



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**X.147**

(10/2003)

SÉRIE X: RÉSEAUX DE DONNÉES ET  
COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS  
Réseaux publics de données – Aspects réseau

---

**Disponibilité des réseaux à relais de trames**

Recommandation UIT-T X.147

---

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

<b>RÉSEAUX PUBLICS DE DONNÉES</b>	
Services et fonctionnalités	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmission, signalisation et commutation	X.50–X.89
<b>Aspects réseau</b>	<b>X.90–X.149</b>
Maintenance	X.150–X.179
Dispositions administratives	X.180–X.199
<b>INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS</b>	
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 des couches	X.280–X.289
Tests de conformité	X.290–X.299
<b>INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX</b>	
Généralités	X.300–X.349
Systèmes de transmission de données par satellite	X.350–X.369
Réseaux à protocole Internet	X.370–X.399
<b>SYSTÈMES DE MESSAGERIE</b>	<b>X.400–X.499</b>
<b>ANNUAIRE</b>	<b>X.500–X.599</b>
<b>RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS SYSTÈMES</b>	
Réseautage	X.600–X.629
Efficacité	X.630–X.639
Qualité de service	X.640–X.649
Dénomination, adressage et enregistrement	X.650–X.679
Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)	X.680–X.699
<b>GESTION OSI</b>	
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 et fonctions ODMA	X.730–X.799
<b>SÉCURITÉ</b>	<b>X.800–X.849</b>
<b>APPLICATIONS OSI</b>	
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850–X.859
Traitement transactionnel	X.860–X.879
Opérations distantes	X.880–X.899
<b>TRAITEMENT RÉPARTI OUVERT</b>	<b>X.900–X.999</b>

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

## **Recommandation UIT-T X.147**

### **Disponibilité des réseaux à relais de trames**

#### **Résumé**

Dans la présente Recommandation sont définis des paramètres de performance, des objectifs et des méthodes de mesure qui devraient permettre de décrire la disponibilité des réseaux à relais de trames. Les paramètres et les objectifs spécifiés s'appliquent aux parties internationales des connexions à relais de trames, à savoir les parties nationales, les parties internationales des réseaux de transit et les parties internationales interopérateurs. Les objectifs, portant sur les cas les plus défavorables, devraient aider les fournisseurs de services à planifier les réseaux, en limitant les effets cumulés des déficiences qui pourraient s'y produire, y compris les encombrements, les défaillances de l'équipement et les erreurs de transmission.

L'ensemble des objectifs spécifiés définit une performance globale des réseaux, fondée sur un échantillon statistique de connexions à relais de trames. Les objectifs ne s'appliquent pas à la performance d'une connexion individuelle à relais de trames, ni ne permettent pas de la définir.

Ci-après, on définit un modèle de disponibilité à deux états, ainsi que des critères devant permettre de déterminer s'il faut déclarer qu'au cours d'intervalles donnés dans le temps le service est disponible ou ne l'est pas. On définit aussi un certain nombre de procédures, destinées à évaluer la performance en matière de disponibilité des connexions virtuelles. Finalement est présentée une expression au moyen de laquelle on obtient une valeur de la disponibilité globale des réseaux, ainsi que des informations concernant l'évaluation de la disponibilité à partir d'un ensemble minimal d'observations.

#### **Source**

La Recommandation X.147 de l'UIT-T a été approuvée le 29 octobre 2003 par la Commission d'études 17 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

## 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.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude 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 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

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

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## 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 2004

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

		<b>Page</b>
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives.....	3
3	Définitions .....	4
4	Abréviations.....	4
5	Conventions .....	5
6	Modèle de référence pour la performance des réseaux à relais de trames.....	5
6.1	Parties de connexion virtuelle à relais de trames et points de mesure.....	5
7	Méthode de définition de la disponibilité .....	7
7.1	Définition de la disponibilité .....	7
7.2	Modèle de disponibilité .....	7
7.3	Définition de l'état de disponibilité ou d'indisponibilité.....	7
7.4	Méthodes d'évaluation de la disponibilité .....	8
7.5	Paramètres de disponibilité.....	9
8	Objectifs de performance en matière de disponibilité .....	10
8.1	Taux de disponibilité .....	11
8.2	Temps moyen entre les interruptions .....	11
Annexe A – Détermination des états de disponibilité en employant les seuils des paramètres de performance.....		11
A.1	Disponibilité de la connexion virtuelle à relais de trames.....	11
Annexe B – Emploi des messages STATUS (état) du relais de trames ou de l'indication d'alarme comme critère de disponibilité.....		14
Annexe C – Emploi de messages de bouclage OAM sans verrouillage du relais de trames pour évaluer la disponibilité de la connexion à relais de trames au moyen de la connectivité comme critère concernant les interruptions .....		15
C.1	Introduction .....	15
C.2	Déclaration de la transition "connexion disponible à connexion indisponible".....	17
C.3	Déclaration de la transition "connexion indisponible à connexion disponible".....	17
C.4	Evaluation en service de la disponibilité.....	17
Annexe D – Emploi des trames OAM pour surveiller le taux de perte de trames en vue d'évaluer la disponibilité.....		18
Annexe E – Calcul du taux moyen de disponibilité du réseau à partir de la mesure de l'indisponibilité individuelle des connexions virtuelles.....		18
Appendice I – Evaluation par échantillonnage des paramètres de disponibilité d'un circuit virtuel permanent.....		19
I.1	Essai minimal pour la disponibilité des services sur un circuit virtuel permanent.....	19

	<b>Page</b>
I.2 Procédures d'évaluation de la disponibilité des services sur un circuit virtuel permanent.....	20
I.3 Procédures d'évaluation du temps moyen entre les interruptions des services sur un circuit virtuel permanent.....	20

## **Recommandation UIT-T X.147**

### **Disponibilité des réseaux à relais de trames**

#### **1 Domaine d'application**

La présente Recommandation a pour objet de définir des paramètres de performance des réseaux, des objectifs, portant sur les cas les plus défavorables, et des méthodes de mesure devant permettre de décrire la disponibilité des connexions virtuelles à relais de trames. Y sont aussi indiquées les attributions aux parties nationales et internationales, applicables aux services internationaux à relais de trames. Les paramètres et les objectifs spécifiés s'appliquent aux parties des connexions à relais de trames, telles qu'elles sont définies dans la Figure 2.

La présente Recommandation s'applique aux réseaux qui prennent en charge les options en matière de classes de service, définies dans les Recommandations UIT-T X.36 et X.76 (où sont traitées les questions concernant la signalisation et l'interfonctionnement des classes de service).

Le tableau à trois lignes et trois colonnes décrivant la performance, qui est spécifié dans la Rec. UIT-T X.134 (voir la Figure 1), est employé comme tableau directeur en vue de définir l'applicabilité de la présente Recommandation, qui, en conséquence, porte sur les connexions virtuelles tant permanentes que commutées.

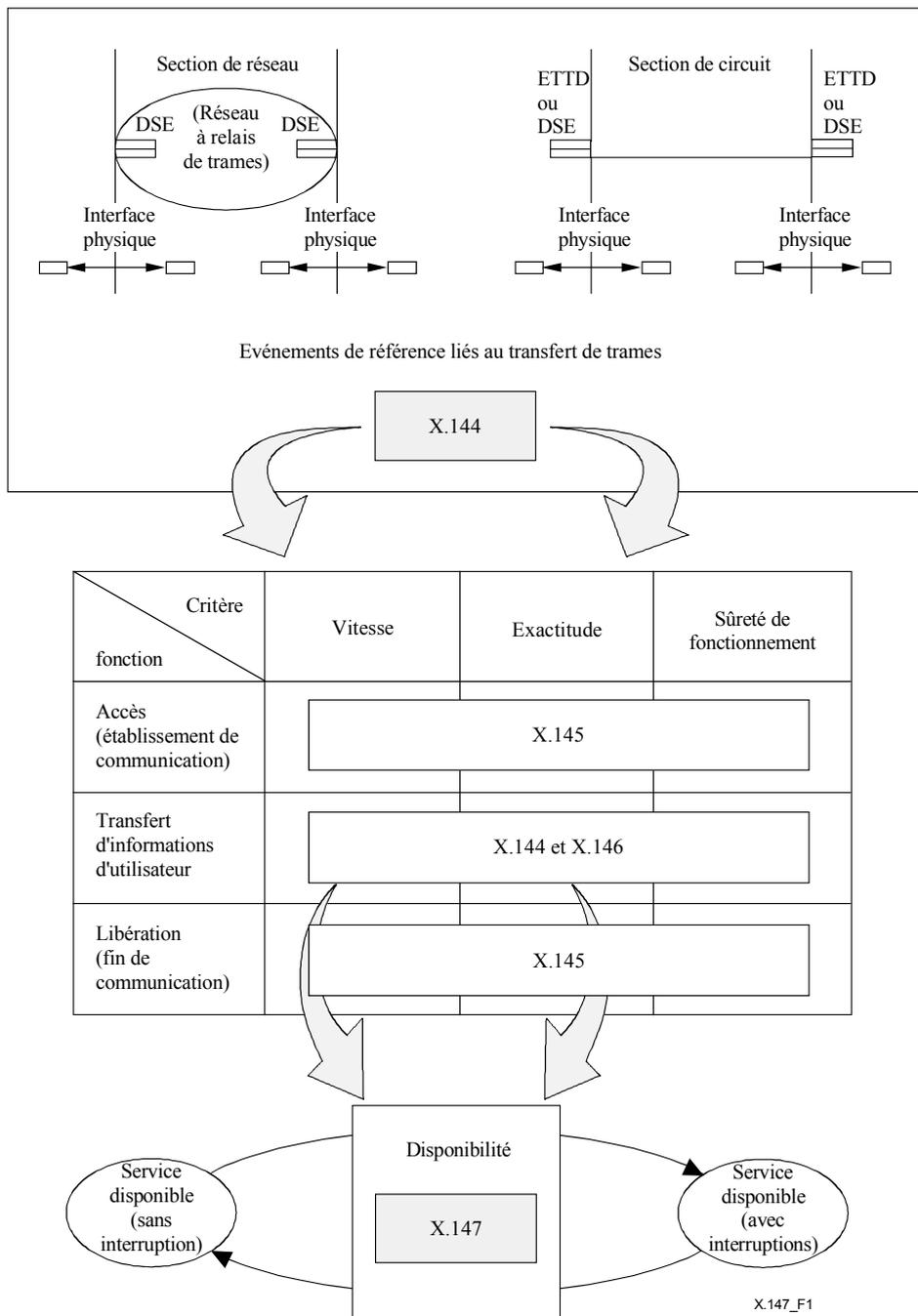
Une connexion virtuelle internationale à relais de trames comporte deux parties nationales et une partie internationale. La partie internationale peut aussi être subdivisée en un certain nombre de parties de connexion, à savoir les sections du réseau de transit et les sections du circuit interopérateurs.

Ci-après, on définit un modèle de disponibilité à deux états, ainsi que des critères devant permettre de déterminer s'il faut déclarer qu'au cours d'intervalles donnés dans le temps le service est disponible ou ne l'est pas. On définit aussi un certain nombre de procédures, destinées à évaluer la performance en matière de disponibilité des connexions virtuelles. Finalement est présentée une expression au moyen de laquelle on obtient une valeur de la disponibilité globale des réseaux.

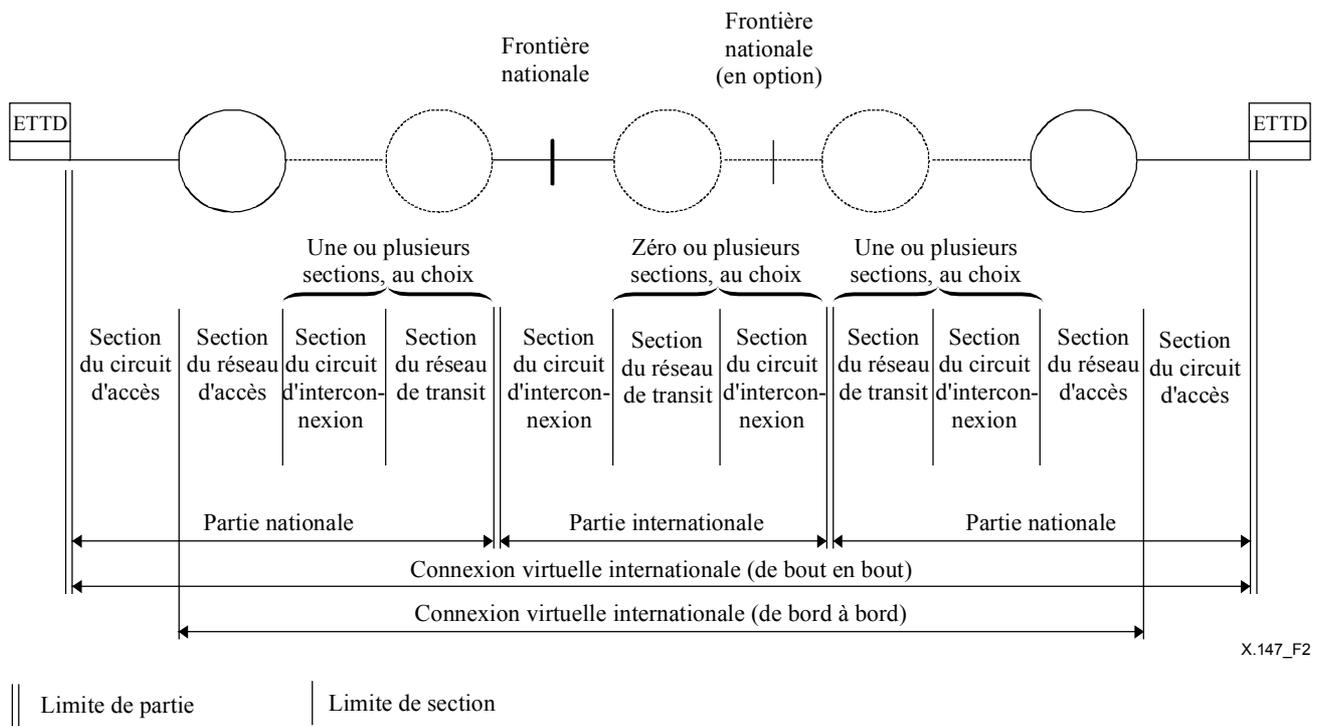
En employant la présente Recommandation, on peut établir des objectifs en matière de performance, portant sur les cas les plus défavorables, pour les parties nationales et la partie internationale d'une connexion internationale à relais de trames. Des méthodes d'évaluation de la performance en ce qui concerne la disponibilité de bout en bout sont aussi données.

Les objectifs indiqués dans la présente Recommandation, portant sur les cas les plus défavorables, devraient aider les fournisseurs de services à planifier les réseaux, en limitant les effets cumulés des déficiences, y compris les encombrements, les défaillances de l'équipement et les erreurs de transmission, qui pourraient s'y produire en ce qui concerne la disponibilité de la connexion virtuelle à relais de trames. Ils ne correspondent pas directement au niveau de la qualité de service auquel les clients individuels s'attendent.

Dans la présente Recommandation, on définit la disponibilité d'une connexion à relais de trames, indépendamment du comportement de l'utilisateur (à savoir, une connexion peut être déclarée indisponible même si l'utilisateur ne transmet pas de trames à ce moment donné). Il n'est pas nécessaire que les objectifs en matière de disponibilité soient atteints sur les connexions dont un fournisseur de services a décidé qu'elles ne sont pas conformes au contrat de trafic défini par le débit d'informations garanti et par le débit d'informations excédentaire.



**Figure 1/X.147 – Domaine d'application de la présente Recommandation**



**Figure 2/X.147 – Modèle de référence pour la répartition des parties nationales et internationales d'une connexion virtuelle internationale multiréseaux à relais de trames**

## 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. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document en tant que tel le statut d'une Recommandation.

- Recommandation UIT-T X.36 (2003), *Interface entre ETTD et ETCD destinée aux réseaux publics de données assurant le service de transmission de données en mode relais de trames au moyen de circuits spécialisés.*
- Recommandation UIT-T X.76 (2003), *Interface réseau-réseau entre réseaux publics assurant un service de transmission de données en mode relais de trames sur circuits virtuels commutés ou permanents.*
- Recommandation UIT-T X.140 (1992), *Paramètres généraux de qualité de service pour la communication sur des réseaux publics pour données.*
- Recommandation UIT-T X.144 (2003), *Paramètres de performance relatifs au transfert d'informations d'utilisateur pour les réseaux publics de données à relais de trames.*
- Recommandation UIT-T X.145 (2003), *Paramètres de performance relatifs à l'établissement à la libération de connexion pour les réseaux publics de données à relais de trames fournissant des services de circuits virtuels commutés.*

- Recommandation UIT-T X.146 (2000), *Objectifs de performance et classes de qualité de service applicables aux services en mode relais de trames.*
- Recommandation UIT-T X.148 (2003), *Procédures de mesure de la qualité de fonctionnement des réseaux publics de données assurant le service international de relais de trames.*
- Recommandation UIT-T X.151 (2003), *Exploitation et maintenance des réseaux à relais de trames – Principes et fonctions.*
- Accord de mise en œuvre du Forum du relais de trames: FRF.19 (2001), *Frame Relay Operations and Maintenance – Principles and functions.*

### 3 Définitions

Les termes et définitions employés dans la présente Recommandation sont conformes à ceux qui sont utilisés dans les Recommandations UIT-T X.140, X.144, X.145 et X.146 et dans l'Accord FRF.19. Des définitions particulières pour la disponibilité ou le taux de disponibilité et le temps moyen entre les interruptions de service sont données au § 7.5.

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ACS	section de circuit d'accès ( <i>access circuit section</i> )
ANS	section de réseau d'accès ( <i>access network section</i> )
CCI	centre de commutation international
CEP	probabilité d'erreur dans l'établissement d'une connexion ( <i>connection set-up error probability</i> )
CFP	probabilité d'échec dans l'établissement d'une connexion ( <i>connection set-up failure probability</i> )
CIR	débit d'information garanti ( <i>committed information rate</i> )
DE	passible de rejet ( <i>discard eligible</i> )
DSE	centre de commutation 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
FE	événement de référence de type transfert de trames ( <i>frame layer reference event</i> )
FLR	taux de perte de trames ( <i>frame loss ratio</i> )
FROMP	point de maintenance OAM de circuit à relais de trames ( <i>frame relay OAM maintenance point</i> )
FTD	temps de transfert de trame ( <i>frame transfer delay</i> )
ICS	section de circuit d'interconnexion ( <i>internetwork circuit section</i> )
MP	point de mesure ( <i>measurement point</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 restoral</i> )
NNI	interface réseau-réseau ( <i>network-to-network interface</i> )

PDP	probabilité de libération prématurée ( <i>premature disconnect probability</i> )
PDSP	probabilité de signal de libération prématurée ( <i>premature disconnect stimulus probability</i> )
PVC	circuit virtuel permanent ( <i>permanent virtual circuit</i> )
RFER	taux d'erreurs résiduel sur les trames ( <i>residual frame error ratio</i> )
SA	disponibilité du service ( <i>service availability</i> )
SVC	circuit virtuel commuté ( <i>switched virtual circuit</i> )
TE	équipement terminal ( <i>terminal equipment</i> )
TNS	section du réseau de transit ( <i>transit network section</i> )

## 5 Conventions

Aucune convention particulière ne s'applique.

## 6 Modèle de référence pour la performance des réseaux à relais de trames

Le modèle de performance décrit dans la présente Recommandation est conforme à ceux qui sont employés dans les Recommandations UIT-T X.144 et X.145. Afin d'être exhaustif, on a représenté ce modèle dans la Figure 2.

Une connexion virtuelle internationale de bout en bout à relais de trames comporte deux parties nationales et une partie internationale. Dans certains cas, la partie internationale pourrait ne comporter qu'une section du circuit d'interconnexion. Dans la présente Recommandation, on entend par la performance de "bord à bord", la performance de la connexion de bout en bout, à l'exception des deux sections du circuit d'accès. Ce modèle est applicable soit à une connexion virtuelle commutée (SVC, *switched virtual connection*), soit à une connexion virtuelle permanente (PVC, *permanent virtual connection*).

L'équipement terminal de traitement de données ne fait pas partie de la connexion virtuelle internationale de bout en bout; sa contribution aux enseignements tirés par l'utilisateur n'est donc pas prise en compte dans la présente Recommandation. Les réseaux privés à relais de trames sont considérés comme des équipements ETTD et, en tant que tels, il n'est pas tenu compte dans la présente Recommandation de leur contribution à la performance.

### 6.1 Parties de connexion virtuelle à relais de trames et points de mesure

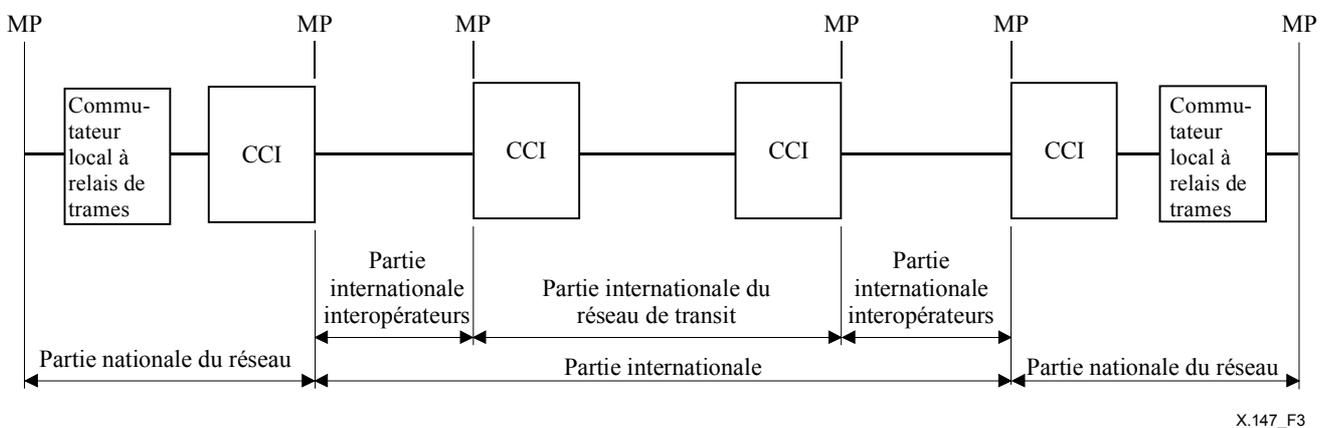
Une connexion internationale à relais de trames comporte un certain nombre de parties. Aux fins de l'évaluation de la performance en matière de disponibilité, on peut délimiter chacune des parties par des points de mesure (MP, *measurement point*). Les points MP sont situés au niveau d'interfaces où la couche liée au relais de trames est accessible.

L'installation d'un point MP du côté national d'un centre de commutation international (CCI), et sa contribution à la performance dans la partie nationale, sont des questions nationales, dépendant de la topologie du réseau des différents pays.

Aux fins de la gestion de la performance en matière de disponibilité, les connexions à relais de trames peuvent comporter trois types de parties de connexion:

- *partie nationale;*
- *parties internationales du réseau de transit*
  - Une partie internationale du réseau de transit peut impliquer un ou plusieurs réseaux de transit
- *Parties internationales interopérateurs*
  - Une partie internationale interopérateurs assure la connexion entre:
    - i) une partie nationale et une partie internationale du réseau de transit;
    - ii) deux parties internationales adjacentes du réseau de transit;
    - iii) deux parties nationales adjacentes.

L'ensemble des parties internationales de transit et des parties internationales interopérateurs forme la partie internationale de la connexion. Les Figures 3 et 4 illustrent ces notions pour les connexions disposant d'une partie du réseau de transit international et pour celles n'en disposant pas.



**Figure 3/X.147 – Connexion avec un opérateur de transit international**



**Figure 4/X.147 – Connexion sans opérateur de transit international**

## **7 Méthode de définition de la disponibilité**

### **7.1 Définition de la disponibilité**

D'un point de vue de la sûreté de fonctionnement, une partie de la connexion internationale à relais de trames devrait avoir les propriétés suivantes:

- la fraction du temps pendant laquelle une connexion est hors d'usage (c'est-à-dire incapable d'assurer une transaction spécifique) devrait être aussi petite que possible.
- dès qu'une transaction a été entamée, la probabilité soit qu'elle s'achève (en raison d'une qualité du transfert de données insuffisante), soit qu'elle se libère prématurément (en raison de la défaillance d'un composant de réseau) avant la fin programmée, devrait être faible.

La disponibilité d'une partie de la connexion virtuelle à relais de trames est définie comme étant la fraction du temps pendant laquelle la partie est capable d'assurer une transaction (c'est-à-dire de transférer des trames avec succès). Réciproquement, l'indisponibilité d'une partie est la fraction du temps pendant laquelle la partie est incapable d'assurer une transaction (c'est-à-dire, elle est hors d'usage). Une partie d'une connexion bidirectionnelle à relais de trames est disponible, si et seulement si, les deux directions sont disponibles.

### **7.2 Modèle de disponibilité**

La présente Recommandation s'appuie sur un modèle de disponibilité courante, qui s'applique à toute connexion virtuelle à relais de trames. Ce modèle emploie deux états correspondant à la disponibilité et à l'indisponibilité du réseau à assurer une connexion qui puisse être utilisée. Les transitions entre les états du modèle sont généralement régies par l'occurrence d'événements de référence particuliers, liés à la couche de trames. Dans la présente Recommandation, on adopte en ce qui concerne la disponibilité le point de vue du réseau, pour lequel la performance en matière de disponibilité est caractérisée indépendamment du comportement de l'utilisateur.

### **7.3 Définition de l'état de disponibilité ou d'indisponibilité**

Afin de définir la disponibilité d'une partie de la connexion virtuelle à relais de trames, on définit un certain nombre de critères permettant de déclarer que des intervalles de temps sont des périodes de disponibilité ou d'indisponibilité. Ces critères sont applicables à toute partie de la connexion virtuelle à relais de trames, que l'utilisateur transmette des trames continûment ou pas. Dans la présente Recommandation est proposé un certain nombre de méthodes permettant d'évaluer si un intervalle (en bloc) de temps devrait être déclaré comme étant une période de disponibilité ou d'indisponibilité.

- La connectivité de la couche Physique est indispensable en ce qui concerne la disponibilité du service en mode relais de trames. La section de la connexion virtuelle (ou l'ensemble de sections contiguës) peut être considérée comme étant non disponible si la couche Physique sous-jacente à l'une des deux frontières de la section n'est pas disponible (absence de signal, alarme, etc.) pour des motifs propres à la ou aux sections de la connexion. Cela veut dire que si la connexion virtuelle à relais de trames n'est pas en mesure de transférer des trames en raison de l'indisponibilité de la couche Physique, la connexion est considérée comme étant non disponible. Une telle défaillance de la couche Physique empêcherait, si l'utilisateur tentait de transmettre des trames, que celles-ci soient transmises sur la partie de la connexion au cours de l'intervalle de temps considéré. Une interruption correspond à une défaillance ayant lieu sur la partie de la connexion, soit de la couche Physique, soit de la couche liée au relais de trames. Voir les Annexes B et C en ce qui concerne l'emploi de messages STATUS (état), de l'indication d'alarme et des trames exploitation et maintenance (OAM, *operation and maintenance*), pour évaluer, pendant un intervalle de temps donné, si la connexion virtuelle est disponible ou non.

- D'un point de vue de la qualité de la transmission, la section de la connexion (ou l'ensemble des sections) peut être considérée comme étant non disponible si les paramètres de performance concernant soit le taux de perte de trames (FLR, *frame loss ratio*), soit le taux d'erreurs résiduel sur les trames (RFER, *residual frame error ratio*), soit le débit de trames excédentaires (EFR, *extra frame rate*) dépassent un seuil donné. Les niveaux des seuils sont définis à l'Annexe A. Voir l'Annexe D en ce qui concerne l'emploi des trames OAM pour surveiller le taux de perte de trames en vue d'évaluer la disponibilité.
- D'un point de vue de l'exactitude et de la sûreté de fonctionnement, la section de la connexion (ou l'ensemble des sections) peut être considérée comme étant non disponible si la probabilité d'une erreur dans l'établissement d'une connexion (CEP, *connection set-up error probability*) et la probabilité d'échec dans l'établissement d'une connexion (CFP, *connection set-up failure probability*) ou la probabilité de libération prématurée (PDP, *premature disconnect probability*) et la probabilité de signal de libération prématurée (PDSP, *premature disconnect stimulus probability*) dépassent un seuil donné. Les niveaux des seuils sont donnés à l'Annexe A.

### 7.3.1 Déclaration de la disponibilité ou de l'indisponibilité des intervalles de temps

Le taux de disponibilité est calculé en déclarant simplement que des intervalles de temps sont des périodes soit de disponibilité, soit d'indisponibilité. Un intervalle de temps est déclaré comme correspondant à une période de non-disponibilité si, au cours de la période d'évaluation, soit le circuit virtuel n'assure pas la connectivité, soit les seuils des paramètres de performance sont dépassés.

NOTE 1 – Dans cette approche, il n'est pas besoin de définir des critères pour évaluer les transitions entre les états de disponibilité et d'indisponibilité.

Il est recommandé que l'intervalle de temps maximal au cours duquel une évaluation est faite soit de 5 minutes, et que l'intervalle minimal soit de 10 secondes. Les opérateurs de réseaux peuvent choisir des intervalles de temps en fonction des capacités de surveillance implémentées dans leur système de gestion des réseaux. A l'Appendice I sont décrites des techniques d'échantillonnage permettant d'évaluer la performance en matière de disponibilité. Ces techniques peuvent être employées lorsque les opérateurs de réseaux ne désirent pas surveiller continûment toutes les connexions virtuelles.

NOTE 2 – Si l'intervalle de temps, au cours duquel l'évaluation est faite, est supérieur à 5 minutes, les opérateurs de réseaux devraient savoir que l'exactitude de l'évaluation du taux de perte de trames diminuera et qu'en conséquence la période d'indisponibilité pourrait être sous-évaluée.

## 7.4 Méthodes d'évaluation de la disponibilité

La capacité des réseaux à relais de trames à permettre, en vue de l'évaluation de la performance en matière de disponibilité, que la surveillance des connexions à relais de trames puisse se faire en service, dépendra dans une large mesure des propriétés et des capacités implémentées par le système de gestion des réseaux. Il est admis que la mesure pendant le service de la disponibilité au moyen de l'ensemble des seuils des paramètres de performance (tels qu'ils sont définis au § 7.3) peut dans certains cas ne pas s'appliquer. En conséquence, dans la présente Recommandation est décrit un certain nombre de méthodes en option qui peuvent être employées pour une évaluation pendant le service de la performance en matière de disponibilité. Les opérateurs de réseaux devraient indiquer clairement les méthodes qu'ils utilisent pour obtenir une estimation de la disponibilité lorsqu'ils effectuent une déclaration sur la performance en matière de disponibilité de réseau.

La contribution du taux RFER, du débit EFR ainsi que des probabilités CEP, CFP, PDP et PDSP à la déclaration d'un intervalle de temps comme étant une période d'indisponibilité est supposée être minimale. L'évaluation de la disponibilité au moyen de la performance en ce qui concerne le taux de perte de trames seulement ne devrait donc pas conduire à une forte surévaluation de la période totale d'indisponibilité.

L'Annexe A décrit une méthode fondée sur l'emploi des seuils des paramètres de performance, tandis que l'Annexe B décrit une méthode fondée sur l'utilisation de messages d'état ou d'indication d'alarme, et que les Annexes C et D décrivent une méthode fondée sur l'emploi du relais de trames OAM.

## 7.5 Paramètres de disponibilité

Les objectifs de performance sont définis dans la présente Recommandation pour les deux paramètres de performance en matière de disponibilité suivants: le taux de disponibilité (AR, *availability ratio*) et le temps moyen entre interruptions de service (MTBSO, *mean time between service outages*). Ces paramètres s'appliquent aux parties des connexions virtuelles à relais de trames dans les modes tant PVC que SVC.

### 7.5.1 Disponibilité du service/taux de disponibilité

La disponibilité du service est le pourcentage sur une longue durée du temps de service prévu au cours duquel la section ou l'ensemble concaténé de sections de la connexion virtuelle est disponible.

Le taux de disponibilité (AR) est défini comme la proportion du temps de service prévu pendant lequel la section de la connexion virtuelle est disponible. Ce taux est calculé en divisant le temps de service total disponible par la durée du temps de service prévu.

Le temps de service prévu pour une connexion virtuelle à relais de trames est le temps au cours duquel le fournisseur de réseaux est convenu de mettre la connexion à la disposition du service. Généralement, le temps de service prévu est de 24 heures par jour, sept jours sur sept. Toutefois, d'autres temps de service peuvent être précisés dans certains réseaux. Au cours de ces temps de service, l'utilisateur peut transmettre des trames ou non.

### 7.5.2 Temps moyen entre interruptions de service

Le temps MTBSO est la durée moyenne des intervalles de temps continu au cours desquels la section ou l'ensemble concaténé de sections de la connexion virtuelle est disponible. Les intervalles consécutifs de temps de service prévu sont concaténés.

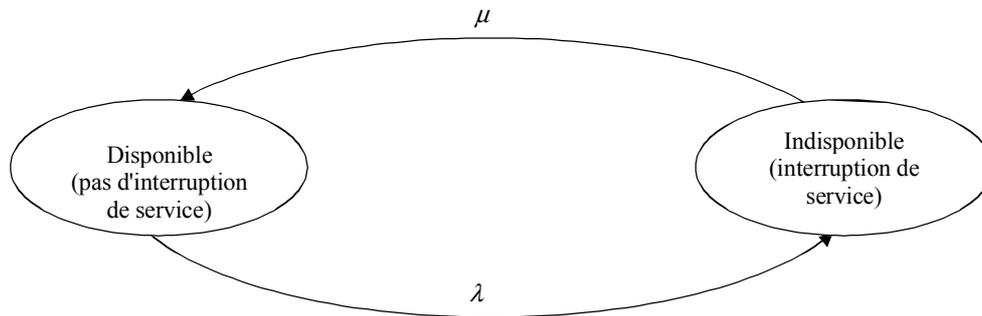
Le temps MTBSO est défini comme la durée moyenne des périodes continues de temps de service. Lorsque les temps de services ne sont pas contigus, ils sont concaténés lors du calcul du temps MTBSO.

### 7.5.3 Paramètres connexes de performance en matière de disponibilité

Quatre autres paramètres connexes sont communément employés pour décrire la performance en matière de disponibilité. Ils sont en général définis comme suit:

- **temps moyen de rétablissement du service (MTTSR, *mean time to service restoration*):** durée moyenne des intervalles de temps au cours desquels le service n'est pas disponible;
- **taux de défaillance ( $\lambda$ ):** nombre moyen de transitions d'un état de disponibilité à un état d'indisponibilité, par unité de temps disponible;
- **temps de rétablissement ( $\mu$ ):** nombre moyen de transitions d'un état d'indisponibilité à un état de disponibilité par unité de temps disponible;
- **indisponibilité (U, *unavailability*):** rapport sur une longue durée entre le temps de service indisponible et le temps de service prévu, exprimé sous la forme d'un pourcentage.

Si en supposant que la distribution des défaillances et des rétablissements est exponentielle, on peut estimer les valeurs mathématiques pour chacun de ces paramètres à partir de la disponibilité du service (*SA, service availability*) et du temps MTBSO, comme il est récapitulé dans la Figure 5.



a) Diagrammes des états

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

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

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

X.147\_F5

b) Relations entre les paramètres

Figure 5/X.147 – Modèle fondamental de disponibilité et paramètres relatifs

## 8 Objectifs de performance en matière de disponibilité

Le présent paragraphe définit les objectifs de performance pour les paramètres taux de disponibilité et temps MTBSO, dans le cas des types suivants de parties de la connexion:

- partie nationale du réseau;
- partie internationale du réseau de transit;
- partie internationale interopérateurs.

Un ensemble unique d'objectifs est spécifié, qui portent sur les cas les plus défavorables et s'appliquent à chaque partie de la connexion. Ces objectifs permettent de définir la performance d'un échantillon statistique de connexions à relais de trames. Ils ne s'appliquent pas à la performance d'une connexion individuelle à relais de trames, ni ne permettent pas de la définir. Toutes les valeurs sont provisoires et ne doivent pas être satisfaites par les réseaux jusqu'à ce qu'elles soient révisées (à la hausse ou à la baisse) sur la base d'enseignements concrets tirés de l'exploitation.

La performance en matière de disponibilité de bout en bout d'une connexion virtuelle internationale à relais de trames peut être estimée en multipliant simplement entre elles les valeurs pour la disponibilité de toutes les parties.

## 8.1 Taux de disponibilité

Les objectifs relatifs au taux de disponibilité pour chacun des types de partie de la connexion sont indiqués dans le Tableau 1.

**Tableau 1/X.147 – Objectifs de taux de disponibilité**

<b>Partie de la connexion</b>	<b>Objectif de taux de disponibilité</b>
Partie nationale du réseau (Note)	A étudier
Partie internationale du réseau de transit	A étudier
Partie internationale interopérateurs	A étudier
NOTE – La contribution des sections du circuit d'accès n'est pas comprise.	

## 8.2 Temps moyen entre les interruptions

Les objectifs relatifs au temps MTBO pour chacun des types de partie de la connexion sont indiqués dans le Tableau 2.

**Tableau 2/X.147 – Objectifs pour le temps moyen entre les interruptions**

<b>Partie de la connexion</b>	<b>Objectif pour temps MTBO</b>
Partie nationale du réseau	A étudier
Partie internationale du réseau de transit	A étudier
Partie internationale interopérateurs	A étudier

## Annexe A

### Détermination des états de disponibilité en employant les seuils des paramètres de performance

#### A.1 Disponibilité de la connexion virtuelle à relais de trames

La présente annexe définit un ensemble de critères permettant d'évaluer la disponibilité des connexions virtuelles à relais de trames. La description de la disponibilité des services dans son ensemble est fondée sur un modèle à deux états. Une fonction de disponibilité précise permet de comparer les valeurs opérationnelles d'un ensemble de paramètres de performance primaires "pris en charge" avec les seuils correspondants en ce qui concerne les interruptions, en vue de classer le service comme "disponible" (pas d'interruption du service) ou "indisponible" (interruption du service) au cours de périodes d'observation successives. La présente annexe définit les fonctions de disponibilité et les valeurs des seuils de disponibilité qui caractérisent le processus aléatoire binaire résultant pour les services tant sur les circuits PVC que sur les circuits SVC.

### A.1.1 Fonctions de disponibilité de la connexion virtuelle à relais de trames

Pour calculer la disponibilité des connexions PVC à relais de trames, on emploie pour les interruptions les quatre critères suivants (fondés sur les paramètres de performance définis dans la Rec. UIT-T X.144):

- taux de perte de trames d'informations d'utilisateur (pour le trafic offert conformément au débit d'information garanti (CIR, *committed information rate*));
- taux de perte de trames d'informations d'utilisateur (pour le trafic offert conformément au débit d'information excédentaire (EIR, *excess information rate*));
- taux d'erreurs résiduel sur les trames (RFER);
- débit de trames excédentaires (EFR).

Pour évaluer la disponibilité des connexions SVC à relais de trames, on emploie pour les interruptions, outre les critères concernant les interruptions qui s'appliquent aux connexions PVC, les deux critères supplémentaires suivants (fondés sur les paramètres de performance définis dans la Rec. UIT-T X.145):

- probabilité d'erreur dans l'établissement d'une connexion (CEP) et probabilité d'échec dans l'établissement d'une connexion (CFP);
- probabilité de libération prématurée (PDP) et probabilité de signal de libération prématurée (PDSP).

Ces paramètres sont nommés paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité. Chacun des paramètres de décision est associé à un seuil relatif aux interruptions. Ces paramètres de décision et les valeurs provisoires des seuils sont énumérés dans le Tableau A.1.

**Tableau A.1/X.147 – Critères relatifs aux interruptions applicables aux paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité**

<b>Paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité</b>	<b>Critère (Note 3)</b>
FLR <sub>c</sub> (Note 1): taux de perte de trames d'informations d'utilisateur pour un ensemble de trames non passibles de rejet (DE = 0, <i>discard eligible</i> ), toutes ces trames se conformant au débit CIR	FLR <sub>c</sub> > C <sub>1</sub>
FLR <sub>e</sub> (Note 2): taux de perte de trames d'informations d'utilisateur pour un ensemble d'entrée de trames passibles de rejet (DE = 1), toutes ces trames d'entrée se conformant au débit EIR, tandis que les trames non passibles de rejet (DE = 0) sont conformes au CIR	FLR <sub>e</sub> > C <sub>2</sub>
RFER – Taux d'erreurs résiduel sur les trames	RFER > C <sub>3</sub>
EFR – Débit de trames excédentaires	EFR > C <sub>4</sub>
Probabilité d'erreur dans l'établissement d'une connexion (CEP) et probabilité d'échec dans l'établissement d'une connexion (CFP)	CEP + CFP > C <sub>5</sub>
Probabilité de libération prématurée (PDP) et probabilité de signal de libération prématurée (PDSP)	PDP + PDSP > C <sub>6</sub>

**Tableau A.1/X.147 – Critères relatifs aux interruptions applicables  
aux paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité**

Paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité	Critère (Note 3)
<p>NOTE 1 – Applicable en tant que paramètre de décision en ce qui concerne la disponibilité uniquement si le débit CIR &gt; 0. Si un taux FLR élevé est observé, le trafic offert, pour lequel DE = 0, devrait être réduit pour être conforme au débit CIR avant le jugement de l'état de disponibilité.</p> <p>NOTE 2 – Applicable en tant que paramètre de décision en ce qui concerne la disponibilité uniquement si le débit CIR = 0 et s'il n'y a pas de trames pour lesquelles DE = 0. Si un taux FLR élevé est observé, le trafic offert, pour lequel DE = 1, devrait être réduit pour être conforme au débit EIR avant le jugement de l'état de disponibilité.</p> <p>NOTE 3 – Les critères suivants pour les seuils sont spécifiés: C<sub>1</sub> = 10%, C<sub>2</sub> = 25%, C<sub>3</sub> = 1%, C<sub>4</sub> = 1/300, C<sub>5</sub> = 0,9 et C<sub>6</sub> = 0,01. Toutes les valeurs sont provisoires et ne doivent pas être satisfaites par les réseaux jusqu'à ce qu'elles soient révisées (à la hausse ou à la baisse) sur la base d'enseignements concrets tirés de l'exploitation.</p> <p>NOTE 4 – La section (ou l'ensemble de sections) de la connexion peut aussi être considérée comme étant indisponible si la couche Physique sous-jacente à l'une des frontières de la section n'est pas disponible (pas de signal, condition d'alarme, etc.) pour des motifs propres à la ou aux sections de connexion. Voir l'Annexe B.</p>	

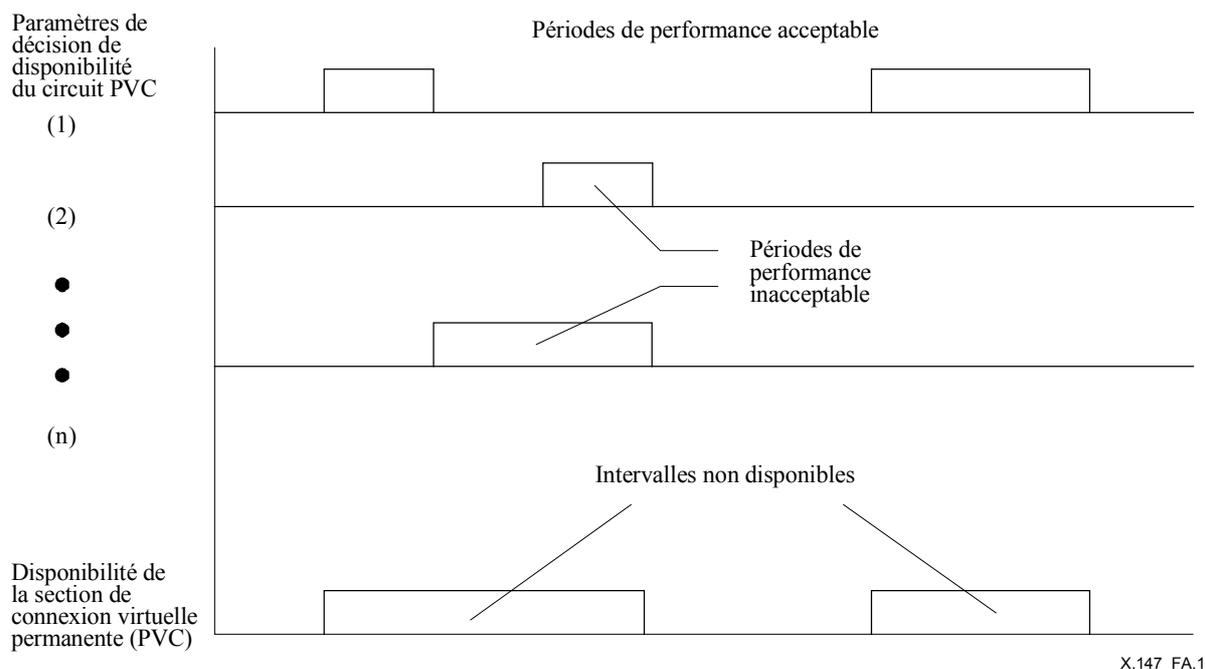
### A.1.2 Evaluation de la disponibilité

La performance est examinée indépendamment pour chacun des paramètres de décision en ce qui concerne la disponibilité. Si la valeur du paramètre est égale au seuil relatif aux interruptions ou est meilleure, la performance pour ce paramètre est par définition acceptable. Si la valeur de ce paramètre est plus mauvaise que le seuil, la performance pour ce paramètre est par définition inacceptable.

Un ensemble de sections de la connexion, borné par les frontières B<sub>i</sub> et B<sub>j</sub>, est par définition *disponible* (ou dans un état de disponibilité) si la performance est acceptable pour tous les paramètres de décision; c'est-à-dire les seuils des paramètres de performance ne sont pas dépassés pendant les intervalles de temps au cours desquels la performance est évaluée.

Un ensemble de sections de la connexion, borné par les frontières B<sub>i</sub> et B<sub>j</sub>, est par définition *indisponible* (ou dans un état d'indisponibilité) si la performance est inacceptable pour l'un ou pour plusieurs des critères de décision; c'est-à-dire les seuils d'un ou de plusieurs paramètres de performance sont dépassés pendant les intervalles de temps au cours desquels la performance est évaluée.

Les intervalles au cours desquels une section ou un ensemble concaténé de sections de la connexion est indisponible sont identifiés en réunissant les périodes de performance inacceptable pour tous les paramètres de décision, comme illustré dans la Figure A.1/X.147.



X.147\_FA.1

**Figure A.1/X.147 – Détermination des états de disponibilité d'une connexion PVC à relais de trames**

### A.1.3 Emploi du taux de perte de trames comme seul critère d'évaluation de la disponibilité

La capacité des réseaux à relais de trames à assurer, en vue de l'évaluation de la disponibilité, la surveillance en service de la qualité d'une connexion à relais de trames, dépendra dans une large mesure des propriétés et des capacités implémentées par le système de gestion des réseaux. Les opérateurs de réseaux ont donc la possibilité de choisir les paramètres qu'ils vont employer pour évaluer la disponibilité de la connexion.

Par exemple, une valeur du taux de perte de trames peut être facilement estimée à partir des registres comptables. Mais pour obtenir une valeur du taux d'erreurs résiduel sur les trames ou du débit de trames excédentaire, il pourrait être nécessaire de disposer d'un équipement de surveillance plus spécialisé.

NOTE 1 – On prévoit que le taux d'erreurs résiduel sur les trames ou le débit de trames excédentaire est généralement assez faible. Donc, on s'attend que l'emploi du paramètre taux de perte de trames seul en tant que paramètre de décision n'aura pas une grande incidence sur la valeur atteinte pour le taux de disponibilité.

NOTE 2 – Dans la Rec. UIT-T X.148 sont données des méthodes de mesure du taux de perte de trames au moyen de techniques OAM du relais de trames – Voir aussi l'Annexe D.

## Annexe B

### Emploi des messages STATUS (état) du relais de trames ou de l'indication d'alarme comme critère de disponibilité

Pour les connexions virtuelles à relais de trames qui emploient les procédures de messages STATUS (état) définies dans les Recommandations UIT-T X.36 et UIT-T X.76 (ou l'Annexe A/Q.933), ainsi que les procédures bidirectionnelles sur les interfaces réseau-réseau (NNI, *network-to-network interface*), la transmission de paires particulières de message STATUS et d'indication d'alarme servira aussi comme critère de disponibilité.

Pour un ensemble de sections de connexion à l'épreuve, bornées par les frontières  $B_i$  et  $B_j$ , la transmission d'une indication d'inactivité quittant la section à l'épreuve servira de transition d'un état de disponibilité à un état d'indisponibilité. Un ensemble de sections de connexion, bornées par les frontières  $B_i$  et  $B_j$ , est par définition *indisponible* (ou dans un état d'indisponibilité) si la transmission d'une indication d'inactivité dans un message STATUS quittant les sections bornées par  $B_i$  et  $B_j$  est effectuée.

Le retour à l'état de disponibilité se fera après la transmission d'une indication d'activité dans un message STATUS ou après la levée d'une indication d'alarme quittant la section à l'épreuve.

La prévision de périodes d'indisponibilité n'est pas autorisée.

NOTE – Dans ce cas, la disponibilité est évaluée seulement à partir de la capacité de la connexion virtuelle à transmettre des trames. La qualité de service obtenue (évaluée par exemple au moyen du taux de perte de trames) n'est pas prise en compte.

## Annexe C

### **Emploi de messages de bouclage OAM sans verrouillage du relais de trames pour évaluer la disponibilité de la connexion à relais de trames au moyen de la connectivité comme critère concernant les interruptions**

#### **C.1 Introduction**

La présente annexe décrit une méthode d'évaluation de la disponibilité de la connexion virtuelle bidirectionnelle. Cette évaluation est fondée sur l'emploi de messages de bouclage OAM sans verrouillage du relais de trames, tels qu'ils sont définis dans l'Accord FRF.19 et dans la Rec. UIT-T X.151. Le critère est fondé sur l'interruption d'une connexion. Lorsqu'une connexion est interrompue, elle est indisponible par définition. Lorsque l'interruption s'achève, la connexion est par définition disponible.

NOTE 1 – La capacité de bouclage OAM du relais de trames peut être employée pour isoler une panne et gérer la connexion. Le diagnostic OAM du relais de trames peut être établi pour un segment de circuit virtuel entre deux dispositifs OAM appartenant au même domaine. Deux formes de diagnostic sont prévues à l'Accord FRF.19, un bouclage de circuit virtuel à verrouillage et un bouclage sans verrouillage:

- Le bouclage à verrouillage est une opération de maintenance du service qui mettra le circuit hors service (ce qui veut dire que les trames de données d'utilisateur ne pourront plus être envoyées sur le circuit auquel s'applique le bouclage).
- Le bouclage sans verrouillage est employé pour reproduire et renvoyer une trame OAM individuelle sans mettre le circuit hors service. Le message de bouclage sans verrouillage implique seulement que lui-même soit renvoyé par bouclage jusqu'à l'émetteur et puisse ainsi être utilisé pour l'évaluation en service.

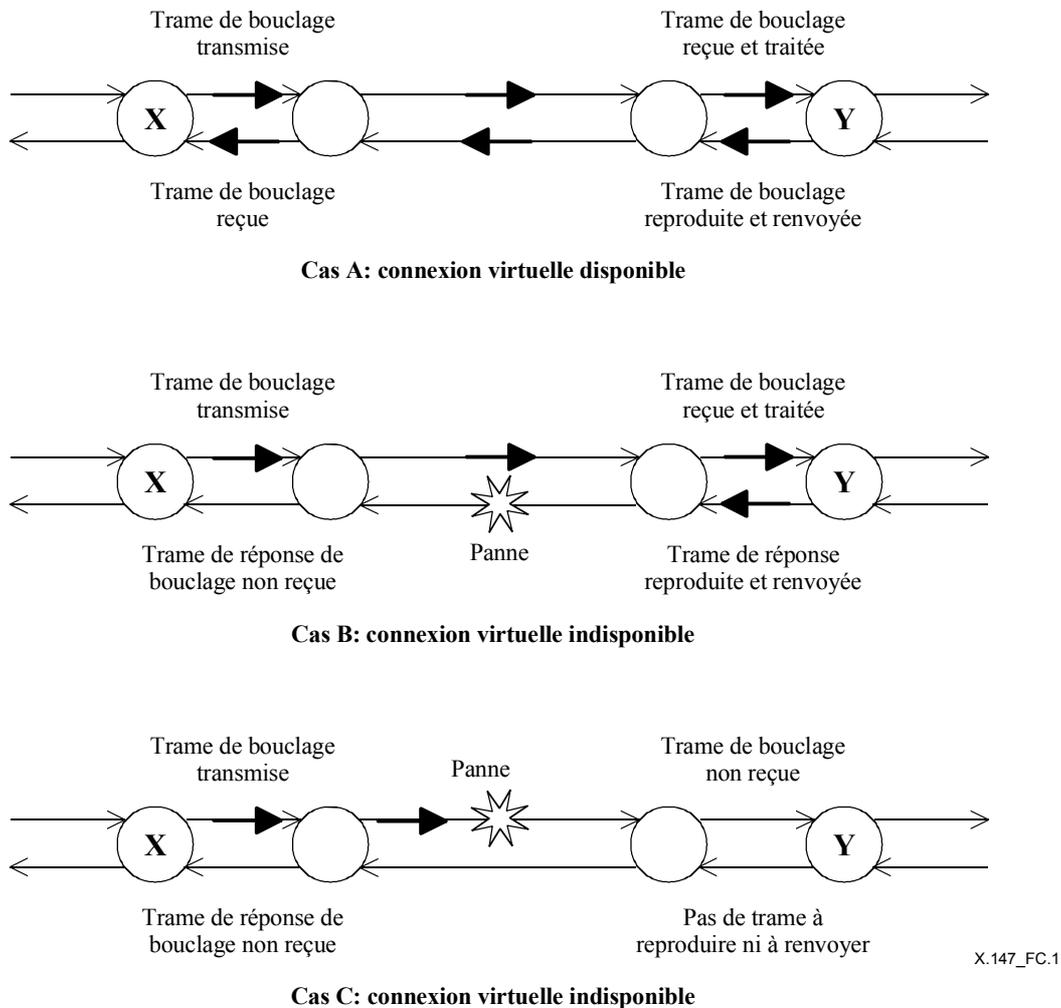
Avec cette méthode d'évaluation, il se pourrait que certaines interruptions plus courtes ne soient pas détectées, correspondant à un temps de stricte non-disponibilité. Toutefois, comme on s'attend que la plupart des pannes entraînant des interruptions de service seront d'une durée supérieure à 10 secondes, on considère que cette technique devrait fournir une évaluation satisfaisante.

Soit une connexion ou une partie de connexion délimitée par des points de maintenance OAM du relais de trames (FROMP, *frame relay OAM maintenance point*) X et Y, comme indiqués dans la Figure C.1. Si et seulement si les deux connexions virtuelles  $X \rightarrow Y$  et  $Y \rightarrow X$  sont disponibles, la connexion (X, Y) est disponible; sinon la connexion (X, Y) est indisponible.

NOTE 2 – Les trames de bouclage OAM peuvent être envoyées soit du point de maintenance OAM du relais de trames (FROMP) X ou du point de mesure Y.

NOTE 3 – Généralement, un observateur en un point de mesure juge si la connexion entrante est disponible en se fondant sur le flux de données entrant et ce jugement est considéré comme une évaluation à l'*extrémité proche*. Dans le cas où le point de mesure X envoie des trames de bouclage OAM, X est nommé *extrémité proche*, les trames allant de X vers Y étant acheminées dans le sens direct. Lorsque les trames atteignent Y (*l'extrémité distante*), elles sont reproduites et renvoyées vers X et sont considérées comme se déplaçant dans le sens inverse.

NOTE 4 – Comme il ressort de la Figure C.1, la mesure est à l'évidence symétrique par rapport à la méthode d'évaluation définie ci-après. En conséquence, dans ce qui suit, il importe peu que le point de mesure soit situé en X ou en Y.



**Figure C.1/X.147 – Emploi du bouclage OAM du relais de trames pour la détection des pannes**

Un avantage de la méthode d'évaluation décrite dans le présent paragraphe est qu'elle peut fournir une évaluation bidirectionnelle de la disponibilité en un seul point de mesure. En d'autres termes, cette méthode donne des évaluations, en un seul point de mesure, de la disponibilité à l'*extrémité proche* et à l'*extrémité distante* de la connexion.

Pour que la méthode d'évaluation suivante puisse être appliquée, la fonctionnalité de message OAM de bouclage sans verrouillage (prévue à l'Accord FRF.19) doit être activée sur la connexion qui fait l'objet d'une évaluation de la disponibilité.

NOTE 5 – Avant que ne soient transmis régulièrement les messages de bouclage, un point FROMP doit émettre une demande afin qu'un dispositif homologue effectue un bouclage sans verrouillage, en employant un message de bouclage sans verrouillage avec un code de bouclage verrouillé, dans le champ d'information de bouclage sans verrouillage, indiquant une demande.

## **C.2 Déclaration de la transition "connexion disponible à connexion indisponible"**

Lorsque la connexion est dans un état de disponibilité:

- a) l'extrémité proche (X) transmettra régulièrement un message de bouclage sans verrouillage en employant un lieu de destination particulier qui désigne l'extrémité distante (Y). Des messages de bouclage sans verrouillage seront envoyés à intervalles réguliers. Il est recommandé qu'un message soit envoyé toutes les secondes. Les opérateurs de réseaux peuvent choisir d'autres intervalles de temps;
- b) à la réception d'un message de bouclage sans verrouillage, l'extrémité distante (Y) doit déterminer si l'identification du domaine dans le message indique une appartenance à l'un des domaines pris en charge à l'endroit de la réception et si l'indicateur du lieu de destination dans le message mentionne ce dispositif OAM. Si le message est adressé à cette destination et que le dispositif prend en charge cette capacité, le message est traité. L'extrémité distante répond par un message de bouclage sans verrouillage de longueur et de contenu identiques, le champ d'information indiquant une réponse. A la réception de la réponse de bouclage non verrouillée, il est mis au message en (X);
- c) s'il y a une défaillance au niveau de la couche Physique, dans le sens direct ou dans le sens inverse, entre les points de mesures (comme indiqué dans les cas B et C de la Figure C.1), le message de réponse de bouclage sans verrouillage ne sera pas reçu en retour au point de mesure (X). Supposons que les messages de bouclage sans verrouillage soient transmis toutes les secondes. Au cours des opérations normalement effectuées, on s'attend qu'un message de réponse sera reçu dans environ 400 ms. L'intervalle de temps au cours duquel les messages de réponse ne sont pas reçus est comptabilisé comme un temps indisponible.

NOTE – En raison de la nature des réseaux à relais de trames, les trames peuvent être rejetées à cause d'un encombrement dans le réseau. La perte d'une trame de réponse de bouclage ne veut donc pas nécessairement dire qu'une panne physique s'est produite sur la connexion, mais simplement indiquer qu'il y a un encombrement important. Dans le cas où un message de bouclage sans verrouillage est envoyé toutes les secondes et, bien qu'il n'y ait pas de panne physique, les trames de réponse de bouclage ne sont toujours pas reçues, l'intervalle de temps devrait être déclaré comme étant non disponible, le seuil du taux de perte de trames étant dépassé.

## **C.3 Déclaration de la transition "connexion indisponible à connexion disponible"**

Lorsque la connexion est dans un état d'indisponibilité:

- a) Le nœud à l'extrémité proche continuera de transmettre des messages de bouclage non verrouillés à intervalles d'insertion définis. Dès que le nœud à l'extrémité proche (X) reçoit un message de réponse de bouclage non verrouillé de l'extrémité distante (Y), la connexion virtuelle quitte l'état d'indisponibilité. Au même moment, la connexion bidirectionnelle devient disponible;
- b) si la connexion virtuelle était dans un état d'indisponibilité et que l'extrémité proche ou distante commence à recevoir des trames d'informations d'utilisateur, la connexion virtuelle quitte l'état d'indisponibilité.

## **C.4 Evaluation en service de la disponibilité**

Lorsque des intervalles de temps ont été déclarés soit disponibles, soit indisponibles, sur la base de la réception ou de la non-réception des trames de réponse de bouclage, la valeur du taux de disponibilité et des paramètres de temps MTBO (pour une période d'observation donnée) peut être calculée comme suit:

- le taux de disponibilité est égal au rapport entre la durée cumulée des périodes de disponibilité et la durée de la période d'observation;
- le temps MTBO est égal à la durée moyenne des périodes successives d'indisponibilité.

## **Annexe D**

### **Emploi des trames OAM pour surveiller le taux de perte de trames en vue d'évaluer la disponibilité**

La présente annexe décrit une méthode d'évaluation de la disponibilité où le taux de perte de trames est employé comme critère en ce qui concerne les interruptions. Les procédures d'évaluation du taux de perte de trames sont spécifiées dans la Rec. UIT-T X.148 qui fait appel aux procédures de la Rec. UIT-T X.151 et de l'Accord FRF.19. La procédure définie dans la Rec. X.148 UIT-T permet en fait de mesurer le taux de trames offertes, complémentaire au taux de perte. En général, la procédure est adaptée à l'estimation du taux de perte de trames sur une longue durée, mais elle peut être employée pour évaluer le taux FLR sur des périodes plus courtes.

L'Annexe A spécifie que:

- les taux de perte de trames d'information d'utilisateur (pour le trafic offert se conformant au débit CIR);
- les taux de perte de trames d'information d'utilisateur (pour le trafic offert se conformant au débit EIR);

sont des critères en matière d'interruptions, qui peuvent être employés pour le calcul de la disponibilité.

NOTE – La Rec. UIT-T X.151 et l'Accord FRF.19 concernant l'exploitation et la maintenance permettent que les comptages des trames offertes et reçues puissent se faire tant pour les flux de trafic tant à débit CIR qu'à débit EIR.

On évalue le taux de perte de trames sur une période de mesure donnée. Afin de pouvoir effectuer les enregistrements au cours des périodes pendant lesquelles le taux de perte de trames dépasse le seuil, les périodes de mesure doivent être suffisamment courtes.

Il est recommandé que la performance en matière de taux de perte de trames soit évaluée pendant des intervalles de temps compris entre 10 secondes et 5 minutes. Le rapport entre le débit de trames fourni et le taux de perte de trames peut être calculé pour chacune de ces périodes. Si le taux de perte de trames pour le flux de trafic à débit CIR (lorsque ce débit CIR > 0) est supérieur à 10% ou que le taux de perte de trames pour le flux de trafic à débit EIR (lorsque le débit CIR = 0) est supérieur à 25%, alors le temps pendant lequel est faite l'évaluation devrait compter comme temps indisponible.

Les opérateurs de réseaux peuvent éventuellement choisir de ne pas surveiller le taux FLR pour le flux de trafic à débit EIR et d'évaluer la disponibilité sur la qualité du flux de trafic à débit CIR uniquement.

## **Annexe E**

### **Calcul du taux moyen de disponibilité du réseau à partir de la mesure de l'indisponibilité individuelle des connexions virtuelles**

Dans la présente annexe est donnée une expression permettant de calculer une valeur pour la disponibilité globale du réseau à partir de la mesure de la disponibilité des connexions virtuelles. L'expression ne dépend pas de la manière dont l'indisponibilité est définie pour une connexion virtuelle ni de la façon dont elle pourrait être mesurée.

Soit les définitions des paramètres suivantes:

- $N$  est le nombre total de connexions virtuelles à relais de trames dans le réseau;
- $T$  (en secondes) est l'intervalle pendant lequel la disponibilité sera évaluée;
- $U_i$  (en secondes) est le temps pendant lequel une connexion virtuelle  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ) est indisponible au cours d'un intervalle de temps  $T$ ;
- $R_i$  est le taux d'indisponibilité pour une connexion virtuelle  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ), à savoir  $R_i = U_i/T$ ;
- $A$  est la disponibilité moyenne du réseau évaluée pendant un intervalle de temps  $T$ .

Le taux moyen d'indisponibilité dans le réseau s'exprime alors au moyen des formules suivantes:

$$R_u = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{NT} \text{ ou de manière équivalente } R_u = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}.$$

Le taux moyen de disponibilité dans le réseau est donné par la formule suivante:

$$A = (1 - R_u) \times 100\%$$

## Appendice I

### Evaluation par échantillonnage des paramètres de disponibilité d'un circuit virtuel permanent

#### I.1 Essai minimal pour la disponibilité des services sur un circuit virtuel permanent

La définition de la disponibilité des services sur un circuit virtuel permanent (PVC) (telle qu'elle est définie au § A.1.1) impose que la qualité de fonctionnement observée pour l'ensemble des quatre paramètres observés soit comparée avec les seuils en matière d'interruptions. Une réussite de l'essai suivant est par définition suffisante pour déclarer que la section de connexion PVC est disponible. Un seul non-respect par une section de l'un quelconque des quatre critères distincts est par définition aussi suffisant pour déclarer que la section de connexion PVC est indisponible. Cet essai et son critère de décision sont définis comme étant les critères minimaux nécessaires à la collecte des informations sur la disponibilité de la section.

L'essai minimal en ce qui concerne la disponibilité peut être exécuté à travers la section dans l'une des deux directions par un équipement et des composants extérieurs à la section. Afin que cet essai n'échoue pas à la suite d'une entrée insuffisante ou excessive, il faut essayer que, pendant 5 minutes, le trafic non passible de rejet ( $DE = 0$ ) soit conforme au débit CIR, si le débit CIR  $> 0$ , et le trafic passible de rejet ( $DE = 1$ ) soit conforme au débit EIR, si le débit CIR = 0. Les trois critères permettant de décider de la réussite d'un essai sont les suivants:

- 1a) (CIR  $> 0$ ) – L'essai a échoué lorsque le taux  $FLR_c$  est supérieur à  $C_1$ ;
- 1b) (CIR = 0) – L'essai a échoué lorsque le taux  $FLR_e$  est supérieur à  $C_2$ ;
- 2) l'essai a échoué lorsque le taux RFER est supérieur à  $C_3$ ;
- 3) l'essai a échoué lorsque le taux de trames excédentaires est supérieur à  $C_4$ .

Si un essai indique le respect d'un critère de décision, l'essai a réussi et le circuit PVC pris en charge par la section est considéré comme étant disponible au cours de l'essai. Si l'essai d'une section échoue en ce qui concerne un ou plusieurs critères de décision, le circuit PVC pris en charge par la section est considéré comme n'ayant pas été disponible pendant la durée de l'essai.

NOTE – Les valeurs des seuils ( $C_1, C_2, C_3, C_4$ ) sont définies dans le Tableau A.1.

## **I.2 Procédures d'évaluation de la disponibilité des services sur un circuit virtuel permanent**

Une évaluation suffisamment précise de la disponibilité des services PVC, en pourcentage, peut se faire comme suit. A partir d'une estimation a priori de la disponibilité des services, il faut choisir la taille des échantillons, qui ne sera pas inférieure à 300. Il convient aussi de choisir  $s$  temps d'essai au cours des temps de service prévus et de les répartir sur une longue période de mesure (par exemple, 6 mois). En raison de la durée prévue des interruptions de service, les temps d'essai doivent être distants d'au moins 7 heures (afin que les observations soient non corrélées). Les temps d'essai devraient être uniformément répartis sur le temps de service prévu. A chaque temps d'essai déterminé d'avance, il convient d'exécuter l'essai de disponibilité décrit au § I.1. Si l'essai échoue, la section est déclarée indisponible pour cet échantillon. Sinon, la section est déclarée disponible. L'évaluation en pourcentage de la disponibilité des services PVC est le nombre de fois que la section a été déclarée disponible, multiplié par cent, et divisé par le nombre total d'échantillons.

## **I.3 Procédures d'évaluation du temps moyen entre les interruptions des services sur un circuit virtuel permanent**

Une évaluation suffisamment précise du paramètre temps moyen entre deux interruptions de service sur un circuit PVC peut se faire en prélevant des échantillons consécutifs de la performance en matière de disponibilité et en comptant les passages observés de l'état de disponibilité à l'état d'indisponibilité.

Avant d'exécuter un quelconque essai, il faut choisir  $k$  intervalles de temps disjoints n'étant pas inférieurs à 30 minutes ou supérieurs à 3 heures. Le temps total des  $k$  intervalles ne devrait pas dépasser trois fois l'estimation a priori du temps moyen entre les interruptions de service sur un circuit PVC. Pendant chacun des intervalles de temps prédéfinis, il convient de prélever des échantillons consécutifs de la performance en matière de disponibilité. Le temps observé dans l'état de disponibilité sera ajouté à un compteur cumulatif nommé  $A$ . Le nombre de transitions observées de l'état de disponibilité à l'état d'indisponibilité sera ajouté à un compteur nommé  $F$ <sup>1</sup>.

Pour chaque intervalle prédéfini:

- a) si tous les échantillons consécutifs indiquent la disponibilité, ajouter la longueur totale de l'intervalle au compteur  $A$ . Ne pas modifier la valeur cumulative du compteur  $F$ ;
- b) si le premier échantillon indique la disponibilité et que tout échantillon suivant dans cet intervalle indique l'échec, augmenter la valeur du compteur  $F$  d'une unité. Ajouter au compteur  $A$  la longueur totale de tous les échantillons indiquant la disponibilité avant la première défaillance. Après le premier échantillon ayant indiqué une indisponibilité, le reste du temps dans l'intervalle peut être écarté sans devoir éprouver sa disponibilité;
- c) si le premier échantillon démontre l'indisponibilité, supposer que la transition d'un état à l'autre s'est produite avant le début de l'intervalle. Ne rien ajouter à la valeur du compteur du temps disponible,  $A$ . Ne rien ajouter non plus à la valeur cumulative du compteur de changements d'états observés,  $F$ . Le reste du temps dans l'intervalle peut être écarté sans devoir éprouver sa disponibilité.

Après le regroupement des résultats obtenus pour chacun des intervalles prédéfinis, le rapport  $A/F$  donne une évaluation du temps moyen entre les interruptions de service PVC. Une évaluation statistiquement plus précise peut être obtenue en augmentant le nombre  $k$  d'intervalles observés.

En évaluant le temps moyen entre les interruptions de service PVC, on suppose que, si une interruption commence pendant le prélèvement d'un échantillon de la performance en matière de disponibilité, soit cet échantillon soit l'échantillon suivant permettra de décider si la section est

---

<sup>1</sup> Chaque compteur est initialement mis à zéro.

indisponible. Ceci est une hypothèse raisonnable puisque les interruptions de service, contrairement aux défaillances temporaires, se produiront pendant plus de 5 minutes.

La mise à l'écart du reste de l'intervalle, après qu'un échantillon a indiqué une indisponibilité, est tant pratique que justifiable statistiquement. La section doit revenir dans son état de disponibilité avant qu'un autre temps de disponibilité puisse être ajouté et avant qu'une autre transition à l'état d'indisponibilité puisse être observée. D'abord, le temps prévu pour rétablir le service PVC peut être long par rapport au temps restant dans l'intervalle. Il pourrait être inapproprié et contre-productif de poursuivre l'essai d'une section de réseau défaillante ou encombrée. Ensuite, si les transitions à l'état de disponibilité sont statistiquement indépendantes, le rejet du reste de l'intervalle, qui peut comprendre le temps de disponibilité, ne faussera pas le résultat<sup>2</sup>. La seule conséquence de l'interruption de l'essai est la perte du temps en ce qui le concerne. Afin de minimiser cette perte, les intervalles d'essai devraient être courts par rapport à la somme du temps prévu pour rétablir le service PVC et le temps prévu entre les interruptions de service PVC. La durée de chacun des essais ne devrait donc pas dépasser 3 heures.

Deux éléments pourraient être à l'origine du gauchissement de la procédure d'évaluation décrite au § I.3. D'abord, lorsqu'une interruption intervient pendant le prélèvement du dernier échantillon indiquant une disponibilité, cette transition peut causer ou non une indication d'indisponibilité par l'échantillon. Si aucune indication d'indisponibilité n'est donnée, la transition d'un état à l'autre passe inaperçue et le temps moyen entre les interruptions de service PVC est surestimé. Ensuite, une transition à un état d'indisponibilité au cours du prélèvement du premier échantillon indiquant la disponibilité de l'intervalle peut causer ou non une indication d'indisponibilité par l'échantillon. Conformément à la procédure d'évaluation, si l'échantillon indique l'indisponibilité, l'intervalle sera écarté, la transition d'un état à l'autre passe inaperçue et le temps moyen entre les interruptions de service PVC est surestimé. Ces effets de bords peuvent être minimisés en augmentant la longueur de chaque intervalle et, par voie de conséquence, en augmentant le nombre d'échantillons indiquant la disponibilité, et donc en diminuant l'effet du premier et du dernier résultats indiqués dans les échantillons par rapport à l'ensemble des résultats recueillis. L'intervalle minimal recommandé est de 30 minutes, les échantillons destinés à déterminer la disponibilité étant de 5 minutes.

Alternativement, on pourrait éviter les deux éléments à l'origine du gauchissement en remplaçant l'instruction a) au § I.3 par l'instruction suivante:

- a) Si tous les échantillons consécutifs indiquent la disponibilité, ajouter la longueur totale de l'intervalle au compteur  $A$ . Prélever un échantillon supplémentaire suivant immédiatement cet intervalle. Si cet échantillon indique l'indisponibilité, augmenter la valeur du compteur  $F$  d'une unité. S'il indique la disponibilité, ne pas modifier la valeur du compteur  $F$ . La longueur de l'échantillon supplémentaire n'a pas d'effet sur le compteur  $A$ .

Cette modification permet d'identifier les transitions d'un état à l'autre, qui se produisent au cours du prélèvement du dernier échantillon de l'intervalle, et d'éliminer la première cause de gauchissement. Elle permet aussi le comptage de certaines transitions qui se produisent en dehors de l'intervalle. Ces transitions sont comptées et leur probabilité est la même que la probabilité, pour la deuxième cause de gauchissement, d'écarter inopportunément les transitions. Cette procédure modifiée permet donc de corriger les deux causes de gauchissement. Au moyen de cette modification, le temps moyen entre les interruptions des services PVC peut être évalué avec plus de précision.

---

<sup>2</sup> Si les interruptions ont tendance à être rapprochées, l'interruption d'un essai à la suite d'une transition à un état d'indisponibilité conduira à une surestimation du temps moyen entre les interruptions de service. Si, au contraire, les interruptions ont tendance à être distantes, l'interruption d'un essai à la suite d'une transition à un état d'indisponibilité conduira à une sous-estimation du temps moyen entre les interruptions de service.





## 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	Réseaux câblés et 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, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie 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
<b>Série X</b>	<b>Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts</b>
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication