



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

X.135

(08/97)

SÉRIE X: RÉSEAUX POUR DONNÉES ET
COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

Réseaux publics pour données – Aspects réseau

Performances de rapidité de service (délais et débit) des réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets

Recommandation UIT-T X.135

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE X
RÉSEAUX POUR DONNÉES ET COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES	X.1–X.199
Services et fonctionnalités	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmission, signalisation et commutation	X.50–X.89
Aspects réseau	X.90–X.149
Maintenance	X.150–X.179
Dispositions administratives	X.180–X.199
INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS	X.200–X.299
Modèle et notation	X.200–X.209
Définitions des services	X.210–X.219
Spécifications des protocoles en mode connexion	X.220–X.229
Spécifications des protocoles en mode sans connexion	X.230–X.239
Formulaires PICS	X.240–X.259
Identification des protocoles	X.260–X.269
Protocoles de sécurité	X.270–X.279
Objets gérés de couche	X.280–X.289
Tests de conformité	X.290–X.299
INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	X.300–X.399
Généralités	X.300–X.349
Systèmes de transmission de données par satellite	X.350–X.399
SYSTÈMES DE MESSAGERIE	X.400–X.499
ANNUAIRE	X.500–X.599
RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS SYSTÈMES	X.600–X.699
Réseautage	X.600–X.629
Efficacité	X.630–X.649
Dénomination, adressage et enregistrement	X.650–X.679
Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)	X.680–X.699
GESTION OSI	X.700–X.799
Cadre général et architecture de la gestion-systèmes	X.700–X.709
Service et protocole de communication de gestion	X.710–X.719
Structure de l'information de gestion	X.720–X.729
Fonctions de gestion	X.730–X.799
SÉCURITÉ	X.800–X.849
APPLICATIONS OSI	X.850–X.899
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850–X.859
Traitement transactionnel	X.860–X.879
Opérations distantes	X.880–X.899
TRAITEMENT OUVERT RÉPARTI	X.900–X.999

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

RECOMMANDATION UIT-T X.135

PERFORMANCES DE RAPIDITÉ DE SERVICE (DÉLAIS ET DÉBIT) DES RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES ASSURANT DES SERVICES INTERNATIONAUX DE TRANSMISSION DE DONNÉES À COMMUTATION PAR PAQUETS

Résumé

La présente Recommandation définit les paramètres de rapidité de service propres aux protocoles ainsi que leurs valeurs associées à chacune des trois fonctions de communication de données: accès, transfert de l'information d'utilisateur et retrait.

Source

La Recommandation UIT-T X.135, révisée par la Commission d'études 7 de l'UIT-T (1997-2000), a été approuvée le 9 août 1997 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 de la technologie 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 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 1998

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

TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Introduction	1
2	Références normatives	3
3	Abréviations	4
4	Temps d'établissement d'une communication	4
	4.1 définition du temps d'établissement d'une communication à une seule limite de section.....	4
	4.2 définition du temps d'établissement d'une communication entre deux limites de sections.....	5
	4.3 Valeurs.....	6
5	Temps de transfert des paquets de données.....	7
	5.1 définition du temps de transfert des paquets de données	7
	5.2 Valeurs.....	8
6	Paramètres de débit	9
	6.1 définition du débit.....	9
	6.2 définition du débit en régime permanent	10
	6.3 définition de la capacité de débit	10
	6.4 Valeurs.....	11
7	Temps de libération d'une communication.....	13
	7.1 Temps d'indication de libération.....	13
	7.2 Temps de confirmation de libération	15
	Annexe A – Facteurs à spécifier dans le rapport sur les performances de débit	15
	A.1 Débits.....	15
	A.2 Fenêtres d'interface	15
	A.3 Longueur de paquet	15
	A.4 Connexions virtuelles supplémentaires.....	16
	A.5 Heure du jour	16
	A.6 Sens.....	16
	A.7 Classe de débit	16
	A.8 Emploi du bit <i>D</i>	16
	A.9 Temps	16
	A.10 Rapport sur la capacité de débit.....	16
	Annexe B – Informations complémentaires sur la mesure du débit et application des valeurs de capacité de débit 17	
	Annexe C – Evaluation de la performance en matière de rapidité de service de bout en bout.....	17
	C.1 Définition des exemples de connexions de bout en bout	18
	C.2 Performance en matière de rapidité de service pour les exemples de configuration du type 1 et du type 2	18
	C.3 Méthodes de calcul de la moyenne et de la valeur au 95 ^e percentile des temps et des débits des services à commutation par paquets comportant deux parties concaténées ou plus	19
	C.4 Notes concernant les hypothèses essentielles, les résultats et les conséquences les plus importantes	24
	Référence.....	24

Supplément n° 1 à la Recommandation X.135 – Quelques résultats d'essai obtenus dans des parties nationales et internationales spécifiques	25
1 Essais de réseau effectués par Telstra	25
1.1 Valeurs de temps d'établissement d'une communication dans la partie internationale B .	26
1.2 Valeurs de débit dans la partie internationale B (9600 bit/s)	27
1.3 Valeurs de débit dans la partie internationale B (64 000 bit/s)	28
1.4 Valeurs de temps de transfert des paquets de données dans la partie internationale B	29
2 Essai sur le réseau DATEX-P	29
2.1 Valeurs de temps et de débit mesurées dans la partie nationale A	29
2.2 Valeurs de temps et de débit dans la partie nationale B	29

PERFORMANCES DE RAPIDITÉ DE SERVICE (DÉLAIS ET DÉBIT) DES RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES ASSURANT DES SERVICES INTERNATIONAUX DE TRANSMISSION DE DONNÉES À COMMUTATION PAR PAQUETS

(révisée en 1997)

1 Introduction

1.1 La présente Recommandation est la deuxième d'une série de quatre Recommandations (X.134 à X.137) qui définissent les performances (paramètres et valeurs) des services internationaux de communication de données à commutation par paquets. La Figure 1 illustre le domaine d'application de ces quatre Recommandations et les relations qui existent entre elles.

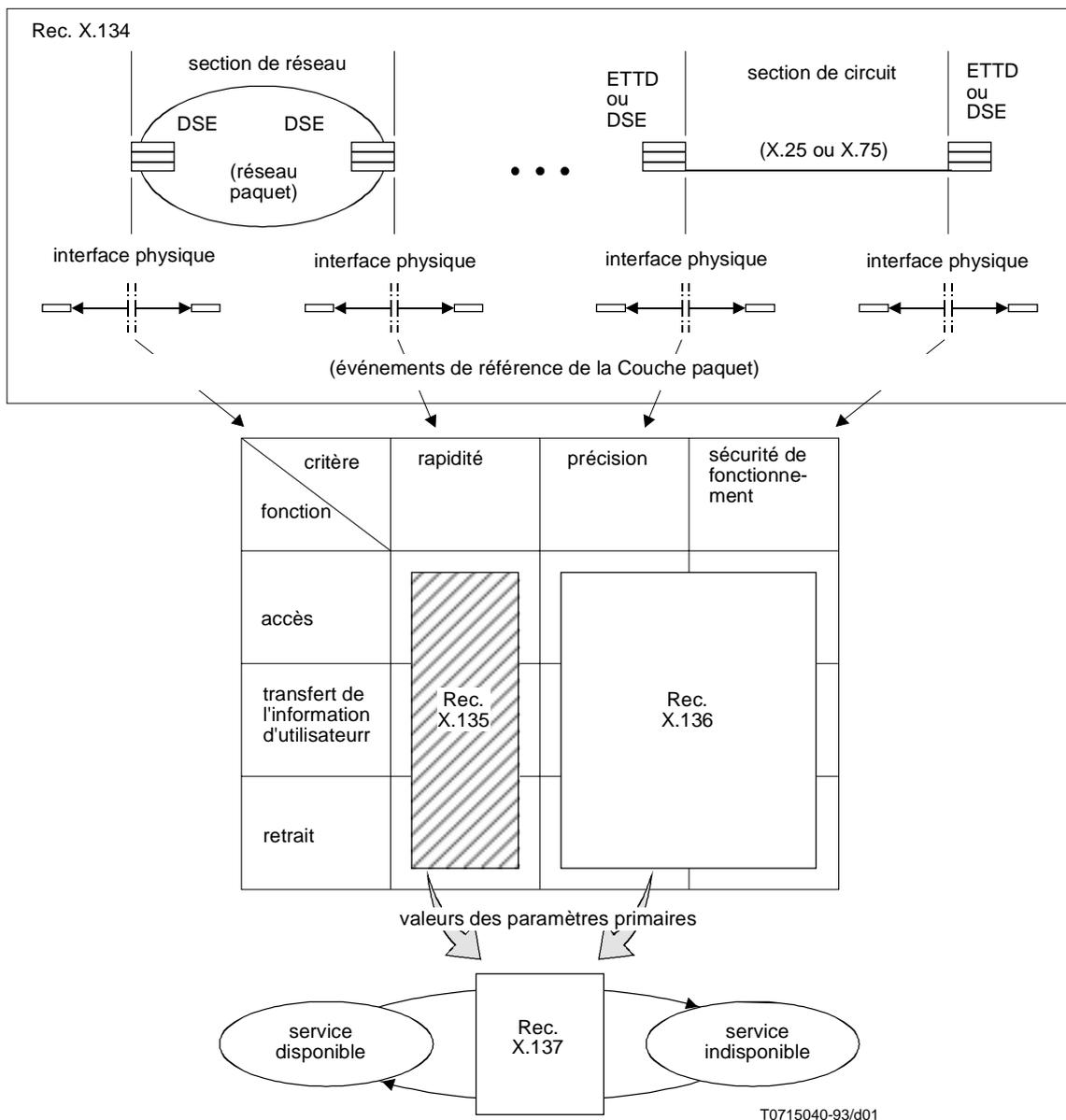


Figure 1/X.135 – Description structurée de la performance du service à commutation par paquets

1.2 La Recommandation X.134 scinde une connexion virtuelle en sections de base dont les limites sont associées aux interfaces X.25 et X.75; elle définit également des groupes particuliers de sections de base, qui portent le nom de parties de connexion virtuelle, et pour lesquelles des performances seront établies; elle définit, enfin, un ensemble d'événements de référence de la couche Paquet (PE, *packet layer reference event*) qui sert de fondement à la définition des paramètres de performance. Les sections de base sont constituées de sections de réseau et de sections de circuit. Elles sont délimitées, dans chaque cas, par des équipements terminaux de traitement de données (ETTD) ou par des interfaces de centres de commutation de données (DSE, *data switching exchange*), physiques. Les parties de connexion virtuelle sont identifiées soit comme parties nationales, soit comme parties internationales. On dit qu'il y a PE chaque fois qu'un paquet modifie, en traversant une limite de section, l'état de l'interface dans la couche Paquet.

1.3 Aux fins de comparaison et dans un souci d'exhaustivité, la performance du réseau à commutation par paquets est analysée dans le contexte de la matrice de performance 3×3 , définie dans la Recommandation X.140. Trois fonctions de communication de données indépendantes du protocole sont identifiées dans cette matrice: accès, transfert de l'information d'utilisateur et retrait. Ces fonctions générales correspondent à l'établissement d'une communication, au transfert (et à l'interruption) de données et à la libération d'une communication dans les services de communication virtuelle à commutation par paquets conformes aux Recommandations X.25 et X.75. Chaque fonction est examinée selon trois facteurs généraux de performance (ou "critères" de performance): rapidité, précision et sécurité de fonctionnement. Ces critères expriment respectivement le délai ou la rapidité, le degré d'exactitude et le degré de certitude avec lesquels une fonction est exécutée.

1.4 La présente Recommandation définit les paramètres de rapidité de service propres aux protocoles ainsi que leurs valeurs associées à chacune des trois fonctions de communication de données. La Recommandation X.136 définit les paramètres relatifs à la précision et à la sécurité de fonctionnement qui dépendent du protocole ainsi que les valeurs associées à chaque fonction. Les paramètres définis dans la présente Recommandation et dans la Recommandation X.136 sont appelés "paramètres primaires" pour souligner leur dépendance directe vis-à-vis des événements de la couche Paquet.

1.5 Un modèle à deux états associé fournit une base de description de la disponibilité complète du service. Une fonction spécifiée de disponibilité compare les valeurs d'un sous-ensemble de paramètres primaires à des seuils d'incapacité correspondants, pour classer le service comme "disponible" (pas d'interruption du service) ou comme "indisponible" (interruption du service) pendant la période de fonctionnement prévue. La Recommandation X.137 définit la fonction de disponibilité et les paramètres de disponibilité ainsi que leurs valeurs qui caractérisent le processus aléatoire binaire résultant.

1.6 Quatre paramètres de rapidité de service sont définis dans la présente Recommandation: un paramètre d'accès (temps d'établissement d'une communication), deux paramètres de transfert de l'information d'utilisateur (temps de transfert de paquets de données et capacité de débit) et un paramètre de retrait (temps d'indication de libération). On peut appliquer chaque paramètre à n'importe quelle section de base ou partie de la connexion virtuelle. Cette généralisation de la portée des paramètres rend ceux-ci très utiles dans l'attribution des performances et dans leur enchaînement.

1.7 La présente Recommandation spécifie des valeurs de temps et de débit pour les parties nationales et internationales de deux types (voir le Tableau 1). Les performances fixées pour les équipements terminaux de données ne sont pas spécifiées mais les paramètres définis dans la présente Recommandation peuvent être employés pour de telles spécifications afin d'aider les utilisateurs à établir des relations quantitatives entre performance du réseau et qualité de service (voir la Recommandation X.140).

1.8 Les valeurs correspondant à une valeur moyenne ou à une probabilité de 95%, dans le cas le plus défavorable, relatives au temps d'établissement d'une communication, au temps de transfert des paquets de données, à la capacité de débit et au temps d'indication de libération, sont spécifiées ci-dessous pour chaque type de partie de connexion virtuelle identifié dans le Tableau 1. L'expression "cas le plus défavorable" signifie qu'il faut respecter ces valeurs pendant toute heure de la période de fonctionnement prévue dans la partie de connexion virtuelle la plus dégradée assurant le service international à commutation par paquets. La performance d'une partie de connexion virtuelle est normalement bien meilleure que celle du cas le plus défavorable spécifié dans la présente Recommandation¹. Les objectifs nominaux tenant compte d'applications d'utilisateur et de performances de réseau plus exigeantes ainsi que des améliorations de la connectivité feront l'objet d'études ultérieures.

La présente Recommandation fournit également des méthodes numériques permettant de combiner les performances de parties distinctes afin d'évaluer la performance de bout en bout. Les valeurs ETTD à ETTD pour deux connexions fictives particulières sont déterminées à l'aide de ces méthodes dans l'Annexe C.

¹ Le Supplément n° 1 contient des valeurs de temps et de débit mesurées sur des connexions spécifiques à des moments donnés. Il est fourni à titre purement indicatif.

Tableau 1/X.135 – Types de partie de connexion virtuelle pour lesquels les performances sont spécifiées^{a)}

Types de partie	Caractéristiques types
nationale A	connexion du système de Terre au moyen d'une section de réseau d'accès
nationale B	connexion au moyen d'une section de réseau d'accès avec un circuit par satellite; ou au moyen d'une section de réseau d'accès et d'une ou de plusieurs sections de réseau de transit
internationale A	connexion au moyen d'une section de circuit inter-réseaux de Terre directe
internationale B	connexion au moyen de deux circuits par satellite et d'une section de réseau de transit; ou au moyen d'un circuit par satellite et de deux sections de réseau de transit ou davantage
a) Les valeurs spécifiées pour les parties du type B s'appliquent aussi aux parties de connexion virtuelle qui ne sont pas explicitement identifiées comme étant du type A ou du type B.	

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- [1] Recommandation UIT-T X.1 (1996), *Catégories d'utilisateurs du service international et catégories d'accès des réseaux publics pour données et des réseaux numériques à intégration de services.*
- [2] Recommandation UIT-T X.2 (1996), *Services internationaux de transmission de données et fonctionnalités optionnelles offertes aux usagers des réseaux publics pour données et des réseaux numériques à intégration de services.*
- [3] Recommandation UIT-T X.25 (1996), *Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics pour données.*
- [4] Recommandation UIT-T X.75 (1996), *Système de signalisation à commutation par paquets entre réseaux publics assurant des services de transmission de données.*
- [5] Recommandation UIT-T X.96 (1993), *Signaux de progression de l'appel dans les réseaux publics pour données.*
- [6] Recommandation UIT-T X.110 (1996), *Principes et plan d'acheminement international pour les réseaux publics pour données.*
- [7] Recommandation UIT-T X.134 (1997), *Délimitation des sections et événements de référence de la couche paquets: base de définition des paramètres de performance de la commutation par paquets.*
- [8] Recommandation UIT-T X.136 (1997), *Performances de précision et de sécurité de fonctionnement des réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets.*
- [9] Recommandation UIT-T X.137 (1997), *Performances de disponibilité applicables aux réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets.*
- [10] Recommandation UIT-T X.138 (1997), *Mesure des valeurs de performance des réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets.*

- [11] Recommandation UIT-T X.139 (1997), *Équipement terminal de traitement de données d'écho, de puits, de source et d'essai, pour mesurer les valeurs de performance des réseaux publics pour données assurant des services internationaux de transmission de données à commutation par paquets.*
- [12] Recommandation X.140 du CCITT (1992), *Paramètres généraux de qualité de service pour la communication sur des réseaux publics pour données.*
- [13] Recommandation UIT-T X.213 (1995), *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Définition du service de réseau.*
- [14] Recommandation X.323 du CCITT (1988), *Arrangements généraux applicables à l'interfonctionnement de réseaux publics pour données à commutation par paquets (RPDCP).*

3 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CA	communication acceptée (<i>call accepted</i>)
CC	communication établie (<i>call connected</i>)
cdf	fonction de distribution cumulative (<i>cumulative distribution function</i>)
CR	appel (<i>call request</i>)
DSE	centre de commutation de données (<i>data switching exchange</i>)
ETTD	équipement terminal de traitement de données
IC	appel entrant (<i>incoming call</i>)
pdf	fonction de densité de probabilité (<i>probability density function</i>)
PE	événement de référence de la couche Paquet (<i>packet layer reference event</i>)

4 Temps d'établissement d'une communication

Le temps d'établissement d'une communication s'applique seulement aux possibilités de communication virtuelle de réseaux à commutation par paquets.

Le temps d'établissement d'une communication observé est d'abord défini en une seule limite de section, B_i , puis il est défini sur la base de la définition précédente entre un couple de limites de section (B_i, B_j). Dans le premier cas, le temps d'établissement d'une communication comprend le temps d'établissement d'une communication pour toutes les sections de connexion virtuelle du côté utilisateur demandé de B_i et le temps de réponse de l'utilisateur demandé. Dans le second cas, le temps d'établissement d'une communication comprend uniquement les temps entre B_i et B_j . Les valeurs sont spécifiées pour un temps d'établissement d'une communication observé entre des limites de section.

4.1 définition du temps d'établissement d'une communication à une seule limite de section

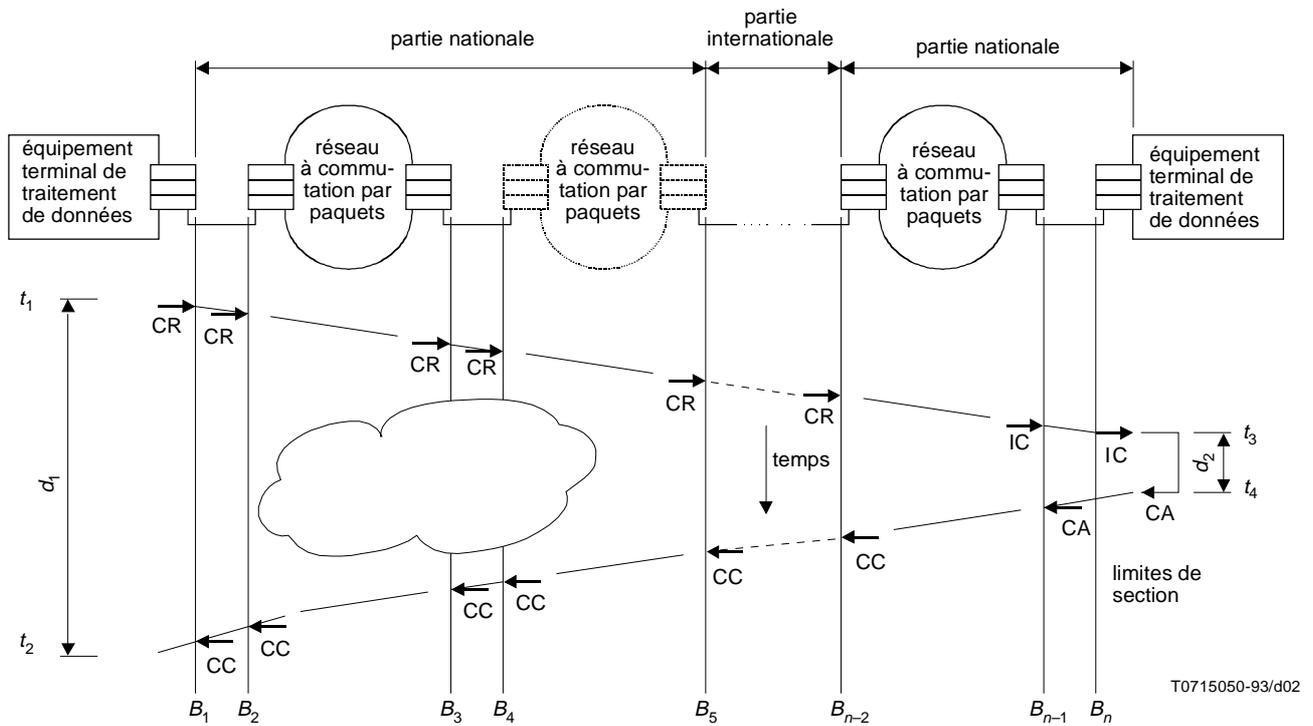
Le temps d'établissement d'une communication à une limite de section B_i , est défini à l'aide de deux événements de référence de la couche Paquet (PE) selon la Recommandation X.134. C'est l'intervalle de temps qui débute lorsqu'un paquet d'appel ou un paquet d'appel entrant crée un PE en B_i et qui se termine lorsque le paquet de communication établie ou le paquet d'acceptation d'appel, acceptant la communication virtuelle, retourne et crée son PE en B_i .

$$\text{Temps d'établissement d'une communication à une limite de section} = \{t_2 - t_1\}$$

dans lequel:

- t_1 est le temps d'apparition du premier PE,
- t_2 est le temps d'apparition du second PE.

Les deux PE peuvent apparaître à n'importe quelle limite de section dans une connexion virtuelle. Les identités des paquets dépendent de la limite considérée comme l'indique la Figure 2. Le premier paquet est le paquet d'appel et le second le paquet de communication établie correspondant à chaque limite, excepté aux deux limites qui définissent la section du circuit d'accès associée à l'ETTD appelé. Le premier paquet est le paquet d'appel entrant et le second le paquet d'acceptation d'appel aux deux dernières limites. Les PE X.134 spécifiques utilisés pour la mesure du temps d'établissement d'une communication à chaque limite de partie sont identifiés au Tableau 2.



T0715050-93/d02

- CR appel (*call request*)
- IC appel entrant (*incoming call*)
- CA communication acceptée
- CC communication établie (*call connected*)

NOTE – On peut observer (t_1, t_2) et (t_3, t_4) côté du demandeur et côté du demandé de n'importe quelle partie de la connexion virtuelle.

Figure 2/X.135 – Evénements relatifs au délai d'établissement d'une communication

Tableau 2/X.135 – Evénements de référence de la couche Paquet (PE) utilisés lors de la mesure du temps d'établissement d'une communication^{a)}

Evénement de référence de la couche Paquet X.134	PE de début	PE de fin
Section de circuit		
section de circuit d'accès de l'ETTD appelant	2 (X.25)	3 (X.25)
section de circuit d'accès de l'ETTD appelé	1 (X.25)	4 (X.25)
section de circuit inter-réseaux	1 (X.75)	2 (X.75)
a) Les nombres PE dans ce tableau font référence aux Tableaux 1/X.134 et 2/X.134.		

4.2 définition du temps d'établissement d'une communication entre deux limites de sections

Pour une communication particulière, on peut mesurer le temps d'établissement d'une communication à une limite B_i , puis on peut le mesurer à une autre limite B_j la plus éloignée de l'équipement terminal de traitement de données appelant. La différence entre les valeurs obtenues est la contribution au temps d'établissement d'une communication, de la ou des sections de la connexion virtuelle comprise entre les deux limites.

Temps d'établissement d'une communication entre deux limites de sections = $\{d_1 - d_2\}$

dans lequel:

d_1 est le temps d'établissement d'une communication mesuré en B_i ,

d_2 est le temps d'établissement d'une communication mesuré en B_j .

Le **temps d'établissement d'une communication de bout en bout** est le temps d'établissement d'une communication entre les limites de l'équipement terminal de traitement de données, par exemple, entre B_1 et B_n à la Figure 2. Ce temps de bout en bout ne comprend pas le temps de réponse de l'utilisateur demandé. Le **temps d'établissement d'une communication dans une partie nationale** est le temps d'établissement d'une communication entre les limites définissant une partie nationale, par exemple, B_1 et B_5 à la Figure 2. Le **temps d'établissement d'une communication dans une partie internationale** est le temps d'établissement d'une communication entre les limites définissant une partie internationale, par exemple, B_5 et B_{n-2} à la Figure 2.

4.3 Valeurs

Le Tableau 3 définit les valeurs de temps d'établissement d'une communication dans le cas le plus défavorable pour chacun des quatre types de partie de connexion virtuelle identifiés au Tableau 1. Les temps d'établissement d'une communication ETTD à ETTD pour deux connexions fictives de référence sont calculés dans l'Annexe C. Toutes ces valeurs reposent sur (et ne s'appliquent que selon) les hypothèses suivantes²:

- 1) communication de base dans laquelle on n'utilisera aucune des fonctionnalités optionnelles offertes aux utilisateurs définies dans la Recommandation X.25 et dans laquelle il ne sera pas envoyé de données d'appel de l'utilisateur;
- 2) les fenêtres de la couche Liaison de données d'entités extérieures à la partie présentement spécifiée sont ouvertes (pas de contrôle de flux).

Les valeurs définies comprennent la valeur moyenne et la valeur de probabilité à 95%. La valeur moyenne est la valeur attendue de la répartition des temps d'établissement d'une communication. La valeur de probabilité à 95% est la valeur au-dessous de laquelle sont situées 95% des valeurs des temps d'établissement d'une communication. Les tentatives d'établissement d'une communication qui n'ont pas abouti conformément aux conditions énoncées dans la Recommandation X.136 ne sont pas retenues et sont abordées séparément dans cette dernière Recommandation.

Au Tableau 3, la valeur de X dépendra du débit dans la section du circuit d'accès comprise dans la partie nationale. Le Tableau 4 donne les valeurs de X pour les catégories d'utilisateurs du service 8 à 11, d'après la Recommandation X.1³. Pour d'autres débits, la valeur de X pourra être calculée à l'aide de la formule:

$$X = \frac{400}{R} \text{ ms}$$

où R est le débit, exprimé en kilobits par seconde (kbit/s)⁴.

Les valeurs de temps d'établissement d'une communication définies au Tableau 3 sont destinées à servir de limites dans le cas d'utilisation le plus défavorable lors de la planification des services internationaux à commutation par paquets. La performance de temps effective obtenue dans une partie de connexion virtuelle dépend de nombreux facteurs y compris le trafic attendu et le trafic réellement offert, la topologie interne du réseau ainsi que les débits dans les sections de circuit inter-réseaux. Une variation s'écartant de la valeur correspondant au cas le plus défavorable pour chaque facteur peut améliorer la performance.

On peut calculer directement le temps total d'établissement d'une communication pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à condition d'ajouter les valeurs moyennes correspondant aux parties individuelles définies au Tableau 3. La méthode permettant de calculer une valeur de temps total d'établissement d'une communication correspondant à la valeur de probabilité à 95% pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à partir des valeurs individuelles de probabilité à 95%, est décrite dans l'Annexe C.

² Les valeurs correspondant à d'autres conditions feront l'objet d'études complémentaires. Dans le cas de lignes d'accès extrêmement longues et de délais excessifs au niveau de l'équipement de transmission de la section de circuit d'accès, ces valeurs pourront être dépassées.

³ Ces valeurs attribuées à X ne représentent pas la performance de la section de circuit d'accès en matière de délai, puisqu'elles n'incluent ni le temps de propagation, ni le temps de multiplexage, ni les effets de retransmission.

⁴ La formule résulte de l'hypothèse selon laquelle le transfert de chaque paquet d'établissement (c'est-à-dire le paquet d'appel et le paquet correspondant de communication acceptée) d'une communication à travers une section de circuit d'accès comprend la transmission de 25 octets: 5 octets dus au niveau trame, 5 octets d'en-tête de paquet et 15 octets d'information d'adresse de l'ETTD.

Tableau 3/X.135 – Temps d'établissement d'une communication dans le cas le plus défavorable pour les parties de connexion virtuelle

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
moyenne (ms)	1000 + X	1600 + X	250	1450
95% (ms)	1200 + X	1800 + X	300	1520

NOTE – Si un satellite est utilisé dans la section de circuit d'accès, une tolérance supplémentaire (aller-retour) de 540 ms est ajoutée aux objectifs de performance des parties nationales de type A et de type B.

Tableau 4/X.135 – Valeurs de X pour le Tableau 3

Catégorie du service d'utilisateurs X.1	R (kbit/s)	X (millisecondes)
8	2,4	167
9	4,8	84
10	9,6	42
11	48,0	9
13	64,0	7

5 Temps de transfert des paquets de données

Ce temps se rapporte au transfert des paquets de données ayant abouti et s'applique aux capacités de réseaux à commutation par paquets correspondant aussi bien aux communications virtuelles qu'aux circuits virtuels permanents. Il est défini uniquement entre des couples de limites de sections.

5.1 définition du temps de transfert des paquets de données

Le temps de transfert de paquets de données est l'intervalle de temps qui débute lorsqu'un paquet de données crée un événement de référence de la couche Paquet (PE) à une limite particulière, B_i , et qui se termine lorsque ce même paquet crée un dernier PE à une autre limite B_j . Les PE X.134 spécifiques utilisés dans la mesure du temps de transfert des paquets de données à chaque limite de partie sont identifiés au Tableau 5.

Tableau 5/X.135 – Evénements de référence de la couche Paquet (PE) utilisés dans la mesure du temps de transfert des paquets de données

Section de circuit	Evénement de référence de la couche Paquet X.134	PE de début/PE de fin
section de circuit d'accès d'origine		10a (X.25)
section de circuit d'accès de destination		9a (X.25)
section de circuit inter-réseaux		5a (X.75)

$$\text{Temps de transfert des paquets de données} = \{t_2 - t_1\}$$

dans lequel:

t_1 est le temps d'apparition du premier PE (à la limite B_i);

t_2 est le temps d'apparition du second PE (à la limite B_j).

Le **temps de transfert des paquets de données de bout en bout** est le temps relevé dans un seul sens entre les limites de l'équipement terminal de traitement de données, par exemple, B_1 et B_n à la Figure 2. Le **temps de transfert des paquets de données dans une partie nationale** est le temps entre les limites définissant une partie nationale, par exemple, B_1 et B_5 à la Figure 2. Le **temps de transfert des paquets de données dans la partie internationale** est le temps entre les limites définissant une partie internationale, par exemple, B_5 et B_{n-2} à la Figure 2.

5.2 Valeurs

Le Tableau 6 définit les temps de transfert des paquets de données dans le cas le plus défavorable pour chacun des quatre types de partie de connexion virtuelle identifiés au Tableau 1. Les temps de transfert des paquets de données d'ETTD à ETTD pour deux connexions fictives de référence sont calculés dans l'Annexe C. Toutes ces valeurs reposent sur (et ne s'appliquent que selon) les hypothèses suivantes⁵:

- 1) longueur d'un champ de données d'utilisateur: 128 octets;
- 2) les fenêtres de la couche Liaison de données et de la couche Paquet côté ETTD de réception, de la partie présentement spécifiée, sont ouvertes.

Tableau 6/X.135 – Temps de transfert des paquets de données dans le cas le plus défavorable pour les parties de connexion virtuelle

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
moyenne (ms)	350 + Y	650 + Y	215	950
95% (ms)	525 + Y	825 + Y	215	1125
NOTE – Si un satellite est utilisé dans la section de circuit d'accès, une tolérance supplémentaire de 270 ms est ajoutée aux objectifs de performance des parties nationales de type A et de type B.				

Les valeurs définies comprennent la valeur moyenne et la valeur de probabilité à 95%. La valeur moyenne est la valeur attendue de la répartition des temps de transfert des paquets de données, en excluant les valeurs qui dépassent un temps de transfert maximal spécifié des paquets de données. La valeur de probabilité à 95% est la valeur au-dessous de laquelle sont situées 95% des valeurs de temps de transfert des paquets de données. Les tentatives de transfert des paquets de données qui n'ont pas abouti conformément aux conditions énoncées dans la Recommandation X.136 ne sont pas retenues et sont abordées séparément dans cette dernière Recommandation.

Au Tableau 6, la valeur de Y dépendra du débit dans la section du circuit d'accès comprise dans la partie nationale. Le Tableau 7 donne les valeurs de Y pour les catégories d'utilisateurs du service 8 à 11 et 13, d'après la Recommandation X.1⁶. Pour d'autres débits, la valeur de Y pourra être calculée à l'aide de la formule:

$$Y = \frac{1088}{R} \text{ ms}$$

où R est le débit, exprimé en kilobits par seconde (kbit/s)⁷.

⁵ Les valeurs correspondant à d'autres conditions feront l'objet d'études complémentaires. Dans le cas de lignes d'accès extrêmement longues et de délais excessifs au niveau de l'équipement de transmission de la section de circuit d'accès, ces valeurs pourront être dépassées.

⁶ Ces valeurs attribuées à Y ne représentent pas la performance de la section du circuit d'accès en matière de délai, puisqu'elles n'incluent ni le temps de propagation, ni le temps de multiplexage, ni les effets de retransmission.

⁷ La formule résulte de l'hypothèse selon laquelle le transfert de paquets de données à travers une section de circuit d'accès comprend la transmission de 136 octets: 5 octets dus au niveau trame, 3 octets d'en-tête de paquet et 128 octets de données d'utilisateur.

Tableau 7/X.135 – Valeurs de Y pour le Tableau 6

Catégorie du service d'utilisateurs X.1	R (kbit/s)	X (millisecondes)
8	2,4	453
9	4,8	227
10	9,6	113
11	48,0	23
13	64,0	17

Les valeurs de temps de transfert des paquets de données définies au Tableau 6 sont destinées à servir de limites dans le cas d'utilisation le plus défavorable lors de la planification des services internationaux à commutation par paquets. La performance de temps effective obtenue dans une partie de connexion virtuelle dépend de nombreux facteurs y compris le trafic attendu et le trafic réellement offert, la topologie interne du réseau ainsi que les débits dans les sections de circuit inter-réseaux. Une variation s'écartant de la valeur correspondant au cas le plus défavorable pour chaque facteur peut améliorer la performance.

On peut calculer directement l'objectif de temps de transfert des paquets de données correspondant à la valeur moyenne pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à condition d'ajouter les valeurs moyennes correspondant aux parties individuelles définies au Tableau 6. La méthode de calcul d'un objectif de temps total de transfert des paquets de données correspondant à la valeur de probabilité à 95% pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à partir des valeurs individuelles de probabilité à 95%, est décrite dans l'Annexe C.

6 Paramètres de débit

Trois paramètres de débit sont définis dans le présent paragraphe: débit, débit en régime permanent et capacité de débit. Les valeurs sont données pour la capacité de débit.

6.1 définition du débit

Un débit pour une section de connexion virtuelle est le nombre de bits de données d'utilisateur transférés avec succès dans un seul sens à travers cette section par unités de temps⁸. Un transfert ayant abouti signifie qu'aucun bit de données d'utilisateur n'a été perdu, ajouté ou inversé au cours du transfert.

Supposons:

- 1) que le paquet de données A_0 est le dernier paquet d'une séquence complète de paquets (comme défini au 4.3.5/X.25) traversant la limite d'entrée B_i ;
- 2) que, par la suite, k paquets séquentiels de données (A_1, A_2, \dots, A_k) formant la séquence complète de paquets suivante traversent la limite d'entrée B_i suivant immédiatement A_0 ;
- 3) que le paquet de données \hat{A}_0 est le dernier paquet de la première séquence complète de paquets lorsqu'il traverse la limite de sortie B_j ;
- 4) que les paquets $\hat{A}_1, \hat{A}_2, \dots, \hat{A}_m$ constituent la deuxième séquence complète de paquets lorsqu'ils traversent la limite de sortie B_j .

⁸ Les bits de données d'utilisateur sont les bits du champ de données de l'utilisateur dans les paquets de données de la couche Paquet des Recommandations X.25 ou X.75 (protocole et données supérieurs à la couche Paquet). Sont exclus le verrouillage de trame, le remplissage de bits, la protection contre les erreurs et les autres domaines de protocole introduits par tous les protocoles à un niveau égal ou inférieur à la couche Paquet.

Les PE X.134 utilisés dans la mesure du débit sont les mêmes que ceux qui sont utilisés dans la mesure du temps de transfert des paquets de données tels qu'ils sont identifiés au Tableau 5.

Soit:

- t_1 est le temps d'apparition du PE créé par A_0 en B_i ;
- t_2 est le temps d'apparition du PE créé par A_k en B_i ;
- t_3 est le temps d'apparition du PE créé par \hat{A}_0 en B_j ;
- t_4 est le temps d'apparition du PE créé par \hat{A}_m en B_j ;
- $f(A_r)$ est le nombre de bits de données d'utilisateur dans le paquet A_r .

Une mesure de débit k est donc définie comme suit:

$$\text{mesure de débit} = \frac{\sum_{r=1}^k f(A_r)}{\text{MAX}[(t_2 - t_1), (t_4 - t_3)]}$$

La Recommandation X.136 définit les conditions dans lesquelles un transfert de paquets de données consécutifs est considéré comme étant infructueux. Seules les mesures de débit ayant abouti sont comprises dans l'évaluation de la performance de débit.

6.2 définition du débit en régime permanent

Le débit en régime permanent pour une connexion virtuelle est la valeur à laquelle des mesures de débit convergent quand la longueur du temps d'observation augmente, la charge étant statistiquement constante dans la connexion virtuelle. En supposant un transfert ayant abouti, le débit en régime permanent est le même lorsqu'il est mesuré à chaque couple de limites de sections de la connexion virtuelle. Ainsi, en admettant qu'il n'y ait pas de bits de données d'utilisateur perdus, ajustés ou inversés dans le transfert, une mesure du débit en régime permanent peut être effectuée à n'importe quelle limite de partie au sein d'une connexion virtuelle:

$$\text{mesure du débit en régime permanent} = \frac{\sum_{r=1}^k f(A_r)}{(t_2 - t_1)}$$

expression dans laquelle t_1 , t_2 et $f(A_r)$ sont définis ci-dessus⁹.

Comme variante on peut utiliser l'équation ci-dessus pour calculer le débit en régime permanent en définissant différemment t_1 et t_2 . On peut choisir d'avance les temps t_1 et t_2 . Dans ce cas, soit (A_1, A_2, \dots, A_k) l'ensemble de tous les paquets de données de connexion virtuelle traversant la limite B (qui crée des PE dans un seul sens) au temps t_1 ou après ce temps mais avant t_2 . Dans ces conditions, l'équation ci-dessus mesure toujours le débit en régime permanent.

6.3 définition de la capacité de débit

Soit B_i et B_j deux limites de section de connexion virtuelle. Supposons qu'il faille évaluer le débit en régime permanent avec les paquets de données s'écoulant de B_i vers B_j . Supposons que la charge L soit statistiquement constante sur la section de la connexion virtuelle comprise entre B_i et B_j . Dans ce cas, la capacité de débit de cette section supportant une charge égale à L , est définie comme le débit en régime permanent porté à son maximum lorsqu'on considère toutes les combinaisons offertes des dispositions et des choix de paramètres de la connexion virtuelle relatifs à la performance et à la charge à l'extérieur de B_i et B_j . La mesure de la capacité de débit d'une partie comprise entre les limites B_i et B_j s'effectue de la même façon que la mesure de débit en régime permanent. Cependant, pour la mesure de la capacité de débit, il faut que les éléments situés hors de B_i et B_j aient des capacités de débit notablement plus élevées sous leurs charges respectives que la capacité de débit en cours de mesure.

⁹ Des informations accessoires sur la mesure du débit en régime permanent sont données à l'Annexe B.

Pour la charge statistiquement donnée, L , entre B_i et B_j et pour un ensemble donné de dispositions d'essais, tout débit en régime permanent mesuré constitue une limite inférieure de la capacité de débit. Afin d'améliorer l'évaluation, on peut répéter les essais avec des dispositions d'essais différentes à l'extérieur de B_i et de B_j (voir l'Annexe B).

La capacité de débit de bout en bout est la capacité de débit entre les limites d'ETTD, par exemple, entre B_1 et B_n à la Figure 2. La capacité de débit dans une partie nationale est la capacité de débit entre les limites définissant une partie nationale, par exemple, B_1 et B_5 à la Figure 2. La capacité de débit dans une partie internationale est la capacité de débit entre les limites définissant une partie internationale, par exemple, B_5 et B_{n-2} à la Figure 2.

6.4 Valeurs

Le Tableau 8a définit les capacités de débit dans le cas le plus défavorable pour chacun des quatre types de partie de connexion virtuelle identifiés au Tableau 1, en supposant que les deux sections de circuit d'accès ont un débit de 9600 bit/s. Les capacités de débit d'ETTD à ETTD pour deux connexions fictives de référence sont calculées dans l'Annexe C. Toutes ces valeurs reposent sur (et ne s'appliquent que selon) les hypothèses suivantes¹⁰:

- 1) pas d'autre trafic sur les sections du circuit d'accès;
- 2) débits de 9600 bit/s aux sections de circuit d'accès; la possibilité d'appliquer les valeurs spécifiées de capacité de débit à des débits de sections de circuits inférieurs fera l'objet d'un complément d'étude;
- 3) longueur d'un champ de données d'utilisateur: 128 octets. Classe de débit demandée correspondant à 9600 bit/s (il convient de noter que la classe de débit qui s'appliquera finalement à l'appel peut être inférieure à la classe de débit demandée);
- 4) taille 5 de fenêtre dans la couche Paquet, et taille 5 de fenêtre dans la couche Liaison de données dans les sections de circuit d'accès;
- 5) bit D non utilisé ($D = 0$);
- 6) valeurs applicables à chaque sens de transfert;
- 7) pas d'indisponibilité (au sens de la Recommandation X.137) au cours de la période d'observation;
- 8) pas de réinitialisation ou de déconnexions prématurées (au sens de la Recommandation X.136) au cours de la période d'observation;
- 9) tailles d'échantillon de capacité de débit de 400 paquets (dans le cas de la première méthode de mesure décrite au 6.2) ou de durée de 2 minutes (dans le cas de la méthode de mesure proposée comme variante au 6.2).

Tableau 8a/X.135 – Capacités de débit dans le cas le plus défavorable pour les parties de connexion virtuelle (débit d'accès de 9,6 kbit/s)

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
moyenne (bit/s)	4800	3000	4800	3000
95% (bit/s)	4300	2700	4300	2700
NOTE – Dans les cas où un satellite est utilisé dans la section de circuit d'accès, le débit atteint dépendra de l'optimisation de paramètres tels que: modulo de la couche Liaison de données, longueur de trame, taille de fenêtre pour les trames, modulo de la couche Paquet, longueur de paquet et taille de fenêtre pour les paquets.				
L'Appendice V/X.25 donne des directives sur l'optimisation des paramètres (tailles de fenêtre, etc.)				

¹⁰ Les valeurs correspondant à d'autres conditions feront l'objet d'études complémentaires.

Le Tableau 8b définit les capacités de débit dans le cas le plus défavorable pour chacun des quatre types de partie de connexion virtuelle identifiés au Tableau 1, en supposant que les deux sections de circuit d'accès ont un débit de 64 kbit/s. Les capacités de débit d'ETTD à ETTD pour deux connexions fictives de référence sont calculées dans l'Annexe C. Toutes ces valeurs reposent sur (et ne s'appliquent que selon) les hypothèses suivantes:

- 1) pas d'autre trafic sur les sections du circuit d'accès;
- 2) débits de 64 kbit/s aux sections de circuit d'accès;
- 3) longueur d'un champ de données d'utilisateur: 128 octets. Classe de débit demandée et classe de débit finale négociée correspondant à 64 kbit/s. (Il est à noter que le bit M doit être mis à 1 lors d'un trajet sur des parties de connexion nationale ou internationale de type B.);
- 4) taille 33 de fenêtre dans la couche Paquet, et taille 33 de fenêtre dans la couche Liaison de données dans les sections de circuit d'accès;
- 5) bit *D* non utilisé ($D = 0$);
- 6) valeurs applicables à chaque sens de transfert;
- 7) pas d'indisponibilité (au sens de la Recommandation X.137) au cours de la période d'observation;
- 8) pas de réinitialisation ou de déconnexions prématurées (au sens de la Recommandation X.136) au cours de la période d'observation;
- 9) tailles d'échantillon de capacité de débit de 660 paquets (dans le cas de la première méthode de mesure décrite au 6.2) ou de durée de 2 minutes (dans le cas de la méthode de mesure proposée comme variante au 6.2). (Il est à noter également que le bit M doit être mis à 1 lors d'un trajet sur des parties de connexion nationale ou internationale de type B.)

Tableau 8b/X.135 – Capacités de débit dans le cas le plus défavorable pour les parties de connexion virtuelle (débit d'accès de 64 kbit/s)

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
moyenne (bit/s)	32 000 ^{a)}	10 000 ^{a)}	20 000 ^{a)}	8 000 ^{a)}
95% (bit/s)	29 000 ^{a)}	8 000 ^{a)}	16 000 ^{a)}	6 000 ^{a)}

^{a)} Toutes les valeurs sont provisoires. Les exploitants de réseau n'ont pas besoin de les respecter tant qu'elles ne seront pas revues à la hausse ou à la baisse sur la base des données d'exploitation.

NOTE – Dans les cas où un satellite est utilisé dans la section de circuit d'accès, le débit atteint dépendra de l'optimisation de paramètres tels que: modulo de la couche Liaison de données, longueur de trame, taille de fenêtre pour les trames, modulo de la couche Paquet, longueur de paquet et taille de fenêtre pour les paquets.

L'Appendice V/X.25 donne des directives sur l'optimisation des paramètres (tailles de fenêtre, etc.)

Les valeurs définies comprennent la valeur moyenne et la valeur de probabilité à 95%. La valeur moyenne est la valeur attendue de la répartition de la capacité de débit. La valeur de probabilité à 95% est la valeur au-dessous de laquelle sont situées 95% des valeurs fournies par les mesures de capacité.

Les valeurs de capacité de débit définies au Tableau 8 sont destinées à servir de limites dans le cas d'utilisation le plus défavorable lors de la planification des services internationaux à commutation par paquets. La performance de capacité de débit effective obtenue dans une partie de connexion virtuelle dépend de nombreux facteurs, y compris le trafic attendu et le trafic réellement offert, la topologie interne du réseau, les tailles de fenêtre dans la couche Paquet et dans la couche Liaison de données et les débits dans les sections de circuit inter-réseaux. Une variation s'écartant de la valeur correspondant au cas le plus défavorable pour chaque facteur peut améliorer la performance. Les valeurs de capacité de débit définies au tableau ci-dessus ne seront pas nécessairement atteintes concurremment avec les valeurs de temps définies au Tableau 6.

Les exploitants de réseau amélioreront normalement la performance en choisissant des valeurs appropriées pour les tailles de fenêtre dans la couche Paquet et dans la couche Liaison de données sur les sections de circuit internationales.

Pour déterminer une limite supérieure de la capacité de débit d'un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à partir des capacités de débit d'une portion individuelle, on peut procéder comme suit: si une partie comprise entre les limites B_i et B_j présente la capacité de débit T_1 sous la charge L_1 et si une partie comprise entre les limites B_k et B_m présente la capacité de débit T_2 sous la charge L_2 , et si ces parties font partie d'une chaîne telle que $B_j = B_k$ avec L_1 et L_2 inchangées, alors la partie résultante présente la capacité de débit suivante:

$$T \leq \text{MIN} [T_1, T_2]$$

On trouvera dans l'Annexe C des informations complémentaires sur la manière d'évaluer la capacité de débit d'un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne.

7 Temps de libération d'une communication

Deux temps sont associés à la libération d'une communication: le temps d'indication de libération et le temps de confirmation de libération.

7.1 Temps d'indication de libération

Le temps d'indication de libération s'applique uniquement aux possibilités de communication virtuelle de réseaux à commutation par paquets. Il n'est défini qu'entre un couple de limites de sections.

7.1.1 définition du temps d'indication de libération

Le temps d'indication de libération est l'intervalle de temps qui débute lorsqu'un paquet de demande de libération ou un paquet d'indication de libération crée un événement de référence de la couche Paquet (PE) à une limite particulière B_i et qui se termine lorsque le paquet correspondant de demande de libération ou d'indication de libération crée un dernier PE à une autre limite, B_j . Les PE X.134 spécifiques utilisés dans la mesure du temps d'indication de libération à chaque limite de partie sont identifiés au Tableau 9.

Tableau 9/X.135 – Evénements de référence de la couche Paquet (PE) utilisés dans la mesure du temps d'indication de libération

Section de circuit	Evénement de référence de la couche Paquet X.134	PE de début/PE de fin
section de circuit d'accès de l'ETTD de libération		6 (X.25)
section de circuit d'accès de l'ETTD libéré		5 (X.25)
section de circuit inter-réseaux		3 (X.75)

$$\text{Temps d'indication de libération} = \{t_2 - t_1\}$$

dans lequel:

t_1 est le temps d'apparition du premier PE,

t_2 est le temps d'apparition du second PE.

Le **temps d'indication de libération de bout en bout** est le temps relevé dans un seul sens entre les limites de l'équipement terminal de traitement de données, par exemple, B_1 et B_n à la Figure 2. Le **temps d'indication de libération dans une partie nationale** est le temps entre les limites définissant une partie nationale, par exemple, B_1 et B_5 à la Figure 2. Le **temps d'indication de libération dans une partie internationale** est le temps entre les limites définissant une partie internationale, par exemple, B_5 et B_{n-2} à la Figure 2.

7.1.2 Valeurs de temps d'indication de libération

Le Tableau 10 définit les valeurs de temps d'indication de libération dans le cas le plus défavorable pour chacun des quatre types de partie de connexion virtuelle identifiés au Tableau 1. Les temps d'indication de libération d'ETTD à ETTD pour deux connexions fictives de référence sont calculés dans l'Annexe C. Toutes ces valeurs reposent sur (et ne s'appliquent que selon) les hypothèses suivantes¹¹:

- 1) les fenêtres de la couche Liaison de données côté ETTD libéré, de la partie présentement spécifiée, sont ouvertes;
- 2) le format étendu du paquet de demande de libération n'est pas utilisé.

Tableau 10/X.135 – Valeurs de temps d'indication de libération dans le cas le plus défavorable pour les parties de connexion virtuelle

Statistiques	Type de partie de connexion virtuelle			
	Nationale		Internationale	
	A	B	A	B
moyenne (ms)	500 + Z	800 + Z	110	800
95% (ms)	750 + Z	1050 + Z	110	900
NOTE – Si un satellite est utilisé dans la section de circuit d'accès, une tolérance supplémentaire de 270 ms est ajoutée aux objectifs de performance des parties nationales de type A et de type B.				

Les valeurs définies comprennent la valeur moyenne et la valeur de probabilité à 95%. La valeur moyenne est la valeur attendue de la répartition des temps d'indication de libération, en excluant les valeurs qui dépassent un temps d'indication de libération maximal spécifié. La valeur de probabilité à 95% est la valeur au-dessous de laquelle sont situées 95% des valeurs de temps d'indication de libération. Les tentatives de libération de communication qui n'ont pas abouti ne sont pas retenues et sont abordées séparément dans la Recommandation X.136.

Au Tableau 10, la valeur de Z dépendra du débit dans la section du circuit d'accès comprise dans la partie nationale. Le Tableau 11 donne les valeurs de Z pour les catégories d'utilisateurs du service 8 à 11 et 13, d'après la Recommandation X.1¹².

Tableau 11/X.135 – Valeurs de Z pour le Tableau 10

Catégorie du service d'utilisateurs X.1	R (kbit/s)	Z (millisecondes)
8	2,4	34
9	4,8	17
10	9,6	9
11	48,0	2
13	64,0	1,5

¹¹ Les valeurs correspondant à d'autres conditions feront l'objet d'études complémentaires. Dans le cas de lignes d'accès extrêmement longues et de délais excessifs au niveau de l'équipement de transmission de la section de circuit d'accès, ces valeurs pourront être dépassées.

¹² Ces valeurs attribuées à Z ne représentent pas la performance de la section du circuit d'accès en matière de délai, puisqu'elles n'incluent ni le temps de propagation, ni le temps de multiplexage, ni les effets de la retransmission.

Pour d'autres débits, la valeur de Z pourra être calculée à l'aide de la formule:

$$Z = \frac{80}{R} \text{ ms}$$

où R est le débit, exprimé en kilobits par seconde (kbit/s)¹³.

Les valeurs de temps d'indication de libération définies au Tableau 10 sont destinées à servir de limites dans le cas d'utilisation le plus défavorable lors de la planification des services internationaux à commutation par paquets. La performance de temps effectivement obtenue dans une partie de connexion virtuelle dépend de nombreux facteurs, y compris le trafic attendu et le trafic réellement offert, la topologie interne du réseau ainsi que les débits dans les sections de circuit inter-réseaux. Une variation s'écartant de la valeur correspondant au cas le plus défavorable pour chaque facteur peut améliorer la performance.

On peut calculer directement l'objectif de temps total d'indication de libération correspondant à la valeur moyenne pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à condition d'ajouter les valeurs moyennes correspondant aux parties individuelles définies au Tableau 10. La méthode de calcul d'un objectif de temps total d'indication de libération correspondant à la valeur de probabilité à 95% pour un ensemble de parties de connexion virtuelle en chaîne à partir des valeurs individuelles de probabilité à 95%, est décrite dans l'Annexe C.

7.2 Temps de confirmation de libération

Le **temps de confirmation de libération** est l'intervalle de temps qui débute lorsqu'un paquet de demande de libération émis par un équipement terminal de traitement de données crée un événement de référence de la couche Paquet à une limite B_i , et qui se termine lorsque le paquet de confirmation de libération émis par l'équipement de terminaison de circuit de données à la même limite fait que, pour l'interface, le système est censé se trouver à l'état prêt. Bien que l'on considère que le temps de confirmation de libération relève de la compétence nationale, sa valeur donne une indication de la qualité de service telle que la perçoivent les utilisateurs.

Annexe A

Facteurs à spécifier dans le rapport sur les performances de débit

De nombreux facteurs influent sur la capacité de débit qu'on peut obtenir dans une section de connexion virtuelle.

A.1 Débits

Le choix de débits dans les sections de circuit limite le débit. En général, des débits importants améliorent le débit.

A.2 Fenêtres d'interface

Le choix d'une taille de fenêtre a une incidence sur le débit. En général, une grande taille de fenêtre améliore le débit. Pour le débit maximal, chaque taille de fenêtre qui peut dépendre de l'utilisateur devrait être optimisée en fonction des temps et des débits de retransmission.

A.3 Longueur de paquet

Le choix de la longueur de paquet se répercute sur le débit. En général, l'utilisation de paquets longs améliore le débit. Pour le débit maximal, les longueurs des paquets devraient être optimisées en fonction des possibilités d'erreurs connues des liaisons d'accès.

¹³ La formule résulte de l'hypothèse selon laquelle le transfert de chaque paquet de libération de communication à travers une section de circuit d'accès comprend la transmission de 10 octets: 5 octets dus au niveau trame et 5 octets d'information d'en-tête de paquet.

A.4 Connexions virtuelles supplémentaires

Le débit d'une connexion virtuelle en essai dépend du nombre de connexions virtuelles supplémentaires et de la charge dans chaque sens sur chaque connexion. Le débit par connexion virtuelle décroît lorsque le nombre de connexions virtuelles supplémentaires ou que la charge sur chaque connexion individuelle croît. Quand on fixe la capacité de débit d'une partie de connexion virtuelle, le nombre de connexions virtuelles actives supplémentaires sur les sections de circuit d'accès devrait être spécifié. On devra également rendre compte du débit total dans chaque sens sur ces connexions virtuelles. Par exemple:

"la capacité de débit d'une connexion virtuelle sur cette partie internationale est au moins égale à 1,2 kbit/s. Il peut y avoir au maximum 4 connexions virtuelles supplémentaires dans le même sens, entre les deux mêmes limites de partie et ayant le même débit."

A.5 Heure du jour

Lorsqu'on mesure le débit, on suppose que les charges sur les nombreux éléments de connexion ne peuvent être ni réglées, ni observées par l'utilisateur. Néanmoins, on suppose qu'il y a une relation avec l'heure du jour, le jour de la semaine ainsi qu'avec les jours fériés. Ainsi, les utilisateurs peuvent améliorer leur débit en émettant au cours de périodes de temps particulières.

A.6 Sens

Si le sens dans lequel les mesures sont effectuées influe sur la capacité de débit, il conviendrait de spécifier dans quel sens on fixe la capacité de débit. Autrement, on supposera que les capacités sont égales dans les deux sens.

A.7 Classe de débit

Les fenêtres internes de réseau et les schémas d'accusé de réception peuvent être ou ne pas être fonction d'une classe de débit demandée ou par défaut, d'une connexion virtuelle. Pour le débit maximal et lorsqu'on mesure la capacité de débit, la classe de débit d'une connexion virtuelle devrait être fixée au maximum admis pour la section en cours de mesure. Etant donné que la classe de débit optimale est toujours la classe maximale admise, il n'y a pas besoin de spécifier explicitement la classe de débit dans un rapport sur la capacité de débit.

A.8 Emploi du bit *D*

Si le bit *D* est mis à 1 au cours de la mesure de débit, il conviendrait que ce fait soit spécifié. Autrement, il n'y a pas besoin de mentionner la valeur à laquelle est mis le bit *D*.

A.9 Temps

On indiquera le débit et le temps de transfert des paquets de données. Si le débit est spécifié associé à une limitation de temps, ce temps devrait alors être mentionné.

A.10 Rapport sur la capacité de débit

Les rapports sur la capacité de débit devraient spécifier les valeurs des facteurs dont on peut assurer le réglage, qui existent en fait au cours de la mesure de la capacité de débit. Tous les facteurs énumérés dans la présente annexe devraient être rapportés à moins qu'il n'en soit spécifié autrement. Un rapport type pourrait spécifier les conditions comme indiqué:

"pour la présente connexion, la capacité de débit du réseau est au moins de 4,1 kbit/s. La capacité a été mesurée avec deux sections de circuit d'accès à 9,6 kbit/s, une taille 5 de fenêtre dans la couche Liaison de données, une taille 5 de fenêtre dans la couche Paquet et des champs de données d'utilisateur de 128 octets. Il n'y a pas eu de connexion virtuelle supplémentaire sur aucune des sections du circuit d'accès. La capacité de débit a été mesurée pendant l'heure la plus chargée de la semaine. Le temps moyen de transfert des paquets de données au cours de la période de mesure a été de 500 ms. La précision de la mesure de la capacité de débit est de plus ou moins 0,1 kbit/s."

Avec de telles déclarations, la capacité de débit est plus facilement vérifiée et s'accorde plus facilement aux besoins en débit des utilisateurs potentiels.

Annexe B

Informations complémentaires sur la mesure du débit et application des valeurs de capacité de débit

Les points ci-après seront à considérer à propos de la mesure du débit:

- une mesure de débit en régime permanent exige que l'on effectue la mesure sur un nombre de paquets $k = 200$. Une variante consiste à spécifier une valeur pour la durée de la mesure ($t_2 - t_1$) de l'ordre de 2 minutes;
- lorsqu'on mesure un débit en régime permanent, il n'est pas nécessaire que les paquets de données allant de A_1 et A_k constituent une séquence de paquets unique complète;
- un moyen de vérifier qu'un transfert de la séquence en essai a abouti dans une mesure de débit en régime permanent consiste à transférer une autre séquence de paquets complète;
- les mesures du débit indiquées ne devraient pas être effectuées avec des séquences de données d'utilisateur ayant une densité élevée d'éléments binaires "un" afin d'éviter que les résultats ne soient influencés par les effets de remplissage de bits.

Une manière d'appliquer le paramètre de capacité de débit est indiquée ci-dessous. La capacité de débit sert ici à désigner une section de circuit international,

où:

- m est le débit moyen par appel (pendant la durée de l'appel);
- n est le nombre total d'appels en cours à un moment quelconque;
- p est le nombre de ces appels exigeant la capacité de débit à un instant quelconque;
- b est le débit de la section de circuit inter-réseaux international;
- T est l'objectif de capacité de débit par appel.

Dans ces conditions, le débit b sera:

$$b \geq (m \times n) + p(T - m)$$

Les valeurs attribuées de fait, à m , n et p peuvent dépendre du réseau et refléter surtout les différentes vitesses sur la ligne d'accès de même que les caractéristiques du trafic. On recommande, par conséquent, de choisir pour b une valeur nettement supérieure à celle de $(m \times n)$. Le nombre de canaux logiques attribués aux liaisons inter-réseaux internationales dépendra de la relation entre les valeurs b et m .

Annexe C

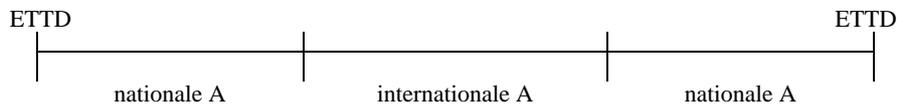
Evaluation de la performance en matière de rapidité de service de bout en bout

La présente annexe contient deux exemples qui montrent comment la performance en matière de rapidité de service de bout en bout (ETTD à ETTD) peut être évaluée à partir des performances individuelles de tronçons de connexion virtuelle spécifiées dans la présente Recommandation. Deux exemples de concaténation de parties de connexion virtuelle de type A et de type B sont définis. Le temps d'établissement de communication, le temps de transfert des paquets de données, la capacité de débit (uniquement pour des débits d'accès de 9,6 kbit/s) et le temps d'indication de libération sont calculés de bout en bout pour chaque exemple. Bien que d'autres modèles de réseau et d'autres hypothèses statistiques soient possibles, les méthodes présentées dans la présente annexe constituent un moyen pratique d'évaluer la performance de bout en bout à partir de la performance des parties individuelles du réseau.

C.1 Définition des exemples de connexions de bout en bout

Les deux exemples de connexions de bout en bout (c'est-à-dire d'ETTD à ETDD) présentés dans la présente annexe seront appelés, pour des raisons de commodité, configuration du "type 1" et configuration du "type 2". Ces configurations théoriques, mais significatives, utilisent les limites de répartition et les événements de référence de la couche Paquet décrits dans la Recommandation X.134. La Figure 2 montre les limites de répartition pertinentes et le Tableau 1 définit les types de parties de connexion virtuelle.

La configuration du type 1 est définie comme suit:



La configuration du type 2 est définie comme suit:



C.2 Performance en matière de rapidité de service pour les exemples de configuration du type 1 et du type 2

Les performances en matière de précision et de sécurité de fonctionnement de bout en bout ont été calculées pour les configurations des exemples de connexion du type 1 et du type 2 (voir les Tableaux C.1 et C.2). Dans ces calculs, on a appliqué les méthodes décrites au C.3 ci-dessous aux diverses portions de réseau qui, pour faciliter la définition de ces exemples, sont caractérisées par des valeurs de précision et de sécurité de fonctionnement spécifiées dans la présente Recommandation pour le cas le plus défavorable.

Tableau C.1/X.135 – Performance de rapidité de service de bout en bout pour l'exemple de configuration du type 1

Statistiques	Configuration du type 1	
	Moyenne	95 ^e percentile
temps d'établissement de la communication (ms)	$2250 + 2 \times X$	$2957 + 2 \times X$
temps de transfert des paquets de données (ms)	$915 + 2 \times Y$	$1162 + 2 \times Y$
capacité de débit (bit/s)	4543	4155
temps d'indication de libération (ms)	$1110 + 2 \times Z$	$1464 + 2 \times Z$

Tableau C.2/X.135 – Performance de rapidité de service de bout en bout pour l'exemple de configuration du type 2

Statistiques	Configuration du type 2	
	Moyenne	95 ^e percentile
temps d'établissement de la communication (ms)	$4050 + 2 \times X$	$4341 + 2 \times X$
temps de transfert des paquets de données (ms)	$1950 + 2 \times Y$	$2253 + 2 \times Y$
capacité de débit (bit/s)	2897	2643
temps d'indication de libération (ms)	$2100 + 2 \times Z$	$2467 + 2 \times Z$

Les performances de bout en bout du temps moyen d'établissement d'une communication, du temps de transfert des paquets et du temps d'indication de libération ont été calculées par simple addition des valeurs moyennes des temps associés aux parties individuelles de réseau concernées.

Exemple – Pour la configuration du type 1, on calcule le temps moyen d'établissement d'une communication de bout en bout (millièmes de secondes) en se référant au Tableau 3 et en ajoutant les valeurs moyennes pour les types de parties nationales A et internationales A:

$$(1000 + X) + (250) + (1000 + X) = 2250 + 2 \times X$$

La performance de bout en bout au 95^e percentile du temps d'établissement d'une communication, du temps de transfert des paquets et du temps d'indication de libération peut être déterminée à partir de l'hypothèse (voir C.3) selon laquelle la variance du temps de bout en bout est la somme des variances des temps des parties de réseau individuelles.

Exemple – Dans la configuration du type 1, on se réfère au Tableau 3 et au C.3, la valeur au 95^e percentile du temps d'établissement d'une communication de bout en bout est, en millièmes de secondes:

$$(2250 + 2 \times X) + [((1500 + X) - (1000 + X))^2 + ((250) - (250))^2 + ((1500 + X) - (1000 + X))^2]^{0,5} = 2957 + 2 \times X$$

Les performances de bout en bout de la moyenne et du 95^e percentile de la capacité de débit sont déterminées à partir de l'hypothèse selon laquelle:

- 1) le débit de bout en bout est, à tout instant, le minimum de celui de chacune des parties de réseau individuelles;
- 2) le débit d'une partie de réseau individuelle est une variable aléatoire indépendante et de distribution normale. Le sous-paragraphe C.3 fournit des formules qui combinent les distributions de probabilité individuelles se chevauchant pour donner la distribution de la capacité de débit de bout en bout.

Exemple – Les valeurs calculées de la moyenne et du 95^e percentile des capacités de débit de bout en bout pour les configurations du type 1 et du type 2 sont fournies comme exemples au C.3.2.

Les paramètres X , Y et Z sont fonction du débit de la section du circuit d'accès incluse dans la partie nationale. Les définitions, les hypothèses pertinentes et les valeurs de X , Y et Z sont données dans les paragraphes appropriés de la présente Recommandation. Comme indiqué ci-dessus les valeurs de performance de la capacité de débit dans le cas le plus défavorable ne sont calculées que dans le cas où le débit sur la section de circuit d'accès est égal à 9,6 kbit/s.

C.3 Méthodes de calcul de la moyenne et de la valeur au 95^e percentile des temps et des débits des services à commutation par paquets comportant deux parties concaténées ou plus

Le présent sous-paragraphe décrit deux méthodes servant à calculer les performances de rapidité de service de bout en bout à partir des valeurs de performance des parties de réseau individuelles.

C.3.1 Temps

On suppose que le service à commutation par paquets comporte n parties caractérisées par des temps d_1, d_2, \dots, d_n , variant de façon aléatoire avec des moyennes m_1, m_2, \dots, m_n et des points au 95^e percentile z_1, z_2, \dots, z_n . Il s'ensuit que le temps total $D = d_1 + d_2 + \dots + d_n$ a une distribution dont la moyenne est:

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

(sans hypothèse supplémentaire). De manière à obtenir le point au 95^e percentile de D , on est parti de l'hypothèse que les temps d_i sont statistiquement indépendants et que $z_i = m_i + k\sigma_i$ avec le même k pour toutes les parties et où σ_i représente l'écart type de d_i . La même relation est également admise pour D , c'est-à-dire $Z = M + k\sigma_D$, où Z est le point au 95^e percentile de D . Ces égalités sont vraies pour des distributions normales avec $k = 1,645$. Dans ce cas, la variance de D est la somme des variances de d_i . Il s'ensuit que le point au 95^e percentile de D est donné par la relation:

$$Z = M + [(z_1 - m_1)^2 + (z_2 - m_2)^2 + \dots + (z_n - m_n)^2]^{1/2}$$

L'hypothèse selon laquelle on a une distribution normale semble raisonnable mais d'autres hypothèses sont possibles et pourraient donner des résultats sensiblement différents.

C.3.2 Débits

On admet par hypothèse qu'un service à commutation par paquets comporte n sections avec des débits T_1, T_2, \dots, T_n variant de façon aléatoire et indépendante avec des moyennes M_1, M_2, \dots, M_n et des points à 5% (points que 95% des valeurs dépassent) Z_1, Z_2, \dots, Z_n . Le débit net du service est supposé être $V = \min(T_1, T_2, \dots, T_n)$. La fonction de distribution cumulative (cdf, *cumulative distribution function*) de T_i est la probabilité selon laquelle T_i est inférieure ou égale à une valeur quelconque appelée t , et elle est représentée par $F_i(t)$:

$$F_i(t) = \text{Prob}[T_i \leq t], i = 1, 2, \dots, n$$

La fonction de densité de probabilité (pdf, *probability density function*) de T_i est la dérivée de $F_i(t)$ et elle est notée $f_i(t) = dF_i/dt$.

Pour calculer la moyenne, appelée M_{Vn} et le point à 5%, $V_{0,05, n}$, du débit net V , il ne suffit pas en général de tenir compte uniquement des parties M_i et Z_i ; il est nécessaire de combiner les distributions entières $F_i(t)$ [ou $f_i(t)$] pour obtenir la pdf de V , représentée par $g_n(v)$. Toutefois, dans le cas particulier important où la partie ayant le débit généralement le plus petit (la partie "la plus lente") est caractérisée par une distribution qui n'est pas du tout recouverte par celle des plus grands débits, la distribution de débit net est identique à celle de la partie la plus lente, ayant en particulier la même moyenne et le même point à 5%. La même conclusion peut être tirée si le recouvrement d'une quelconque autre distribution avec la distribution de la partie la plus lente est négligeable. Dans d'autres exemples, on s'attachera à démontrer dans quelle mesure le recouvrement peut être considéré comme négligeable.

Examinons maintenant le cas des distributions générales, tout d'abord pour $n = 2$. L'intégration de (T_1, T_2) dans les 2 dimensions montre que la pdf de V est donnée par:

$$g_2(v) = f_1(v) [1 - F_2(v)] + f_2(v) [1 - F_1(v)] \quad (\text{C-1})$$

Le débit net moyen du service est alors:

$$M_{V2} = \int_0^{\infty} v g_2(v) dv \quad (\text{C-2})$$

et le point 5% a la valeur $V_{0,05, 2}$ de sorte que:

$$\int_0^{V_{0,05,2}} g_2(v) dv = 0,05 \quad (\text{C-3})$$

Si $f_1(t) = f_2(t)$, on a:

$$g_2(v) = 2f_1(v) [1 - F_1(v)] \quad (\text{C-4})$$

On part maintenant de l'hypothèse que les distributions de débit des parties de circuit sont normales et qu'elles sont suffisamment concentrées de sorte que la queue de la distribution normale adoptée est négligeable à gauche de zéro (comme cela est le cas pour toutes les valeurs numériques données dans la présente Recommandation). L'hypothèse est exprimée en termes de fonction normale type pdf $\varphi(u)$ et cdf $\Phi(x)$:

$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2}; \quad \Phi(x) = \int_{-\infty}^x \varphi(u) du \quad (\text{C-5})$$

Dans ces conditions,

$$f_i(t) = \frac{1}{\sigma_i} \varphi\left(\frac{t - M_i}{\sigma_i}\right); F_i(t) = \int_{-\infty}^t f_i(y) dy \quad (\text{C-6})$$

où l'écart type est $\sigma_i = (M_i - Z_i)/1,64485$. Dans le cas où $f_1(t) = f_2(t)$, alors:

$$g_2(v) = \frac{2}{\sigma_1} \varphi\left(\frac{v - M_1}{\sigma_1}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{v - M_1}{\sigma_1}\right)\right] \quad (\text{C-7})$$

Le cas $n = 3$ est maintenant examiné. La pdf $g_3(v)$ de $V_3 = \min(T_1, T_2, T_3)$ peut être obtenue par itération sur la distribution de $V_2 = \min(T_1, T_2)$ puisque $V_3 = \min(V_2, T_3)$. De là:

$$g_3(v) = g_2(v) [1 - F_3(v)] + f_3(v) [1 - G_2(v)] \quad (\text{C-8})$$

où $g_2(v)$ est donné par C-1 et $G_2(v)$ est son intégrale indéterminée:

$$G_2(v) = \int_0^v g_2(x) dx \quad (\text{C-9})$$

Si les trois pdf $f_i(t)$ sont identiques, alors $g_3(v)$ se simplifie en:

$$g_3(v) = 3f_1(v) [1 - F_1(v)]^2 \quad (\text{C-10})$$

Si on part de l'hypothèse de distributions normales identiques, de C-5, C-6, et C-10, il s'ensuit que:

$$\begin{aligned} M_{V_3} &= \int_0^{\infty} v g_3(v) dv \\ &= M_1 + 3\sigma_1 \int_{-\infty}^{\infty} u \varphi(u) [1 - \Phi(u)]^2 du \\ &= M_1 - 3\sigma_1 \int_0^{\infty} u \varphi(u) [2\Phi(u) - 1] du \\ &= M_1 - \sigma_1 K_3 \end{aligned} \quad (\text{C-11})$$

où $K_3 = 0,8463$ selon Teichroew (1956). De la même manière:

$$V_{0,05,3} = M_1 + \sigma_1 U_{0,05,3} \quad (\text{C-12})$$

où:

$$U_{0,05,3} = \int_{-\infty}^U \varphi(u) [1 - \Phi(u)]^2 du = 0,05 \quad (\text{C-13})$$

par intégration:

$$\Phi(-U_{0,05,3}) = 1 - 0,95^{1/3} = 0,016952 \quad (\text{C-14})$$

Par conséquent, à partir de n'importe quelle table de distribution normale cumulative, on obtient $U_{0,05,3} = 2,121$.

Exemple 1 – Soit la configuration de type 1. Calculons la moyenne et la valeur des débits nets au 95^e percentile en supposant que l'on dispose de trois distributions de parties normales identiques pour lesquelles $M_1 = M_2 = M_3 = 4800$ bit/s et $Z_1 = Z_2 = Z_3 = 4300$ bit/s. Alors, $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = 500/1,645 = 303,95$ bit/s. A partir de C-11:

$$M_{V3} = 4800 - 303,95 \times 0,8463 = 4543 \text{ bit/s}$$

A partir de C-12 et C-14:

$$V_{0,05,3} = 4800 - 303,95 \times 2,121 = 4155 \text{ bit/s}$$

Exemple 2 – Soit une configuration fictive avec $M_1 = M_2 = 3000$ bit/s, $M_3 = 2000$ bit/s, $Z_1 = Z_2 = 2400$ bit/s, $Z_3 = 1800$ bit/s. Avec des distributions normales, il y a un recouvrement faible mais probablement négligeable des plus grands débits avec le plus petit débit; la probabilité selon laquelle un débit national quelconque est inférieur ou égal au point 5% supérieur du débit international, 2200 bit/s, est 0,014. Par conséquent, du moins approximativement, $M_{V3} = M_3 = 2000$ bit/s, et $V_{0,05,3} = Z_3 = 1800$ bit/s.

Ceci peut être vérifié par intégration numérique. Etant donné que cette question se posera dans d'autres applications, les formules générales sont données ici. Lorsque $f_1(v) = f_2(v)$, $G_2(v)$ devient dans C-9:

$$G_2(v) = 2F_1(v) - [F_1(v)]^2$$

Lorsque les distributions sont, de plus, normales, les relations C-8 et C-5 donnent:

$$g_3(v) = \left[1 - \Phi\left(\frac{v - m_1}{\sigma_1}\right) \right] \left\{ \frac{2}{\sigma_1} \phi\left(\frac{v - m_1}{\sigma_1}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{v - m_3}{\sigma_3}\right) \right] + \frac{1}{\sigma_3} \phi\left(\frac{v - m_3}{\sigma_3}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{v - m_1}{\sigma_1}\right) \right] \right\} \quad (\text{C-15})$$

Il s'ensuit que le débit moyen pour un réseau de 3 parties avec deux parties identiques est, avec le changement de variable, $u = (v - m_1)/\sigma_1$:

$$M_{V3} = \int_{-\infty}^{\infty} (m_1 + \sigma_1 u) [1 - \Phi(u)] \left\{ Z \phi(u) \left[1 - \Phi\left(\frac{m_1 - m_3 + \sigma_1 u}{\sigma_3}\right) \right] + \frac{\sigma_1}{\sigma_3} \phi\left(\frac{m_1 - m_3 + \sigma_1 u}{\sigma_3}\right) [1 - \Phi(u)] \right\} du \quad (\text{C-16})$$

Cette fonction peut être intégrée numériquement à l'aide d'une calculatrice et des *Tables de fonctions des probabilités de distributions normales* du "National Bureau of Standards". Puisque ces tables donnent l'intégrale de $\psi(u)$ de $-x$ à x , appelée $S(x)$, plutôt que $\Phi(x)$, la substitution suivante est faite en C-16 (à 3 endroits):

$$1 - \Phi(u) = \{ [1 - S(u)] / 2, \text{ si } u \geq 0, [1 + S(|u|)] / 2, \text{ si } u < 0 \} \quad (\text{C-17})$$

Dans l'exemple 2 ci-dessus, C-16 devient:

$$\frac{2M_{V3}}{\sigma_1} = \int_{-\infty}^{\infty} (8,225 + u) [1 \pm S(|u|)] \{ \varphi(u) [1 \pm S(|8,225 + 3u|)] + 1,5 \varphi(8,225 + 3u) [1 \pm S(|u|)] \} du$$

L'intégration numérique avec $\Delta u = 0,1$ et la règle trapézoïdale conduit à $M_{V3} = 1999,09$ bit/s. Avec la règle de Simpson $M_{V3} = 1999,11$ bit/s. Le léger recouvrement des distributions des deux débits les plus grands avec le débit le plus petit réduit donc le débit net moyen de moins de 1 bit/s. L'effet sur le point 5% le plus bas sera encore moindre, ainsi $V_{0,05,3} = 1800$ bit/s. Cependant, la comparaison avec l'exemple 1, montre que le recouvrement complet des distributions des trois parties réduit le débit à une valeur sensiblement inférieure à celle d'une section prise individuellement.

Exemple 3 – Soit une configuration fictive avec $M_1 = 3000$, $M_2 = 2400$, $M_3 = 1800$, $Z_1 = 2400$, $Z_2 = 2000$, $Z_3 = 1500$ (tous en bit/s). Trois parties non identiques conduisent à une intégrale nettement plus compliquée que C-16. Il serait possible de la programmer sur ordinateur mais ce n'est pas nécessaire car on peut obtenir une limite adéquate en remplaçant la partie la plus rapide par une autre, identique à la deuxième plus rapide et en appliquant C-16. Puis, avec $\Delta u = 0,1$ et la règle trapézoïdale, on obtient $M_{V3} = 1794,4$ bit/s; la règle de Simpson, plus précise, donne $M_{V3} = 1794,7$ bit/s. Puisque M_{V3} doit être inférieur ou égal à $M_3 = 1800$ bit/s, le débit moyen avec les trois parties non identiques choisies au départ est compris entre 1795 et 1800 bit/s. Il est estimé à 1797 bit/s avec une erreur qui n'excède probablement pas 1 bit/s. L'effet sur le point 5% le plus bas sera même plus faible; l'intégration numérique avec $\Delta u = 0,1$ donne $V_{0,05,3} = 1499,2$ bit/s lorsque la partie la plus rapide est remplacée par une autre, identique à la deuxième plus rapide, de sorte qu'on considère que le réseau original a une valeur arrondie à l'unité de $V_{0,05,3} = 1500$ bit/s.

Ces exemples conduisent à ce qui suit, quel que soit le nombre de parties, lorsqu'il n'y a pas d'important recouvrement entre la distribution de débit le plus petit et celles des autres débits:

Règle générale – Si le débit moyen de la partie la plus lente est inférieur à la valeur moyenne de la seconde partie la plus lente d'au moins deux fois la différence entre la valeur moyenne et le 95^e percentile de la partie la plus lente ou de la seconde partie la plus lente, selon celle qui donne une plus grande différence, les valeurs moyennes et le 95^e percentile du débit du réseau sont alors les mêmes que ceux de la partie la plus lente (avec une erreur négligeable). (On peut probablement simplifier cette règle en remplaçant "deux" par "1,5 fois" ou en supprimant "deux" sans conduire en pratique à une trop grande erreur.)

Exemple 4 – Soit la configuration de type 2 avec $M_1 = M_2 = 3000$, $M_3 = 4800$, $Z_1 = Z_2 = 2700$ et $Z_3 = 4300$ (tous en bit/s). La règle générale donnée ci-dessus s'applique, puisque la différence entre les moyennes (4800 et 3000) est supérieure à deux fois la différence entre la moyenne égale à 4800 et le 95^e percentile de 4300. Nous pouvons donc calculer la moyenne et le 95^e percentile de cette configuration comme ceux des combinaisons des deux parties plus lentes. En utilisant les valeurs de K_n et $U_{0,05,n}$ figurant dans le Tableau C.3 (ci-dessous), on obtient la moyenne et le 95^e percentile; ceux-ci sont respectivement égaux à 2897 bit/s et 2643 bit/s. Ces calculs ont été vérifiés à l'aide de l'équation C-8 sur un ordinateur personnel.

Le cas d'un n quelconque est traité de la même manière. Avec différentes distributions $f_i(t)$, la pdf $g_n(v)$ de $V_n = \min(T_1, T_2, \dots, T_n)$ peut être obtenue par itération de $g_{n-1}(v)$:

$$g_n(v) = g_{n-1}(v) [1 - F_n(v)] + f_n(v) [1 - G_{n-1}(v)]$$

Si toutes les $f_i(t)$ sont identiques, alors:

$$g_n(v) = n f_i(v) [1 - F_i(v)]^{n-1}$$

Par ailleurs, si l'on admet pour $f_i(t)$, l'hypothèse de distributions normales, le débit moyen net devient:

$$\begin{aligned}
 M_{V_n} &= M_1 + n \sigma_1 \int_{-\infty}^{\infty} u \varphi(u) [1 - \Phi(u)]^{n-1} du \\
 &= M_1 - n \sigma_1 \int_0^{\infty} u \varphi(u) \{ \Phi^{n-1}(u) - [1 - \Phi(u)]^{n-1} \} du \\
 &= M_1 - K_n \sigma_1
 \end{aligned}
 \tag{C-18}$$

et le point à 5% du débit net est:

$$V_{0,05, n} = M_1 - \sigma_1 U_{0,05, n} \tag{C-19}$$

où:

$$\Phi(-V_{0,05, n}) = 1 - 0,95^{1/n} \tag{C-20}$$

Les valeurs K_n et $U_{0,05, n}$ peuvent être représentées sous forme de table, en fonction de n :

Tableau C.3/X.135 – Valeurs K_n et $U_{0,05, n}$ pour $n = 1, 2, 3, 4, 5$

n	1	2	3	4	5
K_n	0	0,5642	0,8463	1,0294	1,1630
$U_{0,05, n}$	1,645	1,955	2,121	2,234	2,319

C.4 Notes concernant les hypothèses essentielles, les résultats et les conséquences les plus importantes

Pour étude ultérieure.

Référence

- [1] TEICHROEW (D.): Tables des valeurs statistiques attendues et des produits statistiques pour des échantillons d'une distribution normale d'une taille de 20 objets ou moins. *Annales des statistiques mathématiques* (Annals of Mathematical Statistics), **27**, pp. 410-426, 1956.

QUELQUES RÉSULTATS D'ESSAI OBTENUS DANS DES PARTIES NATIONALES ET INTERNATIONALES SPÉCIFIQUES

Le présent supplément, conçu uniquement à des fins de démonstration, présente des résultats récents (1996) obtenus par Telstra et des résultats plus anciens (janvier 1987) mesurés sur le réseau DATEX-P. Le paragraphe 1 donne les résultats d'essai sur Telstra (1996) d'un réseau numérique moderne qui a été conçu pour être une plate-forme commune prenant en charge les services en mode paquet, les services de relais de trames et les services ATM à large bande. Le paragraphe 1 contient les résultats de Telstra s'appliquant aux parties internationales B. Le paragraphe 2 donne des résultats utilisables pour les parties nationales A et les parties internationales B. Ces résultats ont été mesurés sur le réseau DATEX-P, exploité par la Deutsche Bundespost (République fédérale d'Allemagne).

Puisque les valeurs obtenues correspondent à un réseau soumis à une charge de trafic spécifique, à un moment déterminé, elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme étant représentatives de la performance habituelle ou probable de tout autre réseau, pas plus que du réseau précité à d'autres moments. Le paragraphe 1 récapitule les valeurs de débit utilisées sur un réseau moderne de transmission par paquet lorsqu'on demande une catégorie de service à 64 kbit/s. Les valeurs du paragraphe 2 sont indiquées ici dans le seul but de récapituler une expérience dans laquelle la performance du réseau a été meilleure que celle qui est décrite dans la Recommandation X.135.

Compte tenu de ce qui précède, de nombreux facteurs ont influé sur les valeurs obtenues: notamment, la configuration, la répartition de la charge et la topologie spécifiques du réseau ainsi que les règles spécifiques de dimensionnement du réseau.

1 Essais de réseau effectués par Telstra

Le présent paragraphe récapitule les résultats des mesures de performance réalisées dans les parties internationales (temps d'établissement d'une communication et débit) à partir de l'Australie. Les résultats du temps d'établissement d'une communication sont indiqués au Tableau 1, ceux qui ont été obtenus pour le débit sont donnés au Tableau 2 (9600 bit/s) et au Tableau 3 (64000 bit/s) et enfin ceux qui concernent le temps de transfert des paquets de données figurent au Tableau 4.

Ces résultats sont présentés en vue d'indiquer la performance type des circuits internationaux de type B. Ils n'indiquent que la performance d'un nombre limité de liaisons internationales, telle qu'elle a été établie d'un point de vue australien.

Il est à noter que pour les mesures de débit à 64 000 bit/s, le débit moyen de certaines liaisons internationales à vitesse élevée a dépassé la valeur de 8000 bit/s, mais le débit d'autres liaisons n'a atteint que 4000 bit/s. Puisque les caractéristiques des puits sont inconnues, il n'est pas possible de déterminer si le puits a contrôlé la performance en matière de débit ou si le réseau existant est à l'origine de la valeur de débit plus faible. Ce résultat indique qu'il faut établir les caractéristiques des puits à 64 000 bit/s.

1.1 Valeurs de temps d'établissement d'une communication dans la partie internationale B

Tableau 1/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Temps d'établissement d'une communication dans la partie internationale de type B à partir de l'Australie

	Moyenne	95 ^e percentile	Cas le plus défavorable	Cas le plus favorable
Allemagne [liaison satellite à 64 kbit/s]	580 ms	631 ms	2289 ms	430 ms
Royaume-Uni – interne [liaison satellite à 64 kbit/s]	452 ms	483 ms	875 ms	373 ms
Royaume-Uni – Keybridge [liaison satellite à 64 kbit/s]	630 ms	676 ms	768 ms	475 ms
Royaume-Uni – St.Botolphs [liaison satellite à 64 kbit/s]	790 ms	850 ms	985 ms	718 ms
Suisse [via les Etats-Unis]	672 ms	724 ms	893 ms	598 ms
Etats-Unis – San Francisco [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	645 ms	692 ms	4097 ms	454 ms
Etats-Unis – New York [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	537 ms	632 ms	783 ms	417 ms
Japon [liaison satellite à 9,6 kbit/s]	866 ms	923 ms	1146 ms	795 ms
Singapour [liaison du service de Terre à 9,6 kbit/s]	114 ms	159 ms	433 ms	63 ms
Hong Kong [liaison du service de Terre à 64 kbit/s]	158 ms	192 ms	351 ms	119 ms

1.2 Valeurs de débit dans la partie internationale B (9600 bit/s)

Tableau 2/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Performance en matière de débit d’une liaison à 9600 bit/s établie à partir de l’Australie dans la partie internationale de type B

	Moyenne	95 ^e percentile	Cas le plus défavorable	Cas le plus favorable
Allemagne [liaison satellite à 64 kbit/s]	7963 bit/s	7688 bit/s	2434 bit/s	8305 bit/s
Royaume-Uni – interne [liaison satellite à 64 kbit/s]	8248 bit/s	8047 bit/s	7934 bit/s	8495 bit/s
Royaume-Uni – Keybridge [liaison satellite à 64 kbit/s]	5341 bit/s	5213 bit/s	5009 bit/s	5485 bit/s
Royaume-Uni – St.Botolphs [liaison satellite à 64 kbit/s]	5631 bit/s	4941 bit/s	4916 bit/s	6285 bit/s
Suisse [via les Etats-Unis]	4790 bit/s	4623 bit/s	4128 bit/s	4980 bit/s
Etats-Unis – San Francisco [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	4329 bit/s	4120 bit/s	3928 bit/s	4577 bit/s
Etats-Unis – New York [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	4305 bit/s	4100 bit/s	3650 bit/s	4581 bit/s
Japon [liaison satellite à 9,6 kbit/s]	4916 bit/s	4816 bit/s	4363 bit/s	5007 bit/s
Singapour [liaison du service de Terre à 9,6 kbit/s]	5133 bit/s	4533 bit/s	3515 bit/s	5399 bit/s
passerelle internationale australienne	8770 bit/s	8771 bit/s	7039 bit/s	8778 bit/s

1.3 Valeurs de débit dans la partie internationale B (64 000 bit/s)

Tableau 3/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Performance en matière de débit d’une liaison à 64 000 bit/s établie à partir de l’Australie dans la partie internationale de type B

	Moyenne	95 ^e percentile	Cas le plus défavorable	Cas le plus favorable
Allemagne [liaison satellite à 64 kbit/s]	9292 bit/s	8971 bit/s	3396 bit/s	9624 bit/s
Royaume-Uni – interne [liaison satellite à 64 kbit/s]	9531 bit/s	9351 bit/s	3923 bit/s	9787 bit/s
Royaume-Uni – Keybridge [liaison satellite à 64 kbit/s]	5383 bit/s	5203 bit/s	3324 bit/s	5507 bit/s
Royaume-Uni – St.Botolphs [liaison satellite à 64 kbit/s]	5626 bit/s	4931 bit/s	3514 bit/s	6282 bit/s
Suisse [via les Etats-Unis]	4835 bit/s	4648 bit/s	4020 bit/s	4985 bit/s
Etats-Unis – San Francisco [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	4105 bit/s	1233 bit/s	476 bit/s	4592 bit/s
Etats-Unis – New York [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	4380 bit/s	4171 bit/s	4071 bit/s	4581 bit/s
Japon [liaison satellite à 9,6 kbit/s]	5500 bit/s	5367 bit/s	4557 bit/s	5619 bit/s
Singapour [liaison du service de Terre à 9,6 kbit/s]	5230 bit/s	4892 bit/s	3565 bit/s	5393 bit/s
passerelle internationale australienne	14 986 bit/s	14 781 bit/s	14 349 bit/s	17 335 bit/s

1.4 Valeurs de temps de transfert des paquets de données dans la partie internationale B

Tableau 4/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Temps de transfert unidirectionnel des paquets de données dans la partie internationale de type B à partir de l’Australie

	Moyenne	95 ^e percentile	Cas le plus défavorable	Cas le plus favorable
Allemagne [liaison satellite à 64 kbit/s]	424 ms	599 ms	774 ms	388 ms
Royaume-Uni – interne [liaison satellite à 64 kbit/s]	362 ms	369 ms	379 ms	320 ms
Suisse [via les Etats-Unis]	436 ms	451 ms	472 ms	422 ms
Etats-Unis – San Francisco [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	472 ms	518 ms	536 ms	422 ms
Etats-Unis – New York [liaison du service de Terre à 56 kbit/s]	448 ms	506 ms	530 ms	404 ms
Japon [liaison satellite à 9,6 kbit/s]	515 ms	529 ms	562 ms	506 ms
Singapour [liaison du service de Terre à 9,6 kbit/s]	264 ms	218 ms	294 ms	252 ms

2 Essai sur le réseau DATEX-P

Le présent paragraphe récapitule les résultats des mesures de performance réalisées dans les parties internationales du réseau DATEX-P (temps d'établissement d'une communication et débit). Les valeurs de capacité de temps et de débit mesurées dans les parties nationales A sont indiquées au Tableau 5 tandis que celles qui ont été mesurées dans les parties nationales B figurent au Tableau 6. Ces essais ont été effectués en janvier 1987.

2.1 Valeurs de temps et de débit mesurées dans la partie nationale A

Le Tableau 5 présente les valeurs de temps d'établissement d'une communication, de temps de transfert des paquets de données, de capacité de débit et de temps d'indication de libération, mesurées dans une configuration DATEX-P sélectionnée pour représenter la partie nationale A d'une connexion virtuelle internationale. Les mesures ont été faites pendant l'heure chargée sur un ensemble représentatif de connexions. Les résultats montrent que la performance (en matière de temps et de débit) obtenue pour la partie nationale A peut être sensiblement meilleure que celle qui est indiquée par les valeurs du cas le plus défavorable dans la Recommandation X.135.

2.2 Valeurs de temps et de débit dans la partie nationale B

Le Tableau 6 présente les valeurs de temps d'établissement d'une communication, de temps de transfert des paquets de données, de capacité de débit et de temps d'indication de libération, mesurées dans une configuration DATEX-P sélectionnée pour représenter la partie nationale B d'une connexion virtuelle internationale. La configuration ayant servi aux mesures comprenait un circuit par satellite de 128 kbit/s. Les essais ont été réalisés pendant l'heure chargée. Ces résultats montrent que la performance (en matière de temps et de débit) obtenue pour la partie nationale B peut être sensiblement meilleure que celle qui est indiquée par les valeurs du cas le plus défavorable dans la Recommandation X.135.

Tableau 5/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Valeurs de temps et de capacité de débit mesurées dans la partie nationale A

Statistiques	Valeurs mesurées dans la partie nationale A			
	Minimum	Moyenne	95 ^e percentile	Maximum
temps d'établissement d'une communication (ms)	388	450	517	588
temps de transfert des paquets de données (ms)	147	169	193	203
capacité de débit (bit/s)	–	6287	–	–
temps d'indication de libération (ms)	85	107	142	180

NOTE 1 – Les mesures récapitulées ont été effectuées en janvier 1987. Toutes les valeurs indiquées sont fondées sur des mesures portant sur au moins 5 trajets différents, chacun d'eux étant constitué de 3 sections du réseau DATEX-P. Chaque valeur de temps communiquée est la moyenne obtenue pour 100 mesures au minimum, soit au moins 20 mesures sur chaque trajet. La valeur de la capacité de débit est la moyenne obtenue à partir de 40 mesures individuelles, chacune d'elles supposant le transfert d'au moins 450 paquets.

NOTE 2 – Les valeurs de temps de transfert des paquets de données et de la capacité de débit ont été mesurées à l'aide de paquets de données dont le champ de données d'utilisateur compte 128 octets. Dans les mesures de la capacité de débit, le débit sur les sections de circuit d'accès était de 9600 bit/s; la taille de la fenêtre de la couche Paquet dans les sections de circuit d'accès était 2 et celle de la fenêtre, de la couche Paquet, interne au réseau était 4. (La fenêtre interne du réseau constitue une modalité de mise en œuvre de la classe de débit spécifique du réseau dans laquelle les classes de débit négociées, plus élevées, peuvent donner lieu à une plus grande fenêtre interne du réseau.)

NOTE 3 – Pour évaluer les valeurs du temps d'indication de libération, on a mesuré le temps écoulé entre l'émission d'un paquet d'indication de libération et la réception du paquet correspondant de confirmation de libération dans le DSE responsable de la libération, le résultat obtenu ayant ensuite été divisé par 2. La confirmation de libération est significative d'un bout à l'autre du réseau DATEX-P.

NOTE 4 – Les valeurs de temps communiquées ne tiennent pas compte des retards imputables aux sections de circuit d'accès ou à ceux des ETTD.

Tableau 6/Sup. 1 à la Rec. X.135 – Valeurs de temps et de capacité de débit mesurées dans la partie nationale B

Statistiques		Valeurs mesurées dans la partie nationale B			
		Minimum	Moyenne	95 ^e percentile	Maximum
temps d'établissement d'une communication (ms)		1040	1089	1126	1197
temps de transfert des paquets de données (ms)		471	495	531	537
capacité de débit (bit/s)					
taille de la fenêtre interne du réseau	4	–	4127	–	–
	7	–	5350	–	–
	15	–	8595	–	–
temps d'indication de libération (ms)		406	432	455	468
<p>NOTE 1 – Les mesures récapitulées dans le présent tableau ont été effectuées en janvier 1987. Toutes les valeurs indiquées sont fondées sur des mesures portant sur au moins 5 trajets différents, chacun d'eux étant constitué de 3 sections (dont une section par satellite) du réseau DATEX-P. Chaque valeur de temps communiquée est la moyenne obtenue pour 100 mesures au minimum, soit au moins 20 mesures sur chaque trajet.</p> <p>Chaque valeur de classe de débit est la moyenne obtenue à partir d'au moins 40 mesures individuelles, chacune d'elles supposant le transfert d'au moins 450 paquets.</p> <p>NOTE 2 – Les valeurs de temps de transfert des paquets de données ont été mesurées à l'aide de paquets de données dont le champ de données d'utilisateur compte 128 octets.</p> <p>Pour chaque mesure, le débit sur les sections de circuit d'accès était de 9600 bit/s et la taille de la fenêtre de la couche Paquet dans les sections de circuit d'accès était 2.</p> <p>NOTE 3 – Pour évaluer les valeurs de temps d'indication de libération, on a mesuré le temps écoulé entre l'émission d'un paquet d'indication de libération et la réception du paquet correspondant de confirmation de libération dans le DSE responsable de la libération, le résultat obtenu ayant ensuite été divisé par 2. La confirmation de libération est significative d'un bout à l'autre du réseau DATEX-P.</p> <p>NOTE 4 – Les valeurs de temps communiquées ne tiennent pas compte des retards imputables aux sections de circuit d'accès ou à ceux des ETTD.</p> <p>NOTE 5 – Les valeurs mesurées montrent que la taille de la fenêtre interne du réseau dans la couche Paquet peut influencer notablement sur la capacité de débit des parties de connexion virtuelle comprenant un circuit par satellite.</p>					

SÉRIES 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 Z	Langages de programmation