Remplacée par une version plus récente

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T X.76

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(04/95)

RÉSEAUX DE COMMUNICATION DE DONNÉES ET COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES – TRANSMISSION, SIGNALISATION ET COMMUTATION

INTERFACE RÉSEAU-RÉSEAU ENTRE RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES ASSURANT LE SERVICE DE TRANSMISSION DE DONNÉES EN MODE RELAIS DE TRAMES

Recommandation UIT-T X.76
Remplacée par une version plus récente

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

Remplacée par une version plus récente

AVANT-PROPOS

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

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

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

La Recommandation UIT-T X.76, que l'on doit à la Commission d'études 7 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 10 avril 1995 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

_____

NOTE

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

© UIT 1995

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

Remplacée par une version plus récente

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE X

RÉSEAUX DE COMMUNICATION DE DONNÉES ET COMMUNICATION ENTRE SYSTÈMES OUVERTS

(Février 1994)

ORGANISATION DES RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE X

Domaine	Recommandations
RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES	
Services et services complémentaires	X.1-X.19
Interfaces	X.20-X.49
Transmission, signalisation et commutation	X.50-X.89
Aspects réseau	X.90-X.149
Maintenance	X.150-X.179
Dispositions administratives	X.180-X.199
INTERCONNEXION DES SYSTÈMES OUVERTS	
Modèle et notation	X.200-X.209
Définition des services	X.210-X.219
Spécifications des protocoles en mode connexion	X.220-X.229
Spécifications des protocoles en mode sans connexion	X.230-X.239
Formulaires PICS	X.240-X.259
Identification des protocoles	X.260-X.269
Protocoles de sécurité	X.270-X.279
Objets gérés de couche	X.280-X.289
Test de conformité	X.290-X.299
INTERFONCTIONNEMENT DES RÉSEAUX	
Considérations générales	X.300-X.349
Systèmes mobiles de transmission de données	X.350-X.369
Gestion	X.370-X.399
SYSTÈMES DE MESSAGERIE	X.400-X.499
ANNUAIRE	X.500-X.599
RÉSEAUTAGE OSI ET ASPECTS DES SYSTÈMES	
Réseautage	X.600-X.649
Dénomination, adressage et enregistrement	X.650-X.679
Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)	X.680-X.699
GESTION OSI	X.700-X.799
SÉCURITÉ	X.800-X.849
APPLICATIONS OSI	
Engagement, concomitance et rétablissement	X.850-X.859
Traitement des transactions	X.860-X.879
Opérations distantes	X.880-X.899
TRAITEMENT OUVERT RÉPARTI	X.900-X.999

Remplacée par une version plus récente

TABLE DES MATIÈRES

Page

1 Champ d'application 1
2 Normes associées 1
3 Termes et définitions 2
4 Abréviations 2
5 Conventions 2
6 Couche physique 3
7 Configuration de référence 3
8 Paramètres et qualité de service 3
8.1 Champ d'application 3
8.2 Paramètres du service 4
8.3 Qualité de service (QS) 5
9 Commande de transfert de liaison de données 5
9.1 Considérations générales 5
9.2 Format de trame 5
9.3 Adressage 6
9.4 Considérations relatives à la transmission 9
10 Commande de connexion d'appel 11
11 Procédures additionnelles pour les circuits virtuels permanents utilisant des trames d'information non numérotées 11
11.1 Vue d'ensemble 11
11.2 Définition des messages 11
11.3 Eléments d'information propres au message 13
11.4 Description des procédures 17
11.5 Aspects bidirectionnels du fonctionnement 21
11.6 Message ÉTAT asynchrone de circuit PVC 23
11.7 Paramètres du système 23
12 Gestion des encombrements 24
Appendice I – Scénarios d'encombrement du réseau 25

RÉSUMÉ

La présente Recommandation décrit une interface réseau-réseau destinée à l'interconnexion des réseaux publics pour données offrant le service de transmission de données en mode relais de trames. Elle en précise la couche physique et les procédures de transfert des données et de signalisation. Les procédures de commande des circuits virtuels commutés (SVC) feront l'objet d'un complément d'étude.

Remplacée par une version plus récente

Recommandation X.76

INTERFACE RÉSEAU-RÉSEAU ENTRE RÉSEAUX PUBLICS POUR DONNÉES ASSURANT LE SERVICE DE TRANSMISSION DE DONNÉES EN MODE RELAIS DE TRAMES

(Genève, 1995)

1 Champ d'application

Etant donné que les réseaux publics offrent le service de transmission de données en mode relais de trames, il y a lieu de disposer d'une interface réseau-réseau normalisée permettant leur interfonctionnement.

La présente Recommandation contient les caractéristiques structurelles nécessaires pour réaliser une telle interface.

Elle décrit les procédures relatives aux circuits virtuels permanents (PVC). Les procédures relatives aux circuits virtuels commutés (SVC) feront quant à elles l'objet d'un complément d'étude.

2 Normes associées

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

- Recommandation G.703 du CCITT (1991), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*.
- Recommandation G.704 du CCITT (1991), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques primaire et secondaire*.
- Recommandation I.122 du CCITT (1988), *Cadre pour la fourniture des services supports en mode trame*.
- Recommandation I.233 du CCITT (1991), *Services supports en mode trame*.
- Recommandation I.233.1 du CCITT (1991), *Service support à répétition de trames sur RNIS*.
- Recommandation I.370 du CCITT (1991), *Gestion des encombrements dans le service support à répétition de trames sur RNIS*.
- Recommandation UIT-T I.372 (1993), *Spécifications de l'interface interréseau du service support à relais de trames*.
- Recommandation UIT-T I.430 (1993), *Interface au débit de base usager-réseau – Spécification de la couche 1*.
- Recommandation UIT-T I.431 (1993), *Interface à débit primaire usager-réseau – Spécification de la couche 1*.
- Recommandation Q.920 du CCITT (1988), *Couche liaison de données à l'interface usager-réseau RNIS – Aspects généraux*.
- Recommandation UIT-T Q.921 (1993), *Spécification de la couche liaison de données de l'interface usager-réseau RNIS*.
- Recommandation Q.922 du CCITT (1992), *Spécification de la couche liaison de données RNIS pour les services supports en mode trame*.
- Recommandation Q.931 du CCITT (1988), *Spécification de la couche 3 de l'interface usager-réseau RNIS pour la commande de l'appel de base*.
- Recommandation UIT-T Q.933 (1993), *Système de signalisation d'abonné numérique n° 1 – Spécification de la signalisation pour la commande d'appel de base en mode trame*.
- Recommandation UIT-T X.37 (1995), *Encapsulation dans des paquets X.25 de divers protocoles comprenant le relais de trame*.
- Recommandation X.92 du CCITT (1988), *Communications fictives de référence pour les réseaux publics synchrones pour données*.

– Recommandation X.212 du CCITT (1988), *Définition du service de liaison de données pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) pour les applications du CCITT*.

– Recommandation X.213 du CCITT (1988), *Technologie de l'information – Définition du service de réseau pour l'interconnexion des systèmes ouverts*.

3 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

a) débit d'information garanti (CIR) comme au 8.2.4;

b) longueur garantie des salves (Bc) comme au 8.2.2;

c) longueur excédentaire des salves (Be) comme au 8.2.3;

d) intervalle de mesure du débit garanti (Tc) comme au 8.2.5;

e) débit d'accès (AR) (*access rate*) comme au 8.2.1;

f) N391 comme au 11.4 et au Tableau 17;

g) N392 comme au 11.4 et au Tableau 17;

h) N393 comme au 11.4 et au Tableau 17;

i) T391 comme au 11.4 et au Tableau 18;

j) T392 comme au 11.4 et au Tableau 18.

NOTE – Les noms des temporisateurs et compteurs indiqués aux points f) à j) sont conformes à la terminologie utilisée dans l'Annexe A/Q.933.

4 Abréviations

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

AR	Débit d'accès (*access rate*)
Bc	Longueur garantie des salves (*committed burst size*)
Be	Longueur excédentaire des salves (*excess burst size*)
BECN	Notification explicite d'encombrement vers l'arrière (*backward explicit congestion notification*)
C/R	Commande/réponse
CIR	Débit d'information garanti (*committed information rate*)
D/C	Bit d'extension de DLCI/indication de commande (*DLCI extension/control indication bit*)
DE	Indicateur de priorité de rejet (*discard eligibility indicator*)
DLCI	Identificateur de connexion de liaison de données (*data link connection identifier*)
EA	Extension du champ d'adresse (*address field extension*)
ETCD	Equipement de terminaison de circuit de données
ETTD	Equipement terminal de traitement de données
FCS	Séquence de contrôle de trame (*frame check sequence*)
FECN	Notification explicite d'encombrement vers l'avant (*forward explicit congestion notification*)
FRDTS	Service de transmission de données en mode relais de trames (*frame relay data transmission service*)
PVC	Circuit virtuel permanent (*permanent virtual circuit*)
RPD	Réseau public pour données
STE	Terminal sémaphore (*signalling terminal*)
SVC	Circuit virtuel commuté (*switched virtual circuit*)
Tc	Intervalle de mesure du débit garanti (*committed rate measurement interval*)

5 Conventions

Aucune convention particulière n'est utilisée dans la présente Recommandation.

6 Couche physique

Les caractéristiques de l'interface réseau-réseau, définie comme étant l'élément de couche physique, seront conformes aux dispositions de la Recommandation G.703. Lorsque la structure de trame est utilisée, elle doit être conforme à la Recommandation G.704. Dans le cas d'un débit de 2 Mbit/s, l'intervalle de temps 0 est utilisé pour déceler les défaillances (voir la Recommandation G.732). L'intervalle de temps 16 peut être utilisé ou non, ce qui se traduit respectivement par un débit d'accès de 1984 kbit/s ou 1920 kbit/s.

On peut également utiliser d'autres débits reconnus, et dans ce cas l'interface entre le terminal de signalisation et le circuit physique doit être conforme aux dispositions de la Recommandation appropriée de la série V ou de la série X, par exemple:

– V.24
– V.35
– V.36
– X.21

Chaque circuit physique doit être capable de fonctionner en duplex.

En cas d'interfonctionnement international de réseaux publics pour données assurant un service en mode relais de trames, on suppose que la liaison est une liaison pour données de type A1 ou G1 par référence aux connexions fictives définies dans la Recommandation X.92.

7 Configuration de référence

La Figure 1 montre les points d'implantation possibles de l'interface réseau-réseau. Ces interfaces raccordent des réseaux publics pour données assurant le service FRDTS.

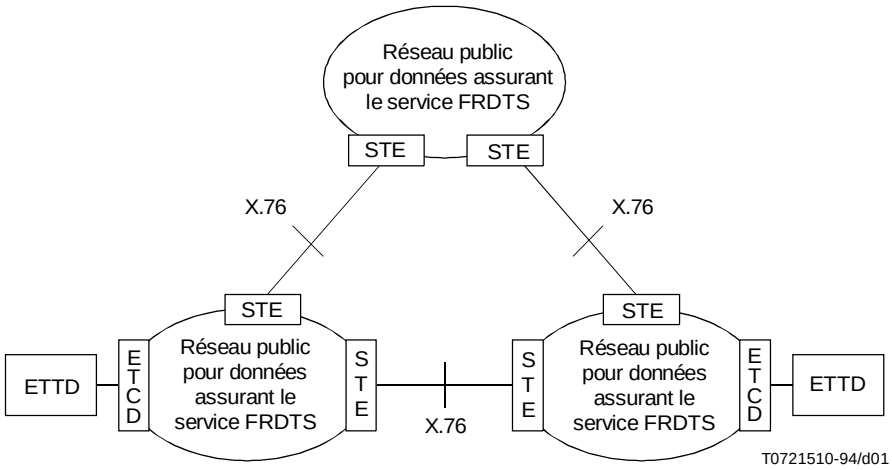


FIGURE 1/X.76

Points d'implantation des interfaces réseau-réseau

8 Paramètres et qualité de service

8.1 Champ d'application

Le présent article décrit les paramètres de service nécessaires à la définition des spécifications de service ainsi que des commandes de traitement des encombrements au cours de la phase de transmission de données, dans un réseau public pour données assurant les services de transmission de données en mode relais de trames.

8.2 Paramètres du service

8.2.1 Débit d'accès (AR)

Le débit d'accès est le débit maximal auquel les données peuvent être injectées dans le réseau ou en être extraites. Il est déterminé par la rapidité de la voie d'accès. Le débit d'accès fait l'objet d'un accord mutuel convenu par les deux réseaux pour un certain temps. Le paramètre de débit d'accès est pourvu une fois pour chaque terminal sémaphore.

8.2.2 Longueur garantie des salves (Bc)

La longueur garantie des salves est la quantité de données que le réseau accepte de transférer en temps normal pendant l'intervalle Tc par un circuit virtuel particulier [voir 8.2.5 (Tc)]. Les valeurs utilisées pour ce paramètre sont convenues mutuellement par les deux réseaux connectés pour un certain temps. Les valeurs utilisées à chaque terminal sémaphore seront choisies de manière à assurer le service de bout en bout souhaité. Ce paramètre de service est pourvu une fois pour chaque circuit virtuel permanent à un terminal sémaphore. La valeur de ce paramètre peut être différente pour chaque sens de transmission. Cela signifie que chaque terminal sémaphore sur une interface réseau-réseau peut accepter une valeur différente de ce paramètre pour un circuit PVC particulier.

8.2.3 Longueur excédentaire des salves (Be)

Il s'agit de la quantité de données non garantie que le réseau s'efforcera de transférer en plus de la longueur garantie des salves (Bc) pour un circuit virtuel particulier au cours de l'intervalle Tc [voir 8.2.5 (Tc)]. Les valeurs utilisées pour ce paramètre sont mutuellement convenues par les deux réseaux connectés pour un certain temps. Les valeurs utilisées à chaque terminal sémaphore seront choisies de manière à assurer le service de bout en bout souhaité. Ce paramètre de service est pourvu une fois pour chaque circuit virtuel permanent à un terminal sémaphore. La valeur de ce paramètre peut être différente pour chaque sens de transmission. Cela signifie que chaque terminal sémaphore sur une interface réseau-réseau peut accepter une valeur différente de ce paramètre pour un circuit PVC particulier.

8.2.4 Débit d'information garanti (CIR)

Il s'agit du débit d'information que le réseau garantit de transférer pour un circuit virtuel donné en temps normal. Le débit est la longueur moyenne garantie des salves divisée par l'intervalle Tc. Les valeurs utilisées pour ce paramètre sont mutuellement convenues par les deux réseaux connectés pour un certain temps. Les valeurs utilisées à chaque terminal sémaphore seront choisies de manière à assurer le service de bout en bout souhaité. Ce paramètre de service est pourvu une fois pour chaque circuit virtuel permanent à un terminal sémaphore. La valeur de ce paramètre peut être différente pour chaque sens de transmission. Cela signifie que chaque terminal sémaphore sur une interface réseau-réseau peut accepter une valeur différente de ce paramètre pour un circuit PVC particulier.

8.2.5 Intervalle de mesure du débit garanti (Tc)

Il s'agit de l'intervalle de temps pendant lequel le réseau peut recevoir la salve de données de longueur garantie et la salve de longueur excédentaire. Il est calculé de la manière suivante:

1) si CIR > 0, Tc = Bc/CIR;

2) si CIR = 0, Tc prend une valeur dépendant du réseau. Les valeurs utilisées pour ce paramètre sont mutuellement convenues par les deux réseaux connectés pour un certain temps. Les valeurs utilisées à chaque terminal sémaphore seront choisies de manière à assurer le service de bout en bout souhaité. Ce paramètre de service est pourvu une fois par circuit virtuel permanent à un terminal sémaphore.

La valeur de ce paramètre peut être différente pour chaque sens de transmission. Cela signifie que, sur une interface réseau-réseau, chaque terminal sémaphore peut accepter une valeur différente de ce paramètre pour un circuit PVC particulier.

8.2.6 Longueur maximale en octets du champ d'information en mode relais de trames (N203)

La longueur maximale en octets du champ d'information en mode relais de trames est le nombre maximal acceptable d'octets de données utilisateur. Les octets sont comptés à partir de l'octet suivant immédiatement le champ d'adresse et jusqu'à l'octet précédant immédiatement le champ FCS (voir la Figure 2). Le décompte est effectué avant insertion de bits nuls du côté émission et après extraction des bits nuls du côté réception. Ce paramètre est fixé au moment de l'abonnement. Tous les réseaux accepteront au moins la valeur de 1600 octets. De plus, d'autres valeurs de longueurs maximales de champ d'information, inférieures ou supérieures à 1600 octets, pourront être mutuellement convenues par

deux réseaux connectés au moment de pourvoir des circuits virtuels permanents. La valeur du paramètre N203 est mutuellement convenue par les deux réseaux connectés pour un certain temps. Ce paramètre de service est pourvu une fois par circuit virtuel permanent à un terminal sémaphore. La valeur de ce paramètre peut être différente pour chaque sens de transmission. Cela signifie que, sur une interface réseau-réseau, chaque terminal sémaphore peut accepter une valeur différente de ce paramètre pour un circuit PVC particulier.

8.3 Qualité de service (QS)

La qualité de service du trafic garanti, caractérisée par les paramètres CIR, Bc et Tc peut être assurée avec une certaine probabilité. La qualité de service du trafic excédentaire, caractérisée par le paramètre Be peut également être assurée avec une certaine probabilité. (Des renseignements détaillés à ce sujet figurent dans la Recommandation X.144.)

9 Commande de transfert de liaison de données

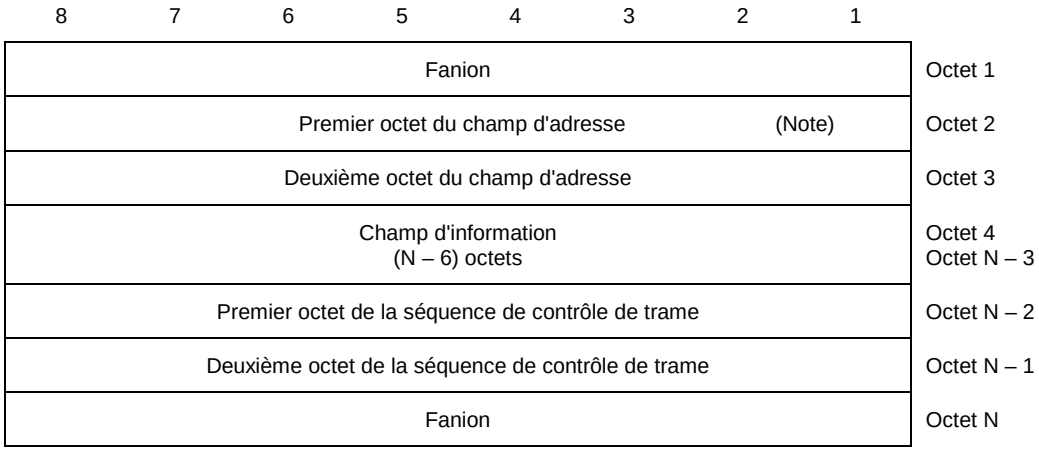
9.1 Considérations générales

Le présent article décrit la structure de trame, les éléments de procédure, le format des champs et les procédures d'exploitation du service de transmission de données en mode relais de trames au niveau de la couche 2 de l'interface réseau-réseau. Les fonctions centrales de la procédure LAPF (telles qu'elles sont décrites à l'Annexe A/Q.922) servant à assurer le support du service de transmission de données en mode relais de trames sont les suivantes:

- transparence, délimitation et verrouillage de trame;
- multiplexage/démultiplexage de trames au moyen du champ d'adresse;
- examen de la trame pour s'assurer qu'elle comporte un nombre entier d'octets avant insertion ou après extraction des bits nuls;
- examen de la trame pour vérifier qu'elle n'est ni trop longue ni trop courte;
- détection (mais non correction) des erreurs de transmission;
- fonctions de gestion d'encombrement.

9.2 Format de trame

La Figure 2 représente le format des trames individuelles.



NOTE – La longueur par défaut du champ d'adresse est de 2 octets. Elle peut être étendue à 3 ou à 4 octets.

FIGURE 2/X.76

Format de trame avec adresse à 2 octets

9.2.1 Séquence de fanion

Chaque trame commencera et finira par un fanion constitué d'un bit 0 suivi de six bits 1 consécutifs et d'un bit 0. Le fanion qui précède le champ d'adresse est appelé fanion d'ouverture et celui qui suit le champ de séquence de contrôle de trame (FCS) est appelé fanion de fermeture. Ce dernier peut également servir de fanion d'ouverture pour la trame suivante.

9.2.2 Champ d'adresse

Le champ d'adresse comporte au moins deux octets et peut être facultativement étendu jusqu'à quatre octets par accord mutuel. Le format du champ d'adresse est défini au 9.3.2.

9.2.3 Champ d'information

Le champ d'information d'une trame vient à la suite du champ d'adresse (voir 9.3.2) et précède le champ de la séquence de contrôle de trame (voir 9.2.4). Le contenu du champ d'information en mode relais de trames sera constitué d'un nombre entier d'octets. La longueur maximale de ce champ d'information est définie au 8.2.6.

9.2.4 Champ de séquence de contrôle de trame (FCS)

Le champ de séquence de contrôle de trame (FCS) est une séquence de 16 bits. Elle est le complément à 1 de la somme (modulo 2):

1) du reste de la division (modulo 2) de x^k ($x^{15} + x^{14} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$) par le polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, où k est le nombre de bits contenu dans la trame existant entre – bornes exclues – le dernier bit du fanion d'ouverture de trame et le premier bit de la FCS, à l'exclusion des bits insérés pour la transparence; et

2) du reste de la division (modulo 2) par le polynôme générateur $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ du produit de x^{16} par le contenu de la trame, existant entre – bornes exclues – le dernier bit du fanion d'ouverture de trame et le premier bit de la FCS, à l'exclusion des bits insérés pour la transparence.

9.3 Adressage

9.3.1 Considérations générales

Le présent paragraphe décrit le format de champs et les procédures utilisées par les services FRDTS pour les transferts au niveau de la couche liaison de données. La connexion de la liaison de données est régie par les éléments du champ d'adresse qui prennent en charge les procédures optionnelles telles que la gestion des encombrements décrite à l'article 12. L'information de champ est fixée en conformité avec le champ d'adresse défini par le format de trame FRDTS (voir la Figure 3).

9.3.2 Format du champ d'adresse

Le format du champ d'adresse représenté à la Figure 3 contient les bits d'extension du champ d'adresse, une indication de commande/réponse, trois bits réservés à la notification explicite des encombrements et à l'indication de priorité de rejet, ainsi qu'un identificateur de connexion de liaison de données (DLCI). La prise en charge du champ d'adresse à deux octets est obligatoire. Un bit est également inclus pour indiquer si l'octet final d'un champ d'adresse à 3 ou à 4 octets est la fin (bits de poids faible) de l'identificateur DLCI ou des informations de commande.

9.3.3 Eléments du champ d'adresse

9.3.3.1 Bit d'extension du champ d'adresse (bit EA)

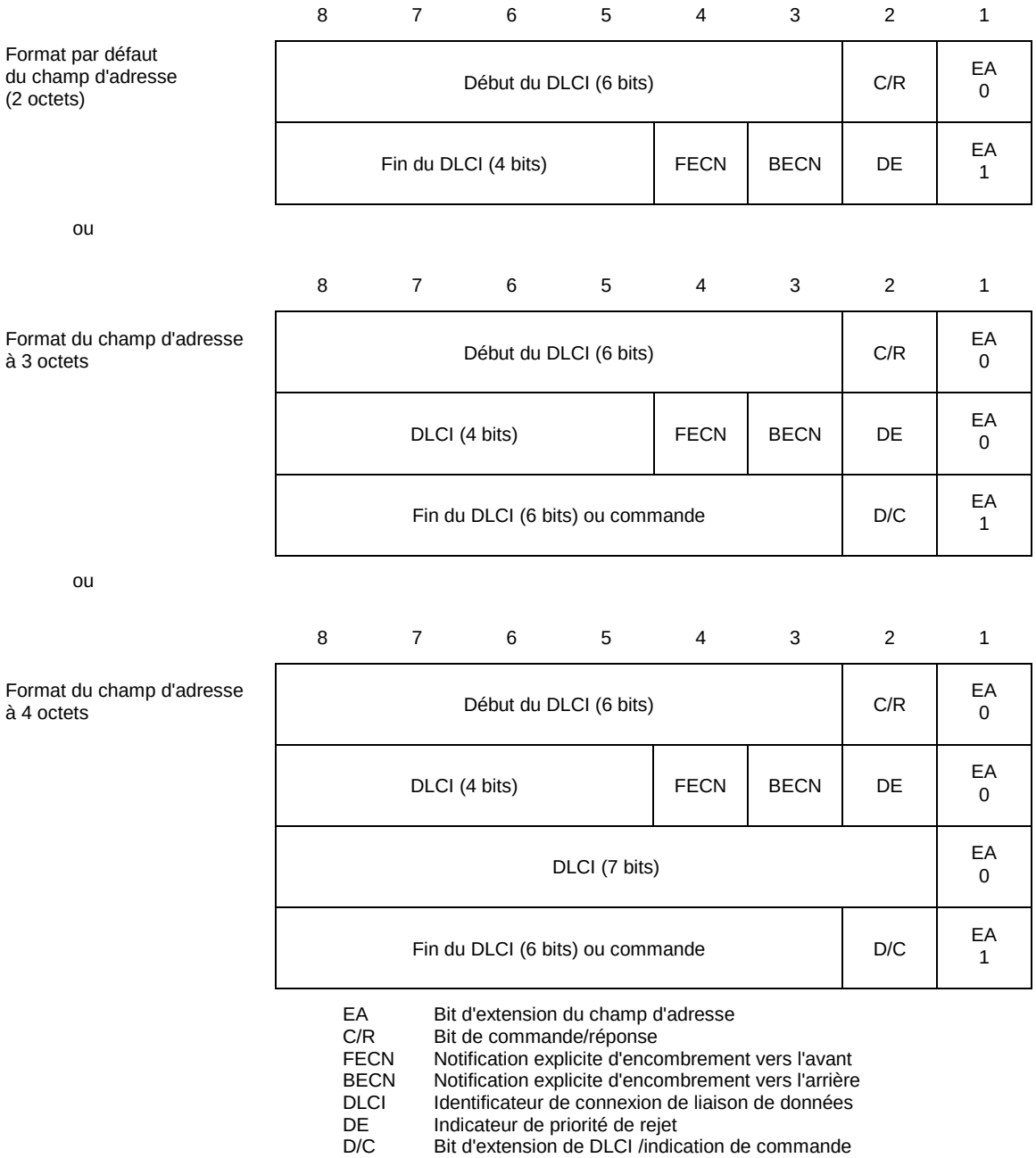
La longueur du champ d'adresse est étendue en utilisant le bit 1 des octets de ce champ pour en signaler l'octet final. La présence d'un «0» dans le bit 1 d'un octet du champ d'adresse indique que l'octet suivant appartient aussi à ce champ. La présence d'un «1» dans le bit 1 d'un octet du champ d'adresse signale qu'il s'agit du dernier octet de ce champ.

9.3.3.2 Bit de commande/réponse (bit C/R)

Le bit C/R est acheminé en transparence sur les interfaces réseau-réseau.

9.3.3.3 Bit de notification explicite d'encombrement vers l'avant (bit FECN)

Ce bit est mis à 1 par un terminal sémaphore pour signaler au terminal sémaphore distant que la trame qu'il reçoit est passée par des ressources encombrées. Un terminal sémaphore ne réinitialisera jamais ce bit à 0.



EA	Bit d'extension du champ d'adresse
C/R	Bit de commande/réponse
FECN	Notification explicite d'encombrement vers l'avant
BECN	Notification explicite d'encombrement vers l'arrière
DLCI	Identificateur de connexion de liaison de données
DE	Indicateur de priorité de rejet
D/C	Bit d'extension de DLCI /indication de commande

FIGURE 3/X.76

Format du champ d'adresse

NOTE – Aucune fonction nécessitant l'utilisation de l'information de commande n'a été définie jusqu'à présent.

9.3.3.4 Bit de notification explicite d'encombrement vers l'arrière (bit BECN)

Ce bit est mis à 1 par un terminal sémaphore pour indiquer à son homologue distant que les trames que celui-ci émet peuvent traverser des ressources encombrées. Un terminal sémaphore ne réinitialisera jamais ce bit à 0.

9.3.3.5 Bit indicateur de priorité de rejet (bit DE)

S'il est utilisé, ce bit est mis à 1 pour indiquer qu'une trame doit être rejetée de préférence à d'autres dans une situation d'encombrement. La mise à 1 de ce bit par le réseau est facultative. Un réseau ne réinitialisera jamais ce bit à 0. S'il y a encombrement, les réseaux ne sont pas limités au rejet des seules trames dont le bit DE est à 1.

9.3.3.6 Identificateur de connexion de liaison de données (DLCI)

Suivant la longueur du champ d'adresse, l'identificateur DLCI peut occuper 10 bits, 16 bits ou 23 bits. Lorsque le champ d'adresse a une longueur de deux octets, l'identificateur DLCI occupe 10 bits dans les octets 1 et 2. Lorsque le champ d'adresse a une longueur de trois octets, le DLCI occupe 16 bits dans les octets 1, 2 et 3. Lorsque le champ d'adresse a une longueur de quatre octets, le DLCI occupe 23 bits dans les octets 1, 2, 3 et 4. Voir la Figure 3.

Le DLCI identifie un circuit virtuel à l'interface réseau-réseau. Sa valeur est déterminée au moment de l'abonnement dans le cas de circuits virtuels permanents, ou au moment de l'établissement de la communication dans le cas de circuits virtuels commutés. Le nombre maximal de circuits virtuels pris en charge par une interface réseau-réseau dépend des accords mutuels établis par les deux réseaux en question.

Des valeurs particulières de l'identificateur DLCI servent également:

- à la signalisation des circuits virtuels commutés (voir l'article 10);
- aux procédures additionnelles des circuits virtuels permanents (voir l'article 11);
- à la gestion de la couche 2.

Les diverses valeurs du DLCI sont spécifiées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1 (a)/X.76

Signification des valeurs du DLCI pour un champ d'adresse à 2 octets

Valeur DLCI (10 bits)	Fonction
0	Signalisation
1-15	Réservé
16-991	Identification de circuit virtuel
992-1007	Gestion de couche 2
1008-1022	Réservé
1023	Réservé pour la gestion de couche 2 dans la bande, si besoin est

TABLEAU 1 (b)/X.76

Signification des valeurs du DLCI pour un champ d'adresse à 3 octets avec le bit D/C à 0

Valeur DLCI (16 bits)	Fonction
0	Signalisation
1-1023	Réservé
1024-63 487	Identification de circuit virtuel
63 488-64 511	Gestion de couche 2
64 512-65 534	Réservé
65 535	Réservé pour la gestion de couche 2 dans la bande, si besoin est

TABLEAU 1 (c)/X.76

Signification des valeurs du DLCI pour un champ d'adresse à 4 octets avec le bit D/C à 0

Valeur DLCI (23 bits)	Fonction
0	Signalisation
1-131 071	Réservé
131 072-8 126 463	Identification de circuit virtuel
8 126 464-8 257 535	Gestion de couche 2
8 257 536-8 388 606	Réservé
8 388 607	Réservé pour la gestion de couche 2 dans la bande, si besoin est

9.3.3.7 Bit d'extension de DLCI/indication de commande (bit D/C)

Le bit D/C est le bit 2 du dernier octet du champ d'adresse lorsque le format de celui-ci comporte 3 ou 4 octets. Ce bit indique si les 6 bits restants de l'octet doivent être considérés comme les derniers bits (de poids les plus faibles) du DLCI ou comme des bits de commande. S'il porte la valeur «0», l'octet contient l'information DLCI. S'il porte la valeur «1», les bits 3 à 8 du dernier octet n'appartiennent pas au DLCI; leur utilisation, dans ce cas, nécessite un complément d'étude. Dans la présente Recommandation, ce bit doit toujours être mis à «0».

9.4 Considérations relatives à la transmission

9.4.1 Ordre de transmission des bits

Les bits sont regroupés en octets. Les bits d'un octet sont présentés horizontalement et sont numérotés de 1 à 8. Les octets sont présentés verticalement et sont numérotés de 1 à n (voir la Figure 4).

Les octets sont transmis par ordre croissant de leur numéro. Pour chaque octet, le bit 1 – qui est celui de plus faible poids – est transmis le premier, et le bit 8 – celui de poids le plus fort – est transmis le dernier.

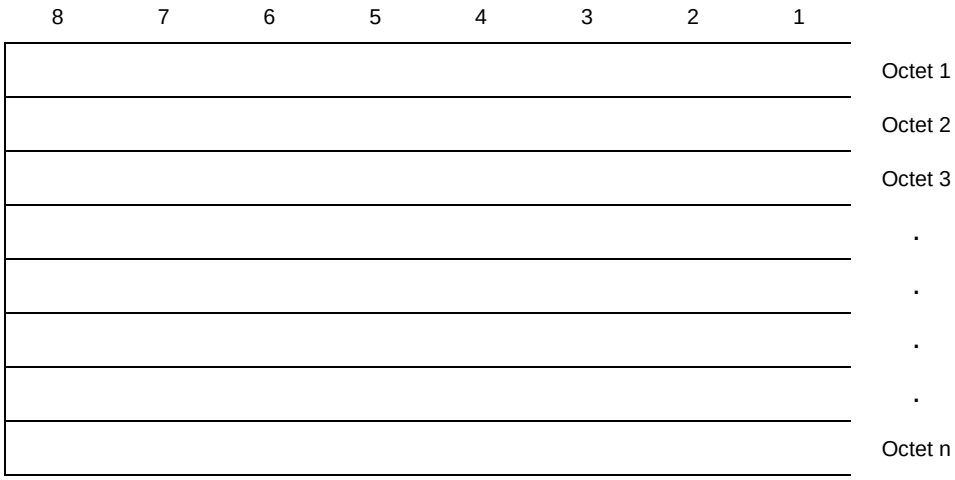


FIGURE 4/X.76

Convention de format

9.4.2 Ordre des bits dans les champs de trame

Lorsqu'un champ est contenu dans un seul octet, le bit de plus petit numéro du champ est le bit de poids le plus faible.

Lorsqu'un champ occupe plusieurs octets, l'octet de numéro le plus grand porte les bits de poids le plus faible. Dans chaque octet, le bit de plus petit numéro du champ est le bit de poids le plus faible.

A titre d'exemple, la Figure 5 représente l'ordre des bits du DLCI dans un champ d'adresse dont la longueur est de deux octets.

8	7	6	5	4	3	2	1	
Début du DLCI (6 bits) 2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	C/R	EA 0	Octet 1
Fin du DLCI (4 bits) 2^3	2^2	2^1	2^0	FECN	BECN	DE	EA 1	Octet 2

FIGURE 5/X.76

Ordre des bits de l'identificateur DLCI

Il existe deux exceptions à la convention précédente:

1) L'ordre des bits à l'intérieur du champ d'information n'est pas spécifié dans la présente Recommandation.
2) L'ordre des bits de la séquence de contrôle de trame (FCS) est le suivant. Le bit 1 du premier octet est le bit de poids le plus fort et le bit 8 du second octet est le bit de poids le plus faible (voir la Figure 6).

8	7	6	5	4	3	2	1	
2^8	2^9	2^{10}	2^{11}	2^{12}	2^{13}	2^{14}	2^{15}	Octet 1
2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	Octet 2

FIGURE 6/X.76

Ordre des bits de la séquence FCS

9.4.3 Transparence

Chaque entité de liaison de données émettrice examinera le contenu de la trame entre les séquences des fanions d'ouverture et de fermeture (adresse, information et champs de séquence de contrôle de trame) et introduira un «0» après toute séquence de cinq «1» consécutifs (y compris les cinq derniers bits du champ FCS) pour s'assurer qu'aucune séquence de fanion ou d'abandon n'est reproduite dans la trame. L'entité de liaison de données réceptrice examinera le contenu des trames entre les séquences des fanions d'ouverture et de fermeture, et supprimera tout «0» venant immédiatement après cinq «1» consécutifs.

9.4.4 Remplissage intertrame

Des fanions d'ouverture et de fermeture seront également utilisés pour le remplissage intertrame.

9.4.5 Trame non valide

Par trame non valide, on entend:

a) une trame qui n'est pas correctement délimitée par deux fanions;

b) une trame qui a moins de deux octets entre le champ d'adresse et le fanion de fermeture;

c) une trame qui n'est pas constituée d'un nombre entier d'octets avant insertion ou après une extraction des bits nuls;

d) une trame contenant une erreur dans la séquence de contrôle de trame;

e) une trame contenant un champ d'adresse à un seul octet;

f) une trame contenant un DLCI qui n'est pas pris en charge par le récepteur;

g) une trame contenant 7 «1» ou davantage après une insertion ou avant extraction des bits nuls («transgression de la transparence» ou «abandon de trame»);

h) une trame dont le champ d'information est plus long que la valeur N203 (voir 8.2.6).

NOTE – Le point b) ci-dessus signifie que les trames dont la longueur du champ d'information est égale à 0 sont des trames valides. S'il n'y a pas de trafic dans un sens de transmission donné, le terminal sémaphore peut utiliser ces trames pour envoyer des informations sur l'encombrement dans le sens opposé au moyen du bit de notification explicite d'encombrement vers l'arrière (BECN). Pour des raisons de compatibilité vers l'amont, un terminal sémaphore peut considérer ces trames comme non valides et les rejeter sans notification.

Dans le cas h) ci-dessus, le réseau peut envoyer une partie de la trame en direction de l'ETTD distant puis abandonner cette trame.

Les trames non valides seront rejetées sans notification au terminal sémaphore émetteur.

9.4.6 Abandon de trame

L'abandon d'une trame se fait par transmission d'au moins 7 bits consécutifs de valeur 1 (sans insertion de bits nuls). La réception d'au moins 7 bits consécutifs de valeur 1 par un terminal sémaphore est interprétée comme un abandon et le terminal sémaphore ignore la trame en cours de réception.

10 Commande de connexion d'appel

La commande de connexion d'appel fera l'objet d'un complément d'étude.

11 Procédures additionnelles pour les circuits virtuels permanents utilisant des trames d'information non numérotées

11.1 Vue d'ensemble

Ces procédures, décrites aux 11.2 à 11.7, assurent les fonctions suivantes:

– vérification de l'intégrité de la liaison;

– notification de l'adjonction d'un circuit PVC;

– détection de la suppression d'un circuit PVC;

– notification de l'état d'un circuit PVC (actif ou inactif).

Ces procédures sont fondées sur l'échange périodique de messages DEMANDE D'ÉTAT et ÉTAT via l'interface réseau-réseau.

11.2 Définition des messages

Les messages sont transférés lorsque le DLCI = 0 avec les bits C/R, DE, BECN et FECN mis à 0 à l'émission. Ces bits ne sont pas interprétés à la réception.

Les 3 octets venant à la suite du champ d'adresse ont des valeurs fixes:

– le premier octet est le champ de commande de la trame UI avec le bit d'interrogation mis à 0;

– le 2e octet est l'élément d'information de discriminateur de protocole du message;

– le 3e octet est l'élément d'information de référence d'appel fictif du message.

Les premiers octets de la trame correspondent donc à la description de la Figure 7.

Les autres éléments d'information sont décrits aux 11.2.1 et 11.2.2 ci-dessous.

Octet	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	Fanion								
2	0	0	0	0	0	0	0	0	Champ d'adresse DLCI = 0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	
4	0	0	0	0	0	0	1	1	UI, bit d'interrogation = 0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	Discriminateur de protocole
6	0	0	0	0	0	0	0	0	Référence d'appel fictif
	Eléments d'information propres au message								Voir 11.2.1 et 11.2.2
	FCS								
	FCS								
	Fanion								

FIGURE 7/X.76

Format de la trame de gestion de circuit virtuel permanent (adresse à deux octets)

11.2.1 Message DEMANDE D'ÉTAT

Ce message est envoyé pour demander l'état des circuits virtuels permanents ou pour vérifier l'intégrité de la liaison. Les éléments d'information propres à ce dernier message sont décrits dans le Tableau 2 et doivent apparaître dans l'ordre indiqué dans celui-ci.

TABLEAU 2/X.76

Eléments d'information propres au message DEMANDE D'ÉTAT

Type de message: DEMANDE D'ÉTAT Signification: locale		
Elément d'information	Type	Longueur
Type de message	Obligatoire	1
Type de rapport	Obligatoire	3
Vérification de l'intégrité de la liaison	Obligatoire	4

11.2.2 Message ÉTAT

Ce message est envoyé en réponse à un message DEMANDE D'ÉTAT pour indiquer l'état des circuits virtuels permanents ou pour rendre compte de l'intégrité de la liaison. En option, il peut être envoyé à tout moment pour indiquer l'état d'un circuit PVC unique. Les éléments d'information propres à ce message sont décrits dans le Tableau 3 et dans l'ordre où ils doivent apparaître. L'élément d'information d'état de circuit PVC peut apparaître à plusieurs reprises dans le message.

TABLEAU 3/X.76

Eléments d'information propres au message ÉTAT

Type de message: ÉTAT Signification: locale		
Elément d'information	Type	Longueur
Type de message	Obligatoire	1
Type de rapport	Obligatoire	3
Vérification de l'intégrité de la liaison	Facultatif/obligatoire (Note 1)	4
Etat de circuit PVC (Note 2)	Facultatif/obligatoire (Note 3)	5 à 7

NOTES

1 Obligatoire si le type de rapport est «état complet» ou «vérification de l'intégrité de la liaison seulement». Non inclus dans le message optionnel d'état asynchrone (type de rapport égal à «état de circuit PVC asynchrone individuel»).

2 Inclus dans le cas d'un message d'état complet. Il s'agit d'un message ÉTAT qui contient l'état de tous les circuits PVC aboutissant à l'interface. Il comprend un élément d'information d'état de circuit PVC pour chaque circuit PVC configuré. Les éléments d'information d'état de circuit PVC sont disposés dans les messages par ordre croissant des DLCI; le circuit PVC ayant le DLCI le plus faible vient en premier, celui ayant le DLCI venant au deuxième rang est en deuxième position, et ainsi de suite. Le nombre maximal de circuits PVC pouvant être renseignés dans un message est limité par la taille de trame maximale. Le message ÉTAT optionnel asynchrone contient un élément d'information sur l'état d'un seul circuit PVC.

3 Obligatoire si l'élément d'information de type de rapport indique «état complet» ou «état de circuit PVC asynchrone individuel» et qu'il existe des circuits PVC configurés.

11.3 Eléments d'information propres au message

11.3.1 Type de message

Le codage du type de message est défini dans le Tableau 4.

TABLEAU 4/X.76

Codage du type de message

Codage du type de message pour la gestion des circuits PVC

Bits	
8765	4321
011-	----
1	0101 DEMANDE D'ÉTAT
1	1101 ÉTAT

11.3.2 Type de rapport

L'objet de l'élément d'information «type de rapport» est d'indiquer le type de demande présenté dans un message DEMANDE D'ÉTAT ou le type de réponse donné dans un message ÉTAT. La longueur de cet élément d'information est de 3 octets. Le format et le codage de l'élément d'information type de rapport sont définis par la Figure 8.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	0	1	0	0	0	1	1
Longueur du contenu du type de rapport = 1								2
Type de rapport								3

Type de rapport (octet 3)
Bits
87654321
00000000 Etat complet (état de tous les circuits PVC à l'interface)
00000001 Vérification de l'intégrité de la liaison seulement
00000010 Etat d'un circuit PVC asynchrone individuel

Toutes les autres valeurs sont réservées.

FIGURE 8/X.76

Elément d'information «type de rapport»

11.3.3 Vérification de l'intégrité de la liaison

L'objet de l'élément d'information «vérification de l'intégrité de la liaison» est d'échanger périodiquement des numéros de séquence sur l'interface réseau-réseau. La longueur de cet élément d'information est de 4 octets. Il est codé en binaire.

Le format de l'élément d'information vérification de l'intégrité de la liaison est défini dans la Figure 9, où le numéro de séquence d'envoi dans l'octet 3 indique le numéro de séquence en cours d'émission par l'expéditeur du message, et où le numéro de séquence de réception dans l'octet 4 indique le numéro de séquence d'envoi signalé dans le dernier message reçu. Le numéro de séquence d'envoi est codé en binaire dans l'octet 3. Le numéro de séquence à la réception est codé en binaire dans l'octet 4.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	0	1	0	0	1	1	1
Longueur du contenu de la vérification de l'intégrité de la liaison = 2								2
Numéro de séquence d'envoi								3
Numéro de séquence de réception								4

FIGURE 9/X.76

Elément d'information «vérification de l'intégrité de la liaison»

11.3.4 Etat des circuits virtuels permanents (PVC)

L'objet de l'élément d'information «état de circuit PVC» est d'indiquer l'état des circuits PVC à l'interface. L'élément d'information peut être répété, si nécessaire, dans un message pour indiquer l'état de tous les circuits PVC aboutissant à cette interface. La longueur de cet élément d'information dépend de la longueur des DLCI utilisés sur l'interface réseau-réseau. Pour le format d'adresse par défaut à 2 octets, cet élément d'information a une longueur de 5 octets, et son format, qui utilise aussi le format d'adresse par défaut, est défini à la Figure 10 (a). Le bit 6 de l'octet 3 est le bit de poids le plus fort de l'identificateur de connexion de la liaison de données.

Les Figures 10 (b) et 10 (c) définissent le format de l'élément d'information d'état de circuit PVC lorsque le format d'adresse utilisé comporte respectivement 3 et 4 octets.

Le bit 2 du dernier octet de chaque élément d'information d'état de circuit PVC est le bit d'activité, codé à «1» pour indiquer que le circuit PVC est actif, et à «0» pour indiquer qu'il est inactif. L'indication «actif» signifie que le circuit PVC peut être utilisé pour transférer des données. L'indication «inactif» signifie que le circuit PVC est configuré mais qu'il n'est pas disponible pour transférer des données.

Le bit 4 du dernier octet de chaque élément d'information d'état de circuit PVC est le bit de nouveauté, codé à «1» pour indiquer que le circuit PVC est nouvellement configuré, et à «0» pour indiquer que le circuit PVC était précédemment configuré.

Le bit 3 du dernier octet de chaque élément d'information d'état de PVC est le bit de suppression, dont la valeur est égale à «1» pour indiquer que le circuit PVC est supprimé et à «0» pour indiquer que le circuit PVC est configuré.

Les éléments d'information d'état de circuit PVC sont disposés dans les messages par ordre croissant de DLCI; le circuit PVC dont le DLCI a la valeur la plus faible figure en premier, suivi du circuit PVC dont la valeur du DLCI est immédiatement supérieure, et ainsi de suite. La longueur de trame détermine le nombre maximal de circuits virtuels permanents susceptibles d'être décrits dans un message.

Le bit de suppression n'est applicable que pour la notification en temps utile au moyen du rapport optionnel d'état asynchrone d'un circuit PVC particulier. Lorsque ce bit est mis à 1, les bits de nouveauté et d'activité n'ont pas de signification, ils doivent être mis à 0 à l'émission et ne doivent pas être interprétés à la réception. Lorsque les bits de nouveauté et d'activité ont un sens, le bit de suppression doit être mis à 0 à l'émission et ne doit pas être interprété à la réception.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	0	1	0	1	1	1	1
Longueur du contenu de l'élément d'état de circuit PVC = 3 octets								2
0 ext.	0 en réserve	DLCI (les 6 bits de poids les plus forts)						3
1 ext.	DLCI (les 4 bits de poids les plus faibles)				0 en réserve	0	0	3a
1 ext.	0 en réserve	0	0	Bit de nouveauté	Bit de suppression	Bit d'activité	Réservé	4

FIGURE 10 (a)/X.76

Elément d'information d'état de circuit PVC avec format d'adresse à 2 octets

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	0	1	0	1	1	1	1
Longueur du contenu de l'élément d'état de circuit PVC = 4 octets								2
0 ext.	0 en réserve	DLCI (les 6 bits de poids les plus forts)						3
0 ext.	DLCI (4 bits de poids suivants)				0 en réserve	0	0	3a
1 ext.	DLCI (les 6 bits de poids les plus faibles)						0 en réserve	3b
1 ext.	0 en réserve	0	0	Bit de nouveauté	Bit de suppression	Bit d'activité	Réservé	4

FIGURE 10 (b)/X.76

Elément d'information d'état de circuit PVC avec format d'adresse à 3 octets

8	7	6	5	4	3	2	1	Octet
0	1	0	1	0	1	1	1	1
Longueur du contenu de l'élément d'état de circuit PVC = 5 octets								2
0 ext.	0 en réserve	DLCI (les 6 bits de poids les plus forts)						3
0 ext.	DLCI (4 bits de poids suivants)				0 en réserve	0	0	3a
0 ext.	DLCI (7 bits de poids suivants)							3b
1 ext.	DLCI (les 6 bits de poids les plus faibles)						0 en réserve	3c
1 ext.	0 en réserve	0	0	Bit de nouveauté	Bit de suppression	Bit d'activité	Réservé	4

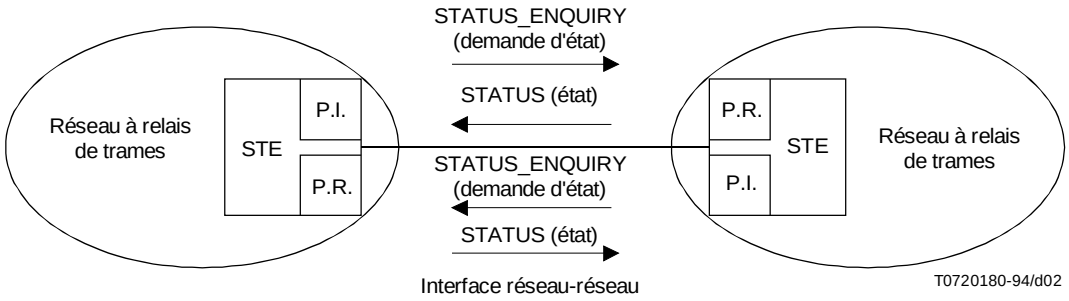
FIGURE 10 (c)/X.76

Elément d'information d'état de circuit PVC avec format d'adresse à 4 octets

11.4 Description des procédures

Ces procédures font appel à l'interrogation périodique, telle qu'elle est décrite au 11.4.1, pour vérifier l'intégrité de la liaison (voir 11.4.2) et pour signaler l'état des circuits PVC (voir 11.4.3, 11.4.4 et 11.4.5).

Les procédures de signalisation bidirectionnelles sont utilisées aux interfaces réseau-réseau. Chaque terminal sémaphore (STE) de part et d'autre de l'interface réseau-réseau utilise ces procédures pour l'envoi d'une interrogation et pour la réponse à une interrogation (voir la Figure 11).



STE Terminal sémaphore (*signalling terminal*)

P.I. Procédure d'envoi d'interrogation (*polling initiation procedure*)

P.R. Procédure de réponse à l'interrogation (*polling response procedure*)

FIGURE 11/X.76

Procédures bidirectionnelles de signalisation

11.4.1 Interrogation périodique

L'interrogation se déroule de la manière suivante:

1) Un message DEMANDE D'ÉTAT est envoyé et le temporisateur d'interrogation T391 est déclenché. Quand la temporisation vient à expiration, l'action est renouvelée. L'intervalle T391 entre de tels messages est appelé «intervalle d'interrogation». Généralement, le message DEMANDE D'ÉTAT demande uniquement une vérification de l'intégrité de la liaison (type de rapport «0000 0001»). Toutefois, toutes les N391 interrogations, la procédure d'envoi d'interrogation demande un état complet de tous les circuits PVC (type de rapport «0000 0000»).

2) La procédure de réponse à l'interrogation répond à chaque message DEMANDE D'ÉTAT par un message ÉTAT et déclenche (ou redéclenche) le temporisateur T392 de vérification d'interrogation. Le message ÉTAT envoyé en réponse au message DEMANDE D'ÉTAT contient les éléments d'information de vérification de l'intégrité de la liaison et de type de rapport. Si le contenu de l'élément d'information de type de rapport spécifie l'état complet, le message ÉTAT contiendra un élément d'information d'état de circuit PVC pour chaque circuit virtuel permanent configuré à l'interface.

3) La procédure d'envoi d'interrogation interprétera le message ÉTAT sur la base de l'information de type de rapport qu'il contient. La procédure de réponse à l'interrogation peut répondre à toute interrogation par un message d'état complet pour signaler le changement d'état, l'adjonction ou la suppression d'un circuit PVC à l'interface. S'il s'agit d'un message d'état complet, le terminal sémaphore doit mettre à jour l'état de chaque circuit PVC configuré conformément à l'état signalé par le terminal sémaphore distant.

11.4.2 Vérification de l'intégrité de la liaison

L'objet de l'élément d'information «vérification de l'intégrité de la liaison» est de permettre aux terminaux sémaphores connectés de déterminer l'état de la liaison de signalisation (DLCI 0). Cela est rendu nécessaire par le fait que ces procédures utilisent des trames d'information non numérotées (UI).

Un terminal sémaphore tient à jour les compteurs internes suivants:

- le compteur de séquence d'envoi tient à jour la valeur du champ du numéro de séquence d'envoi correspondant à l'élément d'information de vérification d'intégrité de liaison envoyé en dernier;

- le compteur de séquence de réception tient à jour la valeur du champ du numéro de séquence d'envoi correspondant à l'élément d'information de vérification d'intégrité de liaison reçu en dernier. C'est la valeur à inscrire dans le prochain champ à transmettre du numéro de séquence reçu.

Deux jeux distincts de compteurs (compteur de séquence d'envoi et compteur de séquence de réception) sont tenus à jour pour les procédures d'envoi d'interrogation et de réponse à l'interrogation. Ces deux procédures coexistent sur chaque terminal sémaphore.

La procédure d'envoi d'interrogation est formée des procédures qui génèrent les messages DEMANDE D'ÉTAT et qui traitent les messages ÉTAT correspondants reçus.

La procédure de réponse à l'interrogation est constituée des procédures qui traitent les messages DEMANDE D'ÉTAT et qui génèrent les messages ÉTAT demandés.

La procédure suivante est utilisée:

1) avant tout échange de messages, le terminal sémaphore mettra à zéro les deux couples de compteurs de séquence d'envoi et de réception;

2) chaque fois que la procédure d'envoi d'interrogation envoie un message DEMANDE D'ÉTAT, elle incrémente le compteur de séquence d'envoi et en inscrit la valeur dans le champ «numéro de séquence d'envoi» de l'élément d'information «vérification d'intégrité de liaison». Elle place également la valeur courante du compteur de séquence de réception dans le champ «numéro de séquence de réception» de l'élément d'information «vérification de l'intégrité de liaison». La procédure d'envoi d'interrogation incrémente le compteur de séquence d'envoi par comptage modulo 256 avec saut de la valeur zéro;

3) quand le terminal sémaphore reçoit un message DEMANDE D'ÉTAT, la procédure de réponse à l'interrogation du terminal sémaphore compare le numéro de séquence de réception envoyé par son homologue distant avec la valeur affichée par son propre compteur de séquence d'envoi. Le traitement des situations d'erreur est décrit au 11.4.6.

   Le numéro de séquence d'envoi reçu est enregistré dans le compteur de séquence de réception. La procédure de réponse à l'interrogation incrémente alors son compteur de séquence d'envoi et inscrit la valeur courante de ce compteur dans le champ «numéro de séquence d'envoi» et la valeur du compteur de séquence de réception (le dernier numéro de séquence d'envoi reçu) dans le champ «numéro de séquence de réception» de l'élément d'information sortant «vérification de l'intégrité de liaison». La procédure de réponse à l'interrogation renvoie ensuite le message de réponse ÉTAT au terminal sémaphore distant interrogateur. La procédure de réponse à l'interrogation incrémente le compteur de séquence d'envoi en comptage modulo 256 avec saut de la valeur zéro;

4) quand la procédure d'envoi d'interrogation reçoit un message ÉTAT du terminal sémaphore distant en réponse à un message DEMANDE D'ÉTAT, elle compare le numéro de séquence de réception qui lui a été envoyé par le terminal sémaphore distant avec le numéro affiché par son compteur de séquence d'envoi. Le traitement des situations d'erreur est décrit au 11.4.6. Le numéro de séquence d'envoi reçu dans le message ÉTAT est enregistré dans le compteur de séquence de réception.

NOTE – Un numéro de séquence de réception nul signifie que le contenu du champ n'est pas défini; cette valeur est normalement utilisée après l'initialisation. Un champ de numéro de séquence d'envoi ne sera pas envoyé s'il porte la valeur nulle; ainsi, le numéro de séquence de réception ne contiendra jamais la valeur nulle, ce qui permet de différencier l'état indéfini de la valeur zéro obtenue par l'opérateur modulo.

11.4.3 Signalisation de la présence ou de l'absence d'un circuit PVC

Le terminal sémaphore signalera la présence d'un circuit PVC en ajoutant un élément d'information d'état de circuit PVC avec le DLCI approprié dans un message ÉTAT avec rapport d'état complet. Un circuit PVC est considéré comme présent quand il est configuré dans le réseau dans lequel est situé le terminal sémaphore. On notera que cette indication de présence n'a pas une signification de bout en bout dans le cas d'un circuit PVC multiréseau. Un terminal sémaphore interprétera l'omission dans un message ÉTAT d'état complet d'un circuit PVC précédemment signalé comme l'indication que ce circuit n'est plus disponible à l'interface du réseau distant.

11.4.4 Signalisation d'un nouveau circuit PVC

L'une des fonctions de l'interrogation périodique est de notifier au terminal sémaphore distant, par un message d'état complet, les circuits virtuels permanents nouvellement ajoutés. La procédure de signalisation des circuits virtuels permanents par message d'état complet permet de s'assurer qu'un circuit ne peut être supprimé et qu'un autre ne peut être ajouté avec le même identificateur DLCI sans que le terminal sémaphore distant ne détecte le changement. Les procédures de signalisation des circuits PVC sont les suivantes:

1) quand un nouveau circuit virtuel permanent a été ajouté, le terminal sémaphore met à 1 le bit de nouveauté de l'élément d'information d'état correspondant à ce circuit PVC dans un message ÉTAT d'état complet;

2) le terminal sémaphore ne remettra à 0 le bit de nouveauté de l'élément d'information d'état qu'après avoir reçu un message DEMANDE D'ÉTAT contenant un numéro de séquence de réception égal au nombre affiché par le compteur de séquence d'envoi (c'est-à-dire le numéro de séquence d'envoi communiqué dans le dernier message ÉTAT).

Il est à noter que, lorsque le bit de nouveauté est mis à 1, le bit de suppression doit être mis à 0 à l'émission. A la réception, le bit de suppression n'est pas interprété lorsque le bit de nouveauté est mis à 1.

Pour un circuit PVC donné, lorsque le bit de nouveauté reçu par le terminal sémaphore a la valeur 1, cela signifie que le circuit PVC a été nouvellement ajouté ou reconfiguré dans le réseau adjacent ou dans un réseau se trouvant au-delà du réseau adjacent. Cette information doit être acheminée par le réseau sur lequel se trouve ce terminal sémaphore jusqu'à l'autre extrémité de la section de circuit PVC (à savoir l'interface X.76 ou X.36).

NOTE – Cette procédure permet de garantir que l'ETTD est informé du fait qu'un réseau de transit a supprimé un circuit PVC et qu'il a ensuite rapidement réutilisé le même DLCI pour un nouveau circuit PVC vers une nouvelle destination.

11.4.5 Signalisation de l'état actif/inactif des circuits PVC

En réponse à un message DEMANDE D'ÉTAT, envoyé par un terminal sémaphore, et dont l'élément d'information de type de rapport est «état complet», les procédures de réponse à l'interrogation du terminal sémaphore distant rendent compte, dans un message ÉTAT, de l'état d'activité de chaque circuit PVC configuré à l'interface avec des éléments d'information d'état de circuit PVC (un par circuit).

L'élément d'information de type de rapport contenu dans ce message ÉTAT est mis à «état complet». En outre, en réponse à un message DEMANDE D'ÉTAT contenant un élément d'information de type de rapport mis à la valeur «vérification de l'intégrité de la liaison uniquement», le terminal sémaphore peut répondre par un message ÉTAT contenant un élément d'information de type de rapport mis à la valeur «état complet» en cas de changement d'état d'un circuit PVC. Chaque élément d'information d'état de circuit PVC contient un bit d'activité indiquant si ce circuit PVC est actif (1) ou inactif (0).

Les mesures prises par un terminal sémaphore selon la valeur du bit d'activité sont indépendantes des mesures prises selon la valeur du bit de nouveauté. Un terminal sémaphore peut recevoir un élément d'information d'état de circuit PVC avec le bit de nouveauté mis à 1 et le bit d'activité mis à 0.

Si un terminal sémaphore reçoit un élément d'information d'état de circuit PVC dont le bit d'activité est mis à 0, il cesse d'émettre des trames sur ce circuit jusqu'à ce qu'il reçoive un élément d'information d'état concernant ce circuit dont le bit d'activité est mis à 1. Lorsque le bit d'activité est mis à 1, le bit de suppression doit être mis à 0 à l'émission. Le bit de suppression n'est pas interprété dans le message ÉTAT signalant «état complet». Lorsque le bit de suppression est mis à 1 dans le message optionnel d'état asynchrone, le bit d'activité n'a pas de signification. Les autres actions entreprises par le terminal dépendent de la réalisation.

Comme il existe un certain délai entre le moment où le réseau active un circuit PVC et le moment où le terminal sémaphore émet un élément d'information d'état de circuit PVC pour notifier cette activation à son homologue distant, un terminal sémaphore peut recevoir des trames sur un circuit PVC marqué inactif. Les mesures prises dans ce cas par le terminal sémaphore dépendent de l'application.

Comme il existe un certain délai entre le moment où le réseau détecte qu'un circuit est devenu inactif et le moment où le terminal sémaphore transmet un élément d'information d'état de circuit PVC à son homologue distant, il est possible qu'un terminal sémaphore reçoive des trames sur un circuit inactif. Les mesures que doit alors prendre le terminal dépendent du réseau et peuvent notamment conduire à supprimer les trames en question sur le circuit inactif.

Un terminal sémaphore indique qu'un circuit PVC est actif si les conditions suivantes sont remplies:

- le circuit PVC est configuré et disponible pour le transfert de données dans le réseau sur lequel se trouve le terminal sémaphore;
- il n'existe pas de condition d'anomalie de service au niveau du terminal sémaphore (voir 11.4.6) ou à l'autre terminal sémaphore (ou ETCD) traversé par ce circuit PVC dans le réseau où se trouve ce terminal sémaphore;
- l'autre terminal sémaphore (ou ETCD prenant en charge les procédures bidirectionnelles), traversé par ce circuit PVC dans le réseau sur lequel se trouve le terminal sémaphore, indique que le circuit PVC est présent et actif.

On notera que l'indication envoyée par un terminal sémaphore est indépendante de l'indication reçue via l'interface réseau-réseau depuis le terminal sémaphore distant.

Le paragraphe 11.4.6 indique les conditions dans lesquelles le réseau met le bit d'activité à 0.

11.4.6 Conditions d'erreur

Les procédures d'envoi d'interrogation et de réponse à l'interrogation utilisent les informations fournies par l'interrogation périodique pour contrôler les erreurs.

Les procédures d'envoi d'interrogation et de réponse à l'interrogation détectent les conditions d'erreur suivantes:

- *erreurs de procédure* – Non-réception des messages ÉTAT/DEMANDE D'ÉTAT ou numéro de séquence à la réception non valide dans un élément d'information de vérification de l'intégrité de la liaison;
- *erreurs de protocole* – Erreurs d'éléments d'information «discriminateur de protocole», «type de message», «référence d'appel» et erreurs d'éléments d'information obligatoires.

En cas d'erreurs de protocole, les procédures d'envoi d'interrogation et de réponse à l'interrogation doivent ignorer ces messages: pas de réponse, pas de décompte d'erreur et pas d'utilisation du contenu de l'élément d'information de vérification de l'intégrité de la liaison.

11.4.6.1 Actions de la procédure de réponse à l'interrogation

Les procédures de réponse à l'interrogation d'un terminal sémaphore doivent tenir compte de plusieurs types d'erreurs:

1) *Erreurs dans le réseau*

   Le terminal sémaphore met le bit d'activité d'un circuit PVC à 0 si une condition d'anomalie de service apparaît dans le réseau (cela est fonction de la réalisation; il s'agira par exemple d'une panne au niveau d'un nœud de commutation ou d'une liaison interne, etc.).

2) *Erreurs à l'interface réseau-réseau*

   Aux fins de la détermination des conditions d'anomalie de service au niveau de l'interface réseau-réseau, on définit un événement comme étant:

   - la réception d'un message DEMANDE D'ÉTAT sans erreur de protocole; ou
   - l'expiration de la temporisation T392.

Le premier type d'événement est considéré comme erroné si le contenu de l'élément d'information de vérification d'intégrité de liaison est incorrect, c'est-à-dire si le numéro de séquence de réception est incorrect, c'est-à-dire encore lorsque ce dernier n'est pas égal au numéro de séquence d'envoi transmis en dernier.

NOTE – Les procédures de réponse à l'interrogation poursuivent l'exécution de la procédure d'interrogation périodique quelle que soit la valeur du numéro de séquence à la réception reçu (c'est-à-dire que les procédures de réponse à l'interrogation répondent à chaque message DEMANDE D'ÉTAT qui ne comporte pas d'erreur de protocole).

Le deuxième type d'événement est toujours considéré comme entaché d'erreur. Le fait de détecter que N392 des N393 derniers événements sont en situation d'erreur révèle une condition d'anomalie de service. Dès que le terminal sémaphore détecte une condition d'anomalie de service à l'interface réseau-réseau, il signalera au terminal distant chaque circuit PVC dont le service est affecté en mettant à 0 le bit d'activité dans un message ÉTAT d'état complet ou, optionnellement, dans un message ÉTAT asynchrone de circuit PVC individuel.

11.4.6.2 Actions de la procédure d'envoi d'interrogation

Aux fins de la détermination des conditions d'anomalie de service à l'interface réseau-réseau, un événement est défini comme étant la transmission d'un message DEMANDE D'ÉTAT.

On considère que cet événement est entaché d'erreur dans les cas suivants:

- non-réception d'un message ÉTAT sans erreur de protocole avec pour type de rapport «état complet» ou «vérification de l'intégrité de la liaison uniquement» avant l'expiration de la temporisation T391;

- réception d'un message ÉTAT sans erreur de protocole avec pour type de rapport «état complet» ou «vérification de l'intégrité de la liaison uniquement», comportant un élément d'information de vérification d'intégrité de liaison à contenu incorrect, c'est-à-dire avec un numéro de séquence de réception incorrect, c'est-à-dire encore avec un numéro de séquence de réception reçu non égal au numéro de séquence d'envoi transmis en dernier.

NOTE – Lorsque les procédures d'envoi d'interrogation reçoivent un message ÉTAT sans erreur de protocole mais avec un numéro de séquence de réception non valide, ce message (y compris son numéro de séquence d'envoi) est ignoré. L'utilisation du numéro de séquence d'envoi d'un tel message ÉTAT peut avoir comme conséquence que les procédures d'envoi d'interrogation reconnaissent un message ÉTAT dont l'élément d'information type de rapport mentionne «état complet» et qui a été ignoré (c'est-à-dire reconnaissance incorrecte de l'indication de nouveauté ou de suppression).

Le fait de détecter que N392 des N393 derniers événements sont entachés d'erreur indique une condition d'anomalie de service. Le terminal sémaphore peut également utiliser d'autres méthodes pour détecter des conditions d'anomalie de service.

Quand il détecte une condition d'anomalie de service à l'interface réseau-réseau, le terminal sémaphore arrêtera la transmission de trames sur tous les circuits PVC de l'interface réseau-réseau, et poursuivra les procédures de vérification de l'intégrité de liaison jusqu'à la détection du rétablissement du service.

Quand le terminal sémaphore détecte que la condition d'anomalie de service est levée, il reprend l'exploitation normale des circuits PVC actifs sur l'interface réseau-réseau. Une méthode pour détecter le rétablissement du service consiste à détecter que N392 événements consécutifs se sont produits sans erreur.

Si le terminal sémaphore reçoit un élément d'information d'état de circuit avec le bit de nouveauté à 0 pour un circuit PVC non défini à l'instant en cours, cet événement est enregistré comme une erreur. Les autres mesures prises alors dépendent de la réalisation.

La présente procédure détecte les anomalies sur la liaison de signalisation (DLCI = 0) mais pas sur les différents circuits PVC.

11.5 Aspects bidirectionnels du fonctionnement

La bidirectionnalité des procédures signifie qu'il existe une symétrie de fonctionnement sur l'interface réseau-réseau.

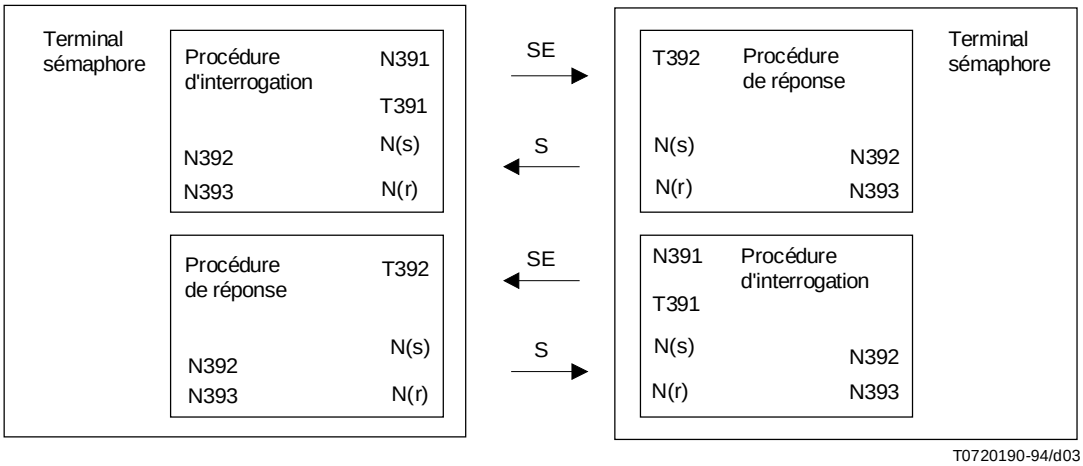
Les deux ensembles de paramètres de signalisation suivants sont gérés pour chaque terminal sémaphore à chaque interface réseau-réseau:

- procédure d'envoi d'interrogation – T391, N391;

- procédure de réponse à l'interrogation – T392.

L'un de ces deux ensembles de paramètres est utilisé par le terminal sémaphore pour la «procédure d'envoi d'interrogation» qui envoie le message d'interrogation (DEMANDE D'ÉTAT). L'autre ensemble de paramètres est utilisé par le terminal sémaphore pour la «procédure de réponse à l'interrogation» qui envoie le message ÉTAT en réponse à chaque message d'interrogation.

L'implantation de ces paramètres systèmes est indiquée dans la Figure 12 ci-dessous.



S Message ÉTAT
S Message DEMANDE D'ÉTAT
N(s) Compteur de séquence d'envoi
N(r) Compteur de séquence de réception

FIGURE 12/X.76

Implantation des paramètres et variables du système

Chaque côté de l'interface réseau-réseau doit procéder à l'envoi d'interrogation par message DEMANDE D'ÉTAT en se basant sur son propre temporisateur T391. Un rapport d'état complet doit être demandé tous les N391 (valeur par défaut 6) cycles d'interrogation. Cette procédure d'interrogation périodique est définie au 11.4.

Lorsque la procédure est activée pour la première fois, le terminal sémaphore considère que l'interface réseau-réseau n'est pas opérationnelle. Quand le terminal sémaphore observe l'une des situations suivantes à l'interface réseau-réseau, il considère que celle-ci est opérationnelle:

– réalisation de N393 cycles d'interrogation corrects consécutifs. Ces cycles d'interrogation peuvent comprendre: les cycles d'envoi d'interrogation, les cycles de réponse à une interrogation ou une combinaison des deux;

– ou encore, après réalisation d'un seul cycle d'interrogation correct; autrement dit, si le premier cycle d'interrogation permet l'échange correct des numéros de séquence, l'interface réseau-réseau sera considérée comme opérationnelle. Si le premier cycle d'interrogation se solde par une erreur, l'interface réseau-réseau sera considérée comme non opérationnelle jusqu'à la réalisation de N393 cycles d'interrogation corrects consécutifs à l'interface réseau-réseau. Ces cycles d'interrogation peuvent comprendre les cycles d'envoi d'interrogation, les cycles de réponse à une interrogation ou une combinaison des deux.

Après avoir été considérée une première fois comme opérationnelle, l'interface est considérée comme passée à l'état non opérationnel si une condition d'anomalie de service est détectée à l'interface réseau-réseau, et elle est considérée comme passée à l'état opérationnel à la détection du rétablissement du service.

Chaque terminal sémaphore met en œuvre deux ensembles de paramètres N392 et N393 pour gérer respectivement les erreurs et les événements. Un de ces ensembles est utilisé par les procédures d'envoi d'interrogation, l'autre par les procédures de réponse à l'interrogation. Il est possible que les procédures d'envoi d'interrogation et les procédures de réponse à l'interrogation d'un terminal sémaphore détectent des états différents. La détermination de l'état de l'interface réseau-réseau à partir de ces états détectés est fonction de la réalisation.

11.6 Message ÉTAT asynchrone de circuit PVC

Chaque fois que l'état d'un circuit PVC change, un message ÉTAT, avec pour type de rapport «état asynchrone de circuit PVC individuel», est facultativement envoyé au terminal sémaphore distant pour l'informer du nouvel état du circuit en question. S'il est envoyé, ce message l'est immédiatement après le changement d'état du circuit PVC.

Lorsqu'un circuit PVC est supprimé, le terminal sémaphore peut envoyer un message ÉTAT asynchrone de circuit PVC au terminal sémaphore qui contient l'élément d'information type de rapport mis à la valeur «état asynchrone de circuit PVC particulier» et l'élément d'information d'état de circuit PVC. Dans l'élément d'information d'état de circuit PVC, le bit de suppression est mis à 1. Lorsque le bit de suppression est mis à 1, le bit de nouveauté et le bit d'activité n'ont pas de signification. Ils doivent être mis à 0 à l'émission et ne doivent pas être interprétés à la réception.

Les procédures appliquées pour annoncer de nouveaux circuits PVC ne sont pas prises en charge par les messages ÉTAT asynchrones. Dans un message ÉTAT asynchrone de circuit PVC, le bit de nouveauté n'a pas de signification. Il doit être mis à 0 à l'émission et ne doit pas être interprété à la réception. Les messages ÉTAT asynchrones ne répondent pas aux prescriptions s'appliquant aux messages ÉTAT dans un intervalle d'interrogation donné. Les terminaux sémaphores qui n'ont pas la capacité d'interpréter un message ÉTAT avec pour type de rapport «état asynchrone de circuit PVC individuel» ignoreront ces messages.

11.7 Paramètres du système

Les Tableaux 5 et 6 indiquent les valeurs acceptables pour les paramètres configurables décrits dans ces procédures. Les valeurs de paramètre autres que les valeurs par défaut constituent des options à l'abonnement.

TABLEAU 5/X.76

Paramètres du système – Compteurs

Compteur	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut/seuil	Utilisation
N391	Compteur d'interrogation sur l'état complet (tous les circuits PVC)	1-255	6	Cycles d'interrogation
N392	Compteur d'erreurs et servant au retour à la normale	1-10 (Note 1)	3	Evénements erronés/ événements non erronés
N393	Compteur d'événements contrôlés	1-10 (Note 2)	4	Evénements

NOTES

1 N392 doit être inférieur ou égal à N393.

2 Si N393 est mis à une valeur trop petite par rapport à N391, la liaison peut passer à un état d'erreur et revenir à un état correct sans que le réseau ou l'équipement de l'utilisateur en soit averti.

TABLEAU 6/X.76

Paramètres du système – Temporisateurs

Temporisateur	Description	Valeurs possibles	Valeur par défaut (secondes)	Déclenchement	Arrêt	Mesures prises à l'expiration
T391	Temporisateur d'interrogation de vérification d'intégrité de liaison	5-30	10	Transmission du message DEMANDE D'ÉTAT	–	Transmission du message DEMANDE D'ÉTAT, erreur si le message ÉTAT n'a pas été reçu
T392	Temporisateur de vérification d'interrogation	5-30 (Note)	15	Transmission du message ÉTAT	Réception du message DEMANDE D'ÉTAT	Enregistrement de l'erreur par incrémentation de N392. Redéclenchement de T392
NOTE – T392 doit être supérieur à T391.						

12 Gestion des encombrements

Comme indiqué dans la Recommandation I.370, les états d'encombrement peuvent être classés en faibles et forts. En cas d'encombrement faible, le réseau doit appliquer des procédures pour détecter l'encombrement, le notifier aux utilisateurs et gérer l'excès de trafic de manière à éviter, dans la mesure du possible, la suppression de trames. Le réseau peut envoyer des notifications d'encombrement aux réseaux adjacents via des interfaces réseau-réseau en mode relais de trames s'il a été déterminé que le trafic avec ces réseaux passe par des ressources encombrées.

Chaque réseau doit générer des notifications explicites d'encombrement vers l'avant (FECN) et vers l'arrière (BECN) et peut appliquer, au moyen de l'indicateur de priorité de rejet, les fonctions de limitation de débit conformément à la Recommandation I.370.

Chaque réseau est responsable de sa propre protection contre les situations d'encombrement au niveau de l'interface réseau-réseau (il ne doit pas, par exemple, se contenter de tabler sur la fixation par le réseau précédent de la valeur du bit indicateur de priorité de rejet).

En condition de fonctionnement normal, tout doit être mis en œuvre pour ne pas supprimer des données respectant la longueur de salve garantie à l'interface réseau-réseau. Une méthode pour y parvenir consiste à fixer une limite supérieure à la somme des débits (sortants) d'information garantis faisant l'objet d'un abonnement pour tous les circuits PVC en tenant compte du débit d'accès de l'interface réseau-réseau. Chaque terminal sémaphore établit sa propre limite supérieure.

Le débit d'information garanti (CIR), la longueur garantie des salves (Bc) et la longueur excédentaire des salves (Be) sont administrativement coordonnés à l'interface réseau-réseau. Les valeurs de ces paramètres sont choisies de manière à fournir un service cohérent tout au long des circuits PVC multiréseaux. Les valeurs de CIR, de Bc et de Be peuvent être définies sans équivoque vers l'avant et vers l'arrière.

Les débits d'accès (AR) des différentes interfaces réseau-réseau intervenant dans un circuit PVC multiréseau ne doivent pas nécessairement être égaux. Le débit d'accès d'une interface peut même être nettement plus élevé que celui d'une autre. Pour cette raison, l'entrée répétée de trames Be à une interface réseau-réseau peut entraîner un encombrement persistant des tampons du réseau au niveau d'une autre interface réseau-réseau, risquant ainsi de perdre une quantité importante de données.

Une description complémentaire de la création et de la signalisation d'informations explicites relatives à la gestion des encombrements figure dans l'Appendice I.

Remplacée par une version plus récente

Appendice I

Scénarios d'encombrement du réseau

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

La Figure I.1 représente un circuit PVC unique passant à travers trois réseaux. Le circuit PVC est composé de trois sections et passe à travers deux liaisons d'interface réseau-réseau distinctes. Le circuit PVC achemine le trafic entre deux utilisateurs finals: l'utilisateur X et l'utilisateur Y.

Si l'encombrement du réseau B devient tel que sa capacité à acheminer le trafic sur ce circuit PVC dans le sens X vers Y s'en trouve réduite, le réseau doit le signaler explicitement aux utilisateurs X et Y. A cette fin, il positionne le bit FECN dans le champ d'adresse des trames acheminées à l'utilisateur Y et positionne le bit BECN dans le champ d'adresse des trames acheminées à l'utilisateur X. Dans ce cas, les réseaux A et C sont chargés d'acheminer ces bits de notification d'encombrement aux interfaces utilisateur-réseau sans les modifier.

En principe, lorsqu'il reçoit une notification d'encombrement, l'équipement de l'utilisateur final doit réduire la charge qu'il transmet sur le circuit PVC indiqué. Cela peut en fait se traduire par une augmentation du débit effectif mis à la disposition de l'utilisateur final dans des conditions d'encombrement. Cependant, étant donné que le comportement de chaque utilisateur final ne peut pas être garanti, les réseaux doivent pouvoir se protéger, et protéger les autres utilisateurs, de l'encombrement. Dans le cas présenté, le réseau B peut se protéger en utilisant un mécanisme de contrôle des débits à l'entrée d'une interface réseau-réseau, ce qui implique le rejet de trames, en commençant par celles qui sont marquées comme étant prioritaires au rejet, en période d'encombrement.

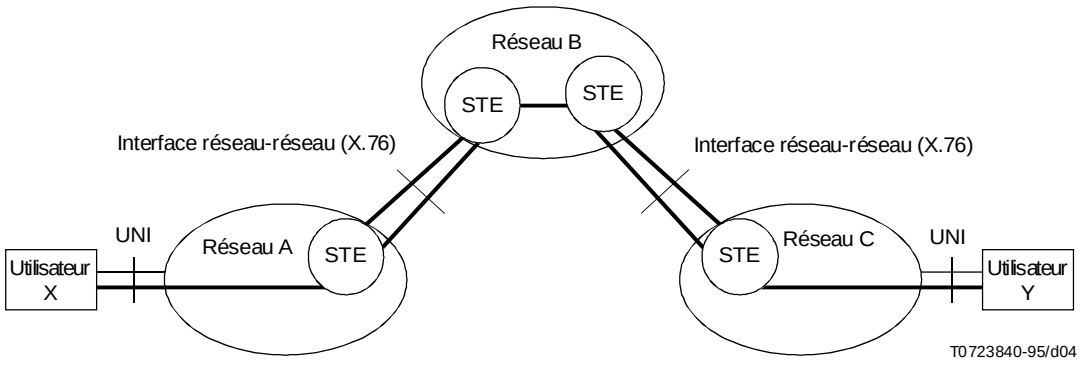


FIGURE I.1/X.76

Circuit PVC multisections illustrant les scénarios d'encombrement