérieurs à ce qui avait été envisagé lors du dimensionnement initial du système.

NOTE – Le niveau de qualité conversationnelle le plus élevé est obtenu lorsque l'on utilise, pour la limitation de l'écho, des annuleurs conformes à la Recommandation G.165 (1993) ou G.168 (1998). Les supresseurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 (1988) peuvent cependant être utilisés.

Deux critères permettant de considérer que la qualité conversationnelle est acceptable sont une moyenne de 3,7 bit/échantillon et une probabilité inférieure à 2% de mutilation supérieure à 50 ms ou, en variante, une probabilité inférieure à 0,5% de perte de parole par mutilation si le mode de surcharge à 2 bits n'est pas utilisé.

Ces critères ont permis de calculer des estimations relatives au pourcentage de données en bande vocale et au nombre de canaux interurbains par rapport au gain d'un équipement DCME. Les estimations destinées à être utilisées lors du dimensionnement initial d'un système sont indiquées dans le paragraphe 2.

Si une représentation plus précise est requise, il sera nécessaire de procéder aux analyses par chaînes markoviennes du premier ordre qui sont mentionnées dans la littérature relative à la concentration DSI [1], [2] et [3].

1.5 Services supports RNIS

Les systèmes DCMS sont généralement appelés à transporter toute la gamme des services supports RNIS pouvant être fournis par un canal à 64 kbit/s, comme spécifié dans la Recommandation I.230 (1988). Ces services sont les suivants:

- mode circuit à 64 kbit/s sans restriction, catégorie de service support structuré à 8 kHz.
Ce service peut être utilisé en particulier pour la parole, pour les flux d'informations à débit sous-multiple multiplexés par l'utilisateur, ou pour l'accès transparent à un réseau public X.25;
- mode circuit à 64 kbit/s, catégorie de service support structuré à 8 kHz, utilisable pour le transfert d'informations de parole.
Ce service est à peu près semblable au précédent mais avec des protocoles d'accès différents;
- mode circuit à 64 kbit/s, catégorie de service support structuré à 8 kHz, utilisable pour le transfert d'informations audio à 3,1 kHz.
Ce service support effectue le transfert d'informations audio dans la largeur de bande de 3,1 kHz, comme la transmission de données par modems en bande vocale, les informations de télécopie des groupes I, II et III, ainsi que les conversations téléphoniques.

1.6 Rétablissement de services

Pour la plupart des applications, la perte de trafic en conditions de dérangement serait telle qu'il ne suffirait pas d'installer une seule paire de terminaux sur une route ne permettant pas d'effectuer rapidement des commutations vers des équipements de secours en cas de dérangement. Autrement dit, les équipements DCME sont souvent utilisés sous la forme d'un ensemble de N équipements DCME actifs pour une seule position de secours. La commutation automatique permet de charger la position de secours avec les informations de configuration et de synchronisation du terminal dérangé. D'autres modes de repli automatique peuvent être envisagés.

La défaillance du système de transmission entre terminaux DCME peut être traitée par des procédures normales de rétablissement du système de transmission. La défaillance des systèmes de transmission dans le sens des commutateurs vers les terminaux DCME peut se traduire par la manifestation d'une grande variété de conditions d'alarme différentes, en particulier lorsqu'un terminal DCME multidestination dessert plusieurs commutateurs et plusieurs routes. Il est souhaitable de limiter la production de conditions d'alarme vers les canaux qui sont pratiquement en panne.

1.7 Commande de surcharge de transmission

La réduction du nombre de canaux supports à disposition pour le processus de concentration, due aux débits élevés des services de données dans la bande vocale et à 64 kbit/s ou à des variations de l'ensemble de l'activité vocale d'entrée, peut se produire lorsque le nombre de canaux interurbains simultanément actifs dépasse le nombre de canaux supports disponibles. Dans un cas comme dans l'autre, il faut prendre des mesures afin de sauvegarder la qualité des signaux vocaux. Quatre solutions se présentent:

- le système peut être dimensionné de façon qu'en présence des activités maximales prévues à court terme pour les canaux interurbains, il y ait une probabilité négligeable de violer les critères de qualité des signaux vocaux. Cette solution fait un emploi très peu efficace du système DCMS en dehors de l'heure chargée;
- un système multidestination peut être configuré de façon à acheminer des routes ayant des heures chargées très différentes, de façon que les canaux supports soient toujours correctement chargés, bien que les canaux interurbains puissent avoir un taux d'occupation relativement faible aux heures non chargées;
- des signaux peuvent être envoyés de l'équipement DCME au commutateur pour bloquer une partie de la route lorsque les critères de qualité sont violés. C'est ce qu'on désigne par le terme de contrôle dynamique de charge (DLC, *dynamic load control*). Cette méthode de contrôle peut être efficace mais elle ne peut pas être rétroactive et son effet est lent à apparaître. Il faut par ailleurs veiller à ce que l'augmentation d'activité des canaux supports ne soit pas, lorsque les circuits sont remis en service, telle qu'il en résulte une réapplication immédiate du contrôle DLC;
- on peut rechercher un compromis entre la qualité de quantification des signaux et l'écrêtage des rafales de parole. Grâce à des algorithmes MICDA à débit variable, il est possible de quantifier pseudo-périodiquement un certain nombre d'échantillons sur trois ou deux bits au lieu de quatre dans des canaux vocaux individuels. De cette façon, le système peut être assorti d'une caractéristique de dégradation progressive au lieu d'être soumis à une surcharge soudaine.

Toutes ces techniques peuvent être utilisées dans un équipement DCME conforme à la Recommandation G.763.

1.8 Surveillance de la qualité de la liaison de transmission

L'expérience acquise avec les équipements DCME a montré la valeur de l'utilisation des informations de CRC pour la détection et la localisation de certains dérangements. Pour fournir un ensemble détaillé d'indicateurs à long terme et à court terme, il y a lieu que les équipements DCME offrent les moyens suivants de surveillance de la qualité des conduits numériques qui y aboutissent:

- contrôle de redondance cyclique (CRC, *cyclic redundancy check*);
- signal de verrouillage de trames (FAS, *frame alignment signal*);
- autres alarmes du débit primaire;
- informations CRC d'erreur de bloc à l'extrémité distante (FEBE, *far end block error information of distant CRC*);
- SVT du canal de commande d'équipement DCME;
- violations du code Golay de correction FEC du ou des canaux de commande.

1.9 Références

- [1] KOU (K.Y.), O'NEAL (J.B.), NILSON (A.A.): Computations of DSI (TASI) overload as a function of the traffic offered (Calculs de la surcharge dans les systèmes de concentration numériques des communications DSI par affectation statistique TASI en fonction du trafic offert), *IEEE Trans. on Communications*, Vol. COM-33, N° 2, février 1985.
- [2] BRADY (P.T.): A model for generating on-off speech patterns in 2-way conversation (Modèle pour la production de structures vocales simplex en conversation bilatérale), *Bell System Technical Journal*, p. 2445 et suivantes, septembre 1969.
- [3] AARON (M.R.), TAYANT (N.S.): Numéro spécial sur la réduction du débit binaire et la concentration des signaux vocaux, *IEEE Trans. on Communications*, Vol. COM-30, N° 4, avril 1982.

2 Méthodes de dimensionnement des équipements DCME pour différentes caractéristiques de route

2.1 Domaine d'application

Le présent paragraphe appelle l'attention sur les implications des mesures des niveaux d'occupation des canaux et de données en bande vocale, qui ont été relevées sur des routes particulières dans lesquelles le nombre de communications de données en bande vocale est grand en terme soit absolu soit relatif au nombre total de communications.

Il est principalement destiné au dimensionnement des équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 (avant janvier 1994).

Ce supplément peut servir à dimensionner des équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 (après janvier 1994), mais il est admis que ces équipements utilisent des paramètres additionnels qui sont indiqués dans la Recommandation G.766 pour la démodulation et la remodulation en télécopie. Il est également reconnu que ces équipements DCME offrent une capacité de surcharge par quantification sur 2 bits qui améliore la qualité subjective de la voix en conditions de trafic intense.

2.2 Profils de route

La Figure 1 montre le type de profil qui a été obtenu à partir de mesures relevées sur une route FDM entre le Royaume-Uni et un pays pour lequel la proportion de communications de données dans la bande vocale était censée être élevée. L'on peut y constater qu'il y a deux pics relevant du dimensionnement d'équipement DCME: l'un (le pic vocal) où la voix est l'élément dominant avec une composante relativement petite de données en bande vocale et l'autre (le pic non vocal) où les données en bande vocale dominant par rapport aux séquences vocales.

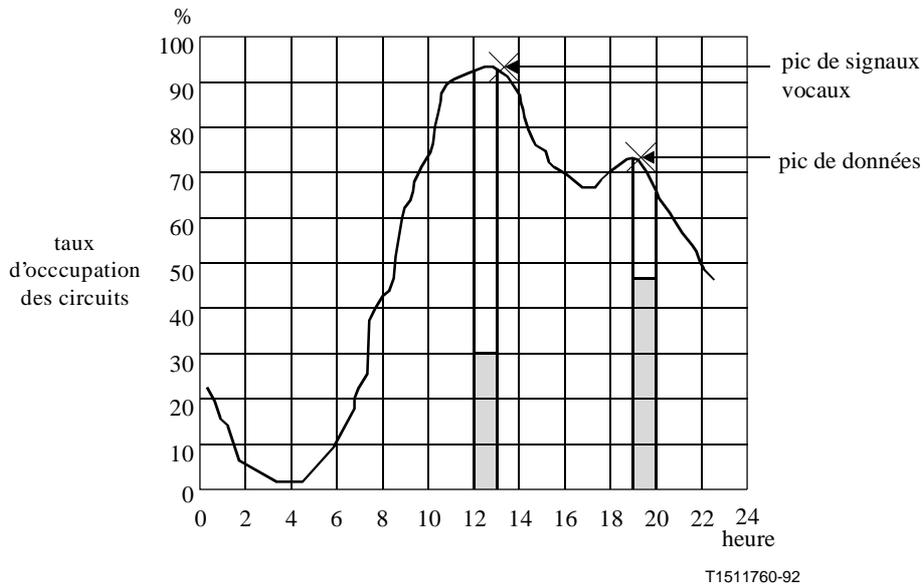


Figure 1 – Profil FDM

NOTE – Le profil des données n'est pas symétrique dans chaque sens de transmission.

Les données en bande vocale exigent plus de capacité support que les signaux vocaux dans un système DCME incorporant une concentration numérique de la parole (DSI), y compris les signaux de télécopie non modulés, et un codage à faible débit (LRE). Il n'est donc pas immédiatement évident qu'un de ces deux pics est le facteur limitant dans le calcul du gain réalisable par un équipement DCME sur une route particulière. Chaque route doit être examinée avec précision afin de déterminer le gain réalisable. La valeur limite du gain n'apparaît pas nécessairement à l'un des pics et, en pratique, il faut effectuer une recherche sur les profils de plusieurs jours afin de déterminer le gain réalisable.

La Figure 2 montre un profil typique qui a été obtenu à partir de la route en TDMA pour le même pays. En raison des différences d'origine du trafic et de répartition de la charge, les pics vocaux et non vocaux coïncident. Dans ce cas, les profils d'émission et de réception sont plus proches de la symétrie.

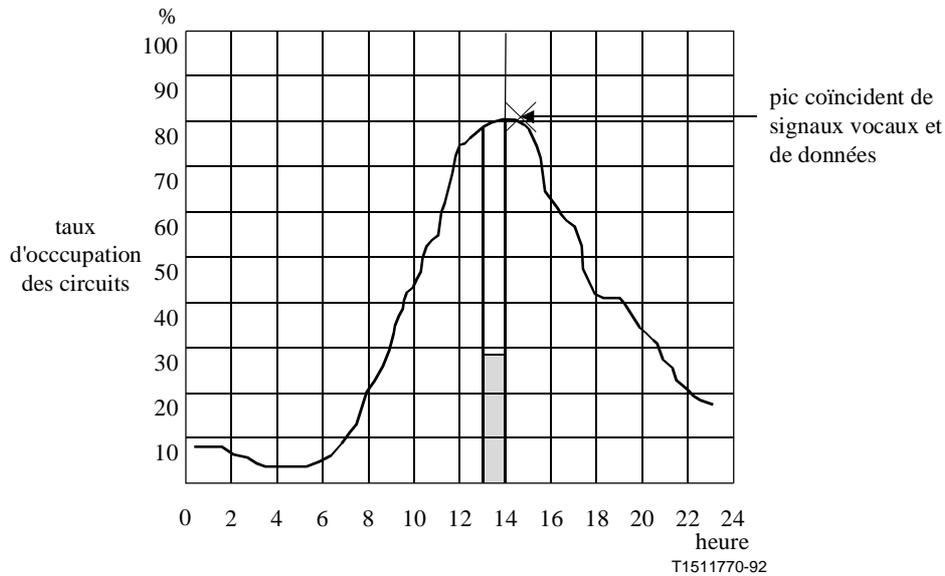


Figure 2 – Profil TDMA

2.3 Fonctionnement des équipements DCME

La Figure 3 montre un équipement DCME composé d'un étage de concentration DSI et un étage de codage LRE (l'étage de démodulation/remodulation de télécopie a été omis). Les données vocales et non vocales doivent être traitées séparément dans chacun de ces étages lorsque l'on essaie d'accéder au gain réalisable par un équipement DCME particulier confronté à un profil de route particulier.

2.3.1 Gain de concentration DSI pour la voix

Ce gain dépend du nombre de canaux interurbains d'entrée acheminant des données vocales. Il ne s'agit pas d'une relation linéaire.

Le Tableau 1 présente quelques formules non analytiques pour le calcul approché du gain de concentration DSI pour la voix. Il y a lieu de noter que ces approximations ne sont strictement valides que pour les équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 et bénéficiant d'une détection idéale de la parole (c'est-à-dire que l'activité indiquée par le détecteur de parole est l'activité vocale réelle).

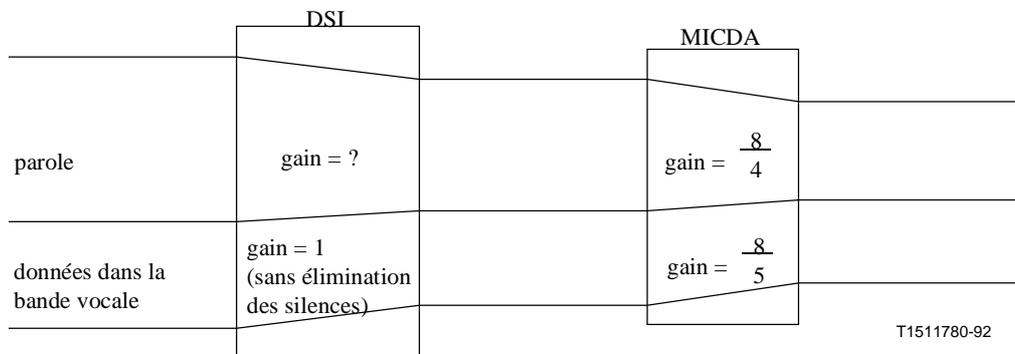


Figure 3 – Gain du DCME

2.3.2 Gain de concentration DSI pour les données

La télécopie est le principal service de données. Il peut être considéré comme simplex, c'est-à-dire qu'une communication de données particulière s'écoule dans un seul sens de transmission à un moment donné, alors que le sens opposé est silencieux. Si l'intensité totale de trafic de télécopie dans un sens de transmission est compensée dans l'autre sens de transmission par une intensité équivalente, on peut employer une technique dite d'élimination du silence afin de libérer la voie de transmission opposée lorsque des données circulent dans un sens. Cela produit un gain DSI théorique de 2. Cependant, si le trafic total de télécopie sur une route n'est pas compensé dans chaque sens de transmission, rendant l'élimination du silence difficile à réaliser (ou si la fonction d'élimination du silence n'a pas été intégrée dans un équipement DCME particulier), le gain DSI pour les données en bande vocale est de 1.

2.3.3 Gain de codage LRE pour la voix

Le traitement de la voix dans les équipements DCME, spécifié dans la Recommandation G.763, est fondé sur l'utilisation de la MICDA à 32 kbit/s, soit 4 bits/échantillon. Le codage instantané à 3 bits/échantillon (ainsi que le codage à 2 bits/échantillon pour équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 après janvier 1994) est possible pour créer des canaux de surcharge (produisant un débit de codage moyen inférieur à 4 bits/échantillon). L'avantage offert par les canaux de surcharge se retrouve dans le calcul du gain de concentration DSI pour la voix. Il convient donc

de partir de l'hypothèse d'un gain nominal de $\frac{8}{4}$ pour la voix.

2.3.4 Gain de codage LRE pour les données

Le gain de codage LRE pour les données dépend du nombre de bits par échantillon qui sont affectés par un système particulier à une communication de données.

Dans le présent supplément, tous les calculs partent du principe qu'un débit de codage de 40 kbit/s est appliqué aux données en bande vocale, conformément à la Recommandation G.763. Le gain de

codage LRE pour les données est donc égal à $\frac{8}{5}$.

On trouvera un exemple pour la démodulation/remodulation de télécopie dans le Supplément 1 de la Recommandation G.766.

2.4 Dimensionnement des équipements DCME

On trouvera dans le sous-paragraphe suivant une analyse détaillée du dimensionnement des équipements DCME.

Tableau 1 – Gain de concentration DSI pour la voix

| Nombre de bit/échantillon | Nombre de canaux interurbains (N) | Formule | Facteur d'activité (AF) | | |
|---------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | 0,33 | 0,35 | 0,37 |
| 3,6 | N < 80 | $G_v = a + b \times \ln(N)$ | a = 0,23 b = 0,61 | a = 0,04 b = 0,60 | a = 0,30 b = 0,51 |
| | N ≥ 80 | $G_v = \frac{1,1388 \times N}{N \times AF \times \sqrt{N \times AF}}$ | AF = 0,33 | AF = 0,35 | AF = 0,37 |
| 3,7 | N < 80 | $G_v = a + b \times \ln(N)$ | a = 0,23 b = 0,61 | a = 0,04 b = 0,60 | a = 0,27 b = 0,52 |
| | N ≥ 80 | $G_v = \frac{1,108 \times N}{N \times AF \times \sqrt{N \times AF}}$ | AF = 0,33 | AF = 0,35 | AF = 0,37 |
| 3,8 | N < 80 | $G_v = a + b \times \ln(N)$ | a = 0,24 b = 0,59 | a = 0,01 b = 0,61 | a = 0,28 b = 0,51 |
| | N ≥ 80 | $G_v = \frac{1,0789 \times N}{N \times AF \times \sqrt{N \times AF}}$ | AF = 0,33 | AF = 0,35 | AF = 0,37 |

NOTE – Les formules de dimensionnement indiquées dans ce tableau sont déduites d'un calcul destiné à minimiser la mutilation de la parole et à verrouiller les signaux de parole à des niveaux subjectivement acceptables lorsque le codage LRE à 4 ou à 3 bits est utilisé (c'est-à-dire pour les équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 avant janvier 1994). Dans les mêmes hypothèses, les calculs effectués avec un codage LRE à 4, 3 ou 2 bits par échantillon (pour les équipements DCME conformes à la Recommandation G.763 après janvier 1994) produiraient des gains DSI améliorés. Les formules mises à jour pour ce dernier cas restent à l'étude.

2.4.1 Limitations

Théoriquement, le calcul du gain d'équipement DCME sera effectué par une modélisation informatique détaillée du système selon la méthode qui a déjà fait ses preuves avec grand succès chez Swedish Telecom Radio. Compte tenu d'une connaissance approfondie de la route en termes de variations horaires, journalières et saisonnières du flux de trafic en signaux vocaux et en données en bande vocale, en termes de systèmes de signalisation, de durées d'occupation et de rapports d'aboutissement/non-aboutissement des communications dans un intervalle de temps, il est possible de modéliser cette route avec un haut degré de précision, au moins rétroactivement. La principale limitation est cependant la qualité des informations injectées dans le modèle. C'est pour pallier cette limitation que l'analyseur d'occupation de canal numérique (DCOA, *digital channel occupancy analyser*) a été mis au point. Si l'analyseur DCOA est utilisé sur un groupe de circuits dont la représentativité a été démontrée par un échantillonnage préalable ou par d'autres informations, l'on peut en tirer de très utiles données de dimensionnement. Dans ce cas, la limitation est la durée totale admissible du mesurage. Dans la plupart des cas, il est peu probable qu'une durée supérieure à deux semaines soit acceptable, pour des raisons liées à l'exploitation. Cela représente une importante limitation lorsque l'on tente de créer un modèle précis, comme pour le dimensionnement (contrairement à la vérification du fonctionnement de l'équipement). Une simulation de type Monte Carlo ne semble pas nécessaire.

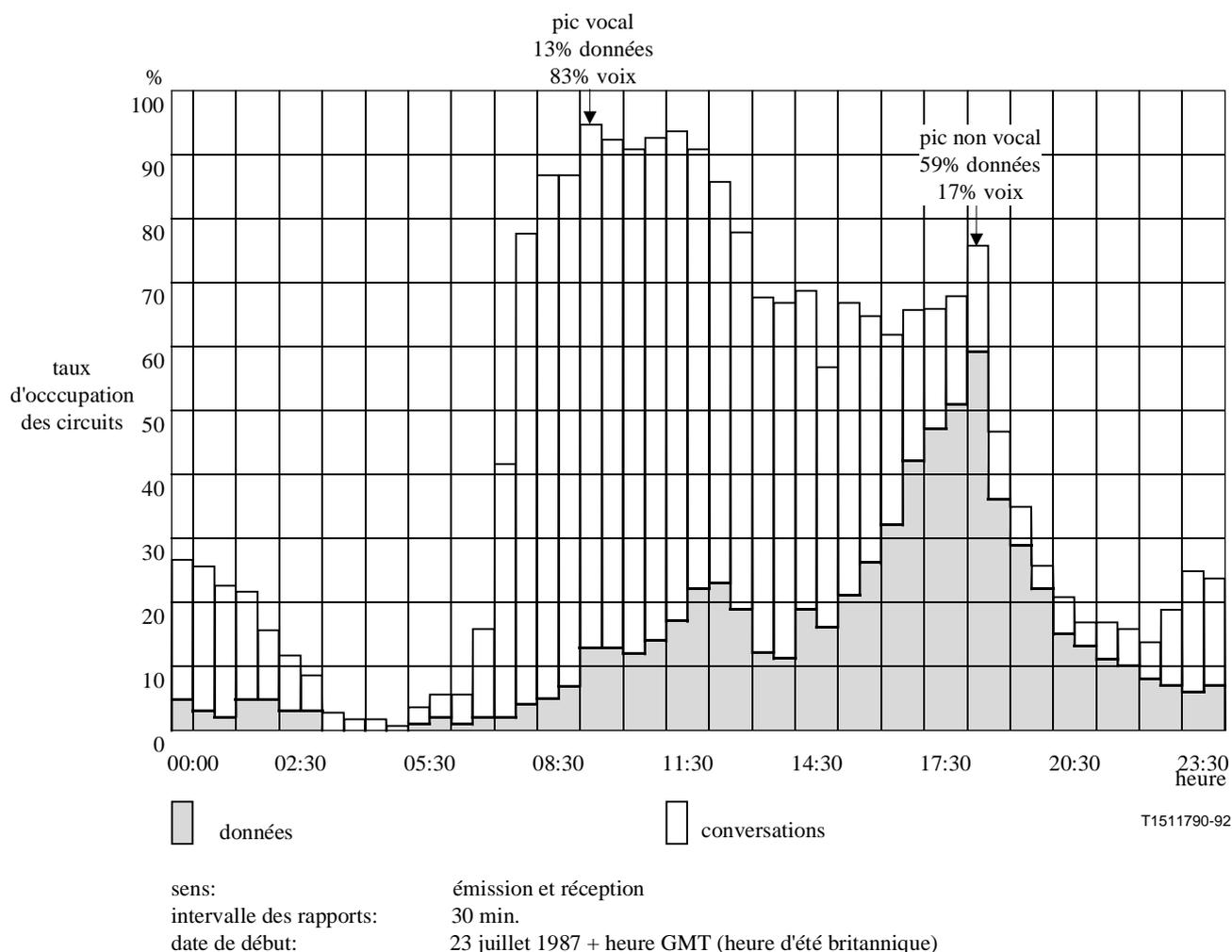


Figure 4 – Profil de route par analyseur DCOA pour l'exemple 1

2.4.2 Exemples de calcul de gain par des techniques simplifiées

Les exemples suivants illustrent les concepts décrits au 2.2 et décrivent l'utilisation d'une technique simplifiée pour le dimensionnement des équipements DCME au moyen de profils de route avec analyseur DCOA.

2.4.2.1 Dimensionnement d'équipement DCME utilisant le profil d'une route sans élimination de silence

Hypothèses

Nombre de canaux interurbains à la date de service = 240

La Figure 4 est le profil de route DCOA applicable.

Remarque

L'expérience ou des calculs simplifiés permettent de montrer qu'il faut au moins trois équipements DCME utilisant chacun 30 canaux supports pour le nombre indiqué de canaux interurbains et pour l'intensité indiquée du trafic de données en bande vocale. Mais supposons que quatre équipements DCME soient utilisés sur la route afin de calculer le gain pour le trafic vocal (ce gain dépend du nombre d'équipements DCME entre lesquels le trafic vocal est réparti). Dans cette hypothèse, l'on aura l'assurance que les équipements DCME ne seront pas surchargés et qu'ils permettront

d'augmenter le trafic sur la route. En pratique, une procédure itérative serait utilisée pour déterminer le nombre optimal d'équipements DCME sur chaque route.

La Figure 4 montre qu'il y a deux pics à considérer. L'un est principalement constitué de données (pic non vocal) et l'autre est principalement constitué de signaux vocaux (pic vocal):

Pic non vocal (59% de données)

| | |
|--|---|
| nombre de canaux de données | = $240 \times 0,59 = 142$ canaux |
| nombre de canaux de données par DCME | $\frac{142}{4} = 36$ |
| gain de concentration DSI | = 1 (pas d'avantage à obtenir par élimination de silence car presque toutes les données vont dans un seul sens de transmission) |
| gain de codage LRE | $= \frac{8}{5}$ |
| nombre de canaux vocaux (17% voix) | = $240 \times 0,17 = 41$ canaux au total |
| nombre de canaux vocaux par DCME | = 11 |
| gain de concentration DSI (pour 11 canaux) | = 1,52 (d'après le Tableau 1 avec AF = 0,37 et 3,7 bit/échantillon) |
| gain de codage LRE | $= \frac{8}{4}$ |

Le besoin en canaux supports à 64 kbit/s par équipement DCME est donc:

$$\frac{36 \times 5}{8} + \frac{11 \times 4}{1,52 \times 8} = 23 \text{ (données)} + 4 \text{ (voix)} = 27 \text{ canaux supports}$$

Le besoin total en canaux supports est donc:

$$27 \times 4 = 108 \text{ canaux supports}$$

Pic vocal (13% de données)

| | |
|--|---|
| nombre de canaux de données | = $240 \times 0,13 = 32$ canaux au total |
| nombre de canaux de données par DCME | $\frac{32}{4} = 8$ |
| gain de concentration DSI | = 1 (pas d'avantage à obtenir par élimination de silence car presque toutes les données vont dans un seul sens de transmission) |
| gain de codage LRE | $= \frac{8}{5}$ |
| nombre de canaux vocaux (17% voix) | = $240 \times 0,83 = 200$ canaux au total |
| nombre de canaux vocaux par DCME | = 50 |
| gain de concentration DSI (pour 50 canaux) | = 2,30 (d'après le Tableau 1 avec AF = 0,37 et 3,7 bit/échantillon) |

$$\text{gain de codage LRE} = \frac{8}{4}$$

Le besoin en canaux supports à 64 kbit/s par DCME est donc:

$$\frac{8 \times 5}{8} + \frac{50 \times 4}{2,30 \times 8} = 5 \text{ (données)} + 11 \text{ (voix)} = 16 \text{ canaux supports}$$

Le besoin total en canaux supports est donc:

$$16 \times 4 = 64 \text{ canaux supports}$$

Conclusion

Dans ce cas, il semble donc que le dimensionnement des équipements DCME dépende du nombre de canaux interurbains requis pour absorber le pic vocal et par le nombre de canaux supports requis pour absorber le pic non vocal. Comme le nombre de canaux indiqués par le détecteur DCOA comme étant actifs est une moyenne calculée sur l'intervalle de mesure, il est logique d'estimer que les 240 canaux interurbains (plutôt que seulement 232) ont été actifs pendant une brève durée. En admettant que seuls les canaux supports utiles sont utilisés et en négligeant le canal d'informations d'assignation, le gain réalisable sera donc:

$$\frac{240}{108} = 2,22$$

2.4.2.2 Dimensionnement d'équipement DCME utilisant le profil d'une route avec élimination de silence

Hypothèses

Nombre de canaux interurbains à la date de service = 347

La Figure 5 est le profil de route DCOA applicable.

La Figure 4 est le profil de route DCOA applicable.

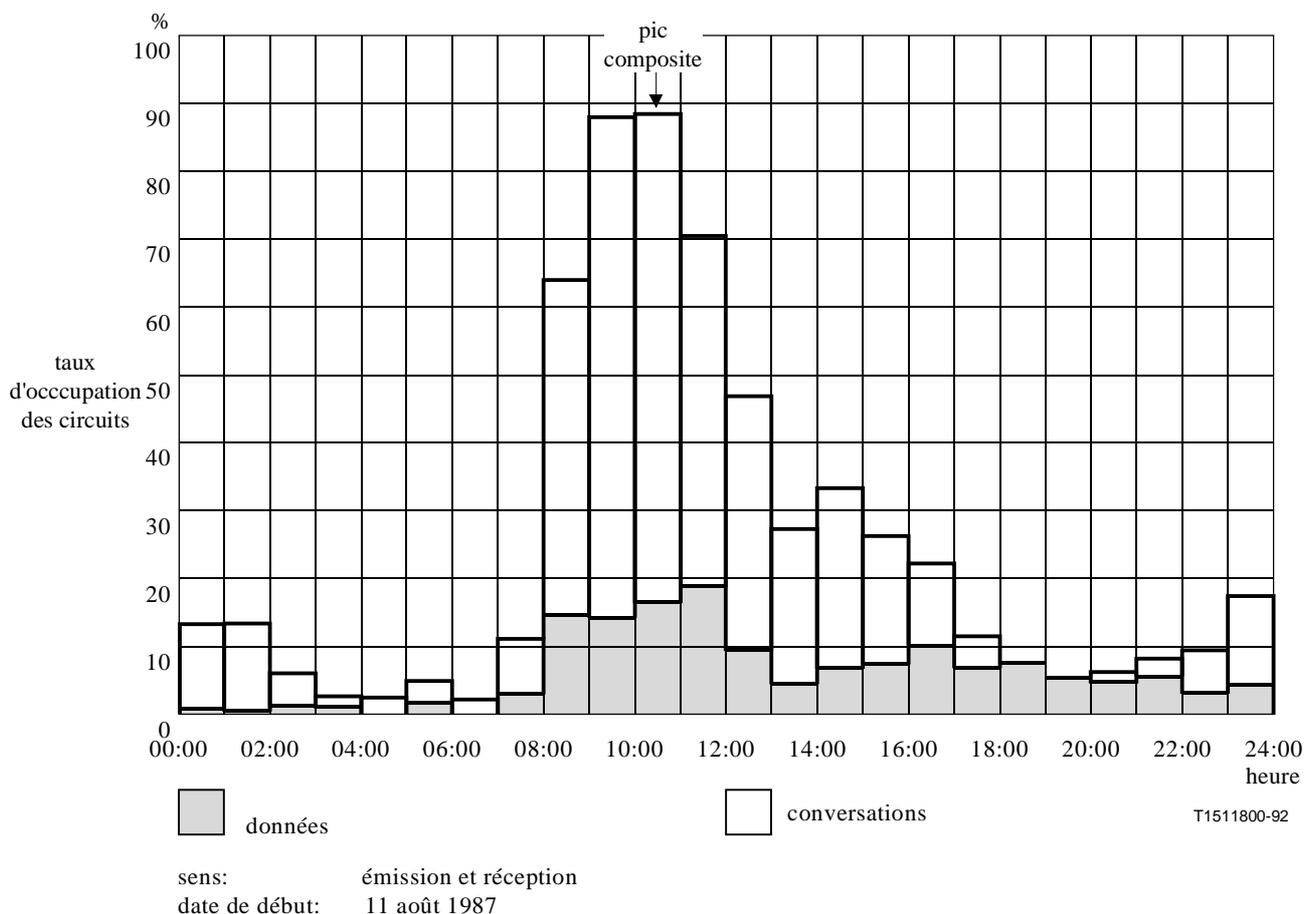


Figure 5 – Profil de route par analyseur DCOA pour l'exemple 2

Remarque

Sur cette route, il apparaît que l'utilisation de l'élimination du silence apportera certains avantages. D'autres mesures par détecteur DCOA ont indiqué qu'il y avait à peu près deux fois plus d'activité par données en bande vocale dans le sens d'émission que dans le sens de réception. Le gain DSI réalisable sur les données en bande vocale en raison de l'élimination du silence est donc de l'ordre de 1,5. Ce résultat part de l'hypothèse qu'il y a autant de canaux supports d'émission que de réception dans chaque terminal d'équipement DCME. Des calculs simplifiés et l'expérience montrent qu'en raison du pourcentage relativement faible de données en bande vocal dans cet exemple, trois équipements DCME seront probablement suffisants.

D'après la Figure 5, il n'y a qu'un seul pic à considérer:

nombre de canaux de données (15% de données) = $347 \times 0,17 = 59$ canaux au total

nombre de canaux de données par DCME $\frac{59}{3} \approx 20$

gain de concentration DSI = 1,5 (par élimination de silence)

gain de codage LRE $= \frac{8}{5}$

nombre de canaux vocaux (72% voix) = $347 \times 0,72 = 250$ canaux au total

nombre de canaux vocaux par DCME = 84

gain de concentration DSI (pour 84 canaux) = 2,54 (d'après le Tableau 1 avec AF = 0,37 et 3,7 bit/échantillon)

Le besoin en canaux supports à 64 kbit/s par équipement DCME est donc:

$$\frac{20 \times 5}{1,5 \times 8} + \frac{84 \times 4}{2,54 \times 8} = 9 \text{ (données)} + 17 \text{ (voix)} = 26 \text{ canaux supports}$$

Le besoin total en canaux supports est donc:

$$26 \times 3 = 78 \text{ canaux supports}$$

Conclusion

Dans ce cas, en supposant que seuls les canaux supports utiles sont utilisés, l'équipement DCME pourra réaliser un gain de:

$$\frac{347}{78} = 4,45$$

Cependant, comme indiqué par l'exemple précédent, il serait très peu judicieux d'estimer qu'un gain DCME aussi élevé que quatre pourra être obtenu pour tous les types d'équipement DCME sans un examen approfondi des caractéristiques de route. Un corollaire à cet axiome est que si un équipement DCME est installé sur une route, sa qualité de fonctionnement doit faire l'objet d'une surveillance constante afin de faire en sorte que les variations de répartition du trafic sur cette route n'aient pas d'incidence sérieuse sur la qualité de transmission.

2.4.3 Deux pièges à éviter

La Figure 6 montre un exemple plausible d'enregistrement par détecteur DCOA concernant une période typique de deux heures. Sur la base du taux d'occupation des canaux sur la route, l'on pourrait estimer que l'occupation maximale des supports coïncidera avec le pic de trafic vocal. Mais tel n'est pas le cas. Le maximum réel se produit immédiatement avant, pendant la 2^e période de la Figure 7. La raison en est que le trafic de données en bande vocale parvient à son maximum avant le trafic vocal. Les administrations souhaiteront peut-être examiner s'il s'agit d'une situation probable et si, par exemple, la transmission par télécopie de résultats financiers en clôture d'affaires d'un jour particulier est susceptible de produire des conversations téléphoniques de suivi. Les informations relatives à chaque période sont résumées dans le Tableau 2.

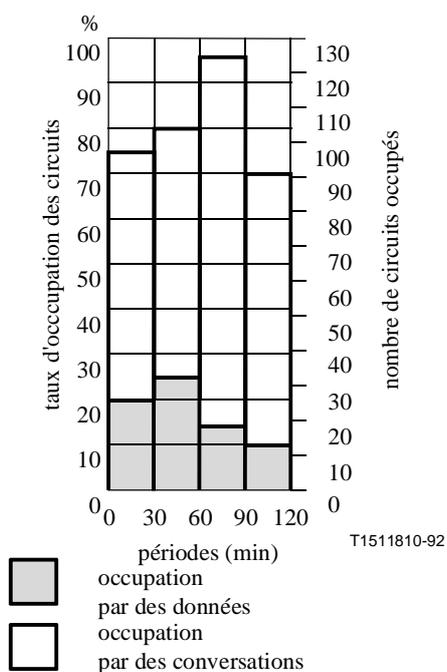


Figure 6 – Profil DCOA, côté interurbain

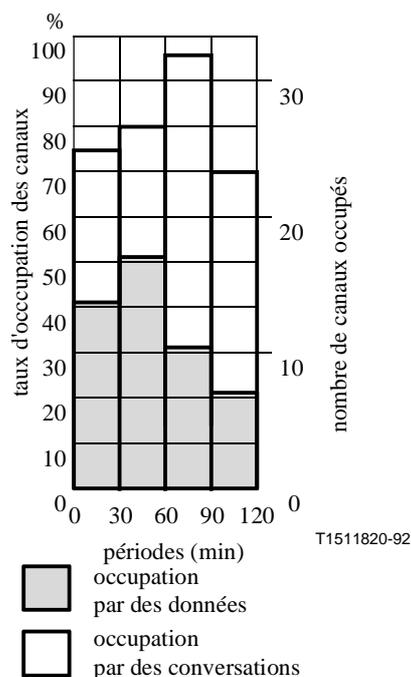


Figure 7 – Profil DCOA, côté support

Tableau 2 – Comparaison des taux d'occupation des circuits et des canaux

| Occupation | Période | | | | | | | |
|------------------------|---------|------|--------|------|----------|-------|----|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| | % | chs | % | chs | % | chs | % | chs |
| Données | 20 | 26 | 25 | 32,5 | 15 | 19,5 | 10 | 13 |
| Conversation | 55 | 71,5 | 55 | 71,5 | 80 | 104 | 60 | 78 |
| Total | 75 | 97,5 | 80 | 104 | 95(max.) | 123,5 | 70 | 91 |
| Canaux de données | | 13 | | 16,5 | | 10 | | 6,5 |
| Canaux de conversation | | 15 | | 15 | | 21 | | 16 |
| Total | | 28 | (max.) | 31,5 | | 31 | | 22,5 |

Des précautions doivent être prises lorsque les caractéristiques à court terme de la route mesurée sont inconnues. Cet aspect prend une importance spéciale lorsque route est courte car la présentation du trafic de données en bande vocale peut ne pas être très uniforme. Dans une période de 5 min, des variations de 2:1 du niveau d'activité à court terme des données en bande vocale ne sont pas des événements rares. Il serait donc prudent de répéter tous les essais de dimensionnement utilisant un profil DCOA mais en doublant tous les taux d'occupation des données en bande vocale pour effectuer une comparaison avec le nombre maximal absolu de canaux disponibles lorsque toute l'activité vocale est assurée par 3 bits. Si cette comparaison montre que des mutilations seraient subies dans ces conditions, il y aurait lieu de choisir un réglage de gain inférieur, sur la base de toute estimation de la période de limitation.

2.5 Conclusion

La méthode de dimensionnement des systèmes d'équipements DCME qui a été décrite n'est sans doute pas rigoureuse sur le plan statistique mais elle peut donner des estimations réalistes des capacités de ces systèmes en fonction de données d'entrée adéquates. On a décrit un certain nombre de problèmes de dimensionnement pouvant se poser, ainsi que leurs solutions. Ces méthodes ont été utilisées avec succès pour introduire des équipements DCME sur un certain nombre de routes.

SERIES 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 | 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, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux |
| Série N | Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle |
| Série O | Spécifications des appareils de mesure |
| Série P | Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux |
| Série Q | Commutation et signalisation |
| Série R | Transmission télégraphique |
| Série S | Equipements terminaux de télégraphie |
| Série T | Terminaux des services télématiques |
| Série U | Commutation télégraphique |
| Série V | Communications de données sur le réseau téléphonique |
| Série X | Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts |
| Série Y | Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet |
| Série Z | Langages et aspects informatiques généraux des systèmes de télécommunication |