



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

E.733

(11/98)

SÉRIE E: EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU,
SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS

Qualité de service, gestion de réseau et ingénierie du
trafic – Ingénierie du trafic – Ingénierie du trafic RNIS

**Méthodes de dimensionnement des ressources
dans les réseaux utilisant le système de
signalisation n° 7**

Recommandation UIT-T E.733

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE E

EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU, SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES SERVICES ET FACTEURS HUMAINS

EXPLOITATION, NUMÉROTAGE, ACHEMINEMENT ET SERVICE MOBILE

EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES

Définitions	E.100–E.103
Dispositions de caractère général concernant les Administrations	E.104–E.119
Dispositions de caractère général concernant les usagers	E.120–E.139
Exploitation des relations téléphoniques internationales	E.140–E.159
Plan de numérotage du service téléphonique international	E.160–E.169
Plan d'acheminement international	E.170–E.179
Tonalités utilisées dans les systèmes nationaux de signalisation	E.180–E.199
Service mobile maritime et service mobile terrestre public	E.200–E.229

DISPOSITIONS OPÉRATIONNELLES RELATIVES À LA TAXATION ET À LA COMPTABILITÉ DANS LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL

Taxation dans les relations téléphoniques internationales	E.230–E.249
Mesure et enregistrement des durées de conversation aux fins de la comptabilité	E.260–E.269

UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES APPLICATIONS NON TÉLÉPHONIQUES

Généralités	E.300–E.319
Phototélégraphie	E.320–E.329

DISPOSITIONS DU RNIS CONCERNANT LES USAGERS

E.330–E.399

QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DE RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC

GESTION DE RÉSEAU

Statistiques relatives au service international	E.400–E.409
Gestion du réseau international	E.410–E.419
Contrôle de la qualité du service téléphonique international	E.420–E.489

INGÉNIERIE DU TRAFIC

Mesure et enregistrement du trafic	E.490–E.505
Prévision du trafic	E.506–E.509
Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle	E.510–E.519
Détermination du nombre de circuits en exploitation automatique et semi-automatique	E.520–E.539
Niveau de service	E.540–E.599
Définitions	E.600–E.699

Ingénierie du trafic RNIS E.700–E.749

Ingénierie du trafic des réseaux mobiles	E.750–E.799
--	-------------

QUALITÉ DE SERVICE: CONCEPTS, MODÈLES, OBJECTIFS, PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

Termes et définitions relatifs à la qualité des services de télécommunication	E.800–E.809
Modèles pour les services de télécommunication	E.810–E.844
Objectifs et concepts de qualité des services de télécommunication	E.845–E.859
Utilisation des objectifs de qualité de service pour la planification des réseaux de télécommunication	E.860–E.879
Collecte et évaluation de données d'exploitation sur la qualité des équipements, des réseaux et des services	E.880–E.899

**MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES DANS LES RÉSEAUX
UTILISANT LE SYSTÈME DE SIGNALISATION N° 7**

Résumé

La présente Recommandation décrit des méthodes permettant de dimensionner les ressources dans les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7. Elle définit le trafic de référence que l'on utilisera aux fins de dimensionnement, puis décrit les objectifs et les méthodes de dimensionnement pour les canaux et les nœuds dans les réseaux de signalisation. Elle passe en revue des méthodes qui permettent de dimensionner les canaux sémaphores et les nœuds de signalisation.

Source

La Recommandation UIT-T E.733, révisée par la Commission d'études 2 de l'UIT-T (1997-2000), a été approuvée le 9 novembre 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 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 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.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application.....	1
2	Références normatives	1
3	Définitions	2
4	Abréviations	2
5	Introduction	3
6	Trafic de référence.....	3
7	Objectifs de dimensionnement	5
7.1	Objectifs de dimensionnement des canaux sémaphores.....	5
	7.1.1 Critères permettant de déterminer ρ_{max}	5
	7.1.2 Modèles servant à déterminer les délais dus aux files d'attente.....	7
	7.1.3 Correction d'erreurs: choix entre la méthode de base et la méthode avec PCR.....	9
7.2	Dimensionnement des nœuds.....	9
	7.2.1 Capacité.....	11
	7.2.2 Retard de signalisation dans le commutateur.....	11
	7.2.3 Canaux sémaphores.....	12
	7.2.4 Disponibilité.....	12
7.3	Valeur de ρ_{max}	12
8	Méthodes de dimensionnement des canaux sémaphores	12
8.1	Calcul de la charge	12
8.2	Capacité d'un canal unique.....	12
8.3	Capacité d'un faisceau de canaux	12
8.4	Méthode de dimensionnement.....	13
9	Historique de la Recommandation	13
	Annexe A – Résultats analytiques de la comparaison entre la correction d'erreur de base et la méthode PCR.....	13

Recommandation E.733

MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES DANS LES RÉSEAUX UTILISANT LE SYSTÈME DE SIGNALISATION N° 7

(révisée en 1998)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation passe en revue des méthodes qui permettent de dimensionner les liaisons sémaphores et les nœuds de signalisation dans les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7. Dans certains cas (par exemple, lorsqu'il y a de nouveaux services) nécessitant la segmentation de longs messages ou l'alternance de messages très longs et de messages courts, un complément d'étude est nécessaire afin d'obtenir des approximations satisfaisantes pour les applications de dimensionnement des liaisons de signalisation.

2 Références normatives

Les Recommandations UIT-T 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 UIT-T E.492 (1996), *Période de référence du trafic*.
- Recommandation UIT-T E.500 (1998), *Principes de mesure de l'intensité du trafic*.
- Recommandation E.713 du CCITT (1992), *Modélisation de trafic du plan de commande*.
- 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 E.723 du CCITT (1992), *Paramètres de qualité d'écoulement du trafic pour les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7*.
- Recommandation UIT-T E.734 (1996), *Méthodes d'allocation et de dimensionnement des ressources des réseaux intelligents (RI)*.
- Recommandation UIT-T Q.703 (1996), *Canal sémaphore*.
- Recommandation UIT-T Q.706 (1993), *Fonctionnement attendu en signalisation du sous-système transport de messages*.
- Recommandation UIT-T Q.709 (1993), *Communication fictive de référence pour la signalisation*.
- Recommandation UIT-T Q.716 (1993), *Fonctionnement attendu du sous-système commande des connexions sémaphores*.
- Recommandation UIT-T Q.766 (1993), *Fonctionnement attendu pour l'application réseau numérique à intégration de services*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 temps d'attente: le temps qu'un message de signalisation passe dans la file d'attente d'une liaison sémaphore est défini étant comme le temps compris entre l'enregistrement du dernier bit du message dans la mémoire tampon d'émission et l'émission du dernier bit du message, sous retransmission ultérieure pour correction d'erreur de niveau 2. On note qu'avec cette définition, lorsqu'un message est retransmis une ou plusieurs fois pour correction d'erreur de niveau 2, le temps d'attente comprend le temps nécessaire à la réussite de l'émission.

3.2 temps d'émission: le temps d'émission d'un message de signalisation sur une liaison sémaphore est le temps nécessaire pour émettre tous les bits du message sur le moyen de transmission. Le temps d'émission est égal à la longueur du message en octets divisé par la vitesse d'émission en octets/s.

3.3 temps de séjour: le temps de séjour d'un message de signalisation en cours d'émission sur un canal sémaphore est défini comme étant le temps compris entre l'enregistrement du dernier bit du message dans la mémoire tampon et l'émission du dernier bit du message, sans retransmission ultérieure pour correction d'erreur de niveau 2 (en d'autres termes, c'est la somme du temps d'attente et du temps d'émission). Le temps de séjour de bout en bout d'un message de signalisation sur un trajet de canaux sémaphores et de nœuds intermédiaires est le temps compris entre l'enregistrement du dernier bit du message dans la file d'attente d'émission du premier canal sémaphore du chemin et la réception du dernier bit du message en bout de chemin, avec réception correcte du message (c'est-à-dire qu'il n'échoue pas au contrôle de redondance cyclique de niveau 2).

3.4 temps de propagation: le temps de propagation d'un message de signalisation correctement reçu sur une liaison sémaphore est le temps compris entre l'émission du premier bit du message sur le moyen de transmission et l'enregistrement de ce premier bit dans la mémoire tampon côté réception en bout de liaison.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CRC	contrôle de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy check</i>)
DPP	période de pointe journalière (<i>daily peak period</i>)
FISU	trame sémaphore de remplissage (<i>fill-in signal unit</i>)
GOS	qualité d'écoulement de service (<i>grade of service</i>)
ISUP	sous-système utilisateur pour le RNIS (<i>ISDN user part</i>)
MSU	trame sémaphore de message (<i>message signalling unit</i>)
MTP	sous-système transport de messages (<i>message transfer part</i>)
PCR	retransmission cyclique préventive (<i>preventive cyclic retransmission</i>)
POTS	service téléphonique ordinaire (<i>plain old telephone service</i>)
RI	réseau intelligent
RNIS	réseau numérique à intégration de services
SCCP	sous-système commande de connexion sémaphore (<i>signalling connection control part</i>)
SLS	sélection du canal sémaphore (<i>signalling link selection</i>)

SP	point sémaphore (<i>signalling point</i>)
STP	point de transfert sémaphore (<i>signal transfer point</i>)
TCAP	sous-système application pour la gestion des transactions (<i>transaction capabilities application part</i>)
TUP	sous-système utilisateur téléphonie (<i>telephone user part</i>)

5 Introduction

La présente Recommandation donne une méthode de planification des réseaux utilisant le système de signalisation n° 7 qui pourrait être utilisée pour une signalisation associée à un circuit [par exemple, pour acheminer les messages sous-système utilisateur téléphonie (TUP, *telephone user part*) et la plupart des messages sous-système utilisateur pour le RNIS (ISUP, *ISDN user part*)] ou non associée à un circuit [par exemple, pour acheminer des messages sous-système application pour la gestion des transactions (TCAP, *transaction capabilities application part*)]. Les méthodes nécessaires sont en effet fondamentalement différentes de celles utilisées pour la planification des réseaux téléphoniques avec commutation de circuits, le système de signalisation n° 7 étant avant tout un système à attente et les durées de service étant beaucoup plus courtes.

Le paragraphe 6 décrit le trafic et la période de référence à utiliser pour calculer le nombre de canaux sémaphores et ne pas dépasser la capacité des organes de commutation du réseau. Les facteurs permettant de définir le taux d'utilisation nominal maximal du canal, ρ_{max} , sont donnés. Ainsi, les objectifs de délai de bout en bout précisés dans la Recommandation E.723 sont satisfaits pour la connexion de référence décrite. Les valeurs initiales de ρ_{max} utilisées sont précisées. Des méthodes sont ensuite données pour déterminer le nombre de canaux sémaphores et la capacité de commutation nécessaires.

Il importe de noter que l'efficacité des canaux sémaphores ne doit pas être la considération majeure pour la planification des réseaux sémaphores. La qualité de fonctionnement du réseau en cas de dérangement ou de surcharge de trafic influe beaucoup plus que lors de la planification de réseaux téléphoniques à commutation de circuits.

6 Trafic de référence

6.1 Le présent paragraphe définit le trafic de référence à partir duquel on dimensionnera les réseaux utilisant le système de signalisation n° 7. La présente Recommandation s'inspire de la Recommandation E.500, qui donne les principes de base des mesures à effectuer pour concevoir des réseaux à commutation de circuits.

6.2 L'intensité moyenne du trafic est mesurée sur des intervalles de temps appelés *périodes d'observation* (voir la Recommandation E.492). La durée de ces périodes doit être choisie de manière à obtenir des estimations valables de l'intensité du trafic. La Recommandation E.500 et le 6.4 de la présente Recommandation contiennent des informations utiles concernant le choix de ces périodes.

6.3 Le trafic de référence recommandé est déterminé comme indiqué ci-dessous:

L'intensité du trafic est mesurée d'une manière continue sur une journée pour des périodes de trafic de référence consécutives. La valeur d'intensité maximale pour chaque jour étant retenue.

La méthode de mesure de l'intensité du trafic journalière est exposée dans la Recommandation E.492 et est appelée méthode de la période de pointe journalière (DPP, *daily peak period*). Dans cette méthode, l'intensité du trafic est mesurée chaque jour pendant des périodes d'observation

consécutives et l'intensité maximale du trafic pour la journée est consignée. Des variantes de cette méthode sont présentées dans la Recommandation E.500.

La charge de référence utilisée pour le dimensionnement est définie sur un intervalle de temps mensuel. On choisit un ensemble de jours (les jours ouvrables par exemple) approximativement statistiquement homogènes et l'on détermine les charges de référence *normales* ou *élevées* de la manière suivante:

- 1) on classe les jours par intensité maximale quotidienne du trafic décroissantes;
- 2) on retient comme valeur de charge de référence normale et élevée respectivement la *quatrième* et la *deuxième* valeur de la liste ci-dessus.

Le dimensionnement du réseau de signalisation peut être effectué en utilisant la charge normale ou bien la charge élevée. Pour les objectifs de dimensionnement exposés aux 7.1.1.1, 7.1.1.2 et 7.1.1.3 on a retenu la charge normale. Si l'on utilise la charge élevée, des objectifs de qualité de fonctionnement différents, c'est-à-dire moins contraignants, devraient être alors fixés.

6.4 Pour tenir compte de la variabilité de l'intensité du trafic dans la période d'observation, il est utile d'introduire un facteur K qui multiplie la charge de référence afin de déterminer la charge utilisée pour le dimensionnement des canaux sémaphores. Le facteur K indique dans quelle mesure l'intensité de trafic réelle est supérieure au trafic stationnaire de type Poisson.

Le facteur K doit être déterminé par des études particulières qui utilisent les mesures de trafic sur des intervalles de temps plus courts afin de déterminer la variabilité du trafic dans une période d'observation pour le réseau considéré. Les études ont montré que ce facteur varie considérablement entre les réseaux (par exemple 1,08 et 1,23 pour deux études signalées), de sorte qu'une valeur unique ne peut être recommandée pour tous les réseaux.

Une méthode qui a été utilisée pour estimer le facteur K est décrite ci-dessous:

une fenêtre mobile d'une largeur w est utilisée avec des tailles de fenêtre w allant de 1 à 100 s. Pour chaque période d'observation considérée, la charge moyenne est calculée sur la fenêtre mobile lorsqu'elle est placée à des intervalles $(0, w)$, $(w, 2w)$, etc. Pour chaque taille de fenêtre w , on détermine la charge moyenne maximale de fenêtre mobile et on calcule le rapport de cette moyenne maximale de fenêtre mobile à la charge moyenne sur la période d'observation. Ce rapport est appelé "rapport valeur de crête/valeur moyenne mesuré pour la taille de fenêtre w ".

On détermine le facteur K en comparant les rapports valeur de crête/valeur moyenne mesurés pour différentes tailles de fenêtre aux rapports valeur de crête/valeur moyenne correspondants prévisibles, dans l'hypothèse où l'arrivée des messages est un processus stationnaire de type Poisson et où l'intensité de trafic est égale à la charge moyenne mesurée sur la période d'observation. Le facteur K pour la taille de fenêtre w , K_w , est le rapport valeur de crête/valeur moyenne mesuré divisé par le rapport valeur de crête/valeur moyenne prévisible de type Poisson. Le facteur K est donc la valeur maximale de K_w sur les tailles de fenêtre w considérées. Une méthode permettant de déterminer les rapports valeur de crête/valeur moyenne de type Poisson prévisibles est décrite ci-après.

Pour une taille de fenêtre w , l'intervalle de crête est l'intervalle avec charge moyenne maximale parmi les intervalles t_{ro}/w , t_{ro} étant la durée de la période d'observation. On estime donc que l'intervalle de crête est le percentile $(1 - w/t_{ro}) \times 100$ de la distribution pour la charge moyenne sur un intervalle de durée w . La charge moyenne sur un intervalle de durée w est une variable aléatoire qu'il est plus commode d'exprimer sous la forme d'une variable aléatoire N_w , à savoir le nombre d'arrivées de messages dans une période de durée w . Si le processus d'arrivée est de type Poisson, la valeur N_w a une distribution de type Poisson avec une moyenne et une variance wL_{ro}/M , L_{ro} étant la charge de trafic moyenne mesurée (octets/s) sur la période d'observation et M la longueur moyenne des messages. La charge moyenne sur un intervalle de durée w peut être exprimée sous la forme d'une variable aléatoire $(M/w)N_w$ ayant une moyenne L_{ro} et une variance $(M/w)L_{ro}$. Lorsque la variable

aléatoire de type Poisson N_w est calculée approximativement par une distribution normale, le rapport valeur de crête/valeur moyenne de type Poisson est estimé par le percentile $(1 - w/t_{ro}) \times 100$ de la distribution normale avec une moyenne et une variance unitaires $M/(w L_{ro})$. Si on utilise la distribution de type Poisson pour N_w , le rapport valeur de crête/valeur moyenne de type Poisson prévisible est égal à $M/(w L_{ro})$ fois le percentile $(1 - w/t_{ro} \times 100)$ de la valeur pour N_w .

Si la durée de la période d'observation t_{ro} est telle que la valeur K est élevée (par exemple, supérieure à 1,3), il est recommandé de réduire la période t_{ro} afin que les charges mesurées soient plus précises et qu'elles dépendent moins de l'estimation de la valeur K .

7 Objectifs de dimensionnement

On décrit dans le présent paragraphe les objectifs à utiliser pour dimensionner les canaux et les nœuds des réseaux utilisant le système de signalisation n° 7.

Les réseaux sémaphores offrent la disponibilité élevée nécessaire (voir la Recommandation Q.709), grâce à une capacité excédentaire permettant d'écouler la charge de tout composant défaillant. Cette capacité redondante est plus ou moins grande selon l'architecture du réseau sémaphore. Les nœuds et les canaux doivent être dimensionnés pour répondre aux objectifs spécifiés, lors de défaillances entraînant l'utilisation de la totalité de la capacité redondante.

7.1 Objectifs de dimensionnement des canaux sémaphores

Les canaux sémaphores doivent être dimensionnés de façon que le taux d'utilisation de la liaison, ρ , ne dépasse pas une valeur maximale ρ_{max} lorsqu'il n'y a aucune panne dans le réseau. Pour faire face à des pannes, le canal doit pouvoir accepter un taux d'utilisation de $2\rho_{max}$. La charge de signalisation qui détermine le taux d'utilisation du canal ρ est déterminée comme indiqué au paragraphe 6.

7.1.1 Critères permettant de déterminer ρ_{max}

On calcule ρ_{max} de façon que les critères de qualité de fonctionnement du canal soient respectés lorsque le réseau présente les états suivants:

- état normal d'erreur;
- état extrême d'erreur;
- état transitoire.

Pour déterminer ρ_{max} décrit ci-après, on suppose que la capacité de traitement de la signalisation dans le terminal sémaphore de destination n'est pas dépassée.

Les critères de qualité de fonctionnement ci-après permettent de respecter les objectifs de qualité d'écoulement de service (GOS, *grade of service*) spécifiés dans la Recommandation E.723 et assurent en outre une protection supplémentaire contre une qualité de fonctionnement médiocre. Ils s'appliquent quelle que soit la méthode utilisée pour corriger les erreurs: méthode de base ou méthode avec retransmission cyclique préventive (PCR, *preventive cyclic retransmission*) (voir la Recommandation Q.703).

On utilise les notations suivantes:

- \bar{m} longueur moyenne (en octets) de la trame sémaphore de message (MSU, *message signal unit*);
- \bar{S} temps de réponse moyen de la trame MSU;
- T_L temps de propagation en boucle dans le canal sémaphore;

P_b	probabilité d'erreur sur les bits;
P_{SU}	probabilité d'erreur dans la trame sémaphore;
ρ	taux d'utilisation du canal;
$Q(\rho)$	attente moyenne (compte non tenu du temps d'émission) dans le tampon d'émission sur un canal sémaphore dont le taux d'utilisation est ρ ;
$Q^{(99\%)}(\rho)$	valeur du 99 ^e centile du temps d'attente dans le tampon d'émission sur un canal sémaphore dont le coefficient d'utilisation est ρ .

7.1.1.1 Etat normal d'erreur

Par état normal d'erreur sur la liaison de transmission de données de signalisation (niveau 1) on entend une fréquence d'une erreur aléatoire sur les bits tous les 10^6 bits transmis. Dans ce cas, les conditions suivantes doivent être remplies:

- $Q(2\rho_{max}) < D_1$ où $D_1 = \text{Max}(40, 0,4T_L)$ ms (valeur provisoire);
- $Q^{(99\%)}(2\rho_{max}) < D_1^{(99\%)}$ où $D_1^{(99\%)} = \text{Max}(200, 2T_L)$ ms (valeur provisoire);
- $\frac{dQ}{d\rho}(2\rho_{max}) < L_1$ où $L_1 = 200$ ms/unité de taux d'utilisation (valeur provisoire);
- $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(2\rho_{max}) < L_1^{(99\%)}$ où $L_1^{(99\%)} = 1000$ ms/unité de taux d'utilisation (valeur provisoire),

où $Q(\rho)$ et $Q^{(99\%)}(\rho)$ sont respectivement le retard moyen et le retard maximal dans 99% des cas dus aux files d'attente dans un canal sémaphore pour un taux d'utilisation de valeur ρ . Ces retards sont calculés en regroupant tous les flux de trafic offerts au canal considéré.

Il est important de noter que les limites du retard ci-dessus sont prévues pour des encombrements importants. Dans des conditions normales, la charge sera égale ou inférieure à ρ_{max} et les retards beaucoup plus courts.

7.1.1.2 Etat extrême d'erreur

L'état extrême d'erreur se produit lorsque le canal sémaphore est exploité avec un taux d'erreur qui le place à la limite du passage sur liaison de réserve, c'est-à-dire lorsque la probabilité d'erreur dans la trame sémaphore $P_{SU} = 0,004$ (voir la Recommandation Q.706). Lorsqu'un canal est utilisé à $2\rho_{max}$ de sa capacité avec retransmission cyclique préventive, cette liaison n'envoie pas de trame sémaphore de remplissage (FISU, *fill-in signal unit*) quand le taux d'erreur est élevé; toutes les trames sémaphores seront donc des trames sémaphores de message (MSU) nouvelles ou retransmises. La probabilité d'erreur P_m , dans une MSU, sera donc égale à P_{SU} . Avec la méthode de base pour la correction des erreurs, on aura des trames sémaphores de remplissage; la probabilité d'erreur sur les bits P_b et la probabilité d'erreur moyenne dans une trame sémaphore P_{SU} sont liées par la relation:

$$P_b = \frac{1}{8} \left(\frac{1 - \rho_{eff}}{6} + \frac{\rho_{eff}}{m} \right) P_{su}$$

où:

$$\rho_{eff} = \rho \left(\frac{1 + P_m T_L / \bar{S}}{1 - P_m} \right)$$

Ainsi pour l'état extrême d'erreur:

$$P_m = 0.004 \left(\rho_{eff} + \left(1 - \rho_{eff} \right) \frac{\bar{m}}{6} \right)$$

Dans ce cas, les conditions suivantes doivent être satisfaites:

- a) $Q(2\rho_{max}) < D_2$ où $D_2 = \text{Max}(60, 0,6T_L)$ ms (valeur provisoire);
- b) $Q^{(99\%)}(2\rho_{max}) < D_2^{(99\%)}$ où $D_2^{(99\%)} = \text{Max}(300, 3T_L)$ ms (valeur provisoire);
- c) $\frac{dQ}{d\rho}(2\rho_{max}) < L_2$ où $L_2 = 300$ ms/unité de taux d'utilisation (valeur provisoire);
- d) $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(2\rho_{max}) < L_2^{(99\%)}$ où $L_2^{(99\%)} = 1500$ ms/unité de taux d'utilisation (valeur provisoire).

7.1.1.3 Etats transitoires

En cas de taux d'erreur élevé ou de passage sur un autre canal sémaphore, un état transitoire implique une mémoire tampon sur le canal sémaphore.

Il convient donc de choisir ρ_{max} de façon que, lorsque ces états transitoires se produisent, le retard moyen dû aux files d'attente sur les canaux en exploitation soit inférieur à $D_3 = 500$ ms (valeur provisoire), quand tous les canaux sont exploités selon leur taux d'utilisation maximal ρ_{max} avant l'occurrence d'un taux d'erreur élevé ou le passage sur un canal sémaphore de réserve.

7.1.2 Modèles servant à déterminer les délais dus aux files d'attente

7.1.2.1 Conditions d'utilisation des modèles M/G/1

Pour évaluer $Q(\rho)$ et $Q^{(99\%)}(\rho)$ et appliquer le critère ci-dessus, il faut utiliser un modèle ou les résultats de simulations. On peut évaluer $\frac{dQ}{d\rho}(\rho)$ et $\frac{dQ^{(99\%)}}{d\rho}(\rho)$ d'après $Q(\rho)$ et $Q^{(99\%)}(\rho)$ en utilisant des méthodes graphiques.

La Recommandation Q.706 présente des modèles M/G/1 pour les deux types de correction d'erreur, à savoir la méthode de base et la méthode avec retransmission cyclique préventive. Ces modèles supposent des arrivées à répartition de type Poisson. Dans les réseaux existants, cette hypothèse n'est pas tout à fait exacte, mais le modèle présente une approximation acceptable quand les conditions suivantes sont remplies:

- 1) une arrivée d'appel de type Poisson est suffisamment proche du véritable processus d'arrivée des appels;
- 2) l'intervalle de temps séparant les messages associés dans un même sens à un même appel est supérieur à une seconde pour la plupart des appels. Cela est une condition requise pour que la corrélation existant entre les messages de signalisation n'entraîne pas de comportements de files d'attente différents du modèle M/G/1;
- 3) le traitement aux points STP n'altère pas beaucoup les intervalles d'arrivée des messages (c'est-à-dire n'entraîne pas de groupage ou de lissage important entre les différents messages).

Si les messages de signalisation sont acheminés sur plusieurs liaisons avant de pénétrer sur la liaison considérée, le modèle M/G/1 peut ne pas être précis pour la liaison considérée, mais cela dépend de l'architecture du réseau et de la distribution des longueurs de message. Des simulations ont

été faites pour étudier ces effets et en particulier les effets des longs messages. Ces simulations montrent que:

- en présence d'une combinaison aléatoire satisfaisante du trafic appliqué à une liaison sémaphore provenant d'autres liaisons sémaphores, le modèle M/G/1 donne une bonne approximation pour le calcul des statistiques des délais d'attente dans les files d'attente.
 - L'expression "combinaison aléatoire satisfaisante" signifie qu'au maximum 10 à 20% de la charge d'une liaison quelconque est envoyée vers la liaison considérée, et qu'aucune liaison contribue entre 10 et 20% au maximum à la charge de trafic de la liaison considérée.
 - L'expression "le modèle M/G/1 donne une bonne approximation" signifie que dans les files d'attente, le temps moyen d'attente et 95% des temps d'attente correspondent à 10 à 20% des valeurs réelles.
- Lorsqu'il existe des trajets en cascade pour les liaisons sémaphores (c'est-à-dire que la charge passe d'une liaison à la suivante sur le trajet), le modèle M/G/1 ne sera pas exact.
 - Les messages longs vont poser un problème sérieux en ce sens que des groupes de messages courts se formeront derrière eux.
- Lorsque les effets des messages longs seront perceptibles, ces effets seront les suivants:
 - les temps d'attente pour les messages longs seront inférieurs aux valeurs prévues par le modèle M/G/1;
 - les temps d'attente pour les messages courts seront supérieurs aux valeurs prévues par le modèle M/G/1, à de rares exceptions près.
- La variation relative, par rapport au modèle M/G/1, évolue en raison inverse du taux d'utilisation de la liaison considérée.

7.1.2.2 Segmentation des messages longs

Lorsqu'on segmente des messages longs pour les transporter sur un réseau du système de signalisation n° 7, il existe une corrélation entre les intervalles d'arrivée des segments de message à mesure que ces segments traversent le réseau sémaphore. De ce fait, les segments de message ne peuvent être considérés comme des arrivées indépendantes et les modèles M/G/1 de la Recommandation Q.706 peuvent, à cet égard, s'avérer inexacts. A mesure que les segments d'un long message traversent un réseau sémaphore, les intervalles d'arrivée entre les segments augmentent en raison de l'arrivée d'autres messages et de leur insertion entre les segments. Si la séparation entre les segments est suffisamment grande, un modèle M/G/1 dans lequel toutes les trames sémaphores de message (MSU) sont censées avoir des arrivées de type Poisson constituera une bonne approximation, celle-ci étant représentée par le modèle 1. D'autre part, si les trames MSU d'un message segmenté restent très proches les unes des autres, un modèle M/G/1 dans lequel le message segmenté est considéré comme un lot de trames MSU (un message long) constituera une bonne approximation, celle-ci étant représentée par le modèle 2.

Les études de simulation ont montré qu'on peut utiliser les modèles 1 et 2 pour déterminer les limites inférieure et supérieure des délais de file d'attente et des durées de séjour de bout en bout lorsque les conditions 1) à 3) ci-dessus sont respectées.

Considérons les délais de file d'attente des trames MSU de messages non segmentés et la première trame MSU des messages segmentés. Dans le cas où tout le trafic segmenté est transporté sur un canal sémaphore pour la première fois (l'intervalle de temps entre les segments d'un long message étant suffisamment court, la probabilité est négligeable pour que d'autres trames MSU arrivent entre les segments), les hypothèses du modèle 2 sont respectées et l'approximation est donc bonne. Dans le cas où tout le trafic segmenté est passé au moins par un canal sémaphore précédent, les études de

simulation ont montré que le modèle 1 constituait une bonne approximation lorsque les taux d'utilisation de liaison sont quelque peu inférieurs à 0,6. Pour les taux d'utilisation plus élevés, les délais de file d'attente se situent entre le modèle 1 et le modèle 2, aucun d'eux ne constituant une bonne approximation.

Les études de simulation ont également montré qu'on peut utiliser les modèles 1 et 2 pour déterminer les limites inférieure et supérieure des durées de séjour de bout en bout des messages segmentés. On détermine la limite inférieure du modèle 1 en calculant la durée de séjour du premier segment du message long à l'aide des délais de file d'attente du modèle 1 (on peut utiliser le modèle 2 pour le premier canal sémaphore si celui-ci ne transporte que les premiers messages segmentés offerts) puis en ajoutant à cette durée de séjour la durée d'émission de chaque segment ultérieur du message long. On détermine la limite supérieure du modèle 2 en traitant le message long comme un seul message et en calculant sa durée de séjour de bout en bout à l'aide des délais de file d'attente du modèle 2. Aucune de ces limites ne constitue une bonne approximation, sauf dans les cas de faible taux d'utilisation de liaison (moins de 0,2 pour toutes les liaisons) où la limite du modèle 1 constitue une approximation proche des valeurs réelles.

7.1.3 Correction d'erreurs: choix entre la méthode de base et la méthode avec PCR

Le choix d'une de ces deux méthodes de correction d'erreurs doit être conditionné par le temps de propagation en boucle le plus long T_L prévu dans le réseau. Si ρ_{max} est défini comme satisfaisant aux critères des 7.1.1.1, 7.1.1.2 et 7.1.1.3, c'est la méthode de correction d'erreurs donnant la valeur la plus élevée pour ρ_{max} qui doit être retenue.

Des études analytiques et des études des mesures ont montré que pour les liaisons acheminant un trafic ISUP type (longueur moyenne du message: 23 octets), et pour tout autre trafic sémaphore avec des longueurs moyennes de message supérieures, la valeur de ρ_{max} (si ρ_{max} satisfait aux critères des 7.1.1.1, 7.1.1.2 et 7.1.1.3) pour la correction d'erreur de base sera plus élevée pour le temps de propagation en boucle, T_L , qui pourra atteindre 250 ms. Pour un trafic sémaphore avec de longueurs moyennes de message plus grandes, la limite de T_L pour pouvoir utiliser une correction d'erreur de base sera supérieure à 250 ms. Pour ces cas, il faudra faire une analyse afin de déterminer ρ_{max} pour la méthode de base et pour la méthode PCR avec les caractéristiques spécifiques de trafic et la valeur maximale attendue de T_L afin de déterminer laquelle des deux méthodes il faut utiliser. L'Annexe A contient des précisions sur les études analytiques comparatives entre la méthode de base et la méthode PCR.

Compte tenu du caractère provisoire des valeurs limites des états décrits aux 7.1.1.1, 7.1.1.2 et 7.1.1.3, il convient de noter que le seuil de 250 ms dépend en grande partie de ces valeurs limites. Abaisser ces valeurs reviendra donc à abaisser la valeur de seuil.

Si ρ_{max} est défini par d'autres moyens que ceux décrits ci-dessus, entre la méthode de base et la méthode avec PCR il convient de choisir celle qui réduit au minimum le délai de file d'attente moyen pour une liaison donnée. On pourra obtenir des résultats différents de ceux présentés ci-dessus. Etant donné que le délai de file d'attente dépend beaucoup des paramètres du trafic (taux d'erreur sur les bits et longueur moyenne des messages par exemple), il convient de procéder à une analyse des caractéristiques propres au trafic. Si le taux d'erreur sur les bits est très faible, la différence entre la méthode de base et la méthode avec PCR devient négligeable. En ce qui concerne les états extrêmes d'erreur, l'Annexe A présente une comparaison entre la méthode de base et la méthode avec PCR.

7.2 Dimensionnement des nœuds

Le présent sous-paragraphe traite des paramètres de dimensionnement du point de vue du réseau et non du point de vue du fabricant d'éléments de réseau.

Les délais et l'encombrement sont les critères les plus importants pour le dimensionnement des nœuds. Il faudrait appliquer ces critères en tenant compte de l'évolution du réseau sémaphore du point de vue de l'absorption de l'augmentation du niveau de trafic et des caractéristiques du trafic accepté. Les caractéristiques du trafic sont établies d'après les processus d'arrivée des messages et selon la distribution des longueurs de message. En d'autres termes, ce n'est pas simplement le volume de trafic prévu qui conditionne le dimensionnement des nœuds mais également le type des services offerts.

Les autres facteurs dont il faut tenir compte pour le dimensionnement des nœuds sont la fiabilité, la sécurité et la durabilité. Par exemple, si l'on prévoit une augmentation de la charge d'un réseau sémaphore, plusieurs méthodes permettent le dimensionnement des nœuds en pareils cas:

- augmenter la capacité des nœuds existants;
- ajouter des nœuds supplémentaires d'une capacité supérieure;
- réduire le nombre de nœuds et donner une capacité supérieure à ceux qui restent;
- prévoir un plus grand nombre de nœuds plus petits.

La dernière solution, bien qu'éventuellement plus coûteuse, est plus sûre, plus fiable et durable. Elle est plus fiable et plus sûre en raison de la diversification des nœuds, par exemple la défaillance d'un nœud affecte un volume de trafic moins important. Elle est susceptible de durer, car en cas de catastrophe naturelle ou artificielle, la probabilité qu'un volume important de trafic soit affecté sera moindre. De toute évidence, il n'est pas facile de quantifier ces facteurs. Les planificateurs de réseau doivent tenir compte de ces facteurs dans le dimensionnement des nœuds ainsi que des circonstances et des caractéristiques spécifiques des réseaux. En tout état de cause, il faut tenir compte des défaillances où le niveau de charge des liaisons du nœud peut atteindre $2\rho_{max}$ pour le dimensionnement des points sémaphores et de leurs éléments.

Les considérations relatives à la topologie du réseau ont également une incidence sur le dimensionnement des nœuds. Par exemple, la répétition de certains points sémaphores, par exemple des bases de données, peut avoir une incidence.

L'autre facteur qui complique ce problème est que, dans un environnement de réseau intelligent, il y aura dans le réseau sémaphore une variété de nœuds dotés de fonctions diverses et spécialisées. Par exemple, tous les types de nœuds ci-après ou leurs sous-ensembles pourraient se trouver dans les réseaux du système de signalisation n° 7:

- 1) commutateurs simples;
- 2) point de transfert sémaphore (STP, *signal transfer point*);
- 3) nœuds de base de données simples;
- 4) nœuds assurant à la fois des fonctions de commutateur et des fonctions STP;
- 5) nœuds assurant des fonctions de base de données et des fonctions STP (par exemple, base de données de conversion des titres globaux et STP au même endroit);
- 6) nœuds à destination spéciale (par exemple nœuds d'annonce);
- 7) nœuds assurant une combinaison des fonctions ci-dessus.

Il n'est bien entendu pas possible de traiter toutes ces combinaisons avec un seul ensemble de critères. Il semble que la méthode la plus pratique pour traiter ce problème consiste à définir les critères de dimensionnement habituels qui ont été utilisés pour des types de points sémaphores connus. Nous étudierons ultérieurement les critères spécifiques lorsque nous aurons une meilleure compréhension des fonctions spécifiques. Des considérations analogues sur le dimensionnement des ressources des RI sont présentées dans la Recommandation E.734.

Les critères de dimensionnement habituels pour les points sémaphores sont les suivants:

7.2.1 Capacité

La capacité sémaphore d'un commutateur dépend du nombre de relations de signalisation ainsi que du volume de trafic de signaux associés aux communications et non associés aux communications.

Pour les commutateurs, la notion de capacité de signalisation n'est pas facilement distinguable de la capacité du commutateur en termes de nombre de circuits. Ce que l'on pourrait conseiller du point de vue de la signalisation est qu'un commutateur doit disposer d'une capacité de signalisation suffisante pour pouvoir, lorsqu'il fonctionne à son maximum d'appels, prendre en charge le processus de signalisation et prendre en charge un nombre suffisant de liaisons pour accepter les messages sémaphores et être adapté à l'architecture du réseau.

En ce qui concerne les STP, on pourrait définir la capacité comme étant le nombre de MSU qui peuvent être commutées en unité-temps sans entraîner un encombrement du processeur ou des retards de transfert excessifs dans le central. Cette capacité doit pouvoir également traiter suffisamment de canaux pour accepter l'architecture du réseau et écouler le volume du trafic.

Pour les points de relais sous-système commande de connexion sémaphore (SCCP, *signalling connexion control part*), on pourrait définir la capacité comme étant le nombre de MSU qui peuvent être retransmises en unité-temps sans entraîner un encombrement du processeur ou des retards excessifs de transfert dans le commutateur. Cette capacité doit également pouvoir traiter suffisamment de canaux pour écouler le trafic.

En ce qui concerne les bases de données, on pourrait définir la capacité comme étant le nombre de demandes qui peuvent être traitées en unité-temps sans entraîner l'encombrement du processeur ou des retards excessifs de transfert dans le commutateur. Cette capacité est évidemment étroitement liée au type d'application. Elle doit également pouvoir traiter suffisamment de canaux pour accepter l'architecture du réseau et écouler le volume de trafic.

7.2.2 Retard de signalisation dans le commutateur

Pour un commutateur de transit, il s'agit de l'intervalle de temps entre le moment où le dernier bit de la MSU entrante est introduit dans la mémoire tampon du canal entrant et le moment où le dernier bit de la MSU est émis sur le canal sortant. Pour les appels effectués dans l'ancien service téléphonique, ce retard englobe les temps de traitement de l'ISUP (ou TUP) et les retards de traitement des sous-systèmes transport de messages (MTP, *message transfer part*). Pour les messages allant vers une base de données ou provenant de cette base, le retard englobe les temps de traitement des TCAP, SCCP et MTP.

Pour les STP, il s'agit de l'intervalle de temps s'écoulant entre le moment où le dernier bit de la MSU entrante est introduit dans la mémoire tampon du canal entrant et le moment où le dernier bit de la MSU est émis sur le canal sortant.

Pour les points de retransmission SCCP, il s'agit de l'intervalle de temps s'écoulant entre le moment où le dernier bit de la MSU entrante est introduit dans la mémoire tampon du canal entrant et le moment où le dernier bit de la MSU de réponse est transmis sur le canal sortant.

Pour les bases de données, il s'agit de l'intervalle s'écoulant entre le moment où le dernier bit de la MSU entrante est introduit dans la mémoire tampon du canal entrant et le moment où le dernier bit de la MSU de réponse est transmis sur le canal sortant, moins le temps nécessaire pour le traitement d'application. Cela englobe les temps de traitement des MTP, SCCP et TCAP dans les deux directions.

Les valeurs des retards de signalisation dans le commutateur figurent dans les Recommandations Q.706, Q.766 et Q.716.

7.2.3 Canaux sémaphores

Le nombre de canaux sémaphores qu'un point sémaphore peut accepter est un paramètre important pour la planification de réseau, notamment pour les STP.

7.2.4 Disponibilité

La disponibilité d'un point sémaphore est définie comme la fraction de temps pendant laquelle ce point fonctionne à pleine capacité.

7.3 Valeur de ρ_{max}

A l'heure actuelle, la valeur de ρ_{max} varie entre 0,2 et 0,4.

8 Méthodes de dimensionnement des canaux sémaphores

8.1 Calcul de la charge

La Recommandation E.713 spécifie la procédure d'évaluation de la charge sémaphore entre deux nœuds (SP et/ou point de transfert sémaphore STP) pendant une période de référence. On divise ces quantités par la longueur de la période de référence et on obtient les résultats suivants en l'absence de dérangement:

- L' est la charge totale en bit/s dans un sens;
- L'' est la charge totale en bit/s dans le sens opposé.

Pour le dimensionnement, le paramètre significatif est le plus grand des deux. Cela est dû au fait qu'un canal sémaphore est en fait une paire de canaux unidirectionnels.

- $L = \text{Max}(L', L'')$

8.2 Capacité d'un canal unique

La capacité C d'un canal est définie comme le débit maximal qu'un canal sémaphore peut écouler sans défaillances dans le réseau. Elle est régie par la relation:

$$C = S_L \rho_{max}$$

où:

- S_L est le débit du canal en bit/s;
- ρ_{max} a été défini dans le paragraphe 7.

8.3 Capacité d'un faisceau de canaux

Dans le système de signalisation n° 7, on partage la charge entre plusieurs faisceaux de canaux en utilisant le champ de sélection du canal sémaphore (SLS, *signalling link selection*) à 4 bits mais en raison des effets de modularité, cette procédure ne permet pas toujours d'obtenir une répartition parfaitement équilibrée de la charge entre les différents canaux d'un faisceau de canaux. En conséquence, la capacité du canal sémaphore n'est pas totalement disponible. La capacité d'un faisceau de canaux est la charge de signalisation maximale qui est peut-être partagée sans dépasser la capacité de l'un quelconque des canaux.

Le nombre de bits de champ de sélection du canal sémaphore (SLS) dont on dispose pour partager la charge entre plusieurs canaux d'un faisceau dépend de l'architecture du réseau.

Le Tableau 1 donne la capacité C_m d'un faisceau de canaux en fonction de la capacité C d'un canal, le nombre de canaux dans un faisceau m , et le nombre de bits SLS disponibles pour le partage de la charge.

Tableau 1/E.733

Nombre de canaux m	Capacité d'un faisceau de canaux (C_m)	
	4 bits SLS utilisés	3 bits SLS utilisés
1	C	C
2	$2C$	$2C$
3	$(8/3)C$	$(8/3)C$
4	$4C$	$4C$
5	$4C$	$4C$
6	$(16/3)C$	$4C$
7	$(16/3)C$	$4C$
8	$8C$	$8C$

NOTE – La capacité du faisceau de canaux donnée dans le Tableau 1 est la charge maximale autorisée en l'absence de défaillances dans le réseau.

Pour déterminer la capacité d'un canal unique indiquée au Tableau 1, on suppose que la charge de trafic sémaphore entre tous les points sémaphores est uniformément répartie selon les codes de sélection du canal sémaphore (SLS) (à la fois en termes d'intensité de trafic et de répartition de longueur de trame). Dans le cas contraire, une analyse plus détaillée sera nécessaire pour tenir compte des diverses caractéristiques de différents codes SLS.

8.4 Méthode de dimensionnement

Etant donné la charge calculée L (voir 8.1) et la capacité C d'un canal (voir 8.2), le nombre de canaux m nécessaire dans le faisceau de canaux est obtenu à partir du Tableau 1 en s'assurant que $L \leq C_m$.

9 Historique de la Recommandation

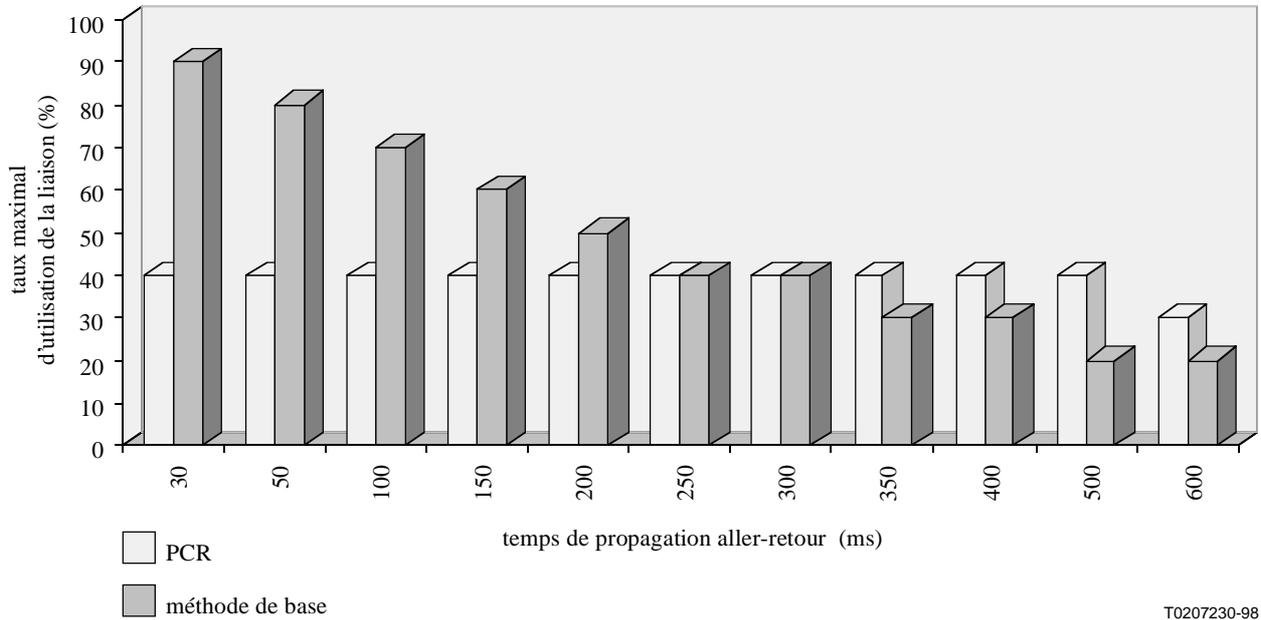
Recommandation E.733 – Publiée pour la première fois en 1992; révisée en 1996 et en 1998.

ANNEXE A

Résultats analytiques de la comparaison entre la correction d'erreur de base et la méthode PCR

La présente annexe contient certains résultats d'une analyse comparative du taux d'utilisation maximal d'une liaison, ρ_{max} , lorsque la méthode de base de correction des erreurs et la méthode PCR sont utilisées. On a retenu le critère a) du 7.1.1.2, c'est-à-dire que l'on a considéré l'état extrême d'erreur; ainsi, la probabilité d'erreur dans la trame sémaphore est fixée à 0,004 et ρ_{max} est déterminé en fixant pour condition que le délai de file d'attente pour un taux d'utilisation $2\rho_{max}$ soit inférieur à $\text{Max}(60, 0,6T_L)$, où T_L est le temps de propagation en boucle. Les délais de file d'attente sont déterminés au moyen des formules donnant les délais de file d'attente pour la méthode de base et la

PCR dans le Tableau 2/Q.706. La Figure A.1 ci-dessous compare les valeurs de $2\rho_{max}$ pour la méthode de base et la méthode PCR en présence d'un trafic sémaphore ayant une longueur de message constante de 23 octets. L'utilisation d'une répartition type de longueur de message avec la longueur moyenne de 23 octets aboutit au même choix entre la méthode de base et la méthode PCR.



T0207230-98

NOTE – Les valeurs calculées pour le taux maximal d'utilisation de la liaison sont arrondies aux multiples de 10 immédiatement inférieurs du graphique.

Figure A.1/E.733 – Calcul du taux maximal d'utilisation d'une liaison pour des temps de propagation en boucle variables

La Figure A.2 présente une comparaison entre les délais de file d'attente obtenus avec la méthode de base et la méthode PCR pour l'état extrême d'erreur. Comme précédemment, on a repris les hypothèses d'un trafic de type Poisson avec une longueur de message constante de 23 octets et un taux d'utilisation de la liaison de 30%. Le délai de file d'attente est porté en ordonnée et le temps de propagation en boucle T_l en abscisse. La méthode PCR donne un délai de file d'attente plus court que la méthode de base, pour des temps de propagation en boucle de plus de 30 ms.

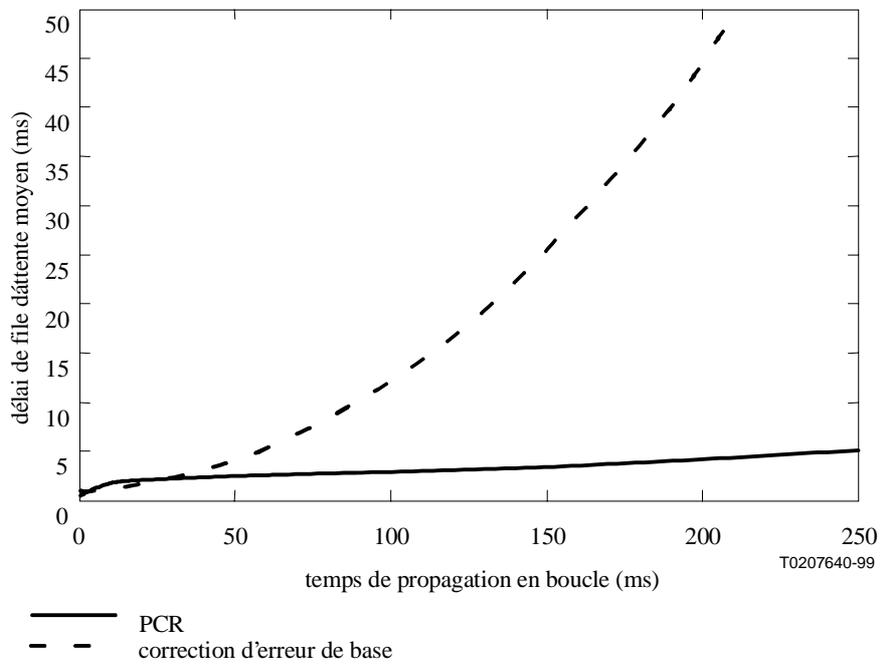


Figure A.2/E.733 – Calcul des délais moyens de file d'attente pour des temps de propagation en boucle variables

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
Série Z	Langages de programmation