



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

**E.528**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

(02/96)

**RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE ET RNIS**

**QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DU RÉSEAU  
ET INGÉNIERIE DU TRAFIC**

---

**DIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES  
À ÉQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION  
DE CIRCUIT NUMÉRIQUE**

**Recommandation UIT-T E.528**

(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 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 (Helsinki, 1<sup>er</sup>-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T E.528, que l'on doit à la Commission d'études 2 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 19 février 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

---

### NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1996

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	Domaine d'application.....	1
2	Références .....	1
3	Définitions.....	2
4	Abréviations .....	2
5	Eléments de dimensionnement.....	3
5.1	Détermination des paramètres de qualité de service (QS) et de qualité d'écoulement du trafic (GOS) .....	3
5.2	Principes généraux de la méthode de dimensionnement .....	3
5.3	Paramètres à prendre en compte dans les calculs de dimensionnement .....	3
5.3.1	Paramètres généraux .....	3
5.3.2	Codage à faible débit en mode MICDA.....	4
5.3.3	Concentration numérique de la parole .....	4
5.4	Détermination du gain de DCME (conformément à la Recommandation G.766).....	4
5.4.1	Gain de DCME pour la parole $G_v$ .....	4
6	Méthode de dimensionnement des liaisons DCME et gain de calcul.....	5
7	Détermination du nombre de liaisons DCME .....	5
7.1	Détermination de la probabilité de blocage pour les liaisons DCME point à point.....	5
7.2	Configuration multisystème.....	6
Annexe A	.....	6
A.1	Effets de la sélection de paramètres spéciaux sur le dimensionnement des DCME .....	6
A.2	Exemple de calcul de dimensionnement de DCME.....	10
Annexe B	.....	12
Appendice I	.....	12
I.1	Rôle fonctionnel de la commande de charge dynamique.....	12
I.2	Gain $G_v$ maximal réalisable.....	12
I.3	Pourcentage maximal admissible de communications en données VBD.....	13
I.4	Détermination des probabilités de blocage pour le dimensionnement de liaisons point à point comportant des DCME .....	13
I.4.1	Activation et désactivation de la commande DLC.....	13
I.4.2	Conditions de charge des canaux supports .....	14
Références	.....	14
Appendice II	.....	15

## RÉSUMÉ

Les équipements de multiplication de circuit numérique (DCME) (*digital circuit multiplication equipment*) permettent d'utiliser à un haut degré les circuits numériques dans les réseaux téléphoniques publics commutés (RTPC) et dans les réseaux numériques avec intégration des services (RNIS), en assurant l'intégration du trafic téléphonique, du trafic de données en bande vocale (VBD) et de la partie télécopie du trafic VBD.

La méthode de dimensionnement des systèmes DCME décrite dans la présente Recommandation traite des faisceaux de circuits entre deux commutateurs, où l'on utilise des équipements DCME afin d'obtenir un gain statistique de multiplexage.

La présente Recommandation décrit également les paramètres de GOS qui interviennent dans le calcul du gain de DCME.

La présente Recommandation traite de la configuration de fonctionnement de systèmes DCME simples point à point. Un complément d'étude est nécessaire quant au dimensionnement des types complexes de systèmes DCME à plusieurs groupes/destinations.

## DIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES À ÉQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMÉRIQUE

(Genève, 1996)

### 1 Domaine d'application

Les équipements de multiplication de circuit numérique (DCME) permettent d'utiliser à un haut degré les circuits numériques dans les réseaux téléphoniques publics commutés (RTPC) et dans les réseaux numériques avec intégration des services (RNIS), en assurant l'intégration du trafic téléphonique, du trafic de données en bande vocale (VBD) et de la partie télécopie du trafic VBD.

La méthode de dimensionnement des systèmes DCME décrite dans la présente Recommandation traite des faisceaux de circuits entre deux commutateurs, où l'on utilise des équipements DCME afin d'obtenir un gain statistique de multiplexage. L'objectif de cette méthode est de déterminer les dimensions du faisceau de circuits, le nombre et les propriétés des canaux (supports) de sortie de DCME et le nombre d'équipements DCME nécessaires pour des compositions de trafic particulières (voix, données en bande vocale et télécopie) afin d'obtenir un bon rapport qualité/prix pour l'écoulement du trafic (GOS).

La présente Recommandation donne également la description des paramètres de GOS qui interviennent dans le calcul du gain de DCME. Le gain de DCME, qui y est décrit comme le rapport d'un nombre de canaux de faisceau au nombre de canaux supports disponibles, est utilisé afin de déterminer la disponibilité et les propriétés spécifiques des canaux supports de DCME.

La présente Recommandation traite de la configuration de fonctionnement de systèmes DCME simples point à point. Un complément d'étude est nécessaire quant au dimensionnement des types complexes de systèmes DCME à plusieurs groupes/destinations.

### 2 Références

Les Recommandations et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- Recommandation G.766 du CCITT (1992), *Démodulation/remodulation de télécopie pour équipement multiplicateur de circuits numériques.*
- Recommandation UIT-T G.763 (1994), *Équipements de multiplication de circuit numérique utilisant la modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (Recommandation G.726) et la concentration numérique de la parole.*
- Recommandation G.726 du CCITT (1990), *Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40/32/24/16 kbit/s.*
- Recommandation UIT-T E.301 (1993), *Incidence du trafic non téléphonique sur le réseau téléphonique.*
- Recommandation E.520 du CCITT (1988), *Détermination du nombre de circuits nécessaires (sans possibilité de débordement automatique) en exploitation automatique et semi-automatique.*
- Recommandation E.721 du CCITT (1991), *Paramètres de qualité d'écoulement du trafic dans le réseau et valeurs cibles pour les services à commutation de circuits dans le RNIS en développement.*
- Recommandation UIT-T P.84 (1993), *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 Q.50 (1993), *Signalisation entre les équipements de multiplication de circuits et centres de commutation internationaux.*

### 3 Définitions

Les termes et définitions ci-après, applicables aux équipements DCME, sont décrits dans l'article 2/G.763. Définitions concernant l'équipement de multiplication de circuit numérique.

Ces définitions seront utilisées dans tout le texte de la présente Recommandation.

- 3.1 Taux de codage moyen; nombre moyen de bits par échantillon (bit/échantillon) (ABS) (*average number of bits per sample*).
- 3.2 Canal support (BC) (*bearer channel*).
- 3.3 Canal interurbain (TC) (*trunk channel*).
- 3.4 Clique.
- 3.5 Gain de DCME.
- 3.6 Gain de concentration numérique de la parole (DSI) (*digital speech interpolation*).
- 3.7 Démodulation/remodulation de télécopie.
- 3.8 Gel.
- 3.9 Fraction de gel.
- 3.10 Gain de codage à faible débit (LRE) (*low rate encoding*).
- 3.11 Facteur d'activité des signaux vocaux (AF) (*activity factor*) vocal.
- 3.12 Débit binaire variable (VBR) (*variable bit rate*).

Les définitions suivantes sont propres au dimensionnement des DCME, tel que décrit dans la présente Recommandation.

**3.13 mutilation de la parole:** altération du front du signal d'une salve de parole due à un temps de traitement insuffisant. Ce phénomène est dû le plus souvent aux fonctions de traitement des détecteurs de parole employés par les systèmes de concentration numérique de la parole, lorsque les détecteurs tentent de traiter le début d'une salve sans disposer du temps nécessaire. La mutilation de surcharge est la dégradation causée par la stratégie de régulation de surcharge qui permet qu'il y ait blocage lorsque les canaux supports sont provisoirement indisponibles.

**3.14 gain de DCME pour la parole,  $G_v$ :** produit des facteurs de gain de codage à faible débit (LRE) et de concentration numérique de la parole (DSI).

**3.15 liaison DCME:** série de canaux supports entre deux DCME, transmettant des informations concentrées dans chaque sens.

**3.16 quartet:** canal dont les échantillons sont codés sur 4 bits et qui correspond à un débit binaire de données de 32 kbit/s. Ce terme est toujours associé à la capacité d'un canal support. Le terme «canal support complet» fait référence à un canal de 61 quartets sans compter l'intervalle de temps zéro ni le quartet célibataire utilisé pour le canal de message d'assignation (AMC).

**3.17 intervalle de temps:** canal à échantillons codés sur 8 bits, qui correspond à un débit binaire de données de 64 kbit/s. Ce terme est également utilisé pour faire référence à un canal de jonction.

**3.18 mode point à point:** mode d'exploitation de DCME dans lequel le trafic est transféré entre deux DCME correspondants et dans lequel le trafic du canal interurbain est concentré sur les canaux supports vers une seule destination dans chaque sens.

### 4 Abréviations

Pour les besoins de la présente Recommandation, les abréviations suivantes sont utilisées:

ABS	nombre moyen de bits par échantillon ( <i>average bits per sample</i> )
AF	facteur d'activité (des signaux vocaux) ( <i>activity factor</i> )
FEC	correction d'erreur directe ( <i>forward error correction</i> )

DSI	concentration numérique de la parole ( <i>digital speech interpolation</i> )
DLC	contrôle dynamique de charge ( <i>dynamic load control</i> )
CME	équipement de multiplication de circuit ( <i>circuit multiplication equipment</i> )
DCME	équipement de multiplication de circuit numérique ( <i>digital circuit multiplication equipment</i> )
G3	fax du groupe 3
GOS	qualité d'écoulement du trafic ( <i>grade of service</i> )
$G_v$	gain pour la parole ( <i>gain for voice</i> )
LRE	codage à faible débit ( <i>low rate encoding</i> )
MICDA	modulation par impulsions et codage différentielle adaptative
QS	qualité de service ( <i>quality of service</i> )
RNIS	Réseau numérique avec intégration des services
RTPC	réseau de télécommunication public commuté
VBD	données dans la bande de fréquences vocales ( <i>voice band data</i> )

## 5 Eléments de dimensionnement

### 5.1 Détermination des paramètres de qualité de service (QS) et qualité d'écoulement du trafic (GOS)

Le trafic offert aux réseaux qui contiennent des équipements DCME est déterminé conformément aux méthodes spécifiées dans les Recommandations de la série E.500. Pour déterminer une valeur de gain appropriée, préalablement au dimensionnement des équipements DCME, il faut établir une distinction (conformément à la Recommandation E.301) entre la transmission vocale et la transmission de données en bande vocale (VBD) (télécopie ou non) dans la charge de trafic composite globale. La détermination de l'objectif de qualité d'écoulement du trafic devrait fournir des données initiales pour le dimensionnement des équipements DCME; dans le cas du RNIS, la Recommandation E.721 devrait donner les instructions nécessaires. Les paramètres d'écoulement du trafic suivants sont pris en compte dans le dimensionnement des systèmes DCME:

- QS:
  - niveau de mutilation du front du signal;
  - nombre toléré de bits par échantillon utilisé aux fins de codage de la parole.
- GOS:
  - probabilité de blocage d'appel.

### 5.2 Principes généraux de la méthode de dimensionnement

La méthode de dimensionnement DCME décrite dans la présente Recommandation suit les principes suivants:

- pour dimensionner une liaison simple de DCME point à point, on calcule le gain de DCME pour les signaux vocaux, le nombre de quartets nécessaires (taille du canal support) et le gain de DCME pour une certaine capacité et un certain mélange de trafic de jonction;
- on détermine ensuite le nombre nécessaire de liaisons DCME pour le faisceau de jonction en question afin de remplir certains objectifs imposés de probabilité de blocage d'appel.

### 5.3 Paramètres à prendre en compte dans les calculs de dimensionnement

#### 5.3.1 Paramètres généraux

- Nombre de canaux de jonction en fonction du nombre de canaux supports.
- Occupation des canaux de jonction et activité vocale. On suppose en général une activité vocale de 35% à 40% selon le type de langage. Hors heure de pointe, l'occupation des canaux de jonction est moindre que pendant celle-ci. Par conséquent, le facteur d'activité vocale est réduit à 27% environ hors heure de pointe afin que le maximum pendant l'heure de pointe puisse être de 40%.

- Trafic de données en bande vocale. Le pourcentage du trafic VBD, qui varie en fonction de la route d'acheminement et de l'heure du jour, est un facteur à prendre en compte.
- Rapport du mode demi-duplex au mode duplex pour les données en bande vocale.
- La signalisation entre DCME peut maintenir des canaux en activité pendant de longues périodes sans qu'il soit possible d'appliquer aucune méthode de compression numérique de la parole pendant les périodes de traitement de signalisation.
- Trafic à 64 kbit/s dans le canal non codé. Un important facteur est le nombre de canaux à 64 kbit/s non codés, chacun absorbant 2 canaux supports à 32 kbit/s.
- Qualité de parole minimale admissible. Cette qualité est déterminée par le taux de codage du processus de codage à faible débit et par la quantité de signaux vocaux perdus pendant la connexion de canaux de jonction récemment activés. Lorsqu'un grand nombre de ces canaux sont en compétition, il est plus probable que le début d'une salve de parole soit mutilé; lorsqu'un nombre relativement petit de canaux de jonction sont actifs, il est possible qu'une partie d'une salve de parole soit gelée.

### 5.3.2 Codage à faible débit en mode MICDA

On suppose qu'on utilise la méthode de codage MICDA pour le codage de la parole aux débits binaires inférieurs à 64 kbit/s (à savoir 32 kbit/s). Cette technique est généralement utilisée pour les DCME afin d'accroître la capacité des circuits. Le codage MICDA permet d'accroître l'occupation du canal en utilisant un nombre de bits par échantillon inférieur à celui du codage MIC. Un codage MIC ordinaire code un canal téléphonique à 64 kbit/s avec 8 bits par échantillon. Le codage MICDA, qui tient compte de la nature du signal, permet de réduire le débit de codage:

- à 5 bits par échantillon pour les signaux de données en bande vocale à débit binaire de 40 kbit/s;
- à 4 bits par échantillon pour un signal vocal normal à débit binaire de 32 kbit/s;
- à 3 ou 2 bits par échantillon pour un signal vocal de surcharge, ce qui correspond respectivement à des débits binaires de 24 kbit/s et 16 kbit/s.

En comprimant le signal à l'aide d'un codage MICDA réalisé de la sorte, on pourrait doubler la capacité.

### 5.3.3 Concentration numérique de la parole

On suppose qu'on utilise la méthode de concentration numérique de la parole (DSI). Cette technique limite au strict minimum les périodes inactives pendant la conversation, ce qui libère davantage de place sur le canal. Le gain obtenu grâce au traitement de concentration numérique de la parole est défini comme étant le rapport du nombre de canaux téléphoniques au nombre de quartets supports (segments de 4 bits) nécessaires pour la prise en charge des canaux téléphoniques à niveau de qualité téléphonique donné (niveau fixé par l'utilisateur). Typiquement, avec un traitement DSI, on peut obtenir un gain de 3:1 au maximum (2:1 au minimum) pour une activité vocale de 30% à 40 %.

Les canaux téléphoniques concentrés sont attribués aux canaux supports disponibles. En l'absence de capacité support disponible au moment où un canal téléphonique devient actif, il se produit une mutilation du front avant de la bribe de parole. Des canaux supports de surcharge sont créés afin de réduire la probabilité de mutilation en condition de trafic de pointe. En contrepartie, le taux de codage MICDA pour les canaux téléphoniques passe de 4 bits par échantillon à une valeur inférieure, typiquement supérieure ou égale à 3 bits par échantillon pour une condition de surcharge de 3/4 bits et supérieure ou égale à 2 bits par échantillon pour une condition de surcharge de 2/3 bits.

## 5.4 Détermination du gain de DCME (conformément à la Recommandation G.766)

### 5.4.1 Gain de DCME pour la parole, $G_v$

On cite dans l'Annexe B des équations pour le calcul de  $G_v$  qui sont tirées de la Recommandation G.763.

Les formules utilisées pour le calcul de  $G_v$  sont empiriques. Elles résultent d'une analyse mathématique plus formalisée utilisant le modèle statistique de DCME qui prend en compte la distribution de Poisson de l'occurrence des bribes de paroles. Les valeurs des coefficients  $a$  et  $b$ , que l'on appelle aussi coefficients d'ajustement de la courbe, correspondent aux facteurs d'activité lorsque le nombre de canaux de jonction est inférieur à 80. Un guide de l'utilisateur pour le dimensionnement des liaisons DCME existe, sous forme d'un programme informatique simulant différentes tailles de groupe de supports et différentes combinaisons de trafic, qui donne des calculs génériques de gain de DCME pour divers cas de figure. Dans l'Appendice II, on trouvera les informations sur la façon d'obtenir ce guide.



## 6 Méthode de dimensionnement des liaisons DCME et gain de calcul

Pour dimensionner la liaison DCME, il faut calculer le nombre minimal de canaux supports qui permettrait d'acheminer le trafic de jonction tout en garantissant la qualité de transmission requise. On donne ici une méthode qui convient afin de calculer l'influence de volumes spécifiquement choisis de trafic voix/données en bande vocale/données/télécopie sur le calcul du gain global de DCME. L'Annexe B donne les formules de calcul. On trouvera des exemples de résultats dans l'Annexe A. Le calcul du gain se décompose en plusieurs étapes qui sont les suivantes:

- a) déterminer le trafic préassigné: canaux à 64 kbit/s préassignés, canaux à 40 kbit/s préassignés et canaux à 32 kbit/s préassignés. En cas de sélection de canaux à 40 kbit/s, des réserves de bits seront créées (une réserve de bits = 4 bits) et les bits non utilisés sont assignés aux réserves de bits. Ces bits pourront ensuite être utilisés afin de compenser le déficit de bits fréquemment créé par des canaux de données chargés dynamiquement;
- b) déterminer le pourcentage de canaux de jonction d'entrée devant être utilisés comme canaux de données;
- c) déterminer le pourcentage de canaux de jonction d'entrée devant être utilisés comme canaux de télécopie;
- d) déterminer le pourcentage de ces canaux de télécopie devant être assigné à des appels G3 FAX (appels télécopie normalisée à 9,6 kbit/s);
- e) sélectionner le facteur d'activité et les vitesses de codage (nombre de bits par échantillon par canal);
- f) à partir de l'étape b), on peut déterminer le nombre de canaux de jonction d'entrée nécessaires pour les canaux téléphoniques et de données;
- g) à partir des étapes c) et f), on peut déterminer le nombre de canaux de télécopie dans la jonction;
- h) à partir des étapes g) et d), on peut déterminer le nombre de canaux de télécopie normalisée dans la jonction;
- i) à partir des étapes e) et f), en appliquant les formules du Tableau A.1, on peut calculer le gain téléphonique ainsi que le nombre de quartets par voie support;
- j) calcul des quartets pour les appels de données, les données en bande vocale, les télécopies normalisées et les télécopies hors norme;
- k) après la détermination des quartets dans le canal support pour toutes les parties de trafic nécessaire, le gain de DCME pourrait être calculé de la manière suivante: gain de DCME =  $2 \times$  nombre de canaux de jonction d'entrée/(nombre total de quartets nécessaires par canal support + quartets de surdébit).

On trouvera ci-après certains principes de base propres au fonctionnement des équipements DCME afin d'introduire les hypothèses utilisées pour déterminer le gain et calculer la capacité de voie support correspondante:

- pour un canal de données à 40 kbit/s, il faut un codage de 5 bits par échantillon. On attribue à cet effet un quartet support de 4 bits et on prend le 5<sup>ème</sup> bit sur un canal de réserve à 4 bits réservé à cet effet. Le même canal de réserve peut donc être utilisé pour quatre canaux de données;
- chaque appel sur canal non codé (64 kbit/s) nécessite deux canaux de transmission à 32 kbit/s;
- les canaux préassignés ont des débits de données de 32 kbit/s, 40 kbit/s et 64 kbit/s. Les réserves de bits créées par les canaux à 40 kbit/s préassignés peuvent être partagées avec les canaux de données concentrés;
- un grand nombre des appels de données concerne la transmission de télécopies et la majeure partie du trafic de télécopie est transmise en mode semi-duplex, seule une quantité minimale d'information étant envoyée dans le sens de réception (signal d'accusé de réception). Les spécifications de DCME traduisent le fait que le pourcentage d'activité de la voie de télécopie est de 100% dans le sens d'émission et très faible dans le sens de réception (élimination des silences).

## 7 Détermination du nombre de liaisons DCME

### 7.1 Détermination de la probabilité de blocage pour les liaisons DCME point à point

Lorsqu'on suppose l'activation de la commande de liaison dynamique dans une configuration simple point à point de DCME, il convient de tenir compte de l'augmentation de la probabilité de blocage d'appel telle que la décrit la Recommandation E.301. Pour estimer la probabilité de blocage dans ce cas particulier, il faut aussi tenir compte d'événements tels qu'un certain nombre d'appels admissibles de données en bande vocale (VBD) et du taux de codage moyen (ABS), nombre de bits par échantillon qui déclenche l'activation de la commande de charge dynamique. L'Appendice I donne un exemple de méthode analytique qui permettrait de calculer la probabilité de blocage si l'on utilise la commande de charge dynamique. La spécification détaillée appelle un complément d'étude.

## 7.2 Configuration multisystème

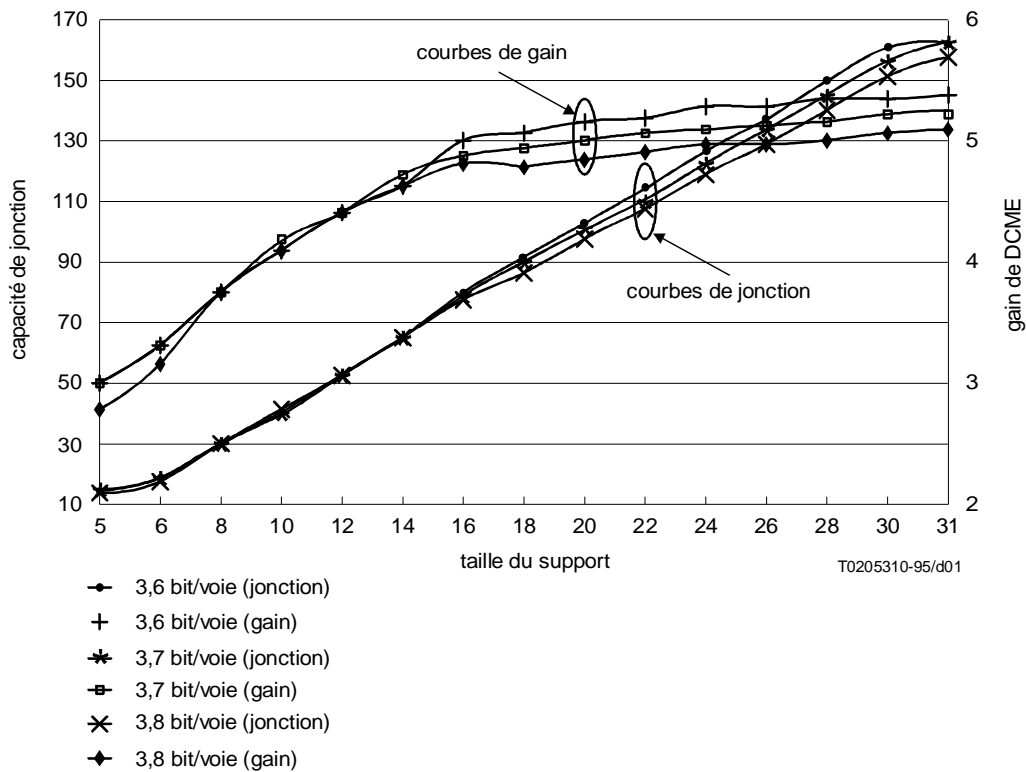
Pour atteindre l'objectif d'une faible probabilité de blocage d'appel, il faut déployer plusieurs liaisons de DCME dans un faisceau de jonctions. On peut utiliser une méthode d'approximation simple afin de déterminer un nombre de liaisons de DCME de telle manière que chaque liaison remplisse cet objectif de manière indépendante. Dans ce cas, on fait l'hypothèse que le trafic offert est aléatoirement réparti entre N flux de trafic homogène, que chaque liaison est dédiée à l'un des N flux et qu'il n'y a pas de débordement d'une liaison à l'autre. Il est nécessaire de réaliser un complément d'étude sur les méthodes de dimensionnement pour la configuration des systèmes hétérogènes ou qui ont une règle de sélection de jonction particulière.

### Annexe A

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

#### A.1 Effets de la sélection de paramètres spéciaux sur le dimensionnement des DCME

Les Figures A.1 et A.2 donnent des exemples de courbes de gain  $G_v$  et des capacités correspondantes des canaux supports dans certaines conditions spécifiques de qualité d'écoulement du trafic. Dans un cas comme dans l'autre, le trafic ne contient pas de canaux de données en bande vocale ni donc en particulier de canaux de données en bande vocale acheminant les canaux de télécopie.



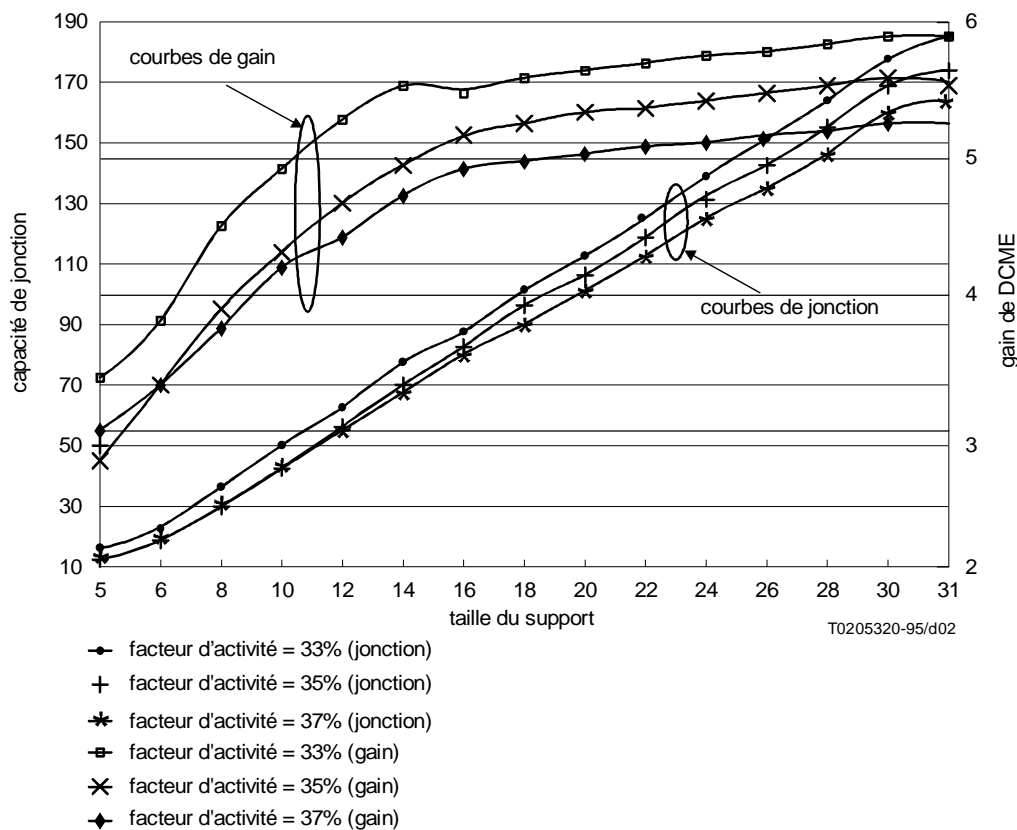
Conditions: ni données en bande vocale, ni démodulation/remodulation, ni correction d'erreur directe.  
Intervalle de temps (8 bits) = 2 quartets (4 bits). Facteur d'activité = 37%.

FIGURE A.1/E.528

**Influence des vitesses de codage (bits par échantillon par canal)  
sur le gain de DCME**

La Figure A.1 illustre l'influence des vitesses de codage par canal (bit par échantillon par canal) sur le gain de DCME global, avec un facteur d'activité vocale fixe, 37% en l'occurrence. Dans cet exemple, le gain est maximal pour un taux de codage minimal de 3,6 bits par échantillon par canal. On remarque que les courbes de gain se séparent en fonction des vitesses de codage à partir d'une certaine dimension de canal, à savoir dans cet exemple, à partir de 14 intervalles de temps. On montre également que le gain de DCME décroît en fonction du taux de codage.

La Figure A.2 montre l'influence d'un facteur d'activité vocale variable sur le gain de DCME, à vitesse de codage donnée, 3,7 bits/échantillon en l'occurrence.



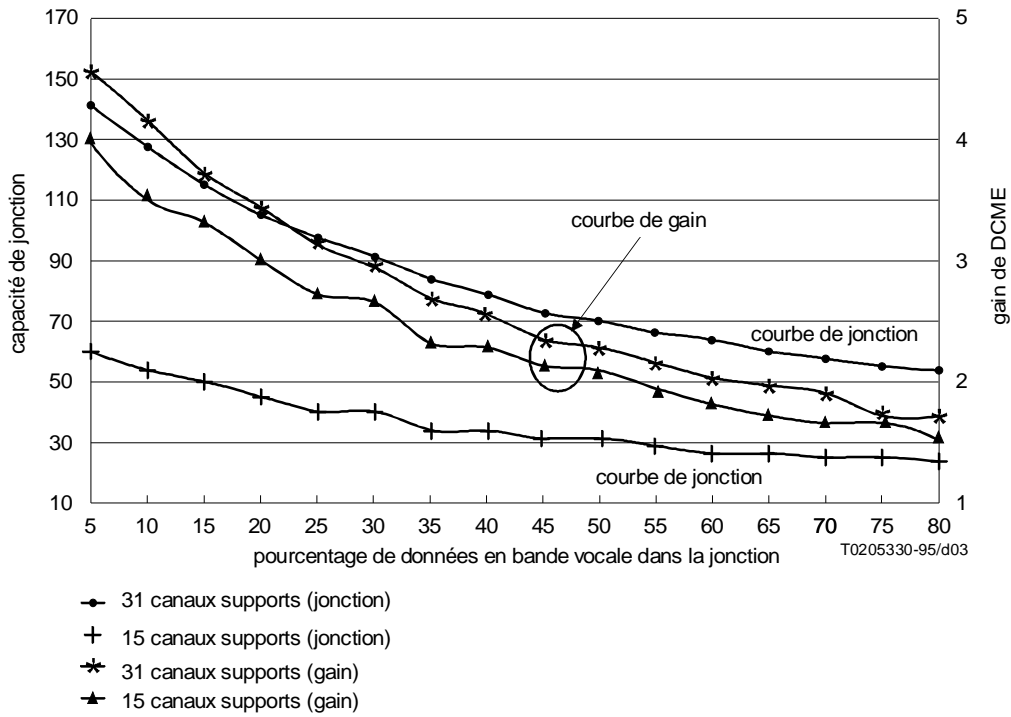
Conditions: ni données en bande vocale, ni démodulation/remodulation, ni correction d'erreur directe.  
Intervalle de temps (8 bits) = 2 quartets (4 bits). Facteur de codage = 3,7 bits par échantillon par canal.

FIGURE A.2/E.528

### Influence du facteur d'activité vocale sur le gain de DCME

Les variations de facteur d'activité vocale correspondent à un gain de DCME potentiellement supérieur à celui de l'exemple précédent (A.1). Le gain pour un facteur d'activité de 33% – le plus faible dans cet exemple – est compris entre 3,2 et 5,9, alors qu'avec le taux de codage le plus faible – 3,6 bits par échantillon (A.1) – il est compris entre 3 et 5,5.

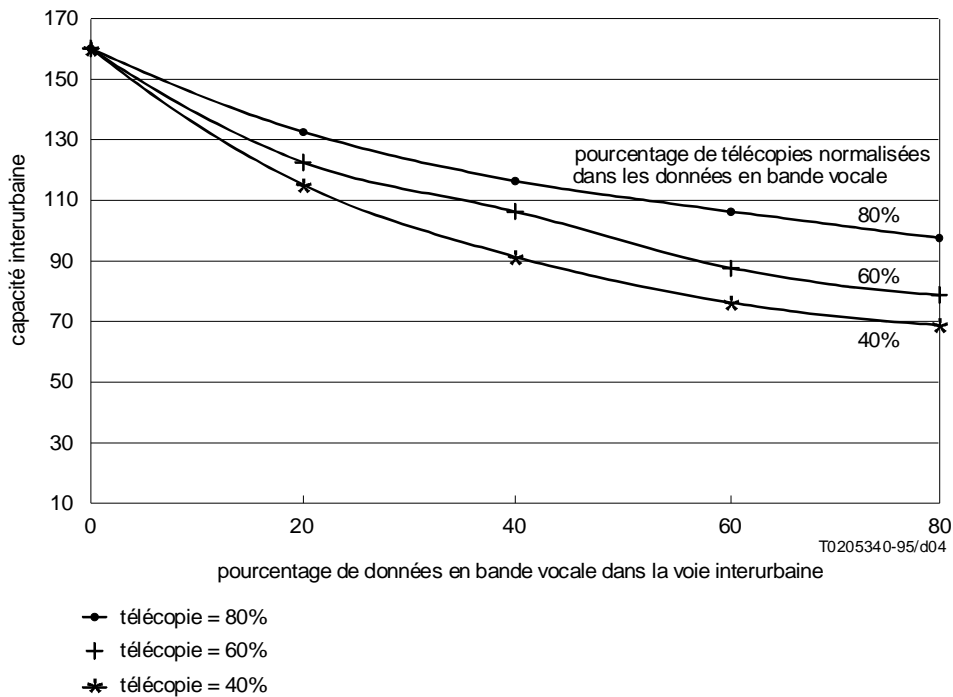
Les Figures A.3 et A.4 illustrent l'une comme l'autre l'influence des variations du pourcentage de la charge de trafic de données en bande de base à l'entrée des DCME (jonctions) sur le gain de DCME.



Conditions: données en bande vocale uniquement, ni démodulation/remodulation, correction d'erreur directe désactivée.

FIGURE A.3/E.528

**Influence du facteur d'activité vocale sur le gain de DCME**



Conditions: facteur d'activité vocale = 37%, taux de codage = 3,7 bits par échantillon par canal, correction d'erreur directe = en place, canal support = normalisé CEPT, 31 canaux.

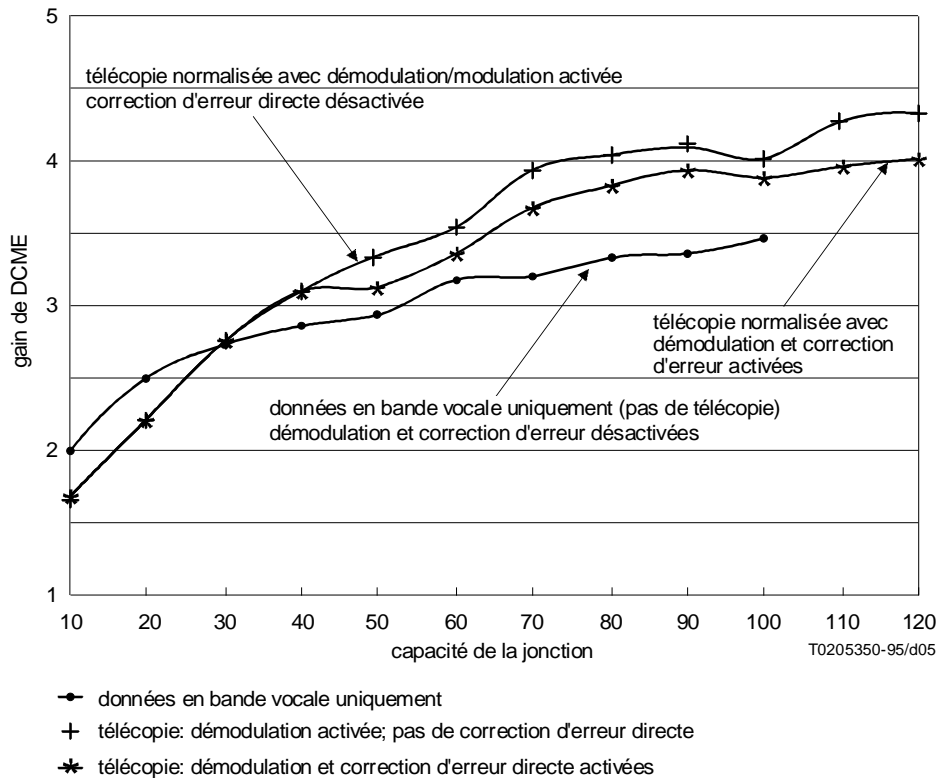
FIGURE A.4/E.528

**Influence des variations de la charge de télécopie normalisée sur les canaux de données en bande vocale**

On suppose que, dans l'exemple que donne la Figure A.3, le trafic de données en bande vocale ne contient pas d'appels de télécopie et que les fonctions associées à la télécopie – démodulation et correction d'erreur directe (FEC) – sont désactivées.

Le trafic de données en bande vocale, dans l'exemple de la Figure A.4, contient divers pourcentages d'appels de télécopie (80%, 60% et 40%), leurs fonctions associées – démodulation/remodulation et correction d'erreur directe – étant activées. Le facteur d'activité vocale et le taux de codage sont fixes et valent respectivement 37% et 3,7 bits par échantillon. Dans cet exemple, l'équipement DCME connecte à la voie support complète (CEPT).

La Figure A.5 ci-dessous montre l'influence des appels de télécopie et des fonctions de télécopie (démodulation/remodulation et correction d'erreur directe) sur le gain de DCME. La télécopie normalisée est de type G3 avec émission à 9,6 kbit/s.



Conditions: 20% des canaux de fonction sont occupés par des données en bande vocale, 90% des canaux de jonction de données en bande vocale sont des canaux de télécopie, 80% des canaux de télécopie sont occupés par des télécopies normalisées. Taux de codage = 3,7 bits par échantillon par canal.

FIGURE A.5/E.528  
**Influence de l'application d'une démodulation/remodulation et de la correction d'erreur directe au trafic de télécopie normalisée et au trafic de données en bande vocale**

La figure indique clairement que les appels de télécopie avec fonction de démodulation/remodulation donnent un meilleur gain que les appels de télécopie acheminés avec un codage MICDA. Les courbes dénotent également l'influence de la correction d'erreur directe sur le gain. Lorsque la correction d'erreur directe est activée, le gain de DCME pour les appels de télécopie normalisée diminue légèrement car cette fonction utilise une certaine capacité support.

La Figure A.5 montre également que les variations du pourcentage d'appels de télécopie normalisée (à 9,6 kbit/s) à pourcentage donné (20%) de canaux de jonction de données ont une influence sur le gain. Celui-ci s'améliore lorsque le pourcentage d'appels de télécopie normalisée augmente. Il serait également amélioré si davantage d'appels de télécopie étaient acheminés par des conduits de télécopie à 9,6 kbit/s plutôt que par des canaux MICDA.

## A.2 Exemple de calcul de dimensionnement de DCME

Cette annexe comporte un exemple de dimensionnement de liaison DCME. Les formules utilisées pour les calculs sont spécifiées au Tableau A.1 et sont conformes à la Recommandation G.763. Cet exemple traite deux cas: dans le premier, on ne considère que le trafic vocal de DCME. Dans le second, on donne des exemples de combinaisons de trafic préassigné de signaux vocaux chargés dynamiquement de bande vocale, de télécopies normalisées et hors norme avec démodulation/remodulation et fonctions de correction d'erreur directe.

Dans les deux cas, les calculs ont été effectués pour un facteur d'activité de 37% et pour 3,7 bits par échantillon, mais avec différentes combinaisons de trafic. Les Tableaux A.1 et A.2 donnent, sous forme séquentielle, les étapes de calcul du gain total de DCME pour les combinaisons de trafic spécifiées.

TABLEAU A.1/E.528

### Calcul de gain de DCME pour des faisceaux comportant entre 161 et 105 jonctions pour diverses combinaisons de trafic

description	cas n° 1	cas n° 2
entrée: hypothèses sur les jonctions		
nombre total de jonctions: N	161	105
nombre de canaux préassignés à 64 kbit/s: P <sub>64</sub>	0	1
nombre de canaux préassignés à 40 kbit/s: P <sub>40</sub>	0	5
nombre de canaux préassignés à 32 kbit/s: P <sub>30</sub>	0	1
pourcentage de jonctions pour les canaux de données en bande vocale: p <sub>VBD</sub>	0	20%
pourcentage de jonctions pour les canaux de télécopie: P <sub>télécopie</sub>	0	90%
pourcentage de jonctions pour les canaux de télécopie pour télécopies normalisées: P <sub>télécopie - normalisée</sub>	0	80%
facteur d'activité vocale	37%	37%
taux de codage d'un canal (bits/échantillon)	3,7	3,7
calcul de l'attribution des canaux de jonction		
nombre de jonctions pour les canaux de données: N <sub>données</sub> N <sub>données</sub> = p <sub>d</sub> × N	0	21
nombre de jonctions pour les canaux téléphoniques: N <sub>voix</sub> N <sub>voix</sub> = N - N <sub>données</sub> = (1 - p <sub>d</sub> ) × N	161	84
nombre de canaux de données en bande vocale pour les canaux de télécopie: N <sub>télécopie</sub> N <sub>télécopie</sub> = N <sub>données</sub> × P <sub>télécopie</sub>	0	19
nombre de voies de télécopie pour télécopie normalisée: N <sub>télécopie - normalisée</sub> N <sub>télécopie - normalisée</sub> = N <sub>télécopie</sub> × P <sub>télécopie - normalisée</sub>	0	15
nombre de canaux de télécopie pour télécopie hors norme (MICDA): N <sub>télécopie - micda</sub> N <sub>télécopie - micda</sub> = N <sub>télécopie</sub> - N <sub>télécopie - normalisée</sub>	0	4
nombre de jonctions pour les canaux de données en bande vocale: N <sub>vbd</sub> N <sub>vbd</sub> = N <sub>données</sub> - N <sub>télécopie</sub>	0	2
prise en compte du surdébit de canal support (quartets), hypothèses concernant le canal support		
activation/désactivation de la démodulation de télécopie: si activée, le nombre de réserves libres pour la télécopie, N <sub>réserve - télécopie</sub> = 2 + 1, comprend le canal de commande de télécopie (FCC); si désactivée, le nombre de réserves libres pour la télécopie, N <sub>réserve - télécopie</sub> = 0, (quartets uniquement)	0	3
activation/désactivation de la correction d'erreur directe: si activée, FEC = k/n = 21/32 (G.766, p. 5-10, définit les taux de FEC); si désactivée, FEC = 1	1	21/32
réserve de bits pour les canaux préassignés à 40 kbit/s: B <sub>réservep40</sub>	0	2
canal d'assignation (AMC) = 1 quartet	1	1
nombre total de canaux de surdébit (quartets) nécessaires dans le canal support (OVCH): OVCH = AMC + FCC + N <sub>réserve télécopie</sub> + B <sub>réservep40</sub>	1	6

TABLEAU A.2/E.528

**Calcul de gain de DCME pour des faisceaux comportant entre 161 et 105 jonctions  
pour diverses combinaisons de trafic**

description	cas n° 1	cas n° 2
prise en compte du surdébit de canal de télécopie, hypothèses concernant les paramètres de télécopie		
pourcentage de canaux à 9,6 kbit/s occupé par le canal de télécopie côté émission pour le gain de suppression des silences: (TxSE)	100%	100%
pourcentage du taux d'émission de télécopie normalisée: (Tx <sub>télécopie</sub> )	100%	100%
gain MICDA (64 000/40 000 = 8/5): MICDA <sub>gain</sub> = 1,6	1,6	1,6
durée moyenne du signal de télécopie à basse vitesse dans un sens: (rapporté à un modem de type V21): V21 <sub>temps</sub> = 4,81	4,81	4,81
temps d'émission type pour une page: Page <sub>temps</sub> = 30 s	30	30
débit de canal support: V21 <sub>débit</sub> = 3 kbit/s	3 K	3 K
débit de canal support à 9,6 kbit/s pour télécopie normalisée B <sub>cdébit</sub> = f <sub>dlc</sub> /2 (ms) = 21/2 (ms)	10,5 K	10,5 K
débit binaire moyen pour un appel simple à 9,6 kbit/s: M <sub>débit96</sub> M <sub>débit96</sub> = (V21 <sub>débit</sub> × V21 <sub>temps</sub> + B <sub>cdébit</sub> × Page <sub>temps</sub> ) / (V21 <sub>temps</sub> + Page <sub>temps</sub> )	9,46 K	9,46 K
gain pour un appel de télécopie normalisé à 9,6: S <sub>télécopie96</sub> S <sub>télécopie96</sub> = (1/FEC) × (64 000/M <sub>débit96</sub> ) si la correction d'erreur directe est activée, FEC = 21/32; si la correction d'erreur directe n'est pas activée, FEC = 1	6,77	10,31
gain de suppression de silence: AD <sub>si</sub> = 1/Tx <sub>télécopie</sub>	1	1
calcul de l'attribution de canal support (quartets)		
gain pour le canal téléphonique: G <sub>v</sub>	5,3	5,08
quartets supports pour le canal téléphonique: NB <sub>v</sub> NB <sub>v</sub> = (N <sub>voix</sub> × G <sub>v</sub> ) × 2	61	34
quartets supports pour les canaux de données en bande vocale (VBD): NB <sub>vbd</sub> NB <sub>vbd</sub> = 2 × N <sub>vbd</sub> /MICDA <sub>gain</sub>	0	2
quartets supports pour canal de télécopie hors norme: NB <sub>télécopie - micda</sub> NB <sub>télécopie - micda</sub> = 2 × N <sub>télécopie - micda</sub> /MICDA <sub>gain</sub> × Ad <sub>si</sub>	0	5
quartets supports pour canal de télécopie normalisée: NB <sub>télécopie - normalisée</sub> NB <sub>télécopie - normalisée</sub> = 2 × N <sub>télécopie - normalisée</sub> /S <sub>télécopie96</sub> × Ad <sub>si</sub>	0	7
calcul du nombre total de canaux supports nécessaires (quartets) et du gain de DCME		
nombre total de canaux supports nécessaires (quartets): (NB <sub>total</sub> ) * NB <sub>total</sub> = NB <sub>v</sub> + NB <sub>vbd</sub> + NB <sub>télécopie - micda</sub> + NB <sub>télécopie - normalisée</sub> + OVHD + P <sub>64</sub> × 2 + P <sub>40</sub> + P <sub>32</sub>	62	52
gain de DCME: G <sub>DCME</sub> = N/Nb <sub>total</sub>	5,19	4,04

## Annexe B

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

TABLEAU B.1/E.528

### Gain de DCME pour la parole ( $G_v$ )

taux de codage (bits par échantillon)	nombre de jonctions (N)	formule	facteur d'activité		
			33%	35%	37%
3,6	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,23 b = 0,61	a = 0,04 b = 0,60	a = 0,30 b = 0,51
	N > 80	$G_v = \frac{1,1388 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37
3,7	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,23 b = 0,61	a = 0,04 b = 0,60	a = 0,27 b = 0,52
	N > 80	$G_v = \frac{1,1081 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37
3,8	N < 80	$G_v = (a + b \times \ln(N)) \times 2$	a = 0,24 b = 0,59	a = 0,01 b = 0,61	a = 0,28 b = 0,51
	N > 80	$G_v = \frac{1,0789 \times N}{N \times AF + \sqrt{(N \times AF)}} \times 2$	AF = 0,33	AF = 0,35	AF = 0,37

## Appendice I

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation)

### I.1 Rôle fonctionnel de la commande de charge dynamique

La principale action d'un DCME pour gérer les encombrements dans les canaux de jonction est la commande de charge dynamique (DLC). Le DCME envoie généralement cette commande lorsque le nombre moyen de bits par échantillon (ABS) atteint un seuil spécifique, prédéterminé sur la base d'un compromis entre la qualité des signaux vocaux et la capacité support. Cette commande bloque l'envoi de nouveaux appels par le centre de commutation international (CCI). La commande DLC peut également être activée si le pourcentage de communications de données dans la bande des fréquences vocales (VBD) dépasse une limite spécifiée.

La Figure I.1 ci-dessous illustre la fonction de commande DLC point à point.

Les principaux paramètres de dimensionnement des liaisons point à point contenant des DCME sont le gain  $G_v$  maximal réalisable et le pourcentage maximal admissible de communications de données VBD.

### I.2 Gain $G_v$ maximal réalisable

Le gain de DCME associé aux canaux en bande vocale,  $G_v$ , est obtenu par combinaison de deux techniques: la concentration numérique de la parole (DSI) et le codage à faible débit (LRE) en modulation MICDA. La combinaison de ces deux méthodes multiplie la capacité en voies vocales par un facteur supérieur à quatre. Etant donné que les canaux supports sont mieux occupés, le DCME adapte dynamiquement le taux d'échantillonnage des communications vocales au moyen du codage à débit variable (VRE) (*variable rate encoding*), diminuant ainsi le nombre de bits par échantillon (ABS) de ces communications. L'utilisateur choisit le point à partir duquel la diminution du nombre ABS peut provoquer une dégradation inacceptable de la parole et où le gain  $G_v$  est maximal. Lorsque ce point est atteint, le DCME lance la commande DLC qui interdit aux CCI d'envoyer de nouvelles communications vocales.



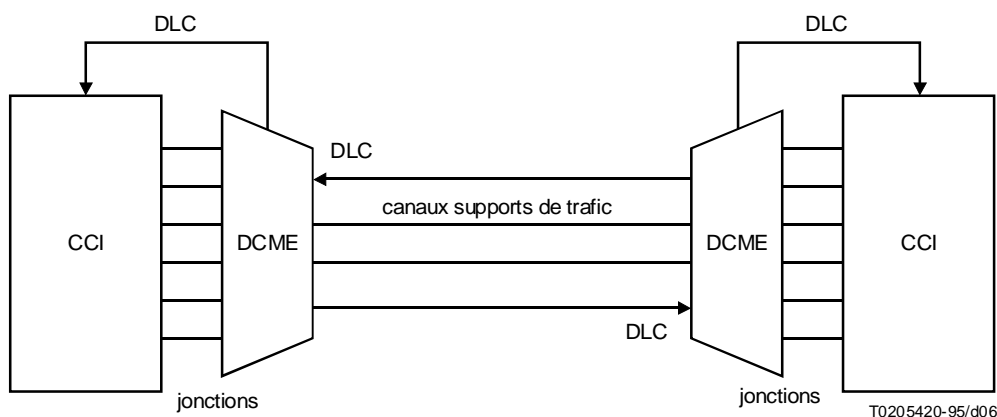


FIGURE I.1/E.528

### Fonction de commande DLC en configuration point à point

## I.3 Pourcentage maximal admissible de communications en données VBD

Le gain associé aux données VBD est obtenu au moyen du codage LRE. Le codage MICDA peut doubler le taux d'occupation du support de données (dbo) (*data bearer occupancy*). Si le nombre de communications en données VBD va en augmentant, le DCME commence à réagir au surcroît de charge en émettant une commande DLC qui interdit aux CCI d'envoyer à ce DCME des communications en données VBD. A partir de ce point, le pourcentage limite de communications VBD est atteint et est considéré comme étant le pourcentage maximal admissible aux termes des prescriptions de trafic d'un réseau.

## I.4 Détermination des probabilités de blocage pour le dimensionnement de liaisons point à point comportant des DCME

### I.4.1 Activation et désactivation de la commande DLC

Le dimensionnement des liaisons isolées comportant des DCME dépend des objectifs de chaque flux de trafic (voix et données VBD) en termes de blocage des communications ainsi que du débit global du trafic.

Compte tenu des hypothèses de dimensionnement des jonctions et des circuits supports pour une charge de trafic donnée, on calcule la probabilité de blocage des communications d'une liaison par DCME en analysant la loi des probabilités de répartition des états du système, comme indiqué dans la référence [2].

Dans ce calcul, le principal paramètre est  $f(j,k,AF,m)$ , fonction qui définit la valeur du nombre ABS pour le codage des signaux vocaux. Le résultat permet de déterminer les paramètres qui activent et désactivent la commande DLC. Les paramètres à prendre en compte sont les suivants:

- k nombre de communications vocales en cours d'établissement dans le système;
- j nombre de communications de données VBD en cours d'établissement dans le système;
- m nombre de canaux préassignés sans application de la DSI (canaux non concentrés);
- AF facteur d'activité vocale.

Autres paramètres utilisés pour ces calculs:

- T nombre maximal admissible de communications VBD établies dans le système;
- w valeur minimale acceptable du nombre ABS;
- i type de communication (on admet  $i = 1$  pour les communications vocales et  $i = 2$  pour les communications VBD).

Le lancement de la commande DLC devient alors une fonction des valeurs de T et de w comme indiqué ci-dessous:

$$g_i(j,k) \begin{cases} 0 & \text{si } f(j,k,AF,m) < w \\ 0 & \text{si } k > T \\ 1 & \text{dans tous les autres cas} \end{cases}$$

Lorsque des communications vocales (k) et des communications VBD (j) sont en cours d'établissement et qu'une communication de type  $i = 1$  ou  $i = 2$  arrive, cette communication est acceptée avec la probabilité  $g_i(j,k)$ . Cette probabilité représente, en termes de flux de trafic orienté vers le DCME, une fonction qui décrit l'acceptation ou le refus de nouvelles communications vocales ou VBD arrivant en direction du DCME.

#### I.4.2 Conditions de charge des canaux supports

La commande DLC à envoyer aux CCI est déterminée par les conditions de charge des canaux supports. L'article 9/G.763 et B.1/G.763 donnent des exemples de conditions de charge pour communications vocales et VBD.

Si des communications vocales ne sont pas présentes dans l'assortiment ( $k = 0$ ), toutes les communications sont codées au nombre ABS maximal de 4 bit/échantillon. Cette valeur ne changera pas et ne déclenchera donc pas la commande DLC. Celle-ci sera, dans ce cas, déclenchée par le seuil de charge en données, déterminé par l'utilisateur. Par exemple 80% pour le plafond (HL) (*high load*) et 60% pour le plancher (LL) (*low load*).

Si des voies de conversation sont présentes ( $k > 0$ ), les résultats du calcul montreront que la valeur du nombre ABS correspond à la capacité support indiquée. Dans ce cas, la commande DLC sera déclenchée par les seuils fondés sur les variations du nombre ABS (normalement 3,6 bit/échantillon pour le plafond HL et jusqu'à 4 bit/échantillon pour le plancher LL).

Les deux conditions de charge, HL et LL, qui activent et désactivent la fonction DLC, sont fixées par l'article 9/G.763.

- Le refus de nouvelles communications allant vers le DCME est représenté par la valeur de probabilité  $g_i(j,k) = 0$  au niveau HL. La commande DLC est activée lorsque le niveau moyen mesuré du nombre ABS est inférieur au seuil HL (par exemple 3,6 bit/échantillon) ou lorsque la valeur moyenne mesurée de l'occupation du support de données (dbo) est supérieure au plafond de charge de données (par exemple 80%).
- L'acceptation de nouvelles communications allant vers le DCME est représentée par la valeur de probabilité  $g_i(j,k) = 1$  au niveau LL. La commande DLC est désactivée lorsque le niveau moyen mesuré du nombre ABS est supérieur au seuil LL (par exemple 3,9 bit/échantillon) ou lorsque la valeur moyenne mesurée de l'occupation du support de données (dbo) est inférieure au plancher de charge de données (par exemple 60%).

La présence de canaux sans restriction à 64 kbit/s n'est pas examinée dans le présent appendice. L'effet de ces canaux sur le déclenchement de la commande DLC fera l'objet d'un complément d'étude.

#### Références

- [1] Recommandation G.763.
- [2] CHADRAMOHAN (J.): A traffic engineering model for trunk groups with digital multiplication systems, (Modèle d'ingénierie de trafic pour faisceaux de jonction équipés de systèmes numériques de multiplication de circuit), *Teletraffic and Datatraffic in a period of Change*, Trafic téléphonique et télématique en période de variation). ITC-13A, Jensen and V. B. Iversen (éditeurs), Elsevier Science Publications (B. V.), Hollande du Nord, IAC, pages 243 à 246, 1991.
- [3] *Livre bleu* du CCITT, Volume V: Qualité de la transmission téléphonique, Recommandations de la série P.

## **Appendice II**

(à la Recommandation E.528)

Des disquettes contenant la version électronique du guide de l'utilisateur peuvent être obtenues auprès d'INTELSAT.

Le présent appendice n'est pas considéré comme faisant partie intégrante de la Recommandation E.528. Les demandes doivent être adressées à:

ORGANISATION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR SATELLITES  
(INTELSAT)

3400 International Drive, N.W.  
Washington, D.C. 20008-3098  
Etats-Unis d'Amérique