



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**X.148**

(02/2003)

SÉRIE X: RÉSEAUX DE DONNÉES ET  
COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

Réseaux publics de données – Aspects réseau

---

**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.148

---

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.148**

### **Procédures de mesure de la qualité de fonctionnement des réseaux publics de données assurant le service international de relais de trames**

#### **Résumé**

La présente Recommandation définit les procédures permettant de mesurer et d'évaluer les caractéristiques de transfert des informations d'utilisateur sur des connexions virtuelles à relais de trames. Pour cela, on fait appel aux méthodes et trames OAM pour mesurer le temps de transfert de trame, la gigue du temps de propagation des trames et le taux de perte de trames. Les techniques proposées, qui s'appliquent tant aux connexions PVC que SVC, permettent d'évaluer la qualité de fonctionnement en service et en temps réel.

#### **Source**

La Recommandation X.148 (2003) de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 17 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 13 février 2003 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

## 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.

## 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 2003

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

		Page
1	Domaine d'application .....	1
1.1	Généralités .....	1
1.2	Paramètres à mesurer.....	1
1.3	Précision des mesures.....	2
2	Références normatives.....	3
3	Définitions .....	4
4	Abréviations.....	4
5	Méthodes de mesure .....	5
5.1	Utilisation de trafic de test pour évaluer les paramètres de performance.....	6
5.2	Emploi de trames OAM pour évaluer la performance .....	6
6	Utilisation de trames FRF.19 OAM pour mesurer les paramètres de performance des connexions à relais de trames .....	7
6.1	Durée de mesure, fréquence et taux d'échantillonnage .....	7
6.2	Format de la trame OAM .....	8
6.3	Initialisation du réseau et perception des capacités OAM dans un réseau .....	8
6.4	Mesure de la perte de trames dans les deux sens.....	8
7	Procédures d'évaluation du temps de transfert de trame.....	9
7.1	Description de la procédure de mesure .....	9
7.2	Déclenchement de la mesure du temps de propagation.....	9
7.3	Renvoi d'une trame d'information de temps de transfert.....	10
7.4	Calcul du temps de transfert de trame .....	10
7.5	Remise des résultats .....	10
7.6	Traitement des erreurs .....	10
8	Procédures d'évaluation de la gigue du temps de propagation des trames .....	11
9	Procédures d'évaluation du taux de perte de trames/taux de remise de trames .....	11
9.1	Procédures de mesure du taux de remise de trames (FDR).....	11
9.2	Lancement de la mesure du taux de remise de trames (FDR).....	12
9.3	Mesure du taux de remise de trames (FDR).....	12
9.4	Communication des résultats de taux de remise de trames .....	13
9.5	Traitement des erreurs de taux FDR.....	14
10	Procédures pour la mesure du taux de remise de données.....	14
10.1	Lancement de la mesure du taux de remise de données (DDR).....	14
10.2	Mesure du taux de remise de données .....	15
10.3	Communication des résultats de taux de remise de données.....	15

	<b>Page</b>
10.4 Traitement des erreurs de taux DDR .....	15
11 Procédures d'évaluation de la disponibilité du service à relais de trames .....	16
Annexe A – Configurations de mesure adaptées à l'utilisation du trafic de test pour l'évaluation de la performance .....	16
A.1 Généralités et méthodes de mesure .....	16
A.2 Paramètres de performance à relais de trames et architectures de mesure .....	19
A.3 Bouclages .....	20
Annexe B – Formats du message OAM.....	21
B.1 Structure de trame FR-OAM de base .....	21
B.2 Champ d'information de temps de transfert de trame.....	22
B.3 Champ d'information des résultats de mesure du temps de transfert de trame .....	22
B.4 Champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames .....	22
B.5 Champ d'information des résultats de mesure du taux de remise de trames ..	22
Appendice I – Flux de messages OAM .....	23
I.1 Utilisation des messages de prise de contact pour l'exploration du réseau ....	23
I.2 Mesure du temps FTD .....	23
I.3 Mesure du taux FDR/DDR.....	24
Appendice II – Exemple de calcul de taux de remise (ou de perte) de trames .....	26
II.1 Traitement à l'entrée .....	27
II.2 Traitement à la sortie .....	27

## Recommandation UIT-T X.148

### Procédures de mesure de la qualité de fonctionnement des réseaux publics de données assurant le service international de relais de trames

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation propose une méthodologie permettant de mesurer, en quasi temps réel, les paramètres de performance de connexions virtuelles établies sur des réseaux publics de données à relais de trames. Les procédures de mesure préférées sont basées sur l'utilisation des trames FR-OAM définies dans l'accord FRF.19.

Le § 5 propose un aperçu général des méthodes que l'on peut utiliser pour mesurer les paramètres de qualité de service. L'emploi de trafic de test et des architectures de mesure associées est basé sur des méthodes définies dans la Rec. UIT-T X.138. Les § 6 à 10 traitent des procédures d'évaluation du temps de transfert de trame, de la gigue du temps de propagation des trames, du taux de perte de trames (déterminé à partir du taux de remise de trames) ainsi que le taux de remise de données avec l'utilisation de trames OAM. Les méthodes pour évaluer la disponibilité du service seront examinées ultérieurement.

L'Annexe A contient des informations sur l'utilisation du trafic de test en association avec un équipement de surveillance spécialisé. Il faut noter que d'autres dispositifs et procédures de mesure conformes aux définitions des paramètres de performance des Recommandations UIT-T X.144, X.145 et X.146 peuvent également être utilisés pour évaluer la performance des réseaux publics de données à relais de trames.

#### 1.1 Généralités

Il convient de déterminer la performance des réseaux à relais de trames dans les conditions suivantes:

- lorsque des objectifs de performance font partie des accords de niveau de service ou d'autres dispositions contractuelles;
- pour mesurer/évaluer en permanence la performance dans le contexte des procédures d'exploitation;
- pour faciliter la planification du réseau par la collecte de données pour les besoins de dimensionnement;
- lorsque les opérateurs de réseaux ont besoin d'informations régulières sur la capacité de leurs réseaux définie par les paramètres de performance de base;
- lorsque les paramètres de qualité de service doivent être mesurés pour être utilisés dans d'autres Recommandations;
- en raison de prescriptions réglementaires nationales.

#### 1.2 Paramètres à mesurer

Les Recommandations UIT-T X.144 et X.145 définissent les paramètres de performance qui spécifient la qualité de service (QS) d'une connexion virtuelle à relais de trames. La Rec. UIT-T X.146 définit plusieurs classes de QS; celles-ci sont caractérisées par des combinaisons distinctes de valeurs cibles pour les principaux paramètres de performance suivants:

- temps de transfert de trame (FTD, *frame transfer delay*);
- gigue du temps de propagation des trames (FDJ, *frame delay jitter*);
- taux de perte de trames (FLR, *frame loss ratio*) (calculé à partir du taux de remise de trames).

Ces paramètres de base, associés aux paramètres de disponibilité de service ou de réseau correspondants, définissent la qualité globale associée à la phase transfert de données d'une connexion à relais de trames.

Les techniques de mesure définies dans la présente Recommandation sont applicables tant aux connexions virtuelles permanentes (PVC) qu'aux connexions virtuelles commutées (SVC) étant donné que dans les deux cas, la mesure des paramètres de performance est associée à la phase transfert de données d'une connexion à relais de trames.

### **1.3 Précision des mesures**

#### **1.3.1 Objet des mesures**

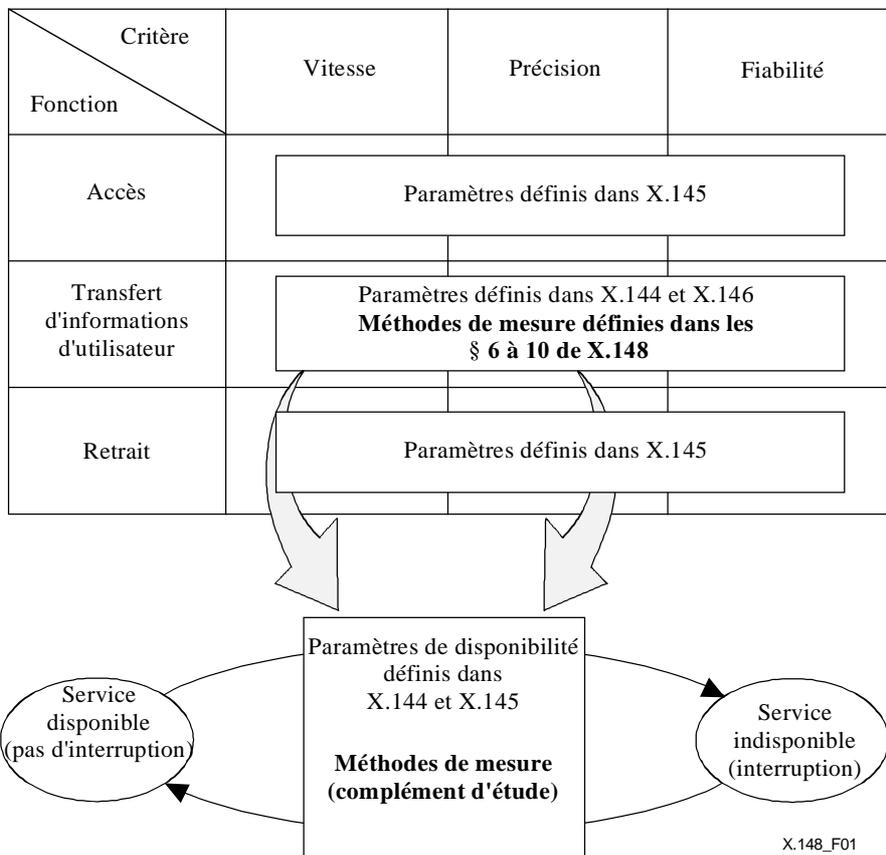
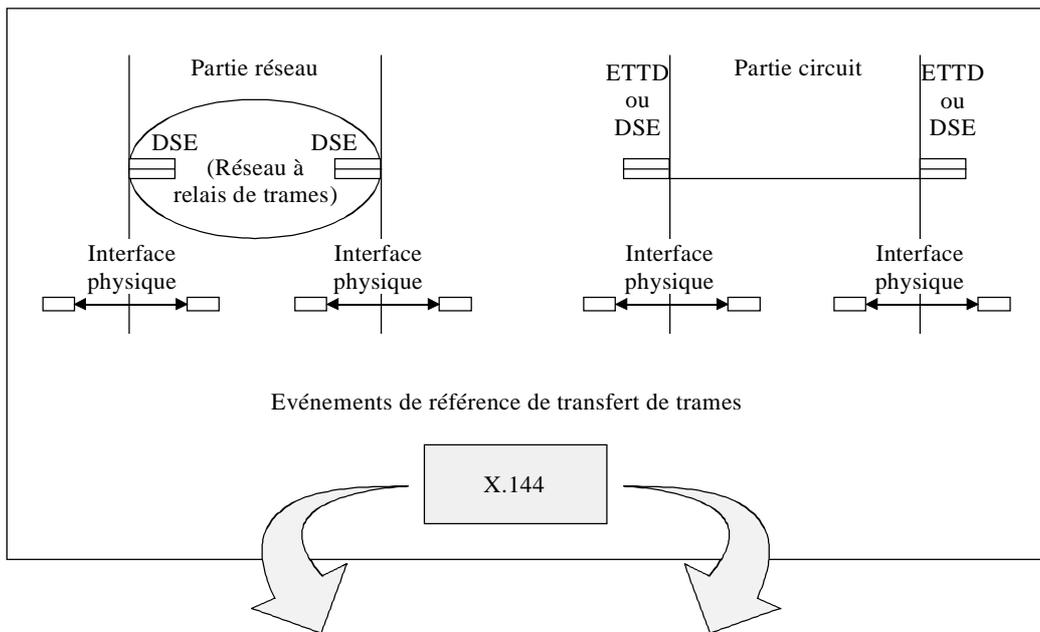
Dans la mesure de la performance d'un réseau, il y a toujours un compromis à faire entre le coût et la taille des échantillons lorsqu'on évalue un paramètre de performance donné. Etant donné que le coût des observations peut avoir des effets considérables sur l'évaluation finale, la présente Recommandation ne préconise pas de nombre minimal d'observations. Il faut toutefois les faire en nombre suffisant pour obtenir une signification statistique. Dans certaines situations, il n'est pas nécessaire d'évaluer un paramètre avec un degré de précision élevé. Il suffit, par exemple, d'évaluer le temps de transfert de trame avec une précision de deux millisecondes pour la plupart des activités de planification et de surveillance.

Les moyennes, variances, centiles, modes, maxima et minima sont autant de descripteurs statistiques dont l'évaluation peut servir à quantifier le comportement d'un paramètre donné. Lorsqu'on évalue un tel paramètre, il est recommandé d'ajouter systématiquement la précision de la mesure. La variance de l'évaluation ou l'intervalle de confiance sont deux façons courantes d'expression de la précision d'une évaluation.

#### **1.3.2 Evénements de référence**

L'instant auquel surviennent divers événements de référence est la base des définitions de la vitesse des paramètres temporels de service (c'est-à-dire le FTD et la FDJ) énumérés ci-dessus. Dans la présente Recommandation, ces instants sont spécifiés par rapport aux événements de sortie et d'entrée. Donc, l'instant auquel survient un événement d'entrée dans un ETTD est celui auquel le dernier bit du drapeau de fermeture de la trame passe de la partie réseau dans l'ETTD et l'instant auquel survient un événement de sortie est celui auquel le premier bit du champ d'adresse de la trame passe de l'ETTD dans la partie circuit.

La définition exacte d'un événement de référence de trame dans le cas des paramètres de transfert d'informations d'utilisateur est donnée dans la Rec. UIT-T X.144.



**Figure 1/X.148 – Domaine d'application de la Rec. UIT-T X.148**

## 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 G.114 (2003), *Temps de transmission dans un sens.*
- Recommandation UIT-T I.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande.*
- Recommandation UIT-T I.620 (1996), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance en mode relais de trames.*
- 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.138 (1997), *Mesure des valeurs de performance des réseaux publics de données assurant des services internationaux à commutation par paquets.*
- Recommandation UIT-T X.139 (1997), *Équipement terminal de traitement de données d'écho, de puits, de source et de test pour la mesure des valeurs de performance des réseaux publics de données assurant des services internationaux à commutation par paquets.*
- Recommandation UIT-T X.140 (1992), *Paramètres généraux de qualité de service pour la communication sur des réseaux publics de données.*
- Recommandation UIT-T X.144 (2000), *Paramètres de performance relatifs au transfert d'informations d'utilisateur pour les réseaux publics de données assurant un service de circuit virtuel permanent international à relais de trames.*
- Recommandation UIT-T X.145 (1996), *Performances des réseaux de données qui assurent un service international de circuit virtuel commuté à relais de trames.*
- Recommandation UIT-T X.146 (2000), *Objectifs de performance et classes de qualité de service applicables aux services en mode relais de trames.*
- Frame Relay Forum Implementation Agreement 19, FRF.19 (2001), *Frame Relay Operations, Administration, and Maintenance Implementation Agreement.*

### **3 Définitions**

Les termes et définitions utilisés dans la présente Recommandation sont alignés sur ceux définis dans les Recommandations UIT-T X.36, X.76, X.138, X.139, X.144, X.145, X.146, I.620, I.610 et dans l'accord Frame Relay Forum Implementation Agreement FRF.19.

### **4 Abréviations**

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CIR	débit d'information garanti ( <i>committed information rate</i> )
DDR	taux de remise de données ( <i>data delivery ratio</i> )
DE	acceptabilité de rejet ( <i>discard eligibility</i> )
DLCI	identificateur de connexion de liaison pour données ( <i>data link connection identifier</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> )
ETCD	équipement de terminaison de circuit de données
ETTD	équipement terminal de traitement de données
FDJ	gigue du temps de propagation de trames ( <i>frame delay jitter</i> )
FDR	taux de remise de trames ( <i>frame delivered ratio</i> )
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> )
FR	relais de trames ( <i>frame relay</i> )
FRF	Frame Relay Forum
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> )
IF	champ d'information ( <i>information field</i> )
MP	point de maintenance ( <i>maintenance 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> )
NLPID	identificateur de protocole de couche Réseau ( <i>network layer protocol ID</i> )
OAM	gestion, exploitation et maintenance ( <i>operations, administration and maintenance</i> )
PVC	connexion virtuelle permanente ( <i>permanent virtual connection</i> )
RFER	taux d'erreurs résiduel sur les trames ( <i>residual frame-error ratio</i> )
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RTD	temps de propagation aller-retour ( <i>round trip delay</i> )
SA	disponibilité du service ( <i>service availability</i> )
SLA	accord de niveau de service ( <i>service level agreement</i> )
SVC	connexion virtuelle commutée ( <i>switched virtual connection</i> )
TE	équipement terminal ( <i>terminal equipment</i> )
TNS	section du réseau de transit ( <i>transit network section</i> )

## 5 Méthodes de mesure

Le présent paragraphe propose un aperçu général des méthodes pouvant être utilisées pour mesurer les paramètres de performance des réseaux publics de données à relais de trames spécifiés dans les Recommandations UIT-T X.144, X.145 et X.146, ainsi que des généralités sur la mesure de ces paramètres. En général, on peut utiliser deux méthodes pour évaluer ou surveiller la performance réseau:

- a) le trafic de test;
- b) les trames OAM.

## 5.1 Utilisation de trafic de test pour évaluer les paramètres de performance

L'emploi d'un trafic de test est une méthode de mesure simple qui peut être utilisée pour évaluer les valeurs des paramètres de performance d'une connexion virtuelle spécifique. La méthode consiste à établir une connexion SVC ou PVC entre une source et un collecteur de données et à produire une quantité connue et suffisante de trafic de test. Le protocole et les signaux d'information de l'utilisateur transférés via les interfaces utilisateur/réseau (ETTD/ETCD) sont observés en temps réel avec compilation d'un fichier chronologique des événements. Ce fichier peut ensuite être analysé pour obtenir une mesure des principaux paramètres de qualité de fonctionnement. L'emploi de trafic de test convient en particulier aux utilisateurs souhaitant tester les performances de leurs connexions à relais de trames. Les opérateurs de réseau peuvent également se servir de cette méthode pour faire des mesures sur des connexions tests spécifiques dans le réseau et obtenir ainsi une indication sur leur qualité

Les Recommandations UIT-T X.138 et X.139 spécifient des méthodes de mesure pour l'évaluation des paramètres de performance des réseaux RPDCP (X.25) au moyen de trafic de test. Ces techniques sont également applicables aux réseaux à relais de trames. L'Annexe A donne un aperçu des diverses architectures de mesure pouvant être appliquées pour utiliser le trafic de test dans la mesure de la performance des connexions à relais de trames.

## 5.2 Emploi de trames OAM pour évaluer la performance

Les trames OAM sont un moyen de tester, de mesurer et de diagnostiquer la qualité de service globale offerte par un réseau à relais de trames à un moment donné. L'avantage clé des trames OAM réside dans le fait qu'elles peuvent être appliquées immédiatement à un réseau. En conséquence, on considère qu'elles offrent une meilleure progressivité que la méthode du trafic de test.

Les trames OAM offrent des fonctions qui peuvent contribuer à l'exploitation et à la maintenance des aspects couche Physique et couche FR d'un réseau à relais de trames. Les fonctions OAM peuvent être appliquées aux connexions virtuelles (PVC et SVC) acheminées sur un tel réseau.

Les trames OAM ont été définies pour permettre la gestion des anomalies et de la performance en offrant la fonctionnalité générale suivante:

a) *Surveillance de la performance*

La surveillance de la performance du réseau s'effectue par des contrôles continus ou périodiques des fonctions, ce qui produit des informations sur des événements concernant la maintenance. L'analyse de celles-ci pour une connexion spécifique permet d'évaluer l'intégrité du transport.

b) *Détection des anomalies et des pannes*

Des anomalies/pannes qui entravent le transport des informations d'utilisateur sont détectées par contrôle continu ou périodique. Elles produisent des informations d'événements concernant la maintenance ou diverses alarmes.

c) *Informations sur les défauts*

Les informations sur les défauts sont communiquées à d'autres entités de gestion. Il s'ensuit que des indications d'alarme sont données à d'autres plans de gestion. Elles donnent également la réponse à une demande de rapport de situation.

d) *Localisation des pannes*

Examen au moyen d'un système de test interne ou externe d'une entité en panne si les informations sur la panne sont insuffisantes.

e) *Informations sur l'état de fonctionnement et sur les pannes*

La notification de disponibilité (système actif) ou d'indisponibilité (système inactif) ainsi que des informations sur les pannes sont données pour des connexions configurées parmi les entités de gestion de couche. Des réponses sont également données aux demandes de rapport sur l'état de fonctionnement.

Ces fonctions se traduisent par un flux d'informations bidirectionnel connu en tant que flux FR-OAM. On peut utiliser les informations des messages FR-OAM pour évaluer les performances du réseau et aider à déterminer les actions de maintenance.

## **6 Utilisation de trames FRF.19 OAM pour mesurer les paramètres de performance des connexions à relais de trames**

Les messages OAM à relais de trames sont acheminés dans des trames FR normales. La méthode de mesure spécifiée dans la présente Recommandation est fondée sur l'utilisation des trames FR-OAM définies par le Frame Relay Forum Implementation Agreement 19, FRF.19 (2001) – Frame Relay Operations, Administration and Maintenance.

Trois types de message OAM de base ont été définis: les trames allo, les trames de vérification de service et les trames de bouclage. Des fonctions spécifiques, indiquées dans le "Type de champ d'information" ont été définies pour chaque type.

- Capacités
- Résultats de temps de transfert de trame
- Résultats du taux de remise de trames
- Résultats de taux de remise de données
- Bouclage avec verrouillage
- Temps de transfert de trame
- Synchronisation de taux de remise de trames
- Synchronisation de taux de remise de données
- Bouclage sans verrouillage
- Indication de diagnostic

Les trames de vérification du service prennent en charge la mesure des principaux paramètres de performance suivants:

- temps de transfert de trame;
- gigue du temps de propagation des trames; et
- taux de perte de trames ou taux de remise de trames et de données.

Les § 7 à 10 expliquent la manière dont ces messages OAM spécifiques (définis par le type de message et le type de champ d'information) peuvent être utilisés pour mesurer le temps de transfert de trame, la gigue du temps de propagation des trames ainsi que le taux de perte de trames et le taux de remise de données.

### **6.1 Durée de mesure, fréquence et taux d'échantillonnage**

Il est important de mesurer régulièrement les principaux paramètres de performance. La durée, la fréquence et le taux d'échantillonnage devraient être tels que l'on puisse détecter les dégradations de performance tant à court terme qu'à long terme. La durée et la fréquence de la mesure de la perte de trames devraient être telles que les pertes en rafale puissent être distinguées des pertes périodiques à long terme.

Dans l'emploi des trames OAM pour évaluer la performance, il faut que la durée de mesure soit telle qu'elle permette d'éviter les problèmes de retour à zéro par débordement et les effets des pertes de trames OAM.

Dans l'accord FRF.19 on utilise une technique de temporisation (voir § 6.1.1) pour envoyer les trames OAM à des intervalles donnés.

NOTE – La définition exacte des périodes de mesure, des taux d'échantillonnage et de la fréquence à laquelle les trames OAM doivent être injectées dans les flux de trafic de l'utilisateur pour les besoins de l'évaluation de la performance du réseau nécessite un complément d'étude.

### **6.1.1 Intervalle de transmission périodique pour le déclenchement de la mesure – Utilisation du temporisateur TIMER\_SLV**

Dans l'accord FRF.19 pour chaque type de mesure de service on peut faire appel à un temporisateur indépendant (appelé TIMER\_SLV\_\*) ou partager un même temporisateur (désigné TIMER\_SLV). Il est également recommandé dans cet accord que l'intervalle par défaut de TIMER\_SLV soit de 900 secondes, mais les opérateurs de réseau peuvent choisir d'autres valeurs.

### **6.2 Format de la trame OAM**

La structure de base de la trame OAM à relais de trames spécifiée dans l'accord FRF.19 est représentée dans la Figure B.1. Pour référence et pour faciliter la compréhension, l'Annexe B contient également des informations sur la structure des messages de vérification des services OAM ainsi que des champs d'information utilisés dans la mesure des paramètres de performance.

### **6.3 Initialisation du réseau et perception des capacités OAM dans un réseau**

Pour toute mesure utilisant des trames OAM FRF.19, il faut que les nœuds aux deux extrémités des connexions sur lesquels portent les mesures (connus en tant que points de maintenance OAM relais de trames (FROMP, *frame relay OAM maintenance point*)) soient conformes OAM. L'accord FRF.19 décrit une méthode dans laquelle tous les points de maintenance conformes OAM (MP) peuvent être informés de la conformité d'autres points MP, méthode qui utilise des messages de prise de contact. Tous les points FROMP envoient périodiquement des messages de prise de contact qui sont ensuite traités par tous les autres points FROMP. Chaque point de maintenance est ainsi informé de tous les autres points de maintenance à l'intérieur d'un domaine de maintenance.

Parallèlement, chaque point FROMP envoie des messages de capacité, qui sont des trames OAM spécifiques acheminant des informations relatives aux capacités d'un point FROMP particulier (par exemple la capacité de mesurer l'affaiblissement ou le temps RTD). Les messages de prise de contact et les messages de capacité permettent à tous les points de maintenance de savoir quels autres points sont conformes OAM et les capacités dont ils disposent.

Un exemple de flux de messages de prise de contact entre les dispositifs émetteur et récepteur est présenté à la Figure I.1.

### **6.4 Mesure de la perte de trames dans les deux sens**

Les méthodes spécifiées dans les § 9 et 10 permettent uniquement la mesure du taux de remise ou du taux de perte sur le trajet aller d'une connexion à relais de trames. Pour mesurer la performance sur le trajet retour, il est nécessaire de lancer une session de mesure depuis le point de maintenance récepteur.

Le point MP distant déclenche la mesure par l'envoi d'un message OAM avec un champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames au point MP de départ. La mesure prend fin lorsqu'un deuxième champ d'information de synchronisation de remise est envoyé par le point MP distant. Au besoin, les résultats de la mesure peuvent être signalés au point MP distant au moyen d'une trame OAM et du champ d'information des résultats de taux de remise de trames.

## 7 Procédures d'évaluation du temps de transfert de trame

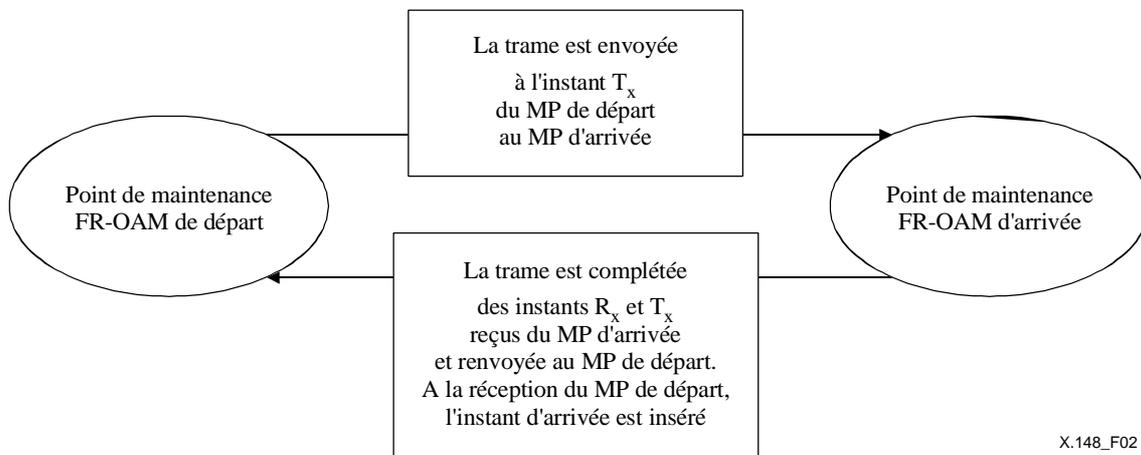
### 7.1 Description de la procédure de mesure

Pour ne pas devoir synchroniser les horloges en temps réel situées aux deux points de maintenance (MP), on peut estimer le temps de transfert de trame entre deux MP sur un réseau à relais de trames par une mesure du temps de propagation aller-retour (RTD). Cette mesure est divisée en deux pour obtenir une valeur estimée du temps de propagation simple.

La mesure du temps de transfert de trame nécessite un commutateur à deux voies entre les points FROMP de départ et d'arrivée. Le point FROMP de départ commence la mesure par l'envoi d'un message de vérification de service OAM contenant le champ d'information de transfert de trame (voir Figure B.2) d'un point MP de départ à un point MP d'arrivée. Le champ d'information de temps de transfert de trame contient des sous-champs qui acheminent les informations sur l'instant auquel la trame a été envoyée par le MP de départ et l'instant auquel la trame a été reçue et renvoyée par le MP d'arrivée. A la réception du message, le point FROMP d'arrivée renvoie le message par bouclage après horodatage additionnel. Lorsque le MP de départ reçoit la trame, il y introduit l'instant d'arrivée. On peut utiliser les valeurs des horodates en association avec l'horodate  $R_x$  de départ (qui est introduite à la réception de la trame) pour déterminer le temps de propagation aller-retour et évaluer ensuite le temps de transfert de trame.

La technique de mesure est résumée dans la Figure 2. (Facultativement, l'OMP de départ peut alors remettre une copie de résultats au point MP d'arrivée au moyen du champ d'information des résultats de temps de transfert de trame. Voir Figure B.3).

Cette procédure utilise les champs d'information (IF) de temps de transfert de trame, des résultats de transfert de trame et de Pad. Un exemple de flux des messages entre un MP de départ et un MP d'arrivée est présenté dans la Figure I.2.



X.148\_F02

Figure 2/X.148 – Mesure de temps RTD au moyen de trames OAM

### 7.2 Déclenchement de la mesure du temps de propagation

Au lancement d'une mesure du temps de propagation, le dispositif déclencheur émet la trame IF d'information de transfert de trame au format court (6 octets). Le MP de départ remplit l'horodate  $T_x$  de départ avec la valeur représentant l'instant auquel commence la transmission du bit d'ouverture de la trame.

### 7.3 Renvoi d'une trame d'information de temps de transfert

Lorsqu'il reçoit une trame IF de temps de transfert de trame au format court, le dispositif d'arrivée répond au dispositif de départ par une trame d'information de temps de transfert au format long (12 octets). Le MP d'arrivée copie l'horodateur  $T_x$  du MP de départ, remplit l'horodate  $R_x$  d'arrivée avec une valeur représentant l'instant auquel le bit de fermeture de la trame arrive et remplit l'horodate  $T_x$  d'arrivée avec une valeur représentant l'instant auquel commence la transmission du bit d'ouverture de la trame. Cette réponse doit être envoyée dans un message OAM rempli à la même longueur. Le champ d'information du Pad peut être utilisé à cet effet.

### 7.4 Calcul du temps de transfert de trame

#### 7.4.1 Utilisation des temps de propagation aller-retour

Lorsqu'il reçoit une trame IF de temps de transfert au format long, le dispositif de départ doit enregistrer un horodate dont la valeur représente l'instant où est arrivé le bit de fermeture de la trame. Le temps de transfert de trame est calculé à partir des horodates du champ d'information de temps de transfert de trame de la manière suivante:

$$\text{temps de transfert de trame (RTD)} = (Initiator_{R_x} - Initiator_{T_x})$$

$$\text{d'où FTD} = ((Initiator_{R_x} - Initiator_{T_x}) - (Responder_{T_x} - Responder_{R_x}))/2$$

On prévoit que  $(Responder_{T_x} - Responder_{R_x})$  sera une valeur petite par rapport au temps de propagation de bout en bout. On peut donc obtenir une approximation pratique du temps de transfert de trame par

$$FTD = (Initiator_{R_x} - Initiator_{T_x})/2$$

NOTE 1 – Etant donné que les temps de transfert de trame sur les trajets aller et retour peuvent varier en raison de conditions de trafic changeantes, il convient de faire un nombre de mesures suffisant pour obtenir un résultat statistiquement valable.

NOTE 2 – La méthode ci-dessus de mesure du temps FTD est plus précise que les méthodes actuellement proposées dans la Rec. UIT-T I.620, parce qu'elle soustrait les temps de traitement dans le point de maintenance distant, soustraction que ne fait pas la méthode I.620.

#### 7.4.2 Evaluation directe du temps de transfert de trame

Si les horloges des points MP de départ et d'arrivée sont synchronisées, le temps de transfert de trame peut être obtenu directement à partir des horodateurs  $Initiator_{T_x}$  et  $Responder_{R_x}$ .

$$FTD = Responder_{R_x} - Initiator_{T_x}$$

### 7.5 Remise des résultats

Selon ce qui est prévu, le dispositif de départ peut envoyer les résultats de FTD dans un sens calculé au dispositif d'arrivée au moyen de la trame d'information des résultats de temps de transfert de trame. Cet envoi peut avoir lieu immédiatement ou être différé pour être inséré dans l'intervalle de mesure suivant.

### 7.6 Traitement des erreurs

Un message de demande ou de réponse FTD perdu ou altéré peut invalider la période de mesure. Selon les implémentations, il est facultativement possible de dépasser le temps imparti et de procéder à une retransmission pour récupérer la période.

## 8 Procédures d'évaluation de la gigue du temps de propagation des trames

Le § 5.2/X.144 définit le taux de gigue du temps de propagation des trames comme étant la différence entre le temps maximal de propagation des trames ( $FTD_{\max}$ , *maximum frame transfer delay*) et le temps minimal de propagation des trames ( $FTD_{\min}$ , *minimum frame transfer delay*) au cours d'un intervalle de mesure donné comportant un nombre ( $N$ ) statistiquement significatif de mesures des temps de propagation.

$$FDJ = FTD_{\max} - FTD_{\min}$$

où:

$FTD_{\max}$  est la valeur maximale des temps FTD qui ont été enregistrés pendant un intervalle de mesure comportant  $N$  mesures des temps de propagation

$FTD_{\min}$  est la valeur minimale des temps FTD qui ont été enregistrés pendant un intervalle de mesure comportant  $N$  mesures des temps de propagation

$N$  est le nombre de mesures des temps FTD effectuées afin que la performance en matière de temps FTD puisse être représentée de manière statistiquement significative. La valeur de  $N$  doit être choisie de manière à être supérieure à 1000 (voir la Note)

NOTE – Ce nombre d'observations permet de garantir que le 99,5<sup>e</sup> centile du temps de propagation est observé pendant au moins 99% du temps. L'intervalle de mesure proposé est de cinq (5) minutes. Il est souhaitable que les observations soient réparties uniformément au cours de l'intervalle de mesure.

On peut donc obtenir une estimation approximative de FDJ au moyen d'une analyse des valeurs obtenues à partir d'un nombre statistiquement significatif de mesures de temps de transfert.

## 9 Procédures d'évaluation du taux de perte de trames/taux de remise de trames

D'après la Rec. UIT-T X.144 le taux de perte de trames d'information est le paramètre principalement utilisé pour quantifier la fiabilité du transfert des trames d'information d'utilisateur. Les trames OAM définies dans l'accord FRF.19 permettent de calculer le paramètre de taux de remise de trames (FDR), qui est le complément du taux de perte de trames.

### 9.1 Procédures de mesure du taux de remise de trames (FDR)

Dans cette procédure, on mesure le taux de remise de trames dans un sens, du point MP de départ au point MP d'arrivée. Cette mesure répond aussi aux besoins du calcul du taux de perte de trames tel qu'il est défini dans la Rec. UIT-T X.144.

Une mesure du taux de remise de trames complète nécessite plusieurs échanges entre les points MP de départ et d'arrivée. La mesure, qui utilise des trames OAM, est un processus en trois étapes.

Pour lancer la mesure, une trame de message OAM contenant le champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames (voir Figure B.4) est envoyée du MP de départ avec la durée de la connexion VC mise à zéro. Cela indique au point MP d'arrivée qu'il faut compter les trames reçues à partir de cet instant.

Lorsque la période sur laquelle la mesure doit être faite s'est écoulée, un point MP de départ envoie un deuxième message OAM contenant le "champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames" au point MP d'arrivée. Ce champ contient le nombre de trames CIR et EIR transmises (offertes) sur la connexion à relais de trames. Lorsque cette trame arrive au MP d'arrivée, elle indique aussi à celui-ci de mettre fin au comptage des trames reçues. La valeur du nombre de trames transmises ainsi comptées est ensuite comparée au nombre de trames effectivement reçues (remises) au MP. Cela produit une mesure dans un sens du paramètre FDR (ou FLR).

Enfin, le MP d'arrivée renvoie un "champ d'information de résultat de taux de remise de trames" (voir Figure B.5) qui contient les valeurs calculées du nombre de trames remises et des trames perdues pour le trafic CIR et le trafic EIR. On peut ensuite calculer au choix le taux de remise de trames ou le taux de perte de trames à partir des valeurs  $FramesDelivered_{Committed}$ ,  $FramesDelivered_{Excess}$ ,  $FramesLost_{Committed}$  et  $FramesLost_{Excess}$ .

Une séquence de mesure indépendante peut également être réalisée en sens inverse.

Cette procédure utilise la trame IF de synchronisation de taux de remise de trames et le champ des résultats de remise de trames.

Un exemple de flux de messages entre le MP de départ et le MP d'arrivée est donné dans la Figure I.3. Un exemple de l'utilisation de cette méthode pour calculer le taux FDR pour une connexion à relais de trames de bout en bout est présenté dans l'Appendice II.

## 9.2 Lancement de la mesure du taux de remise de trames (FDR)

La trame IF de synchronisation de taux de remise de trames sert à initialiser (ou à réinitialiser) une session de mesure du taux FDR.

Le point MP de départ de ce message introduit la durée VC (en millisecondes) pour s'assurer que le point MP d'arrivée interprète le message comme une indication d'initialisation ou de réinitialisation. Une valeur égale à zéro de la durée de la connexion VC indique une initiation ou une réinitialisation.

Le point MP de départ de ce message doit également indiquer la valeur actuelle des compteurs relatifs à la connexion VC considérée ( $FramesOffered_{Committed}$  et  $FramesOffered_{Excess}$ ) avant l'envoi du message. Les décomptes de trames doivent inclure les messages OAM.

Lorsque le point MP d'arrivée reçoit du point MP de départ une trame IF de synchronisation de taux de remise de trames dont la valeur de la durée VC est zéro ou une valeur inférieure à la valeur précédemment reçue (compte tenu du retour à zéro normal du compteur), le point MP d'arrivée doit mettre fin à toute session précédente et lancer une nouvelle session. Un point FROMP qui reçoit ce champ d'information (indépendamment de la durée de la connexion VC indiquée) doit enregistrer le décompte de trames du point MP d'arrivée représentant les décomptes relatifs à la connexion VC considérée ( $FramesReceived_{Committed}$  et  $FramesReceived_{Excess}$ ) tels qu'ils étaient avant la réception de cette trame.

## 9.3 Mesure du taux de remise de trames (FDR)

La trame IF de synchronisation de taux de remise de trames sert également à effectuer une mesure à sens unique du rapport des trames remises aux trames offertes. Le point MP de départ doit indiquer dans le message, avant de l'envoyer, les décomptes relatifs à la connexion VC considérée ( $FramesOffered_{Committed}$  et  $FramesOffered_{Excess}$ ). Lorsque se produit le bouclage de la durée de la connexion VC, le point MP ne doit pas envoyer la valeur zéro.

Un point FROMP qui reçoit la trame IF de synchronisation de taux de remise de trames doit enregistrer les décomptes de trames du point MP d'arrivée représentant les décomptes pour la connexion VC considérée ( $FramesReceived_{Committed}$  et  $FramesReceived_{Excess}$ ) tels qu'ils étaient avant la réception de cette trame. La valeur de la durée de la connexion VC considérée sera examinée au plan des indications d'une relance comme indiqué dans le § 9.2.

Le point MP d'arrivée doit déterminer si l'intervalle maximal enregistré a été dépassé.

- Si l'intervalle a été dépassé, le point MP d'arrivée n'utilisera pas les décomptes précédents pour calculer le taux FDR de l'intervalle qui se termine par ce message. Les décomptes correspondant à cette interrogation seront enregistrés de telle manière que l'interrogation suivante de la session de mesure sera valable si elle est reçue dans l'intervalle autorisé.

- Si l'intervalle n'a pas été dépassé, le point MP d'arrivée doit utiliser ces décomptes pour calculer les taux FDR pour l'intervalle. Les taux FDR pour le sens réception sont calculés au moyen des formules suivantes:

$$\Delta FramesOffered_{Committed} = FramesOffered_{Committed2} - FramesOffered_{Committed1}$$

$$\Delta FramesOffered_{Excess} = FramesOffered_{Excess2} - FramesOffered_{Excess1}$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = FramesReceived_{Committed2} - FramesReceived_{Committed1}$$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = FramesReceived_{Excess2} - FramesReceived_{Excess1}$$

$$\Delta FramesLost_{Committed} = \Delta FramesOffered_{Committed} - \Delta FramesDelivered_{Committed}$$

$$\Delta FramesLost_{Excess} = \Delta FramesOffered_{Excess} - \Delta FramesDelivered_{Excess}$$

$$FDR_C = \Delta FramesDelivered_{Committed} / \Delta FramesOffered_{Committed}$$

$$FDR_E = \Delta FramesDelivered_{Excess} / \Delta FramesOffered_{Excess}$$

D'où

$$FDR = \frac{(\Delta FramesDelivered_{Committed} + \Delta FrameDelivered_{Excess})}{(\Delta FramesOffered_{Committed} + \Delta FrameOffered_{Excess})}$$

Le point MP doit enregistrer les décomptes en vue de leur utilisation dans le message "FDR Sync" suivant.

### 9.3.2 Calcul du taux de perte de trames (FLR)

Il faut aussi noter que l'évaluation du taux FLR peut être faite immédiatement à partir des valeurs (décomptes de trames) du champ d'information des résultats de taux de remise de trames.

Dans le § 5.3/X.144, le taux de perte de trames d'information d'utilisateur (FLR) est défini comme étant:

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

où, dans 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

$F_E$  est le nombre total de résultats de transfert de trame avec valeur résiduelle.

En supposant que  $F_E = 0$

$$F_L = (FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})$$

$$F_S = (FramesDelivered_{Committed} + FramesDelivered_{Excess})$$

$$FLR = \frac{(FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})}{(FramesDelivered_{Committed} + FrameDelivered_{Excess}) + (FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})}$$

## 9.4 Communication des résultats de taux de remise de trames

Selon les dispositions prises, le dispositif d'arrivée peut envoyer au dispositif de départ les résultats du calcul du taux FDR dans un sens en utilisant la trame IF des résultats de taux de remise de trames. Un tel envoi doit être fait immédiatement ou différé pour inclusion dans l'intervalle de mesure suivant.

## 9.5 Traitement des erreurs de taux FDR

Un message FDR Sync perdu ou altéré peut provoquer la perte d'un ou de plusieurs intervalles de mesure.

- Si l'intervalle maximal avant le "retour à zéro par débordement" du compteur (annoncé par l'homologue dans le champ d'information des capacités) ne vient pas à expiration avant le message FDR Sync réussi suivant, cette mesure complète couvrira toute la période entre la réception des deux messages.
- Si l'intervalle maximal pour retour à zéro par débordement du compteur est atteint, le message FDR Sync réussi suivant est traité comme s'il agissait d'une relance. Dans ce cas, le ou les intervalles antérieurs sont perdus et les résultats du taux FDR ne seront pas envoyés.

## 10 Procédures pour la mesure du taux de remise de données

Dans cette procédure, on mesure dans un sens le taux de remise, des données entre les points MP de départ et d'arrivée.

NOTE – Bien que le paramètre de taux de remise de données ne soit pas défini dans la Rec. UIT-T X.144, des informations sur la façon d'effectuer cette mesure sont incluses étant donné que l'on considère que ce paramètre fournit des informations utiles pour les clients des réseaux à relais de trames.

Une mesure complète du taux de remise de données nécessite plusieurs échanges entre les points MP de départ et d'arrivée. Le commencement d'une session de mesure nécessite que le point MP de départ envoie une indication de synchronisation. Les mesures peuvent ensuite être faites par le point MP de départ qui envoie un deuxième message IF de synchronisation DDR au point MP d'arrivée. On obtient ainsi une mesure dans un seul sens du paramètre. Le point MP d'arrivée peut envoyer une copie des résultats au point MP de départ au moyen du champ d'information des résultats de remise de trames. On peut aussi procéder à une session de mesure indépendante en sens inverse.

Cette procédure utilise la trame IF de synchronisation de taux de remise de données et la trame IF des résultats de remise de données. Un exemple des flux de message entre les MP de départ et d'arrivée est proposé dans la Figure I.3.

### 10.1 Lancement de la mesure du taux de remise de données (DDR)

La trame IF de synchronisation de taux de remise de données sert à initialiser (ou à réinitialiser) une session de mesure du taux DDR.

Le point MP de départ de ce message introduit la durée de la connexion VC (en millisecondes) pour s'assurer que le point MP d'arrivée interprète le message comme une indication d'initialisation ou de réinitialisation. Une valeur égale à zéro de la durée de la connexion VC indique une initiation ou une réinitialisation.

Le point MP de départ de ce message doit également indiquer la valeur actuelle des compteurs associés à la connexion VC (*DataOffered<sub>Committed</sub>* et *DataOffered<sub>Excess</sub>*) avant l'envoi du message. Les décomptes de trames doivent inclure les messages OAM.

Lorsque le point MP d'arrivée reçoit une trame IF de synchronisation de taux de remise de données dont la valeur de la durée de la connexion VC est zéro ou une valeur inférieure à la valeur précédemment reçue, le point MP d'arrivée doit mettre fin à toute session précédente et lancer une nouvelle session. Un point FROMP qui reçoit ce champ d'information (indépendamment de la durée de la connexion VC indiquée) doit enregistrer le décompte de trames au point MP d'arrivée représentant les décomptes relatifs à la connexion VC considérée (*DataReceived<sub>Committed</sub>* et *DataReceived<sub>Excess</sub>*) tels qu'ils étaient avant la réception de cette trame.

## 10.2 Mesure du taux de remise de données

La trame IF de synchronisation de taux de remise de données sert également à effectuer une mesure à sens unique du rapport des trames remises aux trames offertes. Le point MP de départ doit indiquer dans le message, avant de l'envoyer, les décomptes relatifs à la connexion VC considérée ( $DataOffered_{Committed}$  et  $DataOffered_{Excess}$ ).

Un point FROMP qui reçoit la trame IF de synchronisation de taux de remise de données doit enregistrer les décomptes d'octets du point MP d'arrivée représentant les décomptes relatifs à la connexion VC considérée ( $DataReceived_{Committed}$  et  $DataReceived_{Excess}$ ) tels qu'ils étaient avant la réception de cette trame. La valeur de la durée de la connexion VC considérée sera examinée au plan des indications d'une relance comme indiqué dans le § 10.1.

Le point MP d'arrivée doit déterminer si l'intervalle maximum enregistré a été dépassé.

- Si l'intervalle a été dépassé, le point MP d'arrivée n'utilisera pas les décomptes précédents pour calculer le taux DDR de l'intervalle qui se termine par ce message. Les décomptes correspondant à cette interrogation seront enregistrés de telle manière que l'interrogation suivante de la session de mesure sera valable si elle est reçue dans l'intervalle autorisé.
- Si l'intervalle n'a pas été dépassé, le point MP d'arrivée doit utiliser ces décomptes pour calculer les taux DDR de l'intervalle. Les taux DDR dans le sens réception sont calculés au moyen des formules suivantes:

$$\Delta DataOffered_{Committed} = DataOffered_{Committed2} - DataOffered_{Committed1}$$

$$\Delta DataOffered_{Excess} = DataOffered_{Excess2} - DataOffered_{Excess1}$$

$$\Delta DataDelivered_{Committed} = DataReceived_{Committed2} - DataReceived_{Committed1}$$

$$\Delta DataDelivered_{Excess} = DataReceived_{Excess2} - DataReceived_{Excess1}$$

$$\Delta DataLost_{Committed} = \Delta DataOffered_{Committed} - \Delta DataDelivered_{Committed}$$

$$\Delta DataLost_{Excess} = \Delta DataOffered_{Excess} - \Delta DataDelivered_{Excess}$$

$$DDR_C = \Delta DataDelivered_{Committed} / \Delta DataOffered_{Committed}$$

$$DDR_E = \Delta DataDelivered_{Excess} / \Delta DataOffered_{Excess}$$

D'où 
$$DDR = \frac{(\Delta DataDelivered_{Committed} + \Delta DataDelivered_{Excess})}{(\Delta DataOffered_{Committed} + \Delta DataOffered_{Excess})}$$

Le point MP doit enregistrer les décomptes en vue de leur utilisation dans le message "DDR Sync" suivant.

## 10.3 Communication des résultats de taux de remise de données

Selon les dispositions prises, le dispositif d'arrivée peut envoyer les résultats du calcul du taux DDR dans un sens au dispositif de départ en utilisant une trame IF des résultats de taux de remise de données. Un tel envoi doit être fait immédiatement ou être différé pour inclusion dans l'intervalle de mesure suivant.

## 10.4 Traitement des erreurs de taux DDR

Un message DDR Sync perdu ou altéré peut provoquer la perte d'un ou de plusieurs intervalles de mesure.

- Si l'intervalle maximal avant "le retour à zéro par débordement" du compteur (annoncé par l'homologue dans le champ d'information des capacités) ne vient pas à expiration avant le message DDR Sync réussi suivant, cette mesure complète couvrira toute la période entre la réception des deux messages.

- Si l'intervalle maximal pour retour à zéro par débordement du compteur est atteint, le message DDR Sync réussi suivant est traité comme s'il agissait d'une relance. Dans ce cas, le ou les intervalles antérieurs sont perdus et les résultats du taux DDR ne seront pas envoyés.

## **11 Procédures d'évaluation de la disponibilité du service à relais de trames**

Les méthodes pour évaluer et surveiller la disponibilité de service globale et la spécification de critères autres que ceux des Recommandations UIT-T X.144 et X.145 sur lesquels il faudra baser le passage de "disponible" à "indisponible" feront l'objet d'un complément d'étude.

## **Annexe A**

### **Configurations de mesure adaptées à l'utilisation du trafic de test pour l'évaluation de la performance**

Les informations contenues dans la présente annexe sont basées sur celles qui figurent dans la Rec. UIT-T X.138, adaptées au contexte du relais de trames. On trouvera aussi dans la Rec. UIT-T X.138 d'autres informations sur l'utilisation de sources et de collecteurs gérés ou surveillés permettant de mesurer des paramètres spécifiques.

#### **A.1 Généralités et méthodes de mesure**

Une méthode de mesure générale fait intervenir l'établissement d'une connexion SVC ou PVC entre une source et un collecteur de données et la production d'un volume de trafic de test connu et suffisant. Les signaux d'information de protocole et d'utilisateur transférés via les interfaces utilisateur/réseau (ETTD/ETCD) sont observés en temps réel avec établissement d'un relevé chronologique des événements. Ce relevé peut ensuite être analysé pour donner une mesure des principaux paramètres de performance.

En général, les mesures de la performance d'un réseau à relais de trames nécessitent donc une source, un collecteur et un ou plusieurs moniteurs. La source envoie des demandes d'établissement d'appel, des trames de données ou des demandes de libération d'appel sur la partie du réseau sous test. Le collecteur reçoit et accuse réception de données de traitement d'appel ou de données provenant de la partie soumise au test. Le moniteur a pour fonction d'enregistrer (ou d'enregistrer et d'horodater) les événements de référence les plus importants. La ou les fonctions du moniteur doivent se situer le plus près possible des extrémités de la partie sous test. Les différences d'emplacement entre les fonctions des moniteurs et les extrémités appropriées doivent être compensées dans les calculs de performance.

Les sources et collecteurs peuvent être gérés ou non. Les sources et collecteurs gérés sont pilotés par le programme de test et doivent réagir rapidement à des événements provenant du circuit sous test. Des exemples des sources et collecteurs gérés peuvent être par exemple des équipements d'essai autonomes, des logiciels spéciaux intégrés à des équipements de réseau (par exemple, dans les commutateurs à relais de trames) ou des programmes spéciaux utilisés dans des applications des clients. Les sources et collecteurs non gérés ne sont pas pilotés directement par un programme de test. Ils ne réagissent pas toujours rapidement aux événements survenant dans le réseau. Les exemples les plus importants de sources et de collecteurs non gérés sont les applications actives qui produisent et reçoivent du trafic selon les besoins.

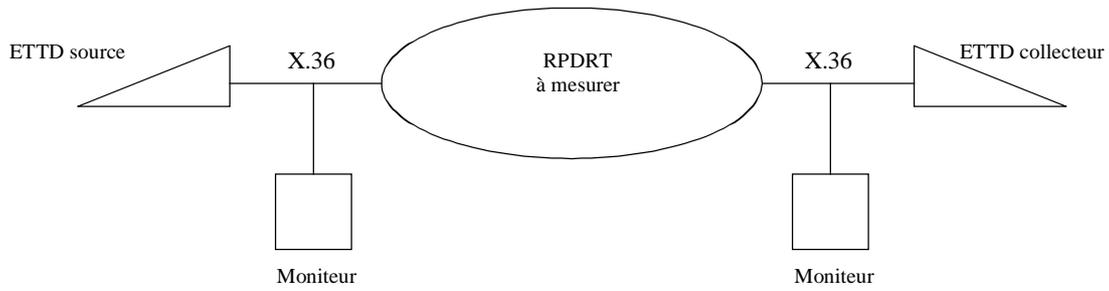
La fonction de moniteur peut être assurée par un équipement de test autonome "T" connecté à l'interface X.36 ou X.76. Elle peut aussi se trouver dans le dispositif de test qui agit en tant que

source ou collecteur. Les équipements de réseau (tels que les commutateurs ou relais de trames) et les équipements des clients (par exemple, les ETTD) peuvent aussi être programmés pour enregistrer les événements de référence et servir la fonction de surveillance. Les statistiques de comptabilité peuvent, par exemple, être utilisées pour évaluer certains paramètres de performance tels que le taux de perte de trames.

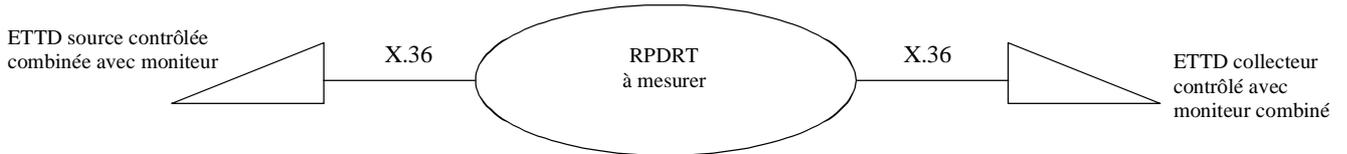
Diverses combinaisons de moniteurs et de sources gérés ou non gérés peuvent être utilisées pour mesurer la performance des réseaux à relais de trames. La Figure A.1 présente quelques-unes de ces possibilités. Les configurations sont identifiées en spécifiant si la source et le collecteur sont gérés (C, *controlled*) ou non gérés (N, *non-controlled*) et si les extrémités des deux parties du réseau sont surveillées (M, *monitored*) ou non surveillées (U, *unmonitored*). La notation (C,M/N,U) désigne une source gérée, un collecteur non géré, l'ensemble étant surveillé à l'extrémité source et non surveillé à l'extrémité collecteur. Lorsque la source et le collecteur sont tous deux gérés et qu'il y a des fonctions de surveillance à synchronisation temporelle aux deux extrémités (C,M/C,M), on peut mesurer tous les paramètres définis dans les Recommandations UIT-T X.144 et X.145 sans faire d'autres hypothèses. D'autres configurations de test sont plus limitées parce qu'elles ne permettent pas de mesurer tous les paramètres.

Un moyen de synchroniser les équipements de surveillance pour leur emploi dans une configuration (C,M/C,M) destinée à mesurer le débit et le temps de propagation est proposé au § 6/X.138.

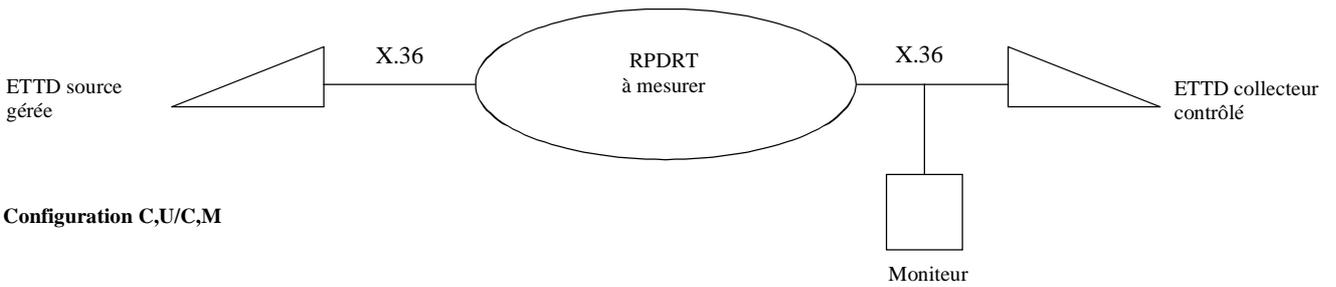
Le § A.2 énumère les principaux paramètres de performance (spécifiés dans les Recommandations UIT-T X.144 et X.145) et identifie les configurations de test pouvant être utilisées pour les mesurer. Dans certains cas, les configurations de test peuvent être utilisées pour mesurer uniquement des paramètres si seulement certaines hypothèses additionnelles sont formulées et décrites.



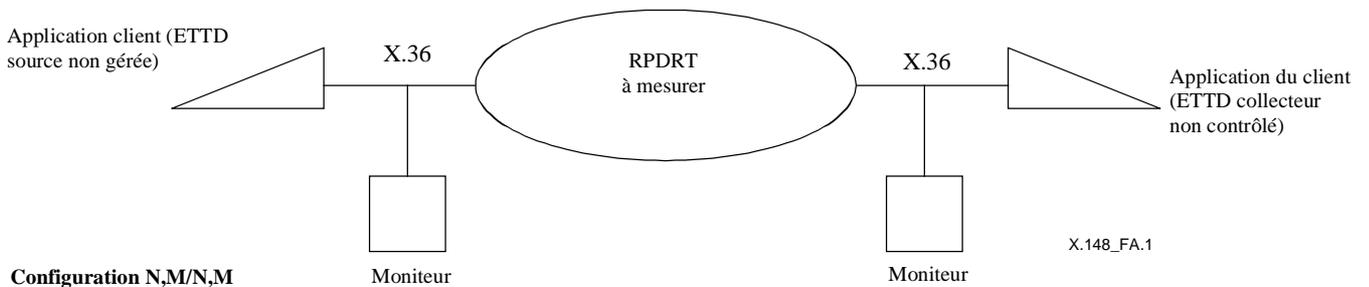
**Configuration de test générique**



**Configuration C,M/C,M**



**Configuration C,U/C,M**



**Configuration N,M/N,M**

X.148\_FA.1

RPDRT réseau public pour données à relais de trames

**Figure A.1/X.148 – Exemples de configuration de test**

## **A.2 Paramètres de performance à relais de trames et architectures de mesure**

Les paramètres des systèmes applicables aux systèmes à relais de trames sont officiellement définis comme il convient dans les Recommandations UIT-T X.144 et X.145.

### **A.2.1 Temps d'établissement de la connexion**

La mesure du temps d'établissement de la connexion se fait le mieux avec un moniteur placé à chaque extrémité de la partie de réseau sous test. Si l'on sait que le collecteur accepte la demande d'établissement avec un retard constant ou insignifiant et si la probabilité d'erreur d'établissement d'appel est insignifiante, on peut mesurer le temps d'établissement de l'appel sans moniteur côté collecteur si l'on retranche de la mesure du temps de propagation dans un sens le temps de réaction (connu) du collecteur.

### **A.2.2 Temps de transfert et temps de déconnexion de trame d'information d'utilisateur**

Le temps de transfert de trame et le temps de déconnexion nécessitent tous deux un moniteur côté collecteur synchronisé avec un moniteur côté source ou avec la source elle-même.

### **A.2.3 Gigue du temps de propagation des trames d'information d'utilisateur**

On peut calculer cette gigue à partir de mesures du temps de transfert de trame d'information d'utilisateur.

### **A.2.4 Temps de libération**

Cette mesure ne requiert qu'une source (ou un collecteur) surveillé(e). Comme il s'agit d'un paramètre local, le temps de libération ne sera pas traité plus avant dans la présente Recommandation.

### **A.2.5 Taux de perte de trames d'information d'utilisateur**

La mesure de ce taux nécessite une source et un collecteur surveillés émettant et recevant des trames de données d'utilisateur.

### **A.2.6 Probabilité d'erreur d'établissement de connexion**

Cette probabilité ne peut être mesurée que s'il y a une surveillance aux deux extrémités de la partie concernée du circuit.

### **A.2.7 Probabilité d'échec d'établissement de la connexion**

Cette mesure se fait de préférence avec un moniteur à chaque extrémité. Le dispositif collecteur doit être suffisamment rapide pour ne pas contribuer de manière significative à la probabilité de dépassement de la temporisation. Si l'on peut se fier à la capacité du collecteur d'accepter chaque tentative d'établissement d'appel, on peut mesurer la probabilité d'échec d'établissement de la connexion au moyen d'un moniteur du côté collecteur.

### **A.2.8 Taux d'erreur résiduel et taux de trames supplémentaires**

Le taux d'erreur résiduel nécessite une surveillance aux deux extrémités ou une source gérée émettant une séquence connue de données d'utilisateur. Ces deux configurations permettent de comparer les données émises et reçues.

### A.2.9 Déconnexion prématurée

La probabilité d'apparition de stimulus de déconnexion prématurée peut être mesurée au moyen d'un moniteur placé à une seule extrémité. La probabilité d'événement de déconnexion prématurée nécessite la présence de moniteurs aux deux extrémités. Ceux-ci permettent de faire la distinction entre les événements de libération sortant de la partie sous test et les événements de libération déclenchés à l'extrémité distante.

### A.2.10 Probabilité d'échec de libération de connexion

On mesure celle-ci de préférence avec un moniteur à chaque extrémité. Si l'émission de la demande de libération par un dispositif de test géré est raisonnablement synchronisée avec le moniteur côté collecteur, le moniteur peut anticiper la libération et noter les échecs de libération d'appel.

## A.3 Bouclages

Les bouclages autorisent une variante de configuration de mesure permettant à un dispositif de test unique de servir à la fois de source et de collecteur. La Figure A.2 illustre les deux possibilités d'utilisation du bouclage dans la mesure de la performance des réseaux à relais de trames.

Des bouclages d'acheminement sont établis dans le ou les réseaux à relais de trames par des connexions virtuelles d'acheminement passant par une ou plusieurs fonctions de commutation (ou par plusieurs réseaux) jusqu'à l'interface de départ. On crée ainsi une connexion virtuelle qui part d'un identificateur DLCI et aboutit à un autre DLCI sur le même dispositif de test. On peut alors utiliser un moniteur à l'extrémité de la partie du circuit qui servira à mesurer tous les principaux paramètres de performance. Si le bouclage d'acheminement est nettement différent d'une connexion virtuelle normale passant par les parties du circuit sous test (par exemple le nombre de commutateurs traversés ou la distance parcourue), dans les calculs de performance, il faut compenser ces différences.

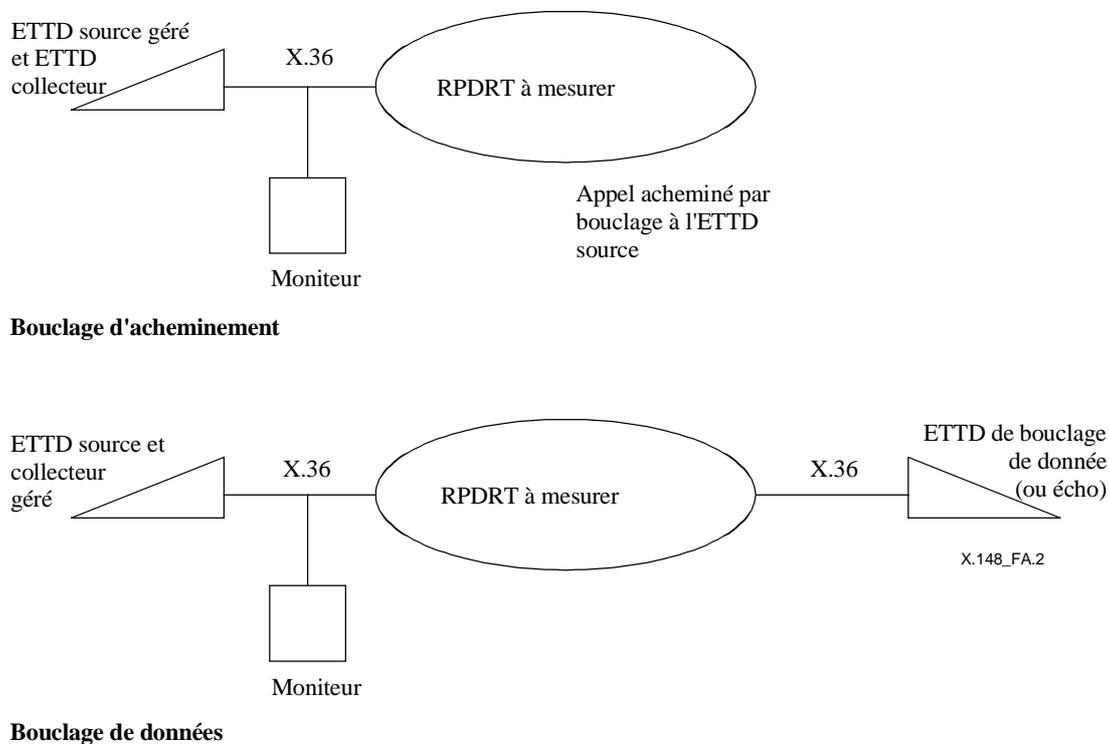


Figure A.2/X.148 – Configuration de bouclage

On peut utiliser le bouclage de données pour mesurer le temps de transfert de trame, le taux de perte de trames et le taux d'erreur résiduel. Un bouclage des données peut être établi par voie logicielle spéciale dans l'équipement du réseau, par un équipement de test autonome ou par des programmes de test spéciaux dans les applications du client. Un dispositif de bouclage de données se trouve en fin de la connexion virtuelle, prélève les données des trames de données d'utilisateur entrantes et renvoie ces données par la même connexion virtuelle dans de nouvelles trames de données sortantes. Pour le bouclage de données il faut que les trames de données d'utilisateur soient rapidement reçues et que les données d'utilisateur soient retournées sans retard ou erreur important. Si les parties sous test ont des temps de retard et des taux d'erreur résiduel symétriques, le temps de transfert de trame, le taux de perte et le taux d'erreur résiduel sont égaux à la moitié de la valeur calculée en comparant les paquets de données sortants et entrants au niveau d'un moniteur côté source.

## Annexe B

### Formats du message OAM

La présente annexe contient des informations sur la structure de base de la trame de message FR-OAM spécifié dans l'accord FRF.19 ainsi que des informations sur la structure des messages de vérification de service OAM et des champs d'information utilisés dans la présente Recommandation. Ces informations sont données uniquement par souci de clarté et pour faciliter la compréhension du texte.

#### B.1 Structure de trame FR-OAM de base

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
En-tête FR								1-2
Commande (00000011)								3
NLPID (10110010)								4
Type de message								5
Identification du domaine								6
Identificateur d'emplacement de l'origine								11
Identificateur d'emplacement de la destination								15
Type de champ d'information								19
Longueur								20
Données								21

*En-tête*: en-tête FR standard occupant de 2 à 4 octets.

*Commande (00000011)*: valeur constante pour toutes les trames FR-OAM.

*NLPID (10110010)*: valeur constante pour toutes les trames FR-OAM.

*Type de message*: identifie le type de trame OAM. S'il s'agit d'une mesure de temps de propagation ou de la perte d'information, le type de message utilisé est la vérification du service (00000010).

*Identification du domaine*: utilisé pour identifier de manière univoque le domaine administratif auquel appartient le message.

*Identificateur d'emplacement de l'origine*: pour identifier de manière univoque l'origine d'un message OAM avec le domaine administratif indiqué.

*Identificateur d'emplacement de la destination*: pour identifier de manière univoque la destination d'un message OAM avec le domaine administratif indiqué.

*Type de champ d'information*: indique les différentes fonctions d'une trame OAM. Les champs d'information sont remplis selon les besoins.

*Longueur*: les champs de type, de longueur et de données.

*Données*: acheminent les données applicables à chaque type de trame différent.

**Figure B.1/X.148 – Structure de trame FR-OAM de base**

## B.2 Champ d'information de temps de transfert de trame

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
Type de champ d'information (00000010)								19
Longueur (0000x110) (Note)								20
Horodateur d'émission par MP de départ								21
Horodateur de réception par MP d'arrivée								25
Horodateur d'émission par MP d'arrivée								29

NOTE – La longueur du champ d'information (1110 ou 0110) est utilisée pour déterminer s'il s'agit d'une demande ou d'une réponse.

Figure B.2/X.148 – Champ d'information de temps de transfert de trame

## B.3 Champ d'information des résultats de mesure du temps de transfert de trame

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
Type de champ d'information (00000011)								19
Longueur (00000110) (Note Figure B.2)								20
Résultat calculé								21

Figure B.3/X.148 – Champ d'information des résultats de mesure du temps de transfert de trame

## B.4 Champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
Type de champ d'information (00000100)								19
Longueur (00001110) (Note Figure B.2)								20
Nombre de trames offertes (garanti)								21
Nombre de trames offertes (en excès)								25
Temps VC								29

Figure B.4/X.148 – Champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames

## B.5 Champ d'information des résultats de mesure du taux de remise de trames

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
Type de champ d'information (00000100)								19
Longueur (00001110) (Note Figure B.2)								20
Nombre de trames remises (garanti)								21
Nombre de trames remises (en excès)								25
Nombre de trames perdues (garanti)								29
Nombre de trames perdues (en excès)								33

Figure B.5/X.148 – Champ d'information des résultats de mesure du taux de remise de trames

## Appendice I

### Flux de messages OAM

Le présent appendice contient, à titre d'information, des exemples de flux de messages qui peuvent se présenter entre deux points MP OAM homologues (MP FR-OAM de départ et MP FR-OAM d'arrivée) effectuant une mesure de paramètre de performance sur un circuit VC FR spécifique. En cas de contradiction avec le texte de la Recommandation de base, c'est ce dernier qui prévaut. Les informations ci-après sont basées sur l'Appendice B de l'accord FRF.19.

#### I.1 Utilisation des messages de prise de contact pour l'exploration du réseau

Le message de prise de contact, qui est envoyé régulièrement, contient les capacités IF; il est utilisé pour détecter la capacité OAM des divers points FROMP. La Figure I.1 présente les flux de messages associés au message de prise de contact. A noter qu'un message ultérieur permet d'ajouter des capacités, mais celles qui ont été annoncées ne sont jamais annulées.

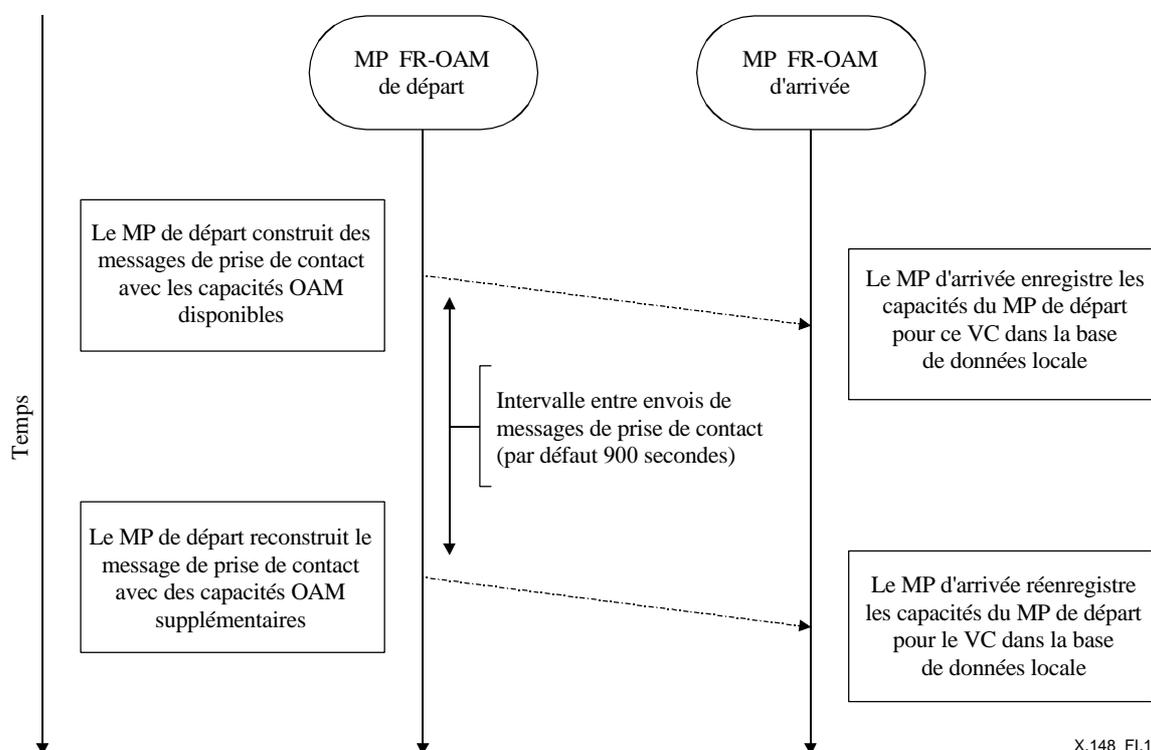
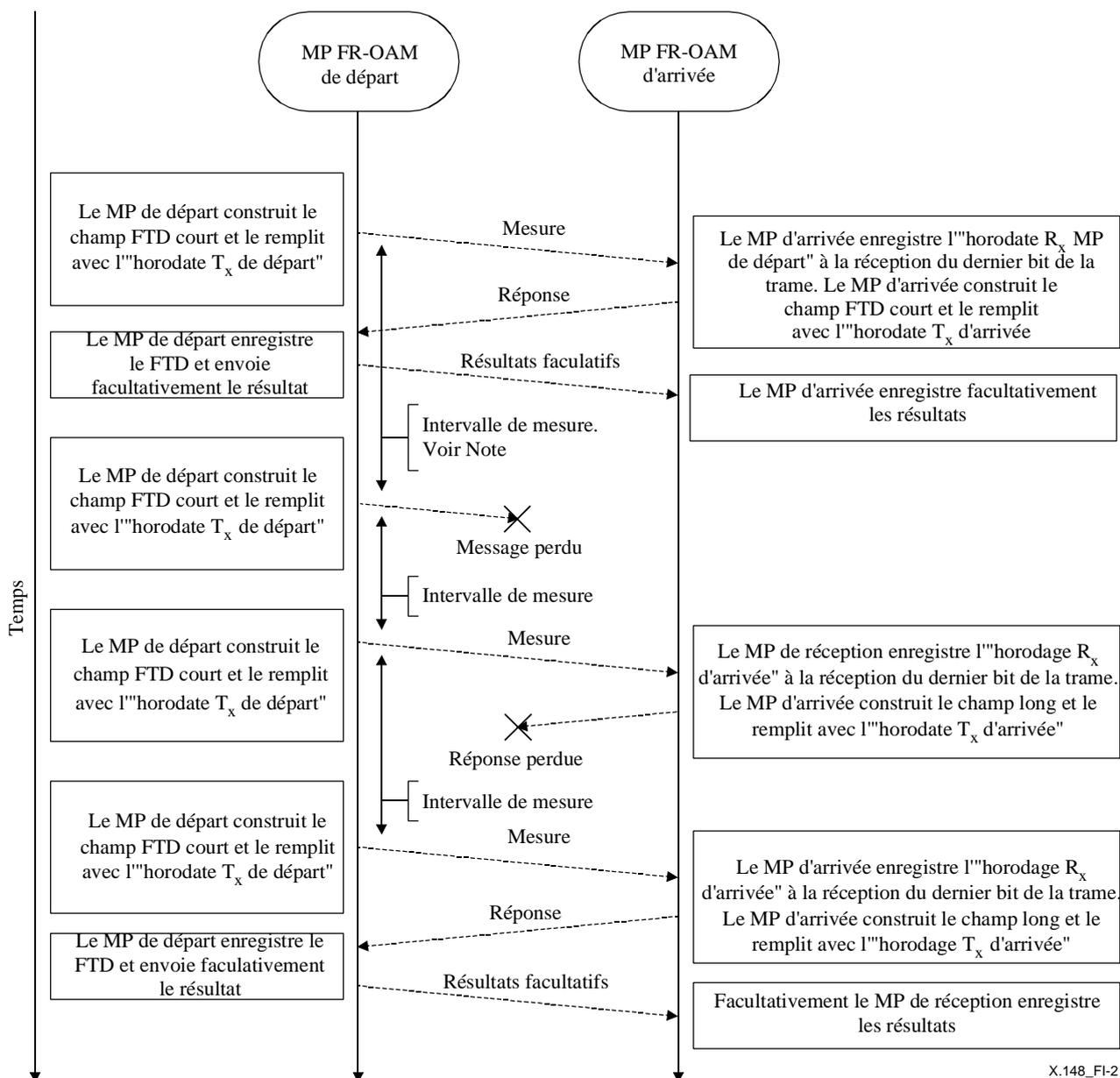


Figure I.1/X.148 – Utilisation des messages de prise de contact pour l'exploration du réseau

#### I.2 Mesure du temps FTD

Le temps FTD peut être mesuré périodiquement. Il nécessite une réponse comme indiqué dans la Figure I.2.

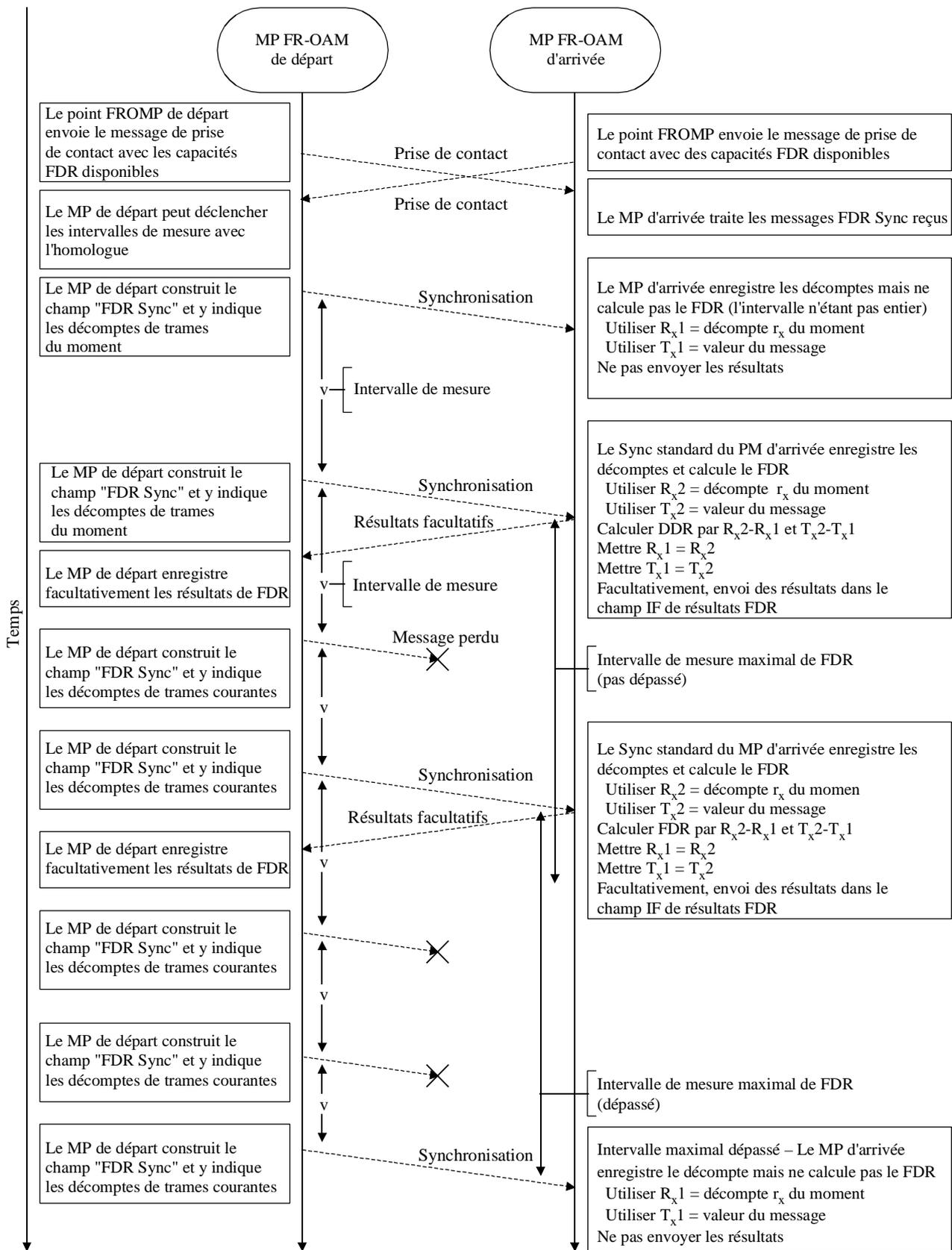


NOTE – L'intervalle de mesure est fixé par TIMER-SLV-FTD

**Figure I.2/X.148 – Flux de messages OAM pour la mesure du temps de transfert de trame**

### I.3 Mesure du taux FDR/DDR

La mesure des taux FDR et DDR peut se faire périodiquement. Un exemple de séquence FDR est présenté à la Figure I.3. La mesure du taux DDR se fait d'une manière analogue.



X.148\_FI-3

Figure I.3/X.148 – Flux de messages OAM pour les mesures de taux FDR et DDR

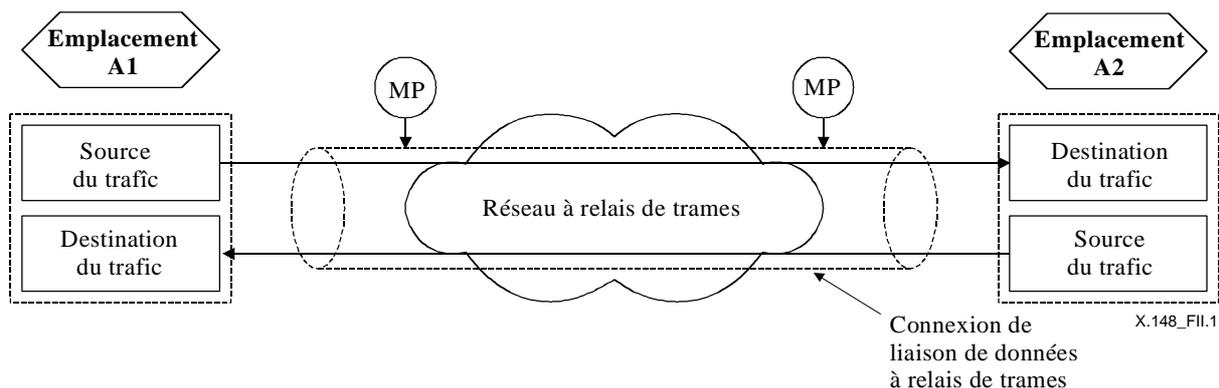
## Appendice II

### Exemple de calcul de taux de remise (ou de perte) de trames

Le présent appendice présente une méthode permettant d'obtenir les données pour le calcul du taux de remise (ou de perte) de trames. La méthode utilisée dépendra vraisemblablement de l'implémentation. La méthode présentée ici est donnée à titre indicatif seulement, d'autres méthodes sont possibles.

Les accords de niveau de service (SLA, *service level agreement*) à relais de trames des clients peuvent comporter un objectif spécifique de taux de remise des trames pour l'ensemble du flux du trafic ou pour diverses catégories de trafic (trafic CIR ou trafic EIR).

La procédure décrite ci-après permet de calculer les taux de remise de trames pour chacune des classes de trafic utilisant des messages FR-OAM. La procédure évalue le succès de la remise dans un sens entre deux points de mesure (MP) d'un réseau. Le point où les trames entrent dans le segment du réseau est appelé le MP d'entrée. Le point où les trames quittent ce segment est appelé le point MP de sortie. Voir la Figure II.1, qui est le schéma de référence d'un circuit courant dans lequel l'emplacement A1 est le point MP d'entrée et l'emplacement A2 est le point MP de sortie. La procédure est exécutée indépendamment pour le flux en sens inverse afin d'obtenir le taux de remise dans les deux sens. Dans l'exemple de la Figure II.1, l'emplacement A2 devient le point MP d'entrée pour le flux en sens inverse.



**Figure II.1/X.148 – Mesure du taux de remise de données de bout en bout**

Le point MP d'entrée détermine l'intervalle temporel dans lequel sera effectuée la mesure. L'intervalle commence à  $T_0$  après l'exécution de la procédure de redémarrage ou à la fin de l'intervalle de mesure précédent. La durée de l'intervalle ( $T_d$ ) est spécifique à l'implémentation mais doit néanmoins tenir compte des considérations relatives au retour à zéro par débordement du compteur. Le point MP de sortie utilise les messages de vérification de service reçus contenant un champ IF de synchronisation de taux de remise de trames pour détecter les limites de l'intervalle lorsque la procédure de redémarrage est terminée.

La description suivante du traitement est axée sur la détermination des résultats du taux de remise de trames.

## II.1 Traitement à l'entrée

Le point MP d'entrée détermine la classe de trafic d'une trame. La méthode utilisée pour attribuer des trames à une classe de trafic particulière est spécifique à l'implémentation du réseau. La présente méthode n'est pas basée sur une indication de la catégorie de trafic attribuée à chaque trame individuelle au processeur de sortie. Le point MP d'entrée a un décompte de trame pour chaque catégorie de trafic. Lorsqu'il détecte une trame d'une catégorie de trafic donnée, le décompte relatif à cette catégorie est augmenté de un. A l'instant  $T_d$ , un message de vérification de service contenant un champ d'information de synchronisation de taux de remise de trames est émis par le point MP d'entrée au point MP de sortie.

Le champ IF de synchronisation de taux de remise de trames contient deux champs:  $FramesOffered_{Committed}$  et  $FramesOffered_{Excess}$ . Les champs contiennent les décomptes des trames pour les catégories de services correspondantes. Ces décomptes reviennent périodiquement à zéro à la fréquence déterminée par la vitesse de l'accès physique, la taille des trames et le débit d'arrivée des trames.

## II.2 Traitement à la sortie

Le point MP de sortie compte les trames quittant le réseau pendant l'intervalle de mesure. Il s'agit d'un décompte simple étant donné que les trames ne sont pas identifiées par la catégorie de trafic.

Lorsque le point MP de sortie reçoit un message de vérification de service contenant un champ IF de synchronisation de taux de remise de trames (qui met fin à l'intervalle de mesure), le MP de sortie effectue les actions suivantes:

- 1) le décompte des trames sortant du réseau pendant l'intervalle est assigné à  $\Delta Frames_{Received}$ .
- 2) le décompte  $\Delta FramesOffered_{Committed}$  pour l'intervalle est calculé en soustrayant la valeur annoncée par le point MP d'entrée à la fin du dernier intervalle à la valeur annoncée par le point MP d'entrée dans le message de vérification de service venant d'être reçu. Le calcul doit détecter et tenir décompte d'un éventuel débordement;
- 3) le décompte  $\Delta FramesOffered_{Excess}$  pour l'intervalle est calculé en soustrayant la valeur annoncée par le point MP d'entrée à la fin du dernier intervalle à la valeur annoncée par le point MP d'entrée dans le message de vérification de service venant d'être reçu. Le calcul doit détecter et tenir décompte d'un éventuel débordement;
- 4) le décompte du total de trames perdues dans l'intervalle venant de se terminer est calculé de la manière suivante:

$$\Delta FramesLost = (\Delta FramesOffered_{Committed} + \Delta FramesOffered_{Excess}) - \Delta Frames_{Received}$$

- 5) le décompte de la remise de trames garanties et en excès est calculé de la manière suivante:

Si  $\Delta FramesLost \geq \Delta FramesOffered_{Excess}$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = 0$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = \Delta Frames_{Received}$$

Si  $\Delta FramesLost < \Delta FramesOffered_{Excess}$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = \Delta FramesOffered_{Excess} - \Delta FramesLost$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = \Delta FramesOffered_{Committed}$$

- 6) Le taux de remise de trames pour la catégorie de trafic garantie est calculé de la manière suivante:

$$FDR_{Committed} = \Delta FramesDelivered_{Committed} / \Delta FramesOffered_{Committed}$$

- 7) Le taux de remise de trames pour la catégorie de trafic en excès est calculé de la manière suivante:

$$FDR_{Excess} = \Delta FramesDelivered_{Excess} / \Delta FramesOffered_{Excess}$$

- 8) Le taux de remise de trames pour la catégorie de trafic total est calculé de la manière suivante:

$$FDR_{total} = \Delta Frames_{Received} / (\Delta Frames_{Offered}_{Committed} + \Delta Frames_{Offered}_{Excess})$$

- 9) Le décompte des pertes de trames garanties et en excès est calculé de la manière suivante:

$$\Delta Frames_{Lost}_{Committed} = \Delta Frames_{Offered}_{Committed} - \Delta Frames_{Delivered}_{Committed}$$

$$\Delta Frames_{Lost}_{Excess} = \Delta Frames_{Offered}_{Excess} - \Delta Frames_{Delivered}_{Excess}$$



## 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 et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication