



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**Série G**

**Supplément 38**

(10/98)

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

---

**Calcul de débit variable pour les équipements  
de multiplication de circuit numérique de  
la Recommandation UIT-T G.767**

Supplément 38 aux Recommandations  
de l'UIT-T de la série G

(Antérieurement Recommandation 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
<b>SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS</b>	
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
<b>EQUIPEMENTS DE TEST</b>	
<b>CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION</b>	G.600–G.699
<b>SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES</b>	
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 38 AUX RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G**

### **CALCUL DE DEBIT VARIABLE POUR LES EQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMERIQUE DE LA RECOMMANDATION UIT-T G.767**

#### **Source**

Le Supplément 38 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, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

## 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/n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 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.

## Supplément 38 aux Recommandations de la série G

### CALCUL DE DEBIT VARIABLE POUR LES EQUIPEMENTS DE MULTIPLICATION DE CIRCUIT NUMERIQUE DE LA RECOMMANDATION UIT-T G.767

(Genève, 1998)

Le présent Supplément explique comment ont été établies les formules du débit variable (VBR, *variable bit rate*). On utilise ici les mêmes notations que dans le corps de la Recommandation G.767. La notation (X, Y, Z) sera utilisée pour noter que  $N_{16} = X$ ,  $N_{12,8} = Y$  et  $N_{9,6} = Z$ ; c'est-à-dire que X quarts d'octet (QB, *quarter byte*) du support écoulent un trafic à 16 kbit/s, Y QB écoulent un trafic à 12,8 kbit/s et Z QB écoulent un trafic à 9,6 kbit/s.

Dans cette combinaison, on utilise  $X+Y+Z$  QB pour prendre en charge le trafic de canaux supports (BC, *bearer channel*) au plus

$$X + \frac{5}{4}Y + \frac{5}{3}Z$$

Si  $N_v$  est supérieur à  $N_{QB}$ , le VBR est nécessaire pour créer les voies de surcharge supplémentaires. La création des voies additionnelles peut se faire au moyen de plusieurs combinaisons de  $N_{16}$ ,  $N_{12,8}$  et  $N_{9,6}$ .

Si, par exemple, il faut des ressources du support à 19 BC et si 15 QB sont disponibles, il existe plusieurs combinaisons qui utilisent les ressources disponibles et assurent ce trafic. Certaines combinaisons créent plus de BC qu'il n'en faut, comme (2, 4, 9), qui crée 22 BC, ou (1, 8, 6), qui en crée 21. Ces combinaisons assurent la totalité du trafic de tous les BC mais le débit moyen n'est pas optimal, puisque l'on crée des BC supplémentaires inutilisés. Il est évident qu'une combinaison créant trop peu de BC n'est pas acceptable. D'autres combinaisons n'utilisent pas tous les QB disponibles mais prennent quand même en charge la totalité du trafic, comme (4, 4, 6), qui n'utilise que 14 QB de la liste pour créer 19 BC; mais, encore une fois, de telles combinaisons réduisent le débit du fait que l'utilisation des ressources du support n'est pas optimale.

Un cas exceptionnel nécessite une attention particulière. Si  $N_{QB}$  est multiple de 3, et

si  $N_v = \frac{5}{3}N_{QB} - 1$ , il n'est aucune combinaison qui crée exactement  $N_v$  BC, et il faut créer un BC supplémentaire inutilisé. Par exemple, si  $N_{QB} = 3$ , il est possible de créer 3 canaux (chaque quart d'octet (QB, *quarter byte*) transporte un canal téléphonique à 16 kbit/s) ou 5 canaux (les 3 QB transportent cinq canaux à 9,6 kbit/s) mais il n'est pas possible de créer exactement 4 canaux.

Actuellement, une combinaison optimisée est celle qui fournit le débit le plus élevé et le plus fort taux d'utilisation, en assurant le trafic de tous les BC de la liste de signaux vocaux. Cela signifie qu'aucun BC supplémentaire non nécessaire n'est créé, et que tous les QB de la liste sont utilisés.

$N_v$  et  $N_{QB}$  étant donnés, il se peut encore que plus d'une combinaison satisfasse à ces conditions. Dans l'exemple ci-dessus, tant (9, 0, 6) que (4, 8, 3) utilisent la totalité des 15 QB, ne créent aucun BC inutilisé et fournissent le même débit: 1,58 bits/échantillon.

Un second critère est donc nécessaire au choix d'une combinaison unique. Ce sera de préférer créer le moins possible de canaux à 9,6 kbit/s. Dans l'exemple proposé, la seconde combinaison est favorable: elle utilise moins de canaux à 9,6 kbit/s, tout en utilisant aussi moins de canaux à 16 kbit/s que la première combinaison. L'utilisation de ce critère tient à ce que la décroissance linéaire du débit peut entraîner une dégradation plus accentuée de la qualité vocale, si bien que, lorsque l'on utilise plus de canaux à 9,6 kbit/s – même lorsque le débit moyen est maintenu – la qualité d'ensemble décroît.

En résumé, les critères du choix d'une combinaison unique de  $N_{16}$ ,  $N_{12,8}$  et  $N_{9,6}$  sont:

- maximaliser le débit moyen instantané du trafic tout en utilisant les ressources disponibles du support;
- créer suffisamment de canaux pour tous les BC de la liste de signaux vocaux;
- minimaliser le nombre de canaux à 9,6 kbit/s.

La représentation formelle de ces critères est:

$$a) \quad \max \left( 16 \times N_{16} + 12,8 \times \frac{5}{4} N_{12,8} + 9,6 \times \frac{5}{3} N_{9,6} \right)$$

$$b) \quad N_{16} + \frac{5}{4} N_{12,8} + \frac{5}{3} N_{9,6} \geq N_V$$

$$c) \quad \min(N_{9,6})$$

Autre condition évidente:

- $N_{16}$  est un entier,  
 $N_{12,8}$  est un entier multiple de 4,  
 $N_{9,6}$  est un entier multiple de 3.

L'on satisfait au premier critère lorsque toutes les ressources du support sont consommées, de sorte que:

$$a) \quad N_{16} + N_{12,8} + N_{9,6} = N_{QB}$$

Le cas particulier où il est nécessaire de créer un BC inutilisé est traité comme suit. Si  $N_{QB}$  est un

multiple de 3 et si  $N_V = \frac{5}{3} N_{QB} - 1$ , on ajuste  $N_V$  en ajoutant 1 à sa valeur. Après traitement de ce cas spécial, l'on satisfait au second critère lorsque le nombre des canaux créés est égal à celui des canaux requis, de sorte que:

$$b) \quad N_{16} + \frac{5}{4} N_{12,8} + \frac{5}{3} N_{9,6} = N_V$$

Pour trouver la combinaison unique, on traite le 3<sup>e</sup> critère en premier:

$N_{9,6}$  est un entier multiple de 3, soit  $N_{9,6} = 3 \times I_1$ , où est un nombre entier. Il est donc créé exactement  $5 \times I_1$  canaux à 9,6 kbit/s. Le plus grand nombre de canaux supplémentaires qu'il soit possible de créer sera atteint si un nombre égal de ces canaux supplémentaires est à 12,8 kbit/s, le reste étant à

16 kbit/s. Le nombre maximum de canaux à 12,8 kbit/s est  $5 \times \text{int} \left( \frac{(N_{QB} - 3 \times I_1)}{4} \right)$ , ce qui laisse  $(N_{QB} - 3 \times I_1) - 4 \times \text{int} \left( \frac{(N_{QB} - 3 \times I_1)}{4} \right)$  canaux à 16 kbit/s. La somme des nombres de canaux à 9,6 kbit/s, 12,8 kbit/s et 16 kbit/s doit être égale ou supérieure à  $N_V$ :

$$5 \times I_1 + 5 \times \text{int} \left( \frac{(N_{QB} - 3 \times I_1)}{4} \right) + (N_{QB} - 3 \times I_1) - 4 \times \text{int} \left( \frac{(N_{QB} - 3 \times I_1)}{4} \right) \geq N_V$$

$$\Rightarrow 2 \times I_1 + N_{QB} + \text{int} \left( \frac{(N_{QB} - 3 \times I_1)}{4} \right) \geq N_V$$

$2 \times I_1$  est un entier.  $N_{QB}$  et  $N_V$  sont aussi des entiers: les trois quantités peuvent donc être placées entre parenthèses et l'équation demeure valable. L'on obtient donc:

$$\text{int}\left(\frac{5}{4}I_1 + \frac{5}{4}N_{QB} - N_V\right) \geq 0$$

La valeur minimale de  $I_1$  vérifiant cette équation est:

$$I_1 = \frac{4}{5}N_V - N_{QB}$$

Puisque  $I_1$  est entier, la solution est:

$$I_1 = \text{int}\left(\frac{4}{5}N_V - N_{QB}\right) + \alpha$$

où  $\alpha = 0$  si  $\frac{4}{5}N_V - N_{QB}$  est entier (la valeur de l'expression entre parenthèses étant exactement égale à zéro), sinon  $\alpha = 1$ .

Si  $I_1$  est inférieur à zéro, il est mis à zéro, le nombre de QB ne pouvant pas être négatif.

Après la détermination de la valeur de  $N_{9,6}$ , les deux premiers critères se réduisent à deux équations linéaires à deux variables, dont la solution est:

$$N_{12,8} = 4\left(N_V - N_{QB} - \frac{2}{3}N_{9,6}\right)$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6}$$

### Exemple n° 1

Cas du  $N_{QB} = 10$  et  $N_V = 13$

$$I_1 = \frac{4}{5}N_V - N_{QB} = \frac{4}{5}13 - 10 = 0,4$$

0,4 n'est pas entier: par conséquent,  $I_1 = 1,4$

$$N_{9,6} = 3 \times \text{int}(I_1) = 3$$

$$N_{12,8} = 4\left(N_V - N_{QB} - \frac{2}{3}N_{9,6}\right) = 4\left(13 - 10 - \frac{2}{3}3\right) = 4$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6} = 10 - 4 - 3 = 3$$

Si l'on admet que  $IT = 120$  et  $BC = 54$ :

$$P_V = (BC + IT) \bmod N_V = (120 + 54) \bmod 13 = 5$$

Et la table de mappage du VBR est comme suit:

$N_{QB} = 10, N_V = 13$ $N_{9,6} = 3, N_{12,8} = 4, N_{16} = 3$  IT = 120, BC = 54  $P_V = 5$	Nombre de canaux supports:	Mappage avec les QB numéros:	Au débit de: [kbit/s]
	5	1	16
	6	2	16
	7	3	16
	8, 9, 10, 11 et 12	4, 5, 6 et 7	12,8
	13, 1, 2, 3 et 4	8, 9 et 10	9,6

### Exemple n° 2

Cas de  $N_{QB} = 15$  et  $N_V = 18$

$$I_1 = \frac{4}{5} N_V - N_{QB} = \frac{4}{5} 18 - 15 = -0,6$$

-0,6 est inférieur à zéro: par conséquent,  $I_1 = 0$

$$N_{9,6} = 3 \times \text{int}(I_1) = 0 \text{ (la création de canaux à 9,6 kbit/s n'est pas nécessaire)}$$

$$N_{12,8} = 4 \left( N_V - N_{QB} - \frac{2}{3} N_{9,6} \right) = 4 \left( 18 - 15 - \frac{2}{3} 0 \right) = 12$$

$$N_{16} = N_{QB} - N_{12,8} - N_{9,6} = 15 - 12 - 0 = 3$$

En admettant que IT = 79 et BC = 136:

$$P_V = (BC + IT) \bmod N_V = (79 + 136) \bmod 18 = 17$$

Et le mappage du VBR est comme suit:

$N_{QB} = 15, N_V = 18$ $N_{9,6} = 0, N_{12,8} = 12, N_{16} = 3$  IT = 79, BC = 136  $P_V = 17$	Nombre de canaux supports:	Mis en correspondance avec les QB numéros:	Au débit de: [kbit/s]
	17	1	16
	18	2	16
	1	3	16
	2, 3, 4, 5 et 6	4, 5, 6 et 7	12,8
	7, 8, 9, 10 et 11	8, 9, 10 et 11	12,8
	12, 13, 14, 15 et 16	12, 13, 14 et 15	12,8

## **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
<b>Série G</b>	<b>Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques</b>
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
Série Z	Langages de programmation