



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

X.144

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(04/95)

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION DE DONNÉES ET
COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS –
RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES –
ASPECTS RÉSEAU**

**PARAMÈTRES DE PERFORMANCE RELATIFS
AU TRANSFERT D'INFORMATIONS
D'UTILISATEUR POUR LES RÉSEAUX
PUBLICS POUR DONNÉES FOURNISSANT
LE SERVICE DE CIRCUIT VIRTUEL
PERMANENT INTERNATIONAL
AVEC RELAIS DE TRAME**

Recommandation UIT-T X.144

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T X.144, que l'on doit à la Commission d'études 7 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 10 avril 1995 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

NOTE

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

© UIT 1996

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

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE X

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION DE DONNÉES ET COMMUNICATION
ENTRE SYSTÈMES OUVERTS**

(Février 1994)

ORGANISATION DES RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE X

Domaine	Recommandations
RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES	
Services et services complémentaires	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	
Modèle et notation	X.200-X.209
Définition 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
Test de conformité	X.290-X.299
INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	
Considérations générales	X.300-X.349
Systèmes mobiles de transmission de données	X.350-X.369
Gestion	X.370-X.399
SYSTÈMES DE MESSAGERIE	X.400-X.499
ANNUAIRE	X.500-X.599
RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS DES SYSTÈMES	
Réseautage	X.600-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
SÉCURITÉ	X.800-X.849
APPLICATIONS OSI	
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850-X.859
Traitement des transactions	X.860-X.879
Opérations distantes	X.880-X.899
TRAITEMENT OUVERT RÉPARTI	X.900-X.999

TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Champ d'application.....	1
2	Références.....	3
3	Abréviations.....	3
4	Modèle générique de performance.....	4
	4.1 Composition d'une connexion de bout en bout.....	5
	4.2 Événements de référence de type transfert de trames.....	6
	4.3 Résultats des transferts de trames.....	7
5	Paramètres de performance en termes de transfert de trames.....	7
	5.1 Temps de transfert de trame.....	10
	5.2 Taux de perte de trames d'information.....	10
	5.3 Taux d'erreurs résiduelles sur les trames.....	12
	5.4 Débit de trames excédentaires.....	12
	5.5 Distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame.....	12
	5.6 Paramètres se rapportant au flux de trames.....	13
6	Disponibilité de circuits virtuels permanents (PVC).....	13
	6.1 Fonction de disponibilité de circuit PVC.....	14
	6.2 Paramètres de disponibilité de circuit PVC.....	15
	Annexe A – Test de conformité pour l'évaluation de la performance.....	17
	A.1 Motivation.....	17
	A.2 Limites d'application normalisée.....	17
	A.3 Description du test DDB.....	17
	A.4 Utilisation du test DDB pour évaluer la distorsion FCTDR.....	18
	Annexe B – Paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement en mode binaire.....	20
	B.1 Taux de perte de bits d'information d'utilisateur.....	20
	B.2 Taux d'erreurs résiduelles sur les bits.....	20
	Appendice I – Estimation par échantillonnage des paramètres de disponibilité de circuit PVC.....	22
	I.1 Test minimal concernant la disponibilité du service PVC.....	22
	I.2 Procédures d'estimation de la disponibilité du service PVC.....	22
	I.3 Procédures d'estimation du temps moyen entre interruptions de service PVC.....	22
	Appendice II – Notification d'encombrement.....	24
	II.1 Effets des messages FECN, BECN et CLLM sur la performance.....	24
	II.2 Compensation des effets sur la performance.....	24
	Appendice III – Effets sur la performance d'une demande excessive en ressources de connexion.....	24
	III.1 Salves simultanées d'accès imprévus à la même ligne.....	25
	III.2 Utilisation maximale de lignes d'accès saturées.....	25

RÉSUMÉ

La présente Recommandation définit les paramètres de vitesse, d'exactitude, de sûreté de fonctionnement et de disponibilité que l'on peut utiliser pour spécifier et évaluer la performance, en termes de transfert d'informations d'utilisateur, des services publics de communication de données par relais de trames.

**PARAMÈTRES DE PERFORMANCE RELATIFS AU TRANSFERT
D'INFORMATIONS D'UTILISATEUR POUR LES RÉSEAUX PUBLICS
POUR DONNÉES FOURNISSANT LE SERVICE DE CIRCUIT VIRTUEL
PERMANENT INTERNATIONAL AVEC RELAIS DE TRAME**

(Genève, 1995)

1 Champ d'application

La présente Recommandation définit les paramètres de vitesse, d'exactitude, de sûreté de fonctionnement et de disponibilité que l'on peut utiliser pour spécifier et évaluer la performance, en termes de transfert d'informations d'utilisateur, des services publics de communication de données par relais de trames. Les paramètres définis sont applicables aux chaînes de connexion¹⁾ point à point en mode relais de trames de bout en bout, ainsi qu'à des parties spécifiées de telles connexions si leur fourniture est conforme aux Recommandations énumérées à l'article 2.

Les paramètres de performance définis dans la présente Recommandation ont pour objet de servir à la planification de services internationaux en mode relais de trames. Les utilisateurs auxquels s'adresse la présente Recommandation sont par exemple les fournisseurs de service en mode relais de trames, les constructeurs d'équipements et les utilisateurs finals. La présente Recommandation pourra être utilisée:

- 1) par les fournisseurs de service pour la planification, la mise au point et l'évaluation de services à relais de trames répondant aux critères des utilisateurs en termes de performance;
- 2) par les constructeurs d'équipements en tant que moyen de mesurer la performance des équipements et d'en modifier la conception en conséquence; ainsi que
- 3) par les utilisateurs pour évaluer la performance du réseau.

Le champ d'application de la présente Recommandation est résumé sur la Figure 1. Les paramètres de performance en mode relais de trames sont définis sur la base d'événements de référence de type relais de trames que l'on peut observer au niveau d'interfaces physiques associées à des limites spécifiées. Par souci d'homogénéité et d'intégralité, la performance en termes de relais de trames est considérée dans le contexte de la matrice carrée à 3 × 3 éléments de performance définie dans la Recommandation X.140, qui distingue trois fonctions de communication de données transparentes aux protocoles: accès, transfert des informations d'utilisateur et retrait. Chacune de ces fonctions est examinée par rapport à trois aspects qualitatifs généraux (ou «critères de performance»):

- vitesse;
- exactitude, et
- sûreté de fonctionnement.

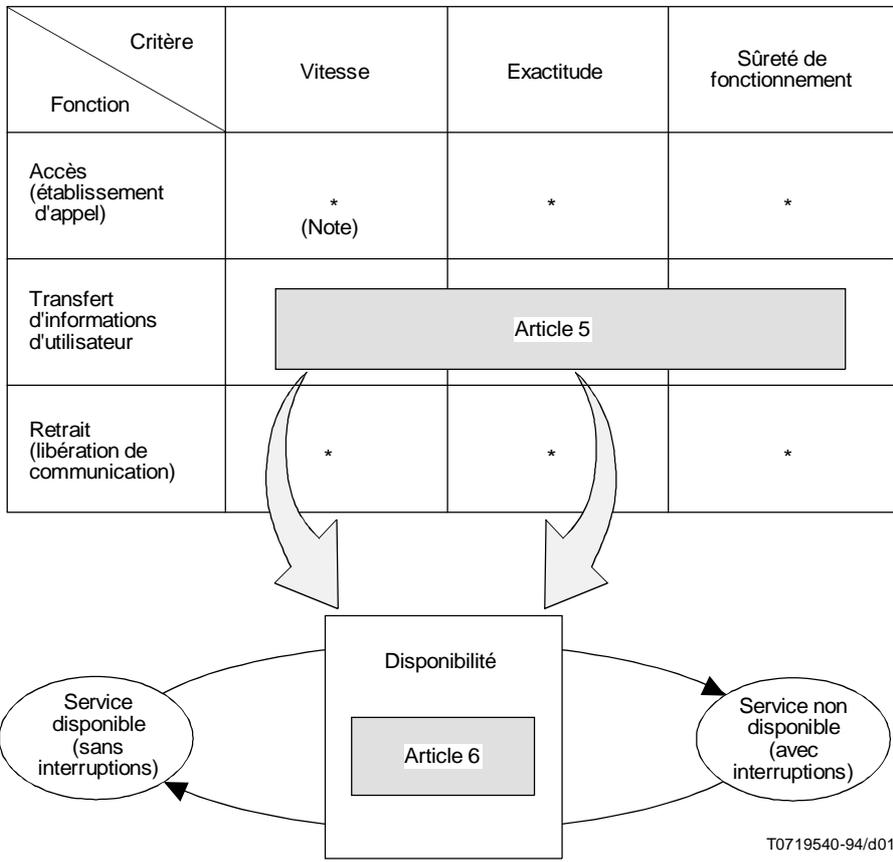
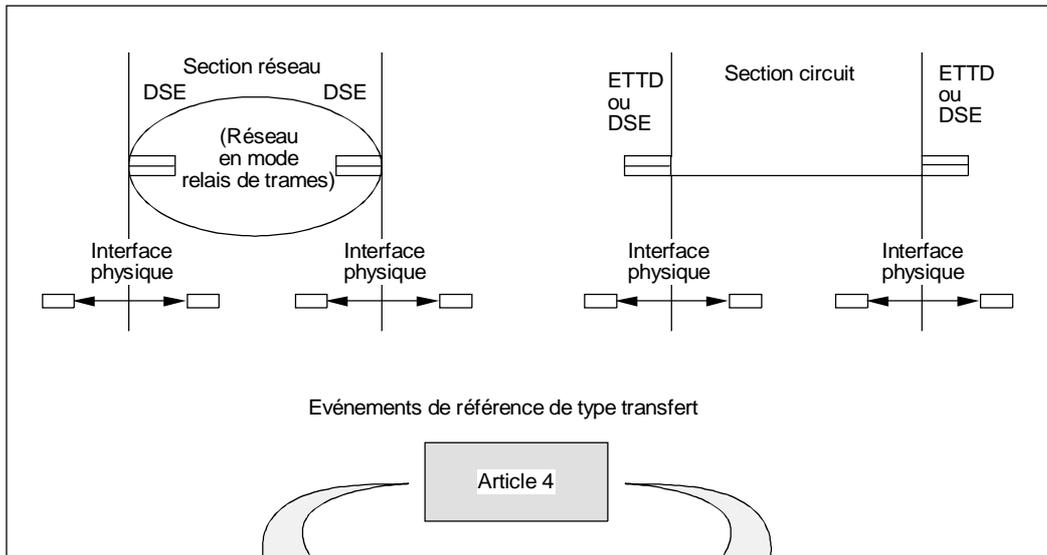
Un modèle associé à deux états constitue une base permettant de décrire la disponibilité du service de circuit virtuel permanent (PVC).

Les paramètres de performance définis dans la présente Recommandation décrivent la vitesse, l'exactitude, la sûreté de fonctionnement et la disponibilité du transfert des informations d'utilisateur par des réseaux en mode relais de trames. Il est prévu que d'autres Recommandations indiquent des méthodes normalisées pour mesurer les paramètres de performance en termes de transfert par trames ainsi que des objectifs nominaux spécifiques pour les paramètres décrits par la présente Recommandation. Des Recommandations distinctes traiteront de la performance en termes de fonctions d'accès et de retrait en mode relais de trames ainsi que de la performance en termes de disponibilité des services de voie virtuelle commutée (SVC) à relais de trames.

NOTES

- 1 Les paramètres définis dans la présente Recommandation pourront être complétés ou modifiés sur la base d'une étude plus approfondie des conditions à spécifier pour les réseaux en mode relais de trames.
- 2 Les paramètres définis visent à caractériser des connexions à relais de trames se trouvant dans l'état de disponibilité.
- 3 Les paramètres de la présente Recommandation visent à mesurer la performance d'éléments de réseau entre paires de limites de section. Il convient cependant que les utilisateurs de la présente Recommandation aient présent à l'esprit le fait que le comportement d'éléments de connexion situés à l'extérieur de ces paires de limites peut exercer une influence défavorable sur la performance mesurée sur des éléments situés à l'intérieur de ces limites. L'Appendice III décrit quelques exemples de ce risque.

¹⁾ Dans le cadre de la présente Recommandation, une connexion en mode relais de trames (désignée ci-après par le terme de *connexion* sauf indication contraire) se rapporte à une connexion virtuelle établie entre deux points d'extrémité spécifiés.



NOTE – Sous réserve d'une future norme sur la performance des voies virtuelles commutées en mode relais de trames.

FIGURE 1/X.144
Champ d'application de la X.144

La présente Recommandation est structurée comme suit:

- l'article 2 présente les références;
- l'article 3 présente les abréviations;
- l'article 4 définit un modèle de performance et un ensemble d'événements de référence de type transfert d'informations en mode trame (événements FE); ce modèle constitue une base pour la définition du paramètre de performance;
- l'article 5 définit les paramètres de vitesse, exactitude et sûreté de fonctionnement du service en mode trame, au moyen des événements de référence de type transfert d'informations en mode trame qui sont définis à l'article 4;
- l'article 6 définit les paramètres de disponibilité des circuits PVC au moyen des paramètres primaires définis à l'article 5;
- l'Annexe A présente un test permettant d'évaluer la conformité du trafic, aux fins d'évaluation de la performance. L'Annexe B définit des paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement en mode binaire, associés au transfert d'informations d'utilisateur par des services en mode relais de trames. L'Appendice I donne des renseignements sur l'estimation par échantillonnage des paramètres de disponibilité des circuits PVC. L'Appendice II analyse les effets sur la performance des indications réseau de congestion; il formule des recommandations générales visant à limiter ces effets. L'Appendice III étudie les effets sur la performance d'une sollicitation excessive des ressources en connexions.

2 Références

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

- Recommandation I.122 du CCITT (1988), *Cadre pour la fourniture des services supports en mode paquet*.
- Recommandation I.233 du CCITT (1991), *Services supports en mode trame*.
- Recommandation I.233.1 du CCITT (1991), *Service support à répétition de trames sur RNIS*.
- Recommandation I.370 du CCITT (1991), *Gestion des encombrements dans le service support à répétition de trames sur RNIS*.
- Recommandation UIT-T X.36 (1994), *Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données destinée aux réseaux publics pour données assurant le service de transmission de données en mode relais de trames au moyen de circuits spécialisés*.
- Recommandation UIT-T X.76 (1995), *Interface réseau-réseau entre réseaux publics pour données assurant le service de transmission de données en mode relais de trames*.

3 Abréviations

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

ACS	Section de circuit d'accès (<i>access circuit section</i>)
ANS	Section de réseau d'accès (<i>access network section</i>)
Bc	Longueur garantie des salves (<i>committed burst size</i>)
BCTDR	Distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire (<i>bit-based conformant traffic distortion ratio</i>)
Be	Longueur excédentaire des salves (<i>excess burst size</i>)
BECN	Notification explicite d'encombrement vers l'arrière (<i>backward explicit congestion notification</i>)
BLR	Taux de perte de bits (<i>bit loss ratio</i>)

CIR	Débit d'information garanti (<i>committed information rate</i>)
CLLM	Message de gestion de couche liaison consolidé (<i>consolidated link layer management</i>)
DE	Indicateur de priorité de rejet (<i>discard eligible</i>)
DLCI	Identificateur de connexion de liaison de données (<i>data link connection identifier</i>)
DSE	Centre commutateur de données (<i>data switching exchange</i>)
EFR	Débit de trames excédentaires (<i>extra frame rate</i>)
EIR	Débit d'information excédentaire (<i>excess information rate</i>)
ETTD	Équipement terminal de traitement de données
FCTDR	Distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame (<i>frame-based conformant traffic distortion ratio</i>)
FE	Événement de référence de type transfert de trames (<i>frame layer reference event</i>)
FECN	Notification explicite d'encombrement vers l'avant (<i>forward explicit congestion notification</i>)
FLR	Taux de perte de trames (<i>frame loss ratio</i>)
ICS	Section de circuit d'interconnexion (<i>internetwork circuit section</i>)
MTBSO	Temps moyen entre interruptions de service (<i>mean time between service outages</i>)
MTTSR	Temps moyen de rétablissement du service (<i>mean time to service restoration</i>)
NT	Terminaison de réseau (<i>network termination</i>)
PVC	Circuit virtuel permanent (<i>permanent virtual circuit</i>)
RBER	Taux d'erreurs résiduelles sur les bits (<i>residual bit error ratio</i>)
RFER	Taux d'erreurs résiduelles sur les trames (<i>residual frame error ratio</i>)
RNIS	Réseau numérique avec intégration des services
SA	Disponibilité du service (<i>service availability</i>)
SVC	Voie virtuelle commutée (<i>switched virtual circuit</i>)
TE	Équipement terminal (<i>terminal equipment</i>)
TNS	Section de réseau de transit (<i>transit network section</i>)

4 Modèle générique de performance

Cet article définit un modèle générique décrivant la performance en termes de service en mode relais de trames. Ce modèle se compose de quatre sections de connexion de base:

- la section du circuit d'accès;
- la section du circuit d'interconnexion;
- la section du réseau d'accès; et
- la section du réseau de transit.

Ces quatre sections de connexion de base sont définies au 4.1. Elles constituent un ensemble de modules permettant de représenter n'importe quelle chaîne de connexion de bout en bout. Chacun des paramètres de performance définis dans la présente Recommandation peut être appliqué au transfert unidirectionnel (unilatéral) d'informations d'utilisateur sur une section de connexion ou sur une série de sections de connexion concaténées.

L'article 4 spécifie également un ensemble d'événements de référence de type transfert de trames qui forme la base de la définition du paramètre de performance correspondant. Ces événements de référence sont extraits des Recommandations UIT-T concernant le service et le protocole du relais de trames et sont donc compatibles avec ces derniers. Les événements de référence sont spécifiés au 4.2.

La présente Recommandation indique les paramètres permettant de quantifier la performance au point d'accès au service (SAP) situé au sommet de la couche liaison de données (c'est-à-dire au niveau des trames). Les relations quantitatives entre performance du réseau en couche trame et performance de la couche physique ainsi que des couches situées au-dessus des trames (par exemple la couche des applications) feront l'objet d'un complément d'étude.

4.1 Composition d'une connexion de bout en bout

Dans le cadre de la présente Recommandation, une connexion de bout en bout se compose de sections comme indiqué ci-dessous. Les termes définis sont représentés sur la Figure 2.

4.1.1 section de circuit: Section de circuit d'accès ou de circuit d'interconnexion.

4.1.1.1 section de circuit d'accès (ACS) (*access circuit section*): Circuit physique ou ensemble de circuits physiques reliant un terminal de données (ETTD)²⁾ au centre commutateur (local) de données (DSE). Une telle section ne comporte aucun élément de l'ETTD ou du DSE.

4.1.1.2 section de circuit d'interconnexion (ICS) (*internetwork circuit section*): Circuit physique ou ensemble de circuits physiques reliant un DSE d'un réseau à un DSE d'un autre réseau. Une telle section ne comporte aucun élément de ces deux DSE.

4.1.2 section de réseau: Éléments de réseau assurant la connexion entre deux sections de circuit. Une section de réseau peut être soit une section de réseau d'accès soit une section de réseau de transit.

4.1.2.1 section de réseau d'accès (ANS) (*access network section*): Section de réseau reliée à (au moins) une section de circuit d'accès.

4.1.2.2 section de réseau de transit (TNS) (*transit network section*): Section de réseau reliant deux sections de circuit d'interconnexion.

4.1.3 section de base d'une connexion: Terme général désignant une section de circuit d'accès, une section de circuit d'interconnexion, une section de réseau d'accès ou une section de réseau de transit.

4.1.4 limite de section; frontière de section: Démarcation entre une section de réseau et la section de circuit adjacente, ou entre une section de circuit d'accès et l'ETTD adjacent.

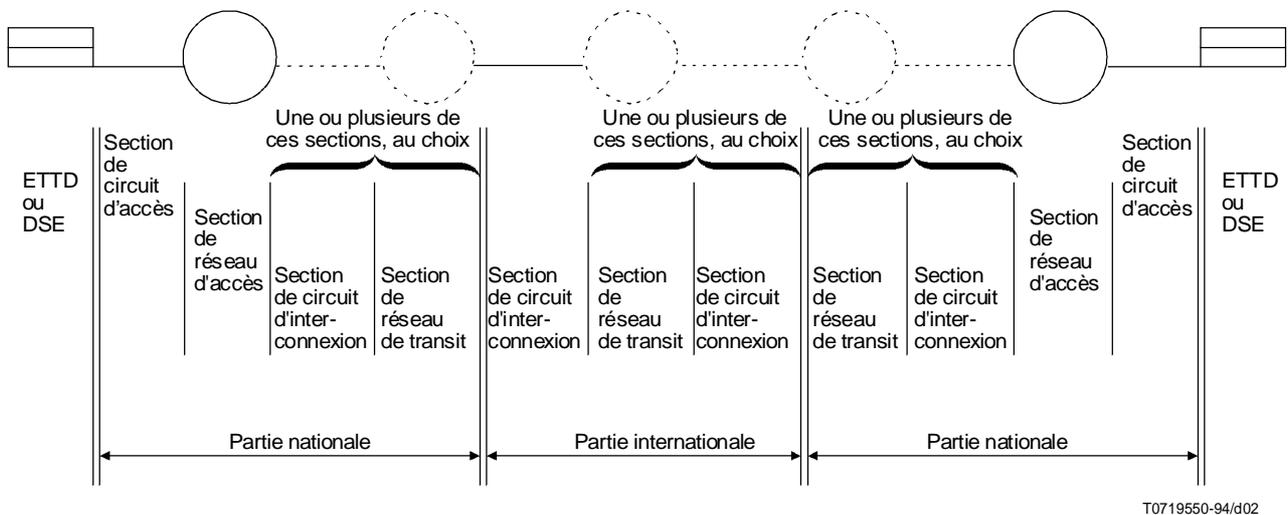


FIGURE 2/X.144

Sections d'une connexion virtuelle internationale

²⁾ Dans le cadre de la présente Recommandation, les routeurs sont assimilés à des terminaux de données.

4.2 Événements de référence de type transfert de trames

Dans le cadre de la présente Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent au sujet d'une chaîne de connexion spécifiée. Les termes définis sont représentés sur la Figure 3.

4.2.1 événement de référence de type transfert de trames: Événement qui se produit:

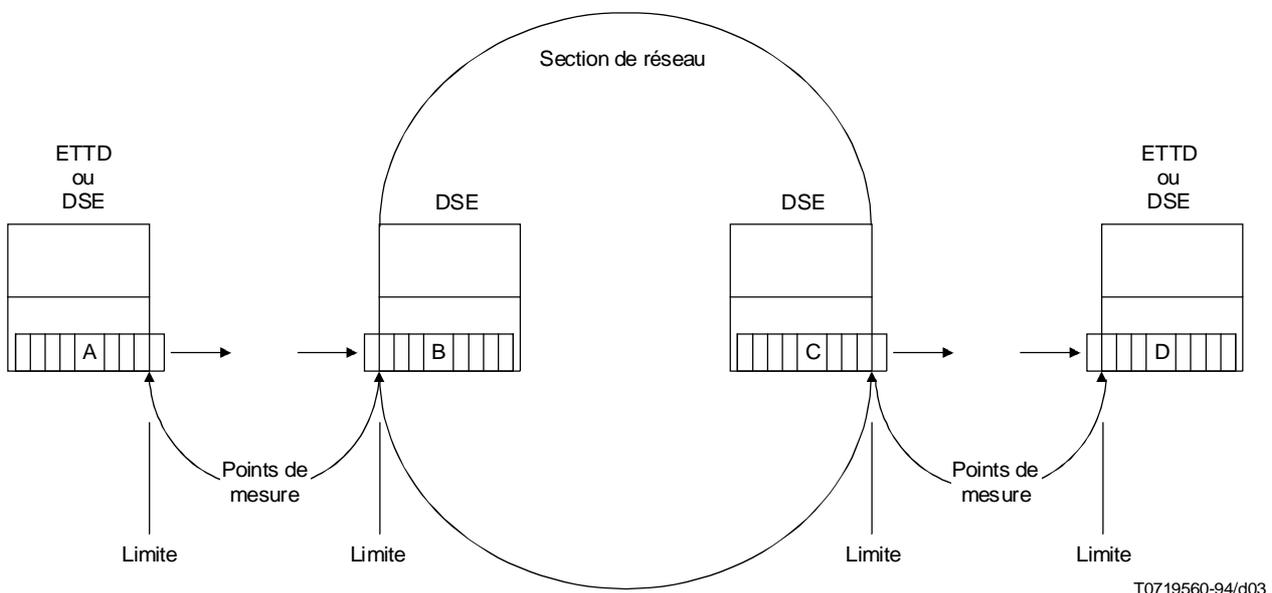
- lorsqu'une trame traverse une limite de section; et
- lorsque cette trame est identifiée comme étant une trame contenant des informations d'utilisateur; et
- que le champ du DLCI indique que cette trame appartient à cette connexion.

On peut observer des événements de référence de type transfert de trames aux limites physiques d'une section de circuit.

Deux classes d'événements de référence de type transfert de trames sont définies:

4.2.1.1 événement d'entrée de trame: Événement de référence de type transfert de trames qui correspond à l'entrée d'une trame dans une section de réseau (à partir d'une section de circuit) ou à l'entrée d'une trame dans un ETTD (à partir d'une section de circuit d'accès). L'instant d'apparition d'un événement d'entrée de trame coïncide, par définition, avec l'instant où le dernier bit du fanion de fermeture de la trame traverse la limite pour entrer dans la section de réseau ou dans l'ETTD.

4.2.1.2 événement de sortie de trame: Événement de référence de type transfert de trames qui correspond à la sortie d'une trame d'une section de réseau (en direction d'une section de circuit) ou à la sortie d'une trame d'un ETTD (en direction d'une section de circuit d'accès). L'instant d'apparition d'un événement de sortie de trame coïncide, par définition, avec l'instant où le premier bit du champ d'adresse de la trame traverse la limite pour sortir de la section de réseau ou de l'ETTD.



NOTES

- 1 Événements de trame pour A et C.
- 2 Événements d'entrée de trame pour B et D.

FIGURE 3/X.144

Exemple d'événements de référence du type transfert en mode trame

4.3 Résultats des transferts de trames

Dans ce qui suit, on part du principe que l'intégrité de la séquence des trames est préservée sur une connexion. Deux événements de connexion sont qualifiés de *correspondants* s'ils peuvent être rapportés à la même trame d'origine.

Si l'on considère deux événements de référence de type transfert de trames, respectivement FE_1 et FE_2 aux limites B_i et B_j ³⁾, on peut définir quatre résultats de base pour le transfert de trames. Une trame émise est soit *transférée sans erreur*, *transférée avec erreur résiduelle*, ou *perdue*. Une trame reçue, pour laquelle aucune trame correspondante n'a été émise, est dite *excédentaire*. Les trames excédentaires peuvent apparaître à la suite d'erreurs dans le champ d'adresse d'une trame issue d'une autre connexion⁴⁾. La Figure 4 illustre ces quatre définitions des résultats de base pour le transfert de trames.

4.3.1 résultat de transfert de trame sans erreur: Un résultat de transfert de trame sans erreur apparaît lorsqu'un événement FE_2 correspondant à un événement FE_1 se produit dans un intervalle spécifié T_{max} après l'apparition de l'événement FE_1 et lorsque les deux conditions suivantes sont satisfaites:

- 1) le contrôle CRC de la trame reçue est valide; et
- 2) le contenu binaire du champ informations d'utilisateur de la trame reçue est exactement conforme à celui de la trame émise correspondante.

Aux fins de l'évaluation des performances, l'intervalle T_{max} marque une limite temporelle au-delà de laquelle on considère qu'une trame est perdue.

NOTE – La valeur de l'intervalle T_{max} fera l'objet d'un complément d'étude.

4.3.2 résultat de transfert de trame avec erreur résiduelle: Un résultat de transfert de trame avec erreur résiduelle apparaît lorsqu'un événement FE_2 correspondant à un événement FE_1 se produit dans un intervalle spécifié T_{max} après FE_1 et que le contrôle CRC de la trame reçue est valide mais que le contenu binaire du champ informations d'utilisateur de la trame reçue diffère de celui de la trame émise correspondante [c'est-à-dire qu'une ou plusieurs erreur(s) sur les bits existe(nt) dans le champ d'informations d'utilisateur de la trame reçue].

4.3.3 résultat de transfert avec trame perdue: Un résultat de trame perdue apparaît lorsqu'un événement FE_2 n'arrive pas à se produire dans l'intervalle T_{max} après l'événement FE_1 ou que le CRC de la trame reçue est invalide. La valeur de l'intervalle T_{max} est la même que dans la définition du résultat de transfert de trame sans erreur.

4.3.4 résultat de transfert avec trame excédentaire: Un résultat de trame excédentaire apparaît lorsqu'un événement FE_2 se produit sans événement FE_1 correspondant.

5 Paramètres de performance en termes de transfert de trames

Cet article définit cinq paramètres de vitesse du service, d'exactitude et de sûreté de fonctionnement, associés au transfert de trames contenant des informations d'utilisateur:

- temps de transfert de trame;
- taux de perte de trames d'information;
- taux d'erreurs résiduelles sur les trames;
- taux de trames excédentaires; et
- distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame.

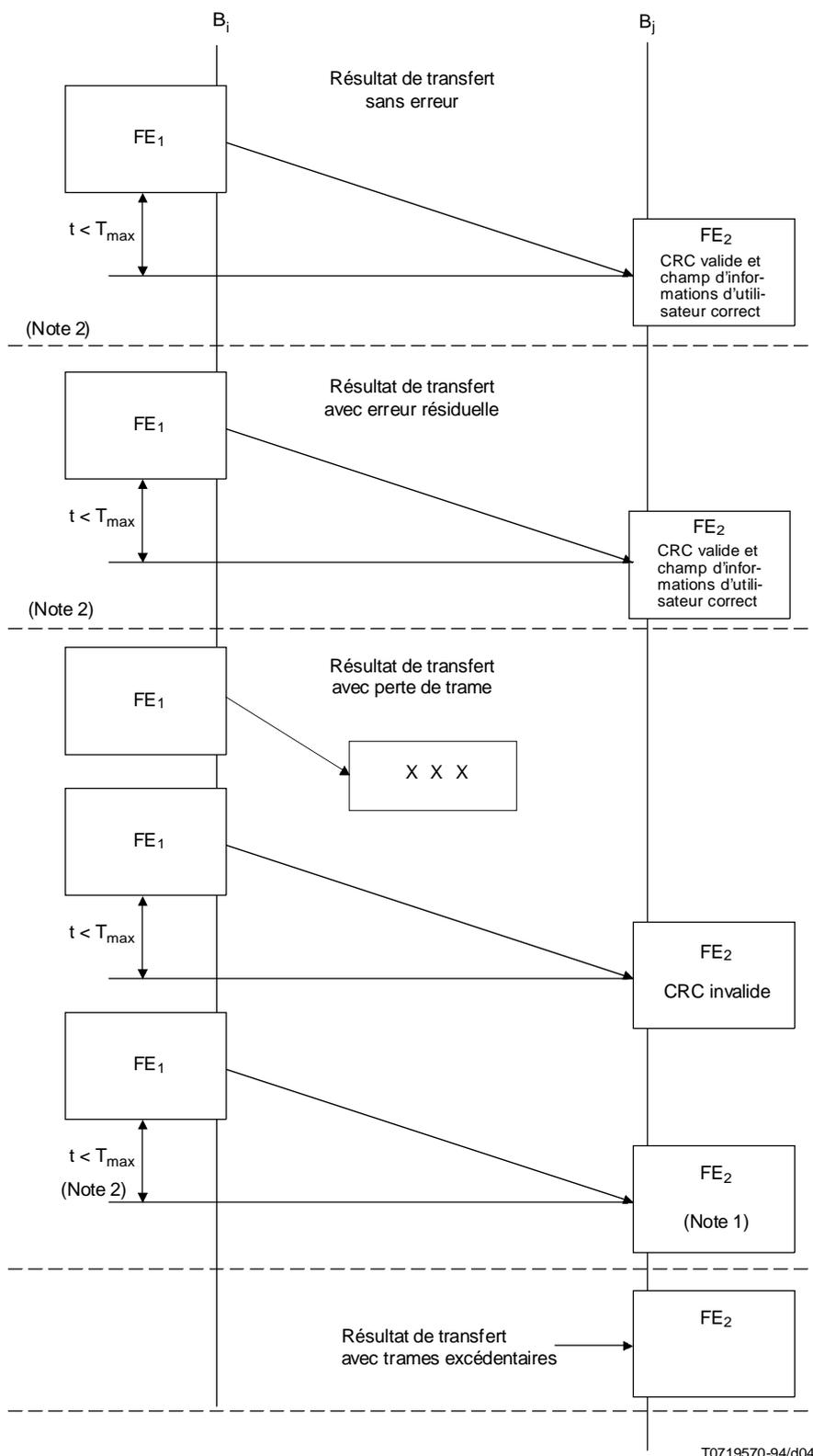
Tous ces paramètres peuvent être estimés sur la base d'observations effectuées aux limites de section. La Figure 5 montre les populations statistiques utilisées pour calculer certains paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement.⁵⁾

NOTE – L'Annexe B définit trois paramètres supplémentaires d'exactitude et de sûreté de fonctionnement en mode binaire, associés au transfert d'informations d'utilisateur par des services à relais de trames: le taux de pertes sur les bits d'informations d'utilisateur, le taux d'erreurs résiduelles sur les bits et la distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire. On peut établir une relation entre ces paramètres et les paramètres en mode trame qui sont définis à l'article 5 (voir la Figure 5).

³⁾ Sauf indication contraire dans la présente Recommandation, les limites B_i et B_j se rapportent, respectivement, aux points d'entrée et de sortie de trames à la frontière d'une section de connexion quelconque ou d'une série de sections de connexion concaténées. Les paramètres de performance sont définis en fonction d'un transfert unidirectionnel des trames.

⁴⁾ Les trames dystaxiques ou dupliquées ne sont pas envisagées. Si un mécanisme imprévu crée dans le réseau de tels événements, les systèmes de mesure pourront les considérer comme des combinaisons résultant de trames perdues, de trames avec erreur résiduelle ou de trames excédentaires.

⁵⁾ Comme cela est indiqué sur la Figure 5, un résultat de transfert de trame sans erreur ou avec erreur résiduelle est désigné par le terme «trame relayée».



T0719570-94/d04

NOTES

- 1 Le résultat se produit indépendamment de la validité du CRC.
- 2 La variable t indique le temps écoulé.

FIGURE 4/X.144
Résultats de transfert de trames

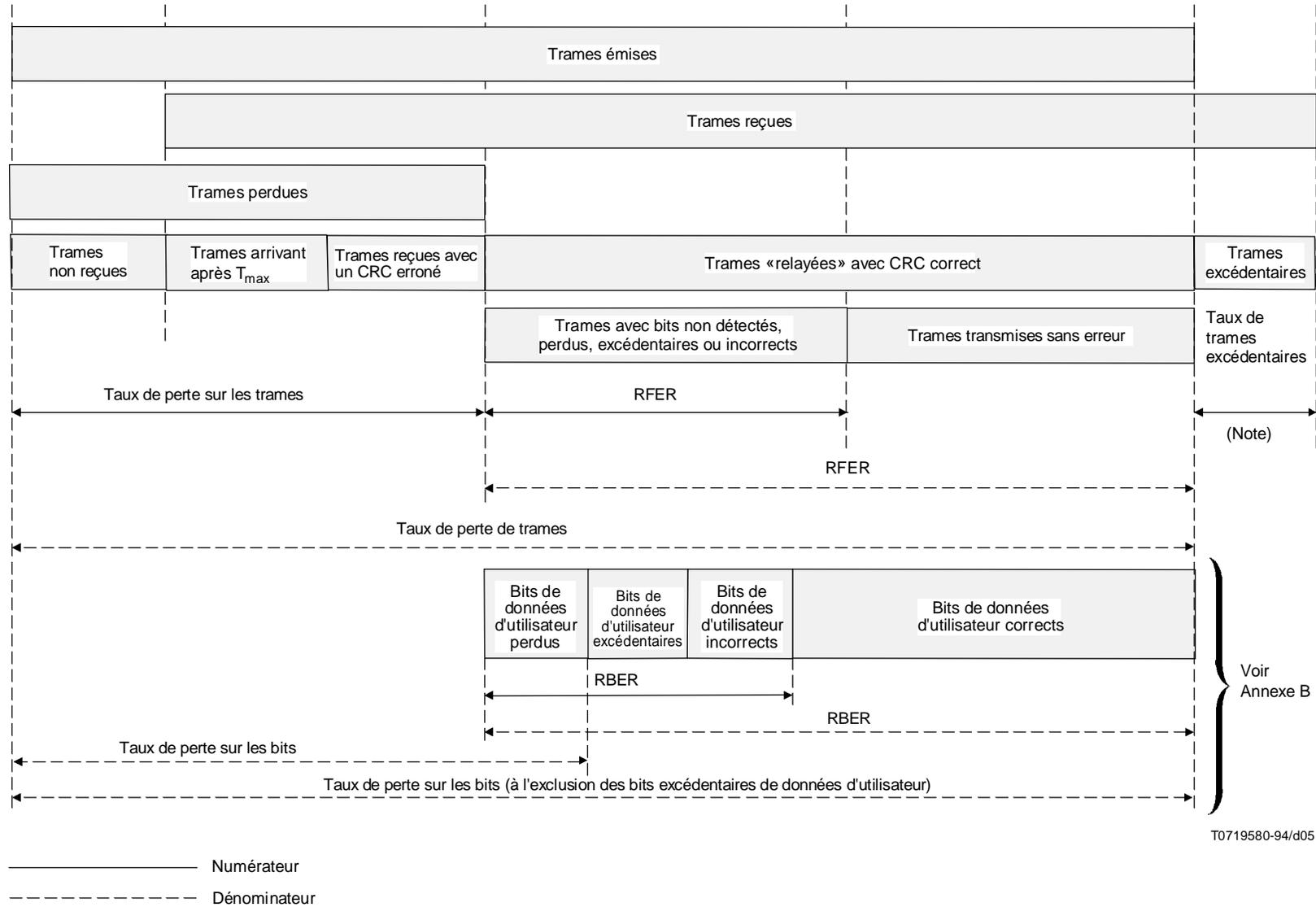


FIGURE 5/X.144

Populations statistiques utilisées pour définir les paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement choisis

5.1 Temps de transfert de trame

Le **temps de transfert d'une trame contenant des informations d'utilisateur (FTD)** (*frame transfer delay*) est défini comme suit:

$$FTD = t_2 - t_1$$

expression dans laquelle, pour une population spécifiée:

- t_1 est l'instant d'apparition du premier événement FE;
- t_2 est l'instant d'apparition du second événement FE; et
- $t_2 - t_1 \leq T_{max}$.

Le temps de transfert de bout en bout d'une trame d'information d'utilisateur est le temps de transmission dans un seul sens entre ETTD en limite de section (par exemple entre les points B₁ et B_n sur la Figure 6).

5.2 Taux de perte de trames d'information

Le **taux de perte de trames d'information (FLR)** (*frame loss ratio*) est défini comme suit:

$$FLR = \frac{F_L}{F_L + F_S + F_E}$$

où, pour une population spécifiée:

- F_S est le nombre total de résultats de transfert de trame sans erreur;
- F_L est le nombre total de résultats de trame perdue; et où
- F_E est le nombre total de résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle.

Deux cas particuliers sont à relever, FLR_c et FLR_e.

5.2.1 FLR_c

Il y a lieu que le taux FLR reste, pour les trames marquées avec une priorité DE = 0, relativement constant à condition que le trafic total des trames marquées DE = 0 ne dépasse pas le débit Bc/T_c. Si le trafic total des trames marquées DE = 0 dépasse le débit CIR, certaines de ces trames pourront être immédiatement rejetées ou converties en trames DE = 1, avec augmentation éventuelle du taux FLR pour le trafic de trames DE = 0⁶⁾.

Le taux FLR_c est défini comme étant le taux FLR pour une population de trames marquées avec la priorité DE = 0 lorsque toutes ces trames sont conformes au débit CIR. Si le réseau accepte toutes les trames conformes selon le test décrit dans l'Annexe A, le taux FLR_c est la probabilité qu'une trame marquée DE = 0 et acceptée comme étant conforme soit perdue ultérieurement. La conformité au débit CIR est évaluée conformément à l'Annexe A.

NOTE – Les trames marquées DE = 0 puis relayées avec le bit DE = 1, sont incluses dans le calcul du taux FLR_c.

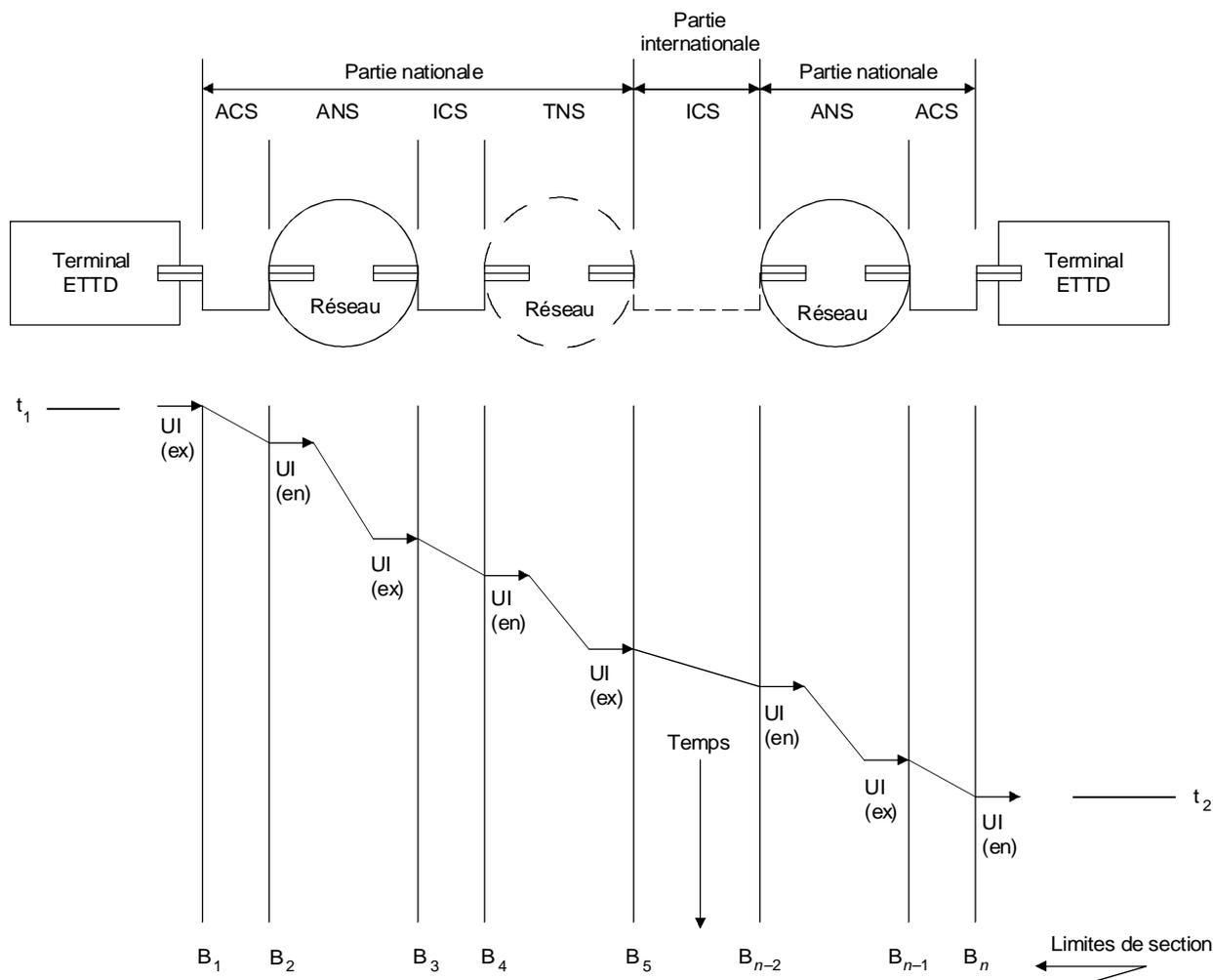
5.2.2 FLR_e

Les trames peuvent être marquées avec la priorité DE = 1 avant ou immédiatement après leur traversée de la limite de la section d'entrée. Il convient que la performance en termes de perte de trame, pour toutes les trames ainsi marquées, reste relativement constante à condition que le trafic total des trames marquées DE = 1 ne dépasse pas le débit EIR = Be / T_c⁷⁾. Si le trafic total des trames marquées DE = 1 dépasse le débit EIR, certaines trames DE = 1 pourront être immédiatement rejetées, avec augmentation éventuelle du taux FLR pour le trafic de trames DE = 1⁸⁾.

⁶⁾ La pente d'augmentation du taux FLR lorsque le trafic offert dépasse le débit CIR et le débit EIR (= Be/T_c) peut varier selon les fournisseurs de réseau. Certains de ces derniers proposent explicitement de transporter ce trafic supplémentaire. De telles offres peuvent être assorties d'une plus grande probabilité de notifications d'encombrement, de délais ou de salves de pertes.

⁷⁾ La longueur Bc, la longueur Be, l'intervalle T_c et le débit CIR sont définis à la Recommandation I.370 – Gestion des encombrements dans le service support à répétition de trames sur RNIS, paragraphe 1.2. Les relations entre ces paramètres et entre ces derniers et le bit de priorité DE sont décrites au 1.6/I.370.

⁸⁾ Voir la Note ⁶⁾ de bas de page.



T0719590-94/d06

- UI Événement de référence de type transfert d'informations d'utilisateur
(les événements de référence spécifiques feront l'objet d'un complément d'étude)
- en Entrée
- ex Sortie

NOTE – Les temps ($t_1 - t_2$) peuvent être observés du côté appelant et du côté appelé de toute partie de connexion virtuelle.

FIGURE 6/X.144
Événements de type temps de transfert de trames d'informations d'utilisateur

Le taux FLR_e est défini comme étant le taux FLR pour une population de trames insérées avec le bit $DE = 1$, toutes ces trames étant conformes au débit EIR et toutes les trames avec le bit $DE = 0$ étant conformes au débit CIR. Si le réseau accepte toutes les trames conformes selon le test décrit dans l'Annexe A, le taux FLR_e est la probabilité qu'une trame d'entrée avec bit $DE = 1$, acceptée comme conforme, soit perdue ultérieurement. La conformité aux débits EIR et CIR est évaluée au moyen du test décrit dans l'Annexe A.

Aux fins de l'évaluation de performance, le paramètre FLR_e n'est défini qu'en termes de trames insérées avec le bit $DE = 1$ car il n'existe aucune méthode précise pour quantifier l'intensité du trafic de trames marquées $DE = 0$ que le réseau convertira en trames $DE = 1$. Aussi longtemps que le trafic total des trames $DE = 1$ ne dépassera pas le débit EIR, il est à prévoir que le trafic des trames marquées $DE = 1$ par le réseau subira des taux de perte de l'ordre du taux FLR_e .

5.3 Taux d'erreurs résiduelles sur les trames

Le **taux d'erreurs résiduelles sur les trames (RFER)** (*residual frame error ratio*)⁹⁾ est défini comme suit:

$$RFER = \frac{F_E}{F_E + F_S}$$

où, pour une population spécifiée:

- F_S est le nombre total de résultats de transfert de trame sans erreur; et
- F_E est le nombre total de résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle.

5.4 Débit de trames excédentaires

Le **débit de trames excédentaires (EFR)** (*extra frame rate*) est défini comme suit:

$$EFR = \frac{E_F}{T_{EFR}}$$

où

E_F est le nombre total de résultats de transfert de trames excédentaires constaté au cours d'un intervalle de temps spécifié, T_{EFR} .

Ce rapport peut être exprimé en nombre de trames excédentaires observées par seconde de connexion.¹⁰⁾

5.5 Distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame

Un gerbage de trames ou un marquage de trop nombreuses trames conformes avec le bit $DE = 1$, dû au réseau, peut se traduire par une perte de trames dans des éléments de réseau situés en aval. La distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame (FCTDR) est donc définie afin d'aider à diagnostiquer des problèmes de perte FLR.

La relation entre la distorsion FCTDR et le taux de perte FLR en aval dépend étroitement de la manière dont les fournisseurs de réseau collaboreront pour répondre à leurs engagements (implicites) en matière de débits CIR et EIR de bout en bout. Dans certains cas, un réseau aval peut délibérément profiler une plus grande longueur B_c ou B_e , ou un plus court intervalle T_c , afin de compenser un gerbage de trames en amont. La distorsion FCTDR pourra donc ne pas convenir pour des équipements terminaux ne tenant compte ni de la sporadicité d'arrivée des trames reçues ni de leur marquage de priorité DE. C'est pour ces deux raisons qu'il n'est pas toujours possible d'établir des objectifs de performance du réseau en termes de distorsion FCTDR.

⁹⁾ Ce paramètre d'exactitude se rapporte aux erreurs résiduelles (c'est-à-dire non détectées) sur des trames d'information d'utilisateur, dues à des dégradations de transmission ou de commutation affectant une connexion spécifiée.

¹⁰⁾ Par définition, une trame excédentaire est une trame reçue qui ne possède pas de trame d'émission correspondante sur cette connexion. Les trames excédentaires d'une connexion donnée peuvent être dues à une erreur non détectée dans le champ d'adresse d'une trame issue d'une autre connexion ou à une traduction incorrectement programmée d'adresses pour des trames issues d'une autre connexion. Etant donné qu'aucun de ces mécanismes n'a de relation directe avec le nombre de trames transmises sur la connexion observée, ce paramètre de performance ne peut pas être exprimé sous la forme d'un taux rapporté à des nombres de trames, mais seulement sous la forme d'un débit.

Des trames conformes au débit CIR à une limite de section d'entrée peuvent être perdues, gerbées ou marquées avec le bit DE = 1, de telle sorte que le nombre de trames conformes au débit CIR à la limite de section de sortie diminuera. La distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame avec DE = 0 (FCTDR_c) mesure la réduction de trafic conforme due seulement au gerbage ou au marquage de trames.

Le paramètre FCTDR_c est donc défini comme suit:

$$FCTDR_c = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n$$

où

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trame } A_n \text{ n'est pas conforme au débit } \hat{C}IR \text{ au point } B_j, \\ & \text{ou si elle est marquée } DE = 1 \text{ au point } B_j, \\ 0 & \text{dans les cas contraires} \end{cases}$$

et où

l'expression {A₁, A₂, ..., A_N} indique une séquence de N trames, toutes insérées avec le bit DE = 0, conformes au débit CIR au point B_i et toutes relayées vers le point B_j.

$\hat{C}IR$ est la modification du débit CIR conformément à la description de l'Annexe A.

Des trames conformes au débit EIR à une limite d'entrée, B_i, peuvent être perdues ou gerbées de telle sorte que le nombre de trames conformes au débit EIR à la limite de sortie diminuera. La distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame avec DE = 1 (FCTDR_e) mesure la réduction de trafic conforme due seulement au gerbage de trames.

Le paramètre FCTDR_e est donc défini comme suit:

$$FCTDR_e = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n$$

où

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trame } A_n \text{ n'est pas conforme au débit } \hat{E}IR \text{ au point } B_j, \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases}$$

et où l'expression {A₁, A₂, ..., A_N} indique une séquence de N trames, toutes insérées avec le bit DE = 1, conformes au débit EIR au point B_i et toutes relayées vers le point B_j.

$\hat{E}IR$ est la modification du débit EIR conformément à la description de l'Annexe A.

NOTE – La nécessité d'objectifs pour le paramètre FCTDR fera l'objet d'un complément d'étude.

5.6 Paramètres se rapportant au flux de trames

La nécessité de paramètres de performance réseau en termes de flux réel de trames dans une connexion fera l'objet d'un complément d'étude. De tels paramètres seront requis si des mécanismes de commande de flux sont mis en œuvre dans les services de relais de trames. Un paramètre utile pourrait être la différence (positive) entre le débit d'informations contractuel qui a été négocié et le débit de transfert d'informations mesuré. Des méthodes de mesure de tels mécanismes spécifiques de commande de flux pourront également être utiles.

NOTE – L'Appendice II étudie les incidences sur la performance des notifications d'encombrement réseau (c'est-à-dire les signaux FECN, BECN, CLLM). Il formule des recommandations générales pour limiter ces incidences.

6 Disponibilité de circuits virtuels permanents (PVC)

Le présent article spécifie les paramètres de disponibilité de circuits PVC pour les types de section définis à l'article 5. Un modèle à deux états offre une base pour décrire la disponibilité globale du service de circuit PVC. Une fonction de disponibilité spécifiée compare les valeurs d'un ensemble de paramètres primaires «pris en charge» avec les seuils d'interruption correspondants, ce qui permet de considérer le service comme «disponible» (sans interruption) ou «non disponible» (interrompu), lors de périodes d'observation successives. Cet article spécifie la fonction de disponibilité des circuits PVC et définit les paramètres correspondants, qui caractérisent le processus binaire aléatoire résultant.

Deux paramètres de disponibilité sont définis dans l'article 6: disponibilité du service de circuit PVC et temps moyen entre interruptions de service PVC. Chacun de ces paramètres pourra être appliqué à une section de base quelconque d'une chaîne de connexion de bout en bout.

6.1 Fonction de disponibilité de circuit PVC

Quatre paramètres de performance, définis à l'article 5, sont utilisés dans le calcul de la disponibilité de circuit PVC:

- le taux de perte de trames contenant des informations d'utilisateur (pour un trafic offert conformément au débit CIR);
- le taux de perte de trames contenant des informations d'utilisateur (pour un trafic offert conformément au débit EIR);
- le taux d'erreurs résiduelles sur les trames; et
- le débit de trames excédentaires.

Ces paramètres sont appelés «paramètres décisionnels de disponibilité». Chaque paramètre décisionnel est assorti d'un seuil d'interruption. Ces paramètres décisionnels et leurs seuils d'interruption sont énumérés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1/X.144

Critères d'interruption pour les paramètres décisionnels de disponibilité

Paramètres décisionnels de disponibilité	Critères
FLR _c ^{a)} – Taux de perte de trames d'information d'utilisateur pour une population de trames marquées avec le bit DE = 0 lorsque toutes les trames sont conformes au débit CIR	FLR _c > C ₁
FLR _c ^{b)} – Taux de perte de trames d'information d'utilisateur pour une population de trames marquées avec le bit DE = 1 lorsque toutes ces trames sont conformes au débit EIR et que toutes les trames marquées DE = 0 sont conformes au débit CIR	FLR _c > C ₂
RFER – Taux d'erreurs résiduelles sur les trames	RFER > C ₃
EFR – Débit de trames excédentaires	EFR > C ₄
<p>a) Applicable comme paramètre décisionnel de disponibilité seulement lorsque CIR > 0. Si l'on observe une valeur élevée du taux FLR, il y a lieu de réduire le trafic de trames DE = 0 offert pour le rendre conforme au débit CIR, avant de juger l'état de disponibilité.</p> <p>b) Applicable comme paramètre décisionnel de disponibilité seulement lorsque CIR = 0 et qu'il n'existe pas de trames marquées DE = 0. Si l'on observe une valeur élevée du taux FLR, il y a lieu de réduire le trafic de trames DE = 1 pour le rendre conforme au débit EIR, avant de juger l'état de disponibilité.</p> <p>NOTE – La section de connexion (ou la série de sections) peut aussi être considérée comme non disponible si la couche physique sous-jacente à l'une ou l'autre limite de la section est non disponible (pas de signal, pas de condition d'alarme, etc.) pour des motifs liés à la ou aux sections de connexion.</p>	

La performance est évaluée indépendamment en fonction de chaque paramètre décisionnel de disponibilité. Si la valeur du paramètre est égale ou inférieure au seuil d'interruption de service défini, on considère que la performance relative à ce paramètre est acceptable. Si la valeur du paramètre dépasse le seuil d'interruption, on considère que la performance relative à ce paramètre n'est pas acceptable.

Une série de sections de connexion limitées par B_i et B_j est dite disponible (ou dans l'état de disponibilité) si la performance est acceptable par rapport à tous les paramètres décisionnels.

Une série de sections de connexion limitées par B_i et B_j est dite non disponible (ou dans l'état de non-disponibilité) si la performance d'un ou de plus d'un des quatre critères de décision n'est pas acceptable.

Les intervalles pendant lesquels une section de connexion ou une série de sections de connexion concaténées n'est pas disponible sont repérés par intégration des périodes de performance non acceptable pour tous les paramètres décisionnels, comme indiqué sur la Figure 7.

De manière à empêcher que des dégradations transitoires soient considérées comme des périodes de non-disponibilité, chaque test d'état de disponibilité doit durer au moins 5 minutes. Pour réduire la probabilité de transition d'état au cours d'un test effectué dans l'état de disponibilité, il conviendra que chaque test ait une durée inférieure à 20 minutes.

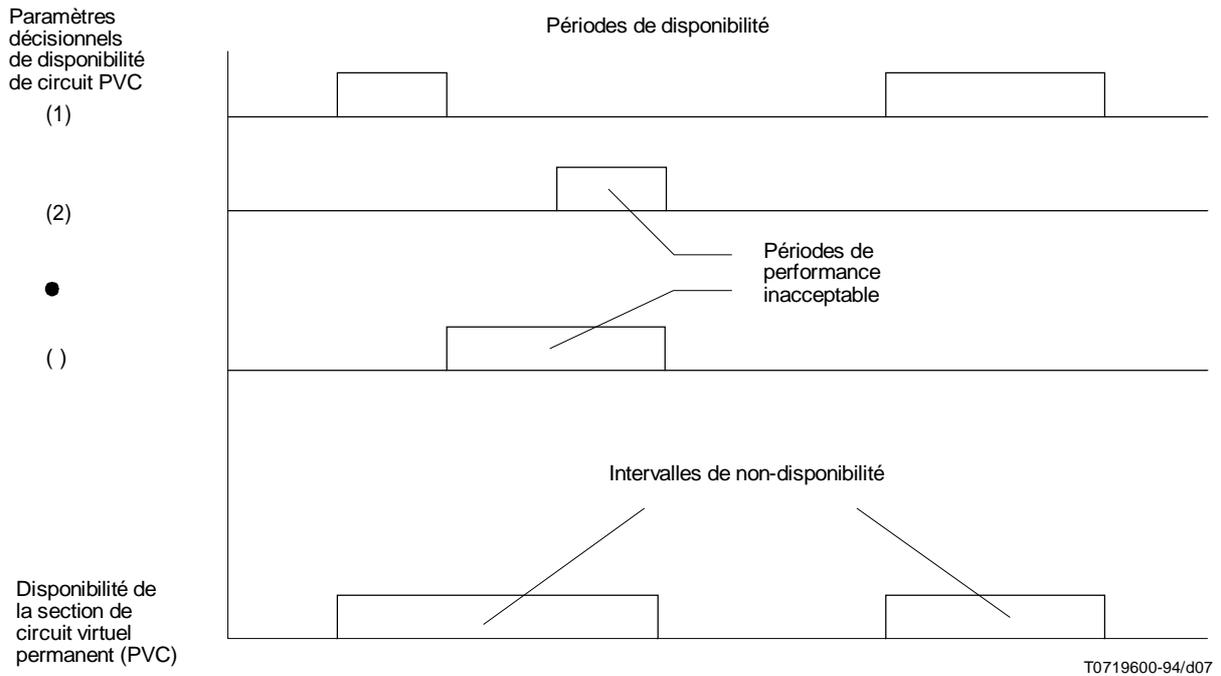


FIGURE 7/X.144

Détermination des états de disponibilité d'un circuit virtuel permanent en mode relais de trames

6.2 Paramètres de disponibilité de circuit PVC

Deux paramètres de disponibilité sont définis:

- la disponibilité du service de circuit PVC (SA); et
- le temps moyen entre interruptions de service PVC (MTBSO).

6.2.1 Définition de la disponibilité du service de circuit PVC

La disponibilité de service, définie dans le présent article, est applicable aux services de circuit virtuel permanent (PVC). La **disponibilité du service de circuit PVC** est le pourcentage à long terme de la durée de service programmée pendant laquelle une section ou une série de sections est disponible.

La durée de service programmée d'un circuit PVC est le temps pendant lequel le fournisseur de réseau a accepté de rendre cette section disponible pour un service. En général, le service programmé est de 24 h sur 24, 7 jours sur 7.¹¹⁾

6.2.2 Définition du temps moyen entre interruptions de service PVC

Le temps moyen entre interruptions de service, défini dans le présent article, est applicable aux services de circuit PVC. Le **temps moyen entre interruptions de service PVC** est la durée moyenne de tout intervalle continu pendant lequel la section ou la série de sections concaténées de circuit PVC est disponible. Les intervalles consécutifs d'une durée de service programmée sont concaténés.

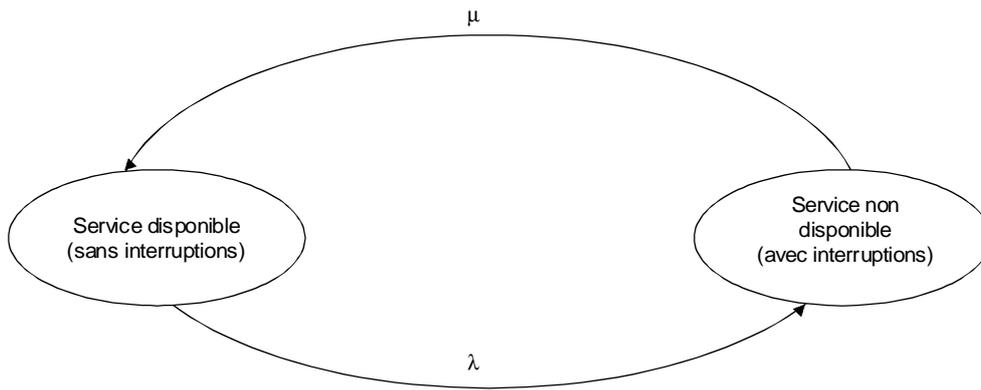
¹¹⁾ D'autres durées de service programmées pourront être spécifiées dans certains réseaux.

6.2.3 Paramètres associés

Quatre autres paramètres sont couramment utilisés pour décrire la performance en termes de disponibilité. Ces paramètres sont généralement définis comme suit:

- **temps moyen de rétablissement du service (MTTSR)** (*mean time to service restoral*): Durée moyenne des intervalles de non-disponibilité du service;
- **taux de défaillance (λ)**: Nombre moyen de transitions de l'état de disponibilité à l'état de non-disponibilité par unité de temps de disponibilité;
- **taux de rétablissement (μ)**: Nombre moyen de transitions de l'état de non-disponibilité à l'état de disponibilité, par unité de temps de non-disponibilité;
- **non-disponibilité (U)**: Rapport à long terme de la durée de non-disponibilité du service à la durée de service programmée, exprimé en pourcentage.

Dans l'hypothèse d'une répartition selon une loi exponentielle des défaillances et des rétablissements, on pourra estimer les valeurs mathématiques d'un quelconque de ces paramètres sur la base des valeurs de disponibilité du service (SA) et de temps moyen entre interruptions de service (MTBSO), telles que résumées dans la Figure 8.



a) Synoptique des états

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda} \qquad MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

$$SA = 100 \left[\frac{MTBSO}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[\frac{\mu}{\lambda + \mu} \right]$$

$$U = 100 - SA = 100 \left[\frac{MTTSR}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[\frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right]$$

T0719610-94/d08

b) Relations entre les paramètres

FIGURE 8/X.144
Modèle et paramètres de disponibilité de base

Annexe A

Test de conformité pour l'évaluation de la performance

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

A.1 Motivation

Il n'existe pas de normes sur la manière dont il convient que les réseaux déterminent la conformité aux débits CIR et EIR. Toutes les mises en œuvre logiques de réseau, admettant normalement le trafic de longueurs B_c et B_e en unités de temps T_c sont acceptables. Les paramètres FLR_c et FLR_e (décrits dans 5.2.1 et 5.2.2), FCTDR (voir 5.5) et la performance en termes de disponibilité (voir article 6) impliquent tous la notion de conformité. Pour évaluer de manière uniforme les paramètres FLR_c , FLR_e , FCTDR et la performance en termes de disponibilité, il est nécessaire de déterminer de manière uniforme leur conformité.

La présente annexe présente un test normalisé qui pourra servir à déterminer la conformité d'un trafic en mode relais de trames en vue des évaluations de performance susmentionnées. Ce test, dit test DDB (*double dangerous bridge*) (pont à double risque), a été choisi parce qu'on estime qu'il est plus sévère que toute application réseau de tests de conformité lors d'une insertion de trafic.

Etant donné que les réseaux sont autorisés à rejeter (ou à marquer en priorité de rejet DE) toutes les trames excédentaires par rapport au débit CIR ou EIR, il est généralement souhaitable que de telles trames ne soient pas prises en compte lors d'un mesurage de FLR ou FCTDR. Le test de conformité DDB est censé être au moins aussi sévère que tout autre test classique de conformité du trafic en mode relais de trames. Tout flux de trames que le test DDB permettra de considérer comme tout à fait conforme sera donc accepté comme tel par tout réseau logique. Il conviendra, en principe, que chacune des trames de ces flux soit acceptée par le réseau sans rejet ni marquage. Les flux de trames considérés comme tout à fait conformes selon le test DDB seront donc utiles pour estimer la performance en termes de perte de trames dans un réseau, tout en évitant les effets de rejet autorisé lors d'une insertion de trafic.

Dans l'intérêt de l'abonné, les fournisseurs de réseau peuvent acheminer un trafic supérieur aux débits négociés CIR et EIR. Mais comme il n'existe pas de norme quant à la manière dont cette capacité supplémentaire doit être offerte, la présente Recommandation ne traite pas des mesures de performance relatives à de telles offres. Il conviendra que les utilisateurs de cette capacité tiennent compte du fait que celle-ci pourra s'accompagner d'une plus grande probabilité de messages de notification FECN, BECN, CLLM, de pertes de trames, de délais et de distorsion par rapport à un trafic conforme.

A.2 Limites d'application normalisée

La seule application normalisée du test DDB est l'évaluation de performance selon les termes susmentionnés. Il ne s'agit pas d'une norme à mettre en œuvre à l'intérieur des réseaux. On pourra cependant comparer les programmes d'insertion de trafic avec le test DDB, pour s'assurer qu'ils sont moins sévères (ou plus tolérants) que le test DDB. Comme indiqué plus haut, on considère que le test DDB a un degré de sévérité tel qu'il est très improbable qu'une quelconque politique d'insertion de trafic rejette des trames acceptées selon le test DDB.

A.3 Description du test DDB

L'algorithme DDB calcule le nombre total d'éléments binaires de données d'utilisateur apparaissant dans une fenêtre mobile de durée T_c . Deux comparaisons sont effectuées avec la grandeur B_x , qui représente la longueur B_c ou la longueur B_e , selon que l'on évalue le débit CIR ou le débit EIR. La première opération compare le nombre total d'éléments binaires de données d'utilisateur qui sont contenus dans des trames d'information dont le premier bit est dans la fenêtre actuelle; la deuxième opération compare le nombre total d'éléments binaires de données d'utilisateur qui sont contenus dans des trames d'information dont le dernier bit est dans la fenêtre actuelle. Si l'un quelconque de ces deux nombres dépasse la grandeur B_x , la trame figurant dans la fenêtre est déclarée non conforme. Il ressort de cette description que le test DDB ne permet jamais qu'il y ait plus de B_x bits de données dans une quelconque fenêtre de longueur T_c et cette situation ne se vérifie dans aucune des politiques (actuellement) connues d'insertion de trafic. En outre, au prix de quelques hypothèses minimales quant à l'insertion du trafic, la caractéristique de sévérité maximale du test DDB peut être démontrée de manière rigoureuse.

La Figure A.1 montre une application du test DDB. Celui-ci peut être mis en œuvre de façons différentes mais devant toutes conduire aux mêmes décisions de conformité que l'algorithme présenté ici.

Deux nombres totaux sont calculés pour un flux de trames à la limite de section spécifiée:

- 1) la variable count_fbw est le décompte cumulatif total des bits de données d'utilisateur contenus dans des trames dont les premiers bits apparaissent dans la fenêtre de longueur T_c . La variable fbw_list est la liste des trames dont les premiers bits se trouvent dans la fenêtre T_c actuelle;
- 2) la variable count_lbw est le décompte cumulatif total des bits de données d'utilisateur contenus dans des trames dont les derniers bits apparaissent dans la fenêtre de longueur T_c . La variable lbw_list est la liste des trames dont les derniers bits se trouvent dans la fenêtre T_c actuelle.

Si un de ces décomptes dépasse la valeur de B_x , la mise en œuvre du test DDB (selon la Figure A.1) déclare non conforme la plus récente trame entrée dans la fenêtre T_c .

NOTE – Lors de l'évaluation des paramètres FLR_c , FLR_e et de la disponibilité, les décomptes de trames non conformes et de bits de données non conformes dans ces trames ne sont pas utiles. La seule indication à rechercher est de savoir si le test DDB détermine que l'ensemble du flux est conforme.

A.4 Utilisation du test DDB pour évaluer la distorsion FCTDR

Le paramètre FCTDR compare la grandeur du trafic conforme, au niveau d'une interface aval, avec la grandeur du trafic conforme au niveau d'une interface amont. Le fait de savoir si un flux de trafic est conforme dans une interface aval devrait permettre de tolérer un certain gerbage de trames dans les éléments amont. Un paramètre, ϵ , appelé «tolérance sur le gerbage de trames», pourra être utilisé pour matérialiser cette possibilité.

Soit, pour une connexion donnée, le flux de trames d'informations d'utilisateur entre deux limites définissant une chaîne de sections de connexion. Soit T_c l'intervalle pendant lequel est évaluée la longueur B_x (qui représente la longueur B_c pour le débit CIR ou la longueur B_e pour le débit EIR) à la limite de la section d'entrée. Afin de tenir compte d'un degré normal de gerbage de trames lors de l'évaluation de la distorsion FCTDR, il y a lieu de comparer les conformités de trafic à la limite de la section de sortie au moyen d'un intervalle T_c modifié, d'un débit CIR modifié et d'un débit EIR modifié:

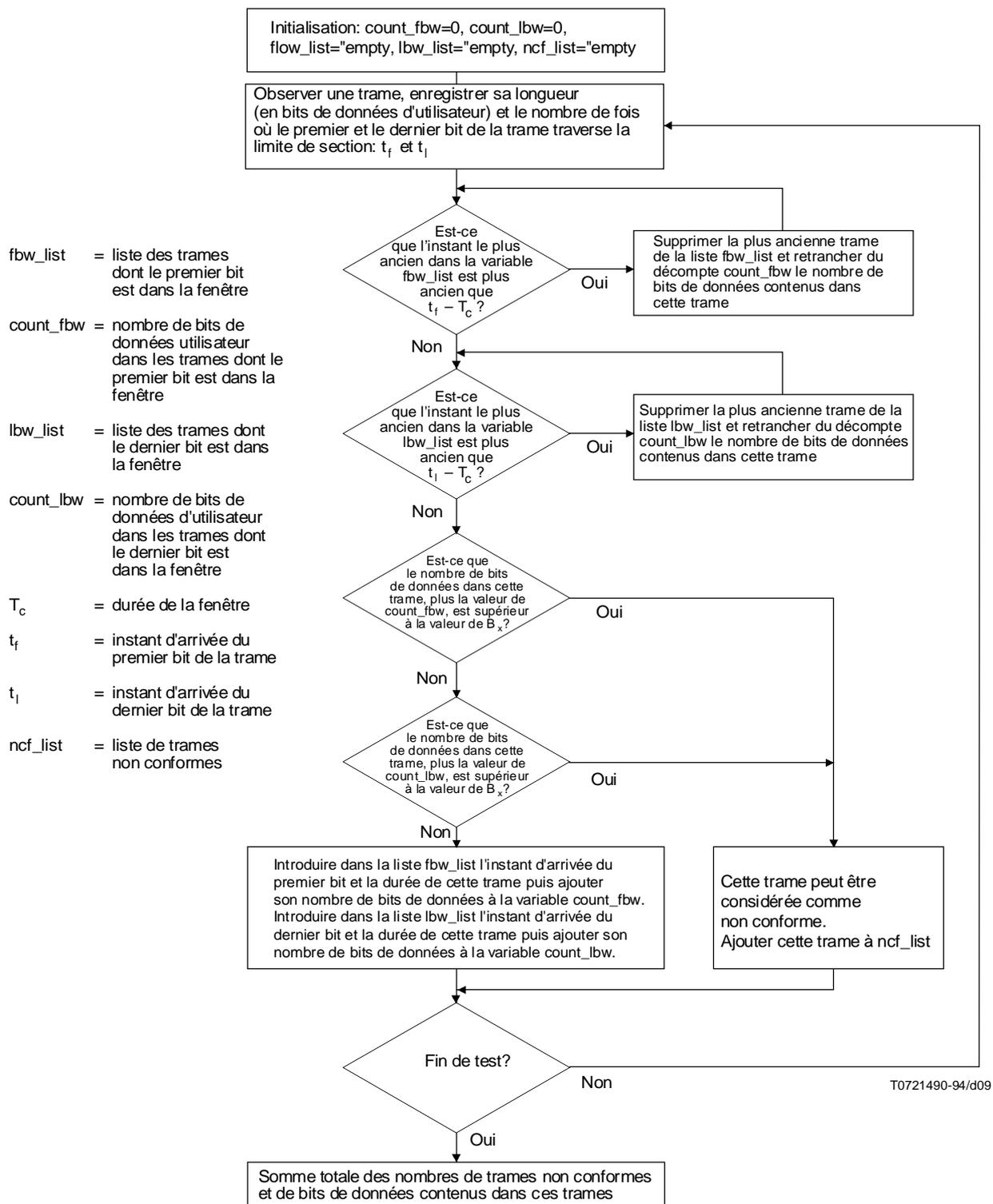
$$\hat{T}_c = T_c - \epsilon$$

$$\hat{C}IR = B_c / \hat{T}_c$$

$$\hat{E}IR = B_e / \hat{T}_c$$

$$(T_c > \epsilon > 0)$$

NOTE – La spécification de la tolérance ϵ fera l'objet d'un complément d'étude.



NOTES

- 1 D'autres mises en œuvre sont possibles.
- 2 $B_x = B_c$ ou B_e .
- 3 Si B_x est dépassé, cet algorithme déclare non conforme la plus récente trame entrée dans la fenêtre T_c . Les algorithmes logiques doivent soit faire cette opération ou identifier une trame plus courte dans la fenêtre actuelle.

FIGURE A.1/X.144

Mise en œuvre du pont à double risque

Annexe B

Paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement en mode binaire

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation)

La présente annexe définit trois paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement en mode binaire. Ces paramètres dépendent du protocole et sont associés au transfert d'informations d'utilisateur par des services de relais de trames:

- taux de perte de bits d'information d'utilisateur;
- taux d'erreurs résiduelles sur les bits; et
- distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire.

Ces paramètres en mode binaire correspondent à leurs homologues en mode trame (taux de perte de trames d'information d'utilisateur, taux d'erreurs résiduelles sur les trames et distorsion par rapport à un trafic conforme en mode trame) qui ont été définis à l'article 5. La Figure 5 montre les populations statistiques qui ont été utilisées pour calculer ces paramètres d'exactitude et de sûreté de fonctionnement.

NOTE – Sauf indication contraire, les conditions applicables qui sont stipulées dans les articles 1 à 5 sont applicables à l'Annexe B.

B.1 Taux de perte de bits d'information d'utilisateur

Le **taux de perte de bits d'information d'utilisateur (BLR)** (*bit loss ratio*) est défini comme suit:

$$BLR = \frac{B_L + B_M}{B_S + B_R + B_L + B_M}$$

où, dans une population spécifiée:

- B_S est le nombre total de bits d'information d'utilisateur contenus dans les résultats de transfert de trame sans erreur;
- B_R est le nombre total de bits d'information d'utilisateur contenus dans les résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle;
- B_L est le nombre total de bits d'information d'utilisateur contenus dans les résultats de transfert avec trames perdues;
- B_M est le nombre total de bits d'information d'utilisateur avec perte résiduelle (c'est-à-dire perdus), d'après les résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle.

Deux cas particuliers sont à relever.

B.1.1 BLR_c: Le taux BLR_c est défini comme étant le taux de perte de bits pour une population de trames marquées DE = 0 lorsque toutes ces trames sont conformes au débit CIR.

B.1.2 BLR_e: Le taux BLR_e est défini comme étant le taux de perte de bits pour une population de trames insérées avec le bit DE = 1 lorsque toutes ces trames sont conformes au débit EIR et que toutes les trames avec le bit DE = 0 sont conformes au débit CIR.

B.2 Taux d'erreurs résiduelles sur les bits

Le **taux d'erreurs résiduelles sur les bits (RBER)** (*residual bit error ratio*)¹²⁾ est défini comme suit:

$$RBER = \frac{B_M + B_E + B_X}{B_C + B_M + B_E + B_X}$$

où, pour une population spécifiée:

- B_C est le nombre total de bits corrects d'information d'utilisateur contenus dans des résultats de transfert de trame sans erreur ou avec erreur résiduelle;

¹²⁾ Ce paramètre d'exactitude se rapporte aux erreurs résiduelles (c'est-à-dire non détectées) sur des trames d'information d'utilisateur, dues à des dégradations de transmission ou de commutation affectant une connexion spécifiée.

- B_M est le nombre total de bits d'information d'utilisateur avec perte résiduelle (c'est-à-dire perdus), détectés dans des résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle;
- B_E est le nombre total de bits d'information d'utilisateur avec erreur résiduelle (c'est-à-dire inversés), contenus dans des résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle;
- B_X est le nombre total de bits d'information d'utilisateur avec excédent résiduel (c'est-à-dire excédentaires), contenus dans des résultats de transfert de trame avec erreur résiduelle.

En pratique, il n'est pas possible de distinguer, dans tous les cas, les apparitions de bits d'information d'utilisateur avec erreur résiduelle, avec perte résiduelle et avec excédent résiduel, sans effectuer de comparaison entre les bits de données détectés aux limites de section.

B.3 distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire: La distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire (BCTDR) est définie comme suit pour un trafic de trames à marquage DE = 0:

$$BCTDR_c = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n$$

où

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trame } A_n \text{ n'est pas conforme au débit } \hat{C}\hat{I}\hat{R} \text{ au point } B_j, \\ & \text{ou est marquée DE = 1 au point } B_j, \\ 0 & \text{dans les cas contraires} \end{cases}$$

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ indique une séquence de N trames, toutes insérées avec marquage DE = 0, conformes au débit CIR au point B_i et toutes relayées vers le point B_j .

$\hat{C}\hat{I}\hat{R}$ est la modification du débit CIR conformément à la description de l'Annexe A.

b_n est le nombre de bits d'information d'utilisateur contenus dans les trames A_n ($n = 1, 2, \dots, N$) et

$$N_A = \sum_{n=1}^N b_n$$

est le nombre total de bits d'information d'utilisateur contenus dans les trames $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$.

NOTE – La nécessité d'objectifs pour le paramètre $BCTDR_c$ fera l'objet d'un complément d'étude.

La distorsion par rapport à un trafic conforme en mode binaire (BCTDR) est définie comme suit pour un trafic de trames à marquage DE = 1:

$$BCTDR_e = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n$$

où

$$F_n = \begin{cases} 1 & \text{si la trame } A_n \text{ n'est pas conforme au débit } \hat{E}\hat{I}\hat{R} \text{ au point } B_j, \\ 0 & \text{dans le cas contraire} \end{cases}$$

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ indique une séquence de N trames, toutes insérées avec marquage DE = 1, conformes au débit EIR au point B_i et toutes relayées vers le point B_j .

$\hat{E}\hat{I}\hat{R}$ est la modification du débit EIR conformément à la description de l'Annexe A.

b_n est le nombre de bits d'information d'utilisateur dans la trame A_n ($n = 1, 2, \dots, N$), et

$$N_A = \sum_{n=1}^N b_n$$

est le nombre total de bits d'information d'utilisateur dans les trames $\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$.

NOTE – La nécessité d'objectifs pour le paramètre $BCTDR_e$ fera l'objet d'un complément d'étude.

Appendice I

Estimation par échantillonnage des paramètres de disponibilité de circuit PVC

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

I.1 Test minimal concernant la disponibilité du service PVC

La définition de la disponibilité du service de circuit virtuel permanent (PVC) nécessite une comparaison de la performance observée sur les quatre paramètres décisionnels avec les seuils d'interruption de service. Un seul résultat favorable du test suivant est considéré comme suffisant pour déclarer que la section de circuit PVC est disponible. Un seul échec dans une section pour satisfaire l'un quelconque des quatre critères individuels est considéré comme suffisant pour déclarer que cette section de circuit PVC n'est pas disponible. Ce test et ses critères décisionnels sont définis comme étant les conditions minimales qui sont nécessaires pour échantillonner la disponibilité d'une section.

Le test minimal concernant la disponibilité peut être effectué dans un sens de la section ou dans l'autre, au moyen d'équipements et de composants extérieurs à celle-ci. Pour s'assurer que le test de disponibilité n'échouera pas à cause d'un trafic insuffisant ou excessif, on tentera, pendant 5 minutes, de maintenir un trafic de trames marquées $DE = 0$ au débit CIR, si $CIR > 0$, et un trafic de trames marquées $DE = 1$ au débit EIR, si $CIR = 0$. Il existe trois critères permettant de déterminer si le résultat du test est défavorable ou favorable:

- 1a) ($CIR > 0$) – Le test échoue si le taux FLR_c est supérieur à N_1 .
- 1b) ($CIR = 0$) – Le test échoue si le taux FLR_e est supérieur à N_2 .
- 2) Le test échoue si le taux RFER est supérieur à N_3 .
- 3) Le test échoue si le débit EFR est supérieur à N_4 .

Si un test satisfait aux critères décisionnels, ce test est réussi et le circuit PVC réalisé dans la section est considéré comme disponible au cours du test. Si la section ne satisfait pas au test en ce qui concerne un ou plusieurs des critères décisionnels, le circuit PVC réalisé dans la section est considéré comme ayant été non disponible pendant la durée du test.

I.2 Procédures d'estimation de la disponibilité du service PVC

Une estimation suffisante du pourcentage de disponibilité du service PVC peut être calculée comme suit. Sur la base d'une estimation *a priori* de la disponibilité du service, on choisira un effectif d'échantillons, non inférieur à 300. On prendra s instants de test dans la durée de service programmée et on les répartira sur une longue campagne de mesure (6 mois par exemple). En raison des durées des interruptions de service à prévoir, on choisira les instants de test de manière qu'ils soient séparés par des intervalles d'au moins 7 h (ce qui contribue à l'indépendance des observations). Il conviendra de répartir uniformément les instants de test sur la durée de service programmée. A chaque instant de test prédéterminé, on exécutera le test de disponibilité décrit à l'article I.1. Si le test échoue, la section est déclarée non disponible pour cet échantillon. Dans le cas contraire, la section est déclarée disponible. On obtiendra le pourcentage estimé de disponibilité du service PVC en multipliant par 100 le nombre de fois où la section a été déclarée disponible et en le divisant par le nombre total d'échantillons.

I.3 Procédures d'estimation du temps moyen entre interruptions de service PVC

On pourra calculer une estimation suffisante du paramètre de temps moyen entre interruptions de service PVC en observant une série d'échantillons consécutifs de performance en termes de disponibilité et en comptant les transitions enregistrées de l'état de disponibilité à l'état de non-disponibilité.

Avant d'effectuer un test quelconque, on choisira k intervalles non consécutifs, ayant chacun une durée non inférieure à 30 minutes et non supérieure à 3 h. La durée totale des k intervalles devra dépasser le triple de l'estimation *a priori* du temps moyen entre interruptions de service PVC. Pendant la durée de chaque intervalle prédéfini, on observera des échantillons consécutifs de performance en termes de disponibilité. La durée observée des états de disponibilité sera injectée dans un compteur cumulatif appelé A . Le nombre de transitions observées de l'état de disponibilité à l'état de non-disponibilité sera cumulé dans un compteur F ¹³.

¹³) Chaque compteur est initialement mis à zéro.

Pour chaque intervalle prédéfini:

- a) si la totalité des échantillons consécutifs donne un résultat favorable en termes de disponibilité, on ajoute la durée totale de cet intervalle au compteur A , sans modifier la valeur cumulée du compteur F ;
- b) si le premier échantillon donne un résultat favorable en termes de disponibilité et qu'un quelconque échantillon ultérieur dans l'intervalle donne un résultat défavorable, on ajoute 1 au compteur F et on ajoute au compteur A la durée totale de tous les échantillons de disponibilité antérieurs au premier échec. La durée restant dans l'intervalle après le premier échantillon de disponibilité défaillant peut être rejetée sans vérifier sa disponibilité;
- c) si le premier échantillon de disponibilité échoue, on considère que la transition d'état s'est produite avant le début de l'intervalle. On n'ajoute rien au compteur A de durée observée de l'état de disponibilité, ni rien au compteur cumulatif F de transitions d'état observées. La durée restant dans l'intervalle peut être rejetée sans vérifier sa disponibilité.

Une fois que les résultats de chaque intervalle prédéfini ont été cumulés, on calcule le rapport A/F qui est une estimation du temps moyen entre interruptions de service PVC. On pourra obtenir une estimation statistiquement plus significative en augmentant le nombre k d'intervalles observés.

L'estimation du temps moyen entre interruptions de service PVC part du principe que, si une interruption commence au cours d'un échantillon de performance en termes de disponibilité, c'est cet échantillon – ou le suivant – qui permet de décider que la section n'est pas disponible. Cette hypothèse est logique étant donné que les interruptions de service durent, contrairement aux défaillances transitoires, plus de 5 minutes.

Le fait de rejeter le reste de l'intervalle après un échantillon de disponibilité défectueux est à la fois pratique et statistiquement justifiable. La section de circuit PVC doit toujours revenir à l'état de disponibilité avant qu'une quelconque durée nouvelle de disponibilité puisse être cumulée et avant qu'une quelconque transition à l'état de non-disponibilité puisse être observée. Tout d'abord, le temps prévu avant rétablissement du service PVC peut être important par rapport à la durée restante de l'intervalle. Il peut ne pas être approprié ou rentable de continuer à essayer une section de réseau défaillante ou encombrée. En deuxième lieu, si les transitions à l'état de non-disponibilité sont statistiquement indépendantes, le rejet du reste de l'intervalle qui peut comporter une certaine durée dans l'état de disponibilité ne faussera pas le résultat¹⁴⁾. La seule conséquence d'un arrêt du test sera la diminution de la durée d'essai. Pour minimiser cette perte, il y aura lieu que les intervalles de test soient courts par rapport à la somme du temps prévu jusqu'à rétablissement du service PVC et du temps prévu entre interruptions de service PVC. Il conviendra donc que chaque test ne dure pas plus de 3 h.

Il existe deux sources de biais dans la procédure d'estimation décrite dans l'article I.3. Premièrement, si une interruption commence au cours du dernier échantillon de disponibilité, la transition correspondante ne provoquera pas forcément un échec de cet échantillon. Si celui-ci n'échoue pas, la transition d'état est négligée et le temps moyen entre interruptions de service PVC est surestimé. Deuxièmement, une transition vers l'état de non-disponibilité au cours du premier échantillon de disponibilité de l'intervalle ne provoquera pas forcément un échec de cet échantillon. Conformément à la procédure d'estimation, si l'échantillon finit par échouer, l'intervalle correspondant sera rejeté, la transition d'état sera négligée et le temps moyen entre interruptions de service PVC sera surestimé. Ces effets de bord pourront être minimisés par une augmentation de la durée de chaque intervalle et par une augmentation corollaire du nombre d'échantillons de disponibilité, ce qui diminuera l'effet du premier et du dernier résultat de l'échantillon, par rapport au nombre total de résultats échantillonnés. Il est recommandé de choisir une durée minimale de 30 minutes pour chaque intervalle, avec des échantillons de disponibilité de 5 minutes.

En variante, les deux biais pourront être compensés par un remplacement de la condition a) ci-dessus par ce qui suit:

- a) si tous les échantillons consécutifs de disponibilité donnent un résultat favorable, ajouter la durée totale de l'intervalle au compteur A . Prendre un échantillon de disponibilité supplémentaire immédiatement après l'intervalle. Si cet échantillon échoue, ajouter 1 au compteur F . S'il réussit, ne pas modifier F . La durée de l'échantillon supplémentaire n'a aucune incidence sur le compteur A .

Cette modification tient compte de toute transition d'état qui peut s'être produite au cours du dernier échantillon de l'intervalle. Elle élimine la première source de biais. Elle permet de décompter certaines transitions qui se sont produites en dehors de l'intervalle. Ces transitions sont comptées avec une probabilité égale à celle que la deuxième source de biais rejette par erreur des transitions. Cette procédure modifiée corrige donc les deux sources de biais. Elle permet d'estimer plus précisément le temps moyen entre interruptions de service PVC.

¹⁴⁾ Si les interruptions de service ont tendance à former des grappes, le fait d'arrêter un test après une transition à l'état de non-disponibilité conduira à surestimer le temps moyen entre interruptions de service. Si les interruptions ont tendance à rester dispersées («en grappes négatives»), le fait d'arrêter un test après une transition à l'état de non-disponibilité conduira à sous-estimer le temps moyen entre interruptions de service.

Appendice II

Notification d'encombrement

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

II.1 Effets des messages FECN, BECN et CLLM sur la performance

Les fournisseurs de réseau peuvent utiliser certaines positions binaires des messages de notification FECN et BECN et/ou certaines trames des messages CLLM pour signaler des données sur l'utilisation des ressources réseau, ce qui aidera les utilisateurs à éviter ou à compenser les effets des encombrements. C'est pourquoi certains ETTD ou certaines applications peuvent répondre automatiquement aux messages FECN, BECN et/ou CLLM en réduisant ou en brassant le trafic trames offert, au-delà de ce qui est exigé par les descripteurs d'état *a priori* du trafic. L'utilisation par le réseau des messages FECN, BECN et CLLM pourra donc avoir une incidence directe sur le débit utile et sur la performance observée par les utilisateurs finals.

II.2 Compensation des effets sur la performance

Ni l'utilisation par le réseau des messages FECN, BECN et CLLM ni la réponse appropriée des utilisateurs n'est normalisée. Il n'existe donc, actuellement, aucune manière mutuellement acceptable de normaliser les limites d'emploi de ces signaux porteurs d'informations de qualité de fonctionnement. En attendant, les recommandations suivantes peuvent être formulées:

- Si un fournisseur de réseau s'attend que ses utilisateurs répondent aux messages FECN, BECN ou CLLM en réduisant ou en brassant temporairement leur offre de trafic au-delà de ce qui est exigé par les seuls descripteurs *a priori*, il convient que ce fournisseur:
 - 1) définisse précisément la manière dont il convient que les utilisateurs répondent¹⁵⁾;
 - 2) fixe des limites à de telles périodes, en termes de fréquence et de durée; et
 - 3) explique le risque que prend l'utilisateur qui ne tiendrait pas compte de ces périodes.
- Il convient que les utilisateurs déterminent l'interprétation faite par leur fournisseur de réseau des messages FECN, BECN et CLLM et qu'ils essaient d'optimiser leurs réponses à ces signaux.
- Au lieu d'informations spécifiques sur la manière de répondre aux messages FECN, BECN et CLLM ou au lieu de limites quant à leur usage, les utilisateurs totalement conformes à leurs descripteurs de trafic *a priori* peuvent estimer que les objectifs de performance réseau (distorsion FTD, taux FLR, etc.) seront satisfaits indépendamment des messages FECN, BECN et CLLM.

(Voir également l'Appendice III, qui concerne les effets sur la performance mesurée d'une demande excessive en ressources de connexion.)

Appendice III

Effets sur la performance d'une demande excessive en ressources de connexion

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

Les paramètres de la présente Recommandation sont conçus de façon à permettre de mesurer la performance d'éléments de réseau délimités par des couples de limites de section. Il y a cependant lieu que les utilisateurs de la présente Recommandation tiennent compte du fait que le comportement des éléments de réseau situés à l'extérieur d'un couple de limites peut exercer une influence défavorable sur la performance mesurée des éléments situés entre ces limites. Deux exemples importants sont donnés ci-après.

¹⁵⁾ On notera que certains fournisseurs de réseau demandent également que les utilisateurs répondent aux pertes de trames par l'insertion ou la prolongation de périodes de réduction de charge.

III.1 Salves simultanées d'accès imprévus à la même ligne

Il peut se produire que des salves simultanées dans une section de circuit d'accès, issues de l'ensemble des connexions, sollicitent la ligne au-delà de sa capacité physique. En acceptant cet ensemble de connexions, le fournisseur du réseau et son utilisateur ont prévu une corrélation temporelle limitée ou négative entre les salves de trames; mais, pour des raisons imprévues, cette hypothèse peut se révéler erronée. Pendant de tels événements, la performance apparente du réseau sera dégradée entre les limites de la section en cause. Cela pourra, en particulier, donner lieu à de plus grands nombres de messages FECN, BECN et CLLM (voir l'Appendice II) ainsi qu'à une augmentation des taux FLR, FTD et FCTDR, ou à une combinaison de ces effets.

III.2 Utilisation maximale de lignes d'accès saturées

Surtout lorsqu'il s'agit de circuits virtuels permanents, les fournisseurs de réseau peuvent autoriser un abonné à établir de multiples connexions sur une section de circuit d'accès dont le débit CIR total devient supérieur à la capacité physique de ce circuit d'accès. Cela permet à l'abonné de tirer parti du fait que toutes ces connexions ne seront pas actives simultanément. La performance apparente du réseau sera cependant dégradée si l'abonné tente d'utiliser au maximum ce profil négocié de surréservation: il en résultera, en particulier, une augmentation du nombre de messages FECN, BECN et CLLM (voir l'Appendice II) ainsi que des taux FLR, FTD, FCTDR ou d'une combinaison de ces effets. Dans le cas le moins favorable, les tentatives d'utilisation maximale de tels profils négociés de surréservation pourront être perçues comme des états de non-disponibilité.