

Remplacée par une version plus récente



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

X.233

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(11/93)

RÉSEAUX DE COMMUNICATION DE DONNÉES

**TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION –
PROTOCOLE ASSURANT LE SERVICE
RÉSEAU EN MODE SANS CONNEXION
DE L'INTERCONNEXION DE SYSTÈMES
OUVERTS: SPÉCIFICATION DU PROTOCOLE**

Recommandation UIT-T X.233
Remplacée par une version plus récente

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

Remplacée par une version plus récente

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. Au sein de l'UIT-T, qui est l'entité qui établit les normes mondiales (Recommandations) sur les télécommunications, participent quelque 179 pays membres, 84 exploitations de télécommunications reconnues, 145 organisations scientifiques et industrielles et 38 organisations internationales.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), (Helsinki, 1993). De plus, la CMNT, qui se réunit tous les quatre ans, approuve les Recommandations qui lui sont soumises et établit le programme d'études pour la période suivante.

Dans certains secteurs de la technologie de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI. Le texte de la Recommandation X.233 de l'UIT-T a été approuvé le 11 novembre 1993. Son texte est publié, sous forme identique, comme Norme internationale ISO/CEI 8473-1.

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.

© UIT 1994

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

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1	Domaine d'application..... 1
2	Références normatives..... 1
2.1	Recommandations Normes internationales identiques 2
2.2	Recommandations Normes internationales associées, présentant un contenu technique identique .. 2
2.3	Références additionnelles..... 2
3	Définitions 2
3.1	Définitions du modèle de référence..... 2
3.2	Définitions des conventions de service 3
3.3	Définitions relevant de l'architecture de la couche réseau..... 3
3.4	Définitions relatives à l'adressage de la couche réseau 3
3.5	Définitions relatives au réseau local..... 3
3.6	Définitions relatives aux PICS 3
3.7	Définitions additionnelles..... 3
4	Abréviations 4
4.1	Unités de données..... 4
4.2	Unités de données de protocole..... 4
4.3	Champs d'unité de données de protocole..... 4
4.4	Paramètres 4
4.5	Divers 4
5	Description générale du protocole..... 5
5.1	Organisation interne de la couche réseau 5
5.2	Sous-ensembles du protocole 5
5.3	Adresses et intitulés..... 6
5.4	Service assuré par le protocole..... 6
5.5	Service sous-jacent supposé par le protocole 6
6	Fonctions du protocole 7
6.1	Fonction de composition d'unités PDU 7
6.2	Fonction de décomposition d'unités PDU 8
6.3	Fonction d'analyse du format d'en-tête..... 8
6.4	Fonction de gestion de la durée de vie des unités PDU 8
6.5	Fonction de routage des unités PDU 8
6.6	Fonction de retransmission d'unités PDU..... 9
6.7	Fonction de segmentation..... 9
6.8	Fonction de réassemblage 10
6.9	Fonction de mise au rebut d'unités PDU 10
6.10	Fonction de rapport d'erreur 11
6.11	Fonction de détection d'erreur d'en-tête PDU..... 12
6.12	Fonction de bourrage..... 13
6.13	Fonction de sécurité..... 13
6.14	Fonction de routage à partir de la source..... 13
6.15	Fonction d'enregistrement de routage..... 14
6.16	Fonction de maintien de la qualité de service..... 14
6.17	Fonction de priorité 15
6.18	Fonction de notification d'encombrement 15
6.19	Fonction de demande de réponse en écho 15
6.20	Fonction de réponse en écho 16
6.21	Classification des fonctions..... 17

Remplacée par une version plus récente

Page

7	Structure et codage des unités PDU.....	18
7.1	Structure	18
7.2	Partie fixe	19
7.3	Partie «adresses»	21
7.4	Partie «segmentation»	22
7.5	Partie «options».....	22
7.6	Partie «données».....	27
7.7	Unité PDU de données	27
7.8	Protocole de couche de réseau inactif	29
7.9	Unité PDU de rapport d'erreur	29
7.10	Unité PDU de demande de réponse en écho	31
7.11	Unité PDU de réponse en écho.....	31
8	Fourniture du service sous-jacent	31
8.1	Points de rattachement au sous-réseau	32
8.2	Qualité de service dans le sous-réseau	32
8.3	Données d'utilisateur de sous-réseau	33
8.4	Fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau	34
9	Conformité.....	34
9.1	Conformité statique	34
9.2	Conformité dynamique.....	36
9.3	Formulaire PICS.....	36
Annexe A	– Formulaire PICS proforma	37
A.1	Introduction	37
A.2	Abbreviations and special symbols	37
A.3	Instructions for completing the PICS proforma	37
A.4	Identification	39
A.5	Major capabilities	40
A.6	End systems.....	40
A.7	Intermediate systems	46
Annexe B	– Informations techniques complémentaires.....	51
B.1	Durée de vie des unités de données	51
B.2	Gestion de la durée de réassemblage.....	52
B.3	Puissance de la fonction de détection d'erreurs d'en-tête.....	53
Annexe C	– Algorithmes de la fonction de détection d'erreurs d'en-tête PDU	55
C.1	Symboles utilisés dans les algorithmes	55
C.2	Conventions arithmétiques	55
C.3	Algorithme de génération des paramètres de somme de vérification	55
C.4	Algorithme de vérification des paramètres de somme de vérification	55
C.5	Algorithme d'ajustement du paramètre de somme de vérification en cas d'altération d'un octet.....	56

Remplacée par une version plus récente

Résumé

La présente Recommandation spécifie un protocole servant à fournir un service en mode sans connexion tel que défini dans la définition du service de réseau, ainsi que les fonctions de gestion associées. La spécification se compose des mécanismes de protocole et de la structure des unités de données du protocole (PDU) pour l'échange de données entre systèmes d'extrémité et systèmes intermédiaires utilisant les transferts de données en mode sans connexion. Ce protocole définit: le transfert de données, les rapports d'erreurs et les fonctions d'écho.

Cette Recommandation comporte une description de la surjection des opérations du protocole sur un service de couche OSI liaison de données généralisé, pouvant être utilisé en conjonction avec des sous-réseaux réels.

Introduction

La présente Recommandation fait partie d'un ensemble de Recommandations et Normes internationales établies dans le souci de faciliter l'interconnexion des systèmes ouverts, ensemble qui couvre les services et protocoles requis pour cette interconnexion.

La «position» de la présente Recommandation | Norme internationale, par rapport aux autres Recommandations et Normes internationales connexes, est définie par les couches spécifiées dans la Rec. X.200 de l'UIT-T | ISO/CEI 7498-1. Le protocole relève notamment de la couche réseau. Le protocole spécifié par la présente Recommandation | Norme internationale peut être utilisé entre entités de réseau de systèmes d'extrémité, entre entités de réseau de systèmes intermédiaires ou entre une entité de réseau de système d'extrémité et une entité de réseau de système intermédiaire. Dans un système d'extrémité, il assure le service réseau en mode sans connexion défini dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348.

La relation entre la spécification du protocole et les définitions de service correspondantes est illustrée à la Figure Intro.1.

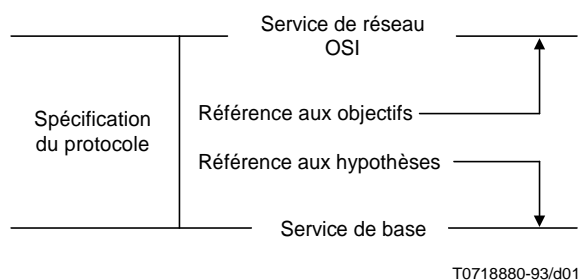


Figure Intro. 1 – Relation entre le protocole et les services

Pour évaluer la conformité d'une application particulière du protocole, il faut connaître les capacités et options utilisées dans cette application. Les capacités et options sélectionnées doivent faire l'objet d'une déclaration de conformité de mise en œuvre de protocole (Protocol Implementation Conformance Statement – PICS) (se reporter à la Rec. X.290 du CCITT | ISO/CEI 9646-1). Un formulaire PICS type, pouvant être utilisé pour toute application spécifique, est reproduit dans la présente Recommandation | Norme internationale (Annexe normative A).

NORME INTERNATIONALE

RECOMMANDATION UIT-T

**TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION – PROTOCOLE ASSURANT
LE SERVICE RÉSEAU EN MODE SANS CONNEXION
DE L'INTERCONNEXION DE SYSTÈMES OUVERTS:
SPÉCIFICATION DU PROTOCOLE**

1 Domaine d'application

La présente Recommandation | Norme internationale spécifie un protocole servant à assurer le service de réseau en mode sans connexion décrit dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348 et à exécuter certaines fonctions de gestion dans la couche réseau. Dans l'application de ce protocole, on suppose que des sous-réseaux réels et/ou des liaisons de données assurent un service de base en mode sans connexion. Ce service de base en mode sans connexion, assuré par hypothèse, peut être obtenu soit directement à partir d'un sous-réseau réel en mode sans connexion, soit indirectement par l'intermédiaire d'une fonction ou d'un protocole de convergence approprié dépendant du sous-réseau (respectivement SNDCF et SNDPC) selon la description donnée dans l'ISO/CEI 8648. La présente Recommandation | Norme internationale spécifie le déroulement du protocole par référence à un «service de sous-réseau de base» abstrait et uniforme. D'autres Recommandations | Norme internationale spécifient les modalités d'obtention de ce «service de sous-réseau de base» à partir de sous-réseaux réels, par exemple à partir de sous-réseaux conformes à l'ISO/CEI 8802 ou à l'ISO/CEI 8208. Le «service de sous-réseau de base» peut être obtenu à partir de sous-réseaux réels autres que les sous-réseaux spécifiquement couverts par les autres Recommandations | Norme internationale.

La présente Recommandation | Norme internationale spécifie:

- a) les procédures de transmission sans connexion de données et d'informations de commande entre entités de réseau homologues;
- b) le codage des unités de données de protocole (PDU) utilisé pour la transmission des données et des informations de commande, notamment un format d'en-tête de protocole de longueur variable;
- c) les procédures d'interprétation correcte des informations de commande du protocole;
- d) les caractéristiques fonctionnelles des applications déclarées conformes à la présente Recommandation | Norme internationale.

Les procédures sont définies par référence:

- a) aux interactions entre entités de réseau homologues résultant de l'échange d'unités de données de protocole;
- b) aux interactions entre une entité de réseau et un utilisateur de service de réseau, résultant de l'échange des primitives de service de réseau; et
- c) aux interactions entre une entité de réseau et un fournisseur de service de base abstrait, résultant de l'échange de primitives de service.

La présente Recommandation | Norme internationale comprend également un formulaire PICS conforme aux conditions pertinentes et aux directives applicables, exposées dans la Rec. X.290 du CCITT | ISO/CEI 9646-1.

2 Références normatives

Les Recommandations et les Normes internationales suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation | Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou Norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Recommandation | Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et Normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur. Le Bureau de la normalisation des télécommunications tient à jour une liste des Recommandations du UIT-T en vigueur.

2.1 Recommandations | Normes internationales identiques

- Recommandation X.200 de l'UIT-T (1994) | ISO/CEI 7498-1:1994, *Modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts pour les applications du CCITT – Modèle de référence de base.*
- Recommandation X.210 de l'UIT-T (1993) | ISO/CEI 10731:1993, *Technologie de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Conventions relatives à la définition des services OSI.*
- Recommandation X.213 du CCITT (1992) | ISO/CEI 8348:1992, *Technologie de l'information – Définition du service de réseau pour l'interconnexion de systèmes ouverts.*

2.2 Recommandations | Normes internationales associées, présentant un contenu technique identique

- Recommandation X.224 de l'UIT-T (1993), *Protocole du service transport en mode connexion de l'OSI.*
ISO/CEI 8073:1992, *Technologies de l'information – Echange de télécommunications et d'information entre systèmes – Interconnexion de systèmes ouverts – Protocole du service transport en mode connexion.*
- Recommandation X.290 du CCITT (1992), *Cadre général et méthodologie des tests de conformité OSI pour les Recommandations sur les protocoles pour les applications du CCITT – Concepts généraux.*
ISO/CEI 9646-1:1991, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Cadre général et méthodologie des tests de conformité – Concepts généraux.*

2.3 Références additionnelles

- Recommandation X.25 de l'UIT-T (1993), *Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison du circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuits spécialisés à des réseaux publics pour données.*
- ISO/CEI 8208:1990, *Systèmes de traitement de l'information – Communications de données – Protocole X.25 couche paquet pour les équipements terminaux de transmission de données.*
- ISO/CEI 8648:1988, *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Organisation interne de la couche réseau.*
- ISO/CEI 8802:1990, *Systèmes de traitement de l'information – Communications de données – Réseaux locaux.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation | Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Définitions du modèle de référence

Les termes suivants, définis dans la Rec. X.200 de l'UIT-T | ISO/CEI 7498-1, sont utilisés dans la présente Recommandation | Norme internationale:

- a) système d'extrémité;
- b) entité de réseau;
- c) couche réseau;
- d) protocole de réseau;
- e) unité de données de protocole de réseau;
- f) relais de réseau;
- g) service de réseau;
- h) point d'accès au service de réseau;
- i) adresse de point d'accès au service de réseau;
- j) routage;
- k) service;
- l) unité de données de service;
- m) primitive de service.

3.2 Définitions des conventions de service

Les termes suivants, définis dans la Rec. X.210 de l'UIT-T | ISO/CEI 10731, sont utilisés dans la présente Recommandation | Norme internationale:

- a) fournisseur de service;
- b) utilisateur de service.

3.3 Définitions relevant de l'architecture de la couche réseau

Les termes suivants, définis dans la Norme ISO/CEI 8648, sont utilisés dans la présente Recommandation | Norme internationale:

- a) système intermédiaire;
- b) système relais;
- c) sous-réseau;
- d) protocole de convergence dépendant du sous-réseau;
- e) fonction de convergence dépendante du sous-réseau;
- f) protocole de convergence indépendant du sous-réseau;
- g) fonction de convergence indépendante du sous-réseau;
- h) protocole d'accès au sous-réseau.

3.4 Définitions relatives à l'adressage de la couche réseau

Les termes suivants, définis dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348, sont utilisés dans la présente Recommandation | Norme internationale:

- a) domaine d'adressage du réseau;
- b) information d'adresse de protocole de réseau;
- c) point d'attache de sous-réseau.

3.5 Définitions relatives au réseau local

L'expression suivante, définie dans la Norme ISO/CEI 8802, est utilisée dans la présente Recommandation | Norme internationale:

réseau local

3.6 Définitions relatives aux PICS

Les termes suivants, définis dans la Rec. X.290 du CCITT | ISO/CEI 9646-1, sont utilisés dans la présente Recommandation | Norme internationale:

- a) formulaire PICS;
- b) déclaration de conformité de mise en œuvre de protocole.

3.7 Définitions additionnelles

3.7.1 PDU dérivée: unité de données de protocole dont les champs sont identiques à ceux d'une unité PDU initiale à ceci près qu'elle n'achemine qu'un segment des données d'utilisateur associées à une demande N-UNITDATA.

3.7.2 PDU initiale: unité de données de protocole acheminant l'ensemble des données d'utilisateur associées à une demande N-UNITDATA.

3.7.3 décision locale: décision prise par un système concernant son comportement dans la couche réseau en l'absence de prescription ou de limitation découlant de la présente Recommandation | Norme internationale.

3.7.4 intitulé d'entité de réseau: identificateur d'entité de réseau présentant la même syntaxe abstraite qu'une adresse NSAP et pouvant être utilisé pour identifier sans ambiguïté une entité de réseau dans un système d'extrémité ou un système intermédiaire.

3.7.5 réassemblage: régénération d'une PDU initiale à partir d'au moins deux PDU dérivées.

3.7.6 segment: unité de données distincte composée d'une partie des données d'utilisateur fournies dans la demande N-UNITDATA et remises dans l'indication N-UNITDATA.

3.7.7 segmentation: génération d'au moins deux PDU dérivées à partir d'une PDU initiale ou d'une PDU dérivée. Ensemble, ces PDU dérivées acheminent la totalité des données d'utilisateur de la PDU initiale ou dérivée à partir de laquelle elles ont été produites.

4 Abréviations

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

4.1 Unités de données

NSDU	unité de données de service de réseau (<i>network service data unit</i>)
PDU	unité de données de protocole (<i>protocol data unit</i>)
SDU	unité de données de service (<i>service data unit</i>)
SNSDU	unité de données de service de sous-réseau (<i>subnetwork service data unit</i>)

4.2 Unités de données de protocole

DT PDU	unité de données de protocole de données (<i>data protocol data unit</i>)
ER PDU	unité de données de protocole de rapport d'erreur (<i>error report protocol data unit</i>)
ERP PDU	unité de données de protocole de réponse en écho (<i>echo reply protocol data unit</i>)
ERQ PDU	unité de données de protocole de demande de réponse en écho (<i>echo request protocol data unit</i>)

4.3 Champs d'unité de données de protocole

DA	adresse de destination (<i>destination address</i>)
DAL	longueur d'adresse de destination (<i>destination address length</i>)
DUID	identificateur d'unité de données (<i>data unit identifier</i>)
E/R	marqueur de rapport d'erreur (<i>error report flag</i>)
LI	indicateur de longueur (<i>length indicator</i>)
LT	vie utile (<i>lifetime</i>)
MS	marqueur d'annonce de segments (<i>more segments flag</i>)
NLPID	identificateur de protocole de couche réseau (<i>network layer protocol identifier</i>)
SA	adresse de source (<i>source address</i>)
SAL	longueur d'adresse de source (<i>source address length</i>)
SL	longueur de segment (<i>segment length</i>)
SO	décalage de segment (<i>segment offset</i>)
SP	marqueur d'autorisation de segmentation (<i>segmentation permitted flag</i>)

4.4 Paramètres

DA	adresse de destination (<i>destination address</i>)
QoS	qualité de service (<i>quality of service</i>)
SA	adresse de source (<i>source address</i>)

4.5 Divers

CLNP	protocole de réseau en mode sans connexion – il s'agit du protocole défini dans la présente Recommandation Norme internationale) (<i>connectionless-mode network protocol</i>)
NPAI	information d'adresse de protocole de réseau (<i>network protocol address information</i>)
NS	service de réseau (<i>network service</i>)

NSAP	point d'accès au service de réseau (<i>network service access point</i>)
PICS	déclaration de conformité de mise en œuvre de protocole (<i>protocol implementation conformance statement</i>)
SN	sous-réseau (<i>subnetwork</i>)
NSAcP	protocole d'accès au sous-réseau (<i>subnetwork access protocol</i>)
SNDCF	fonction de convergence dépendante du sous-réseau (<i>subnetwork dependent convergence protocol</i>)
SNDCP	protocole de convergence dépendant du sous-réseau (<i>subnetwork dependent convergence protocol</i>)
SNICP	protocole de convergence indépendant du sous-réseau (<i>subnetwork independent convergence protocol</i>)
SNPA	point de rattachement au sous-réseau (<i>subnetwork point of attachment</i>)

5 Description générale du protocole

5.1 Organisation interne de la couche réseau

L'architecture de la couche réseau est décrite dans la norme ISO/CEI 8648, qui identifie et classe en catégories les modalités selon lesquelles les fonctions peuvent être assurées dans cette couche par les protocoles correspondants et fournit ainsi un cadre uniforme de description des modalités selon lesquelles les protocoles, appliqués individuellement ou en association dans la couche réseau, permettent de fournir le service de réseau OSI. Le présent protocole, utilisé à titre de protocole d'interfonctionnement, permet d'assurer le service de réseau en mode sans connexion défini dans la norme ISO/CEI 8648.

Le présent protocole doit être utilisé à titre de protocole de convergence indépendant du sous-réseau (SNICP). Ainsi exploité, il permet de structurer le service de réseau OSI sur un ensemble défini de services de base et d'assurer les fonctions nécessaires à la présence uniforme du service de réseau OSI en mode sans connexion dans un ensemble homogène ou hétérogène de sous-réseaux interconnectés. Il présente par conception une caractéristique de variabilité utile lorsque les protocoles de convergence dépendants du sous-réseau ou les protocoles d'accès au sous-réseau n'assurent pas toutes les fonctions nécessaires à la fourniture du service de réseau en mode sans connexion dans l'ensemble ou sur une partie du trajet entre deux points d'accès au service de réseau (NSAP).

Comme cela est exposé dans la norme ISO/CEI 8648, le «rôle» d'un protocole de la couche réseau peut varier d'une configuration à l'autre. Le présent protocole est avant tout adapté à un rôle de SNICP dans le contexte d'un service réseau en mode sans connexion assuré par l'intermédiaire d'un protocole d'interfonctionnement, mais il peut assumer d'autres fonctions et, par voie de conséquence, être utilisé dans le contexte d'autres approches de l'interconnexion au sous-réseau.

L'application du présent protocole est spécifiée par référence à un «service de sous-réseau de base» assuré par l'application d'autres protocoles de couche réseau ou la disponibilité d'un service de liaison de données. Le «service de sous-réseau de base» en question est décrit en 5.5.

5.2 Sous-ensembles du protocole

Le protocole complet est subdivisé en deux sous-ensembles, structurés selon les caractéristiques de sous-réseau connues des configurations considérées, et qui ne sont donc pas indépendants du sous-réseau.

Le sous-ensemble de protocole de couche réseau inactif est un sous-ensemble de fonctions nulles qui peut être utilisé lorsque l'on sait que les deux systèmes d'extrémité – source et destination – sont connectés par un seul sous-réseau et lorsqu'aucune des fonctions assurées par le protocole complet n'est nécessaire au service réseau en mode sans connexion entre une paire de systèmes d'extrémité quelconque.

Le sous-ensemble de protocole de non-segmentation permet de simplifier l'en-tête lorsque l'on sait que les deux systèmes d'extrémité – source et destination – sont connectés par des sous-réseaux dans lesquels la longueur des unités de données de service considérées individuellement est égale ou supérieure à une limite connue, suffisamment élevée pour qu'aucune segmentation ne soit requise. Ce sous-ensemble est sélectionné par mise à zéro du marqueur d'autorisation de segmentation (voir 6.7).

5.3 Adresses et intitulés

Les articles suivants décrivent les adresses et les intitulés utilisés dans le présent protocole.

5.3.1 Adresses

Les paramètres d'adresse de source et d'adresse de destination dont il est question en 7.3 correspondent à des adresses NSAP, dont la syntaxe et la sémantique sont décrites dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348.

Le codage d'acheminement des adresses NSAP utilisé dans le présent protocole est le «codage préféré» spécifié dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348. L'adresse NSAP, codée sous forme de chaîne d'octets binaires selon la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348, est acheminée dans son intégralité dans les champs d'adresse décrits en 7.3.

5.3.2 Intitulés d'entité de réseau

Un intitulé d'entité de réseau (NET) (*network entity title*) identifie une entité de réseau relevant d'un système d'extrémité ou d'un système intermédiaire. Les intitulés sont pris sur l'espace de dénomination utilisé pour les adresses NSAP, et l'interprétation d'une dénomination – s'agit-il d'une adresse NSAP ou d'un intitulé d'entité de réseau? – dépend donc du contexte. Les valeurs des paramètres de routage à partir de la source et d'enregistrement de routage définis respectivement en 7.5.4 et 7.5.5 sont des intitulés d'entité de réseau. Les valeurs des paramètres d'adresse de source et d'adresse de destination de l'unité PDU de rapport d'erreur définis au 7.9, de l'unité PDU de demande de réponse en écho définie en 7.10 et de l'unité PDU de réponse en écho définie au 7.11 sont également des intitulés d'entité de réseau.

Le codage utilisé dans le présent protocole pour acheminer les intitulés d'entité de réseau est le «codage préféré» spécifié dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348. L'intitulé d'entité de réseau, codé sous forme de chaîne d'octets binaires selon la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348, est acheminé dans son intégralité dans les champs appropriés.

5.4 Service assuré par le protocole

Le présent protocole assure le service de réseau en mode sans connexion décrit dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348. La primitive de service de réseau correspondante et ses paramètres sont indiqués au Tableau 1.

NOTE – La Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348 précise que la longueur maximale d'une unité de données du service en mode sans connexion (NSDU) est de 64 512 octets.

Tableau 1 – Primitive du service de réseau en mode sans connexion

Primitive		Paramètres
N-UNITDATA	Demande Indication	Adresse de source NS Adresse de destination NS Qualité de service NS Données d'utilisateur NS

5.5 Service sous-jacent supposé par le protocole

Par conception, le présent protocole doit pouvoir être appliqué à des services en mode sans connexion dérivés d'une grande diversité de sous-réseaux et de liaisons de données réels. En conséquence, pour en simplifier la spécification, il a été décidé de définir son application (voir l'article 6) par référence à un «service de sous-réseau sous-jacent» abstrait plutôt que par référence à tel ou tel service de sous-réseau réel. Ce service sous-jacent consiste en une primitive SN-UNITDATA unique qui achemine les adresses de point de rattachement au sous-réseau source et au sous-réseau de destination, un paramètre de qualité de service de sous-réseau et un certain nombre d'octets de données d'utilisateur.

La primitive SN-UNITDATA sert à décrire l'interface abstraite qui existe entre la machine de protocole CLNP et un sous-réseau réel de base où une fonction de convergente dépendante du sous-réseau assurant, par l'intermédiaire d'un sous-réseau réel ou d'une liaison de données réelle, le service sous-jacent requis.

La primitive et ses paramètres sont indiqués au Tableau 2.

La fourniture du «service du sous-réseau sous-jacent» par les sous-réseaux et les liaisons de données réelles fait l'objet de l'article 8 et d'autres Recommandations | Norme internationale.

Tableau 2 – Primitive du service sous-jacent

Primitive		Paramètres
SN-UNITDATA	Demande Indication	Adresse de source SN Adresse de destination SN Qualité de service SN Données d'utilisateur SN

6 Fonctions du protocole

Le présent article décrit les fonctions assurées dans le cadre du protocole.

Il n'est pas nécessaire que la totalité de ces fonctions soit assurée dans chaque application. Le paragraphe 6.21 précise les fonctions qui peuvent être omises et le comportement attendu lorsque des fonctions requises ne sont pas mises en œuvre.

6.1 Fonction de composition d'unités PDU

Cette fonction assure la structuration des unités de données de protocole selon les règles qui régissent le codage des unités PDU, spécifiées dans l'article 7. Les informations de commande de protocole (PCI) (*protocol control information*) requises sont déterminées à partir de l'état actuel et des informations locales ainsi que des paramètres associés à la demande N-UNITDATA.

Les informations d'adresse de protocole de réseau (NPAI) nécessaires pour les champs d'adresse de source et d'adresse de destination de l'en-tête de l'unité PDU sont obtenues à partir des paramètres d'adresse de source NS et d'adresse de destination NS. Les paramètres d'adresse de destination NS et de qualité de service NS combinés aux informations d'état actuel et aux informations locales, servent à déterminer, parmi les fonctions optionnelles, celles qui seront sélectionnées. Les données d'utilisateur reçues de l'utilisateur de service de réseau (données d'utilisateur NS) constituent la partie «données» de l'unité de données de protocole.

Pendant la structuration de l'unité de données de protocole, un identificateur d'unité de données (DUID) (*data unit identifier*) permet de distinguer des autres demandes analogues la demande de transmission de données d'utilisateur NS à un utilisateur de service de réseau de destination particulier. L'entité d'origine de l'unité PDU choisit un DUID demeurant unique (pour la paire adresse de source – adresse de destination considérée) pendant toute la vie de l'unité PDU initiale dans le réseau; cette règle s'applique à toutes les unités PDU dérivées de l'unité PDU initiale par application de la fonction de segmentation (voir 6.7). Les unités PDU dérivées sont considérées comme correspondant à la même unité PDU initiale, et donc à la même demande N-UNITDATA lorsqu'elles ont la même adresse de source, la même adresse de destination et le même identificateur d'unité de données.

Le DUID est également utilisé pour des fonctions auxiliaires telles que l'envoi de rapports d'erreur (6.10).

La longueur totale de l'unité PDU en octets, déterminée par l'entité d'origine, est placée dans le champ de longueur totale de l'en-tête PDU. Ce champ n'est pas modifié pendant la vie de l'unité de données de protocole et présente donc la même valeur dans l'unité PDU initiale et chacune des unités PDU dérivées qui peuvent être créées à partir de cette unité initiale.

Lorsque l'on utilise le sous-ensemble de protocole de non-segmentation, ni le champ de longueur totale ni le champ d'identificateur d'unité de données ne sont présents. Les règles régissant la fonction de composition de l'unité PDU sont alors modifiées comme suit. Pendant la structuration de l'unité de données de protocole, la longueur totale de l'unité PDU en octets, déterminée par l'entité d'origine, est placée dans le champ de longueur de segment de l'en-tête PDU. Ce champ n'est pas modifié pendant la vie de l'unité PDU. Aucune identification d'unité de données n'est fournie.

6.2 Fonction de décomposition d'unités PDU

Cette fonction assure la suppression des informations de commande de protocole présentes dans l'unité de données de protocole. Pendant le déroulement du processus, les informations concernant la génération de l'indication N-UNITDATA sont déterminées comme suit. Les paramètres d'adresse de source NS et d'adresse de destination NS de l'indication N-UNITDATA sont extraites des informations NPAI présentes dans les champs d'adresse de source et d'adresse de destination de l'en-tête PDU. La partie «données» de l'unité PDU reçue est conservée jusqu'à réception de la totalité des segments de l'unité de données de service d'origine; ensemble, ces données forment le paramètre de données d'utilisateur NS de l'indication N-UNITDATA. Les informations concernant la qualité de service (QoS) fournies pendant la transmission de l'unité PDU sont déterminées à partir des informations de qualité de service et des autres informations contenues dans la partie «options» de l'en-tête PDU. Ces informations constituent le paramètre de qualité de service NS de l'indication N-UNITDATA.

6.3 Fonction d'analyse du format d'en-tête

Cette fonction détermine le protocole en service – protocole complet ou protocole de couche réseau inactif – et permet de savoir si l'unité PDU reçue est parvenue à sa destination finale. Lorsque le champ d'identificateur de protocole de couche réseau (NLPID) d'une unité PDU reçue contient une valeur qui identifie le protocole défini par la présente Recommandation | Norme internationale, c'est le protocole complet ou le sous-ensemble de non-segmentation qui est en service; la fonction d'analyse de format d'en-tête permet de savoir si l'unité PDU reçue est parvenue à sa destination, à partir de l'adresse de destination présente dans l'en-tête PDU. Lorsque l'adresse de destination présente dans l'unité PDU identifie un intitulé d'entité de réseau correspondant à l'entité de réseau active ou à un NSAP desservi par cette entité, l'unité PDU est parvenue à sa destination; dans le cas contraire, elle est retransmise.

Lorsque le champ NLPID contient une valeur qui identifie le protocole de couche réseau inactif, il n'est pas nécessaire de poursuivre l'analyse de l'en-tête PDU. Dans ce cas, l'entité de réseau détermine soit que l'adresse de point de rattachement au sous-réseau (SNPA) codée dans l'information NPAI du protocole de sous-réseau actif (voir 8.1) correspond directement à une adresse NSAP desservie par l'entité de réseau considérée, soit qu'une erreur s'est produite.

6.4 Fonction de gestion de la durée de vie des unités PDU

Cette fonction donne effet à la limite de vie utile des unités PDU, déterminant si une PDU reçue peut être retransmise ou si sa vie utile est terminée, auquel cas elle est mise au rebut.

La mise en œuvre de cette fonction dépend du champ de vie utile de l'en-tête PDU. Ce champ contient, à tout moment, le reste de vie utile de l'unité (exprimé en unités de 500 ms). La durée de vie de l'unité PDU initiale est déterminée par l'entité de réseau d'origine et consignée dans le champ de vie utile de l'unité. Lorsque la fonction de segmentation est appliquée à une unité PDU, la valeur du champ de vie utile de l'unité PDU initiale est copiée dans toutes les unités PDU dérivées correspondantes.

La valeur du champ de vie utile d'une unité PDU est décrétementée par toutes les entités de réseau qui traitent cette unité. La décrémentation porte sur une unité de vie utile au moins. La valeur du champ de vie utile de la PDU est décrétementée de plus d'une unité lorsque la somme

- a) du temps de transit dans le service de base d'où provient l'unité PDU, et
- b) le temps de passage dans le système qui traite l'unité PDU

dépasse ou semble dépasser 500 ms. Dans ce cas, le champ de vie utile est décrétementé d'une unité pour chaque tranche additionnelle de 500 ms de temps de propagation effectif ou estimatif. Il n'est pas nécessaire que la détermination du temps de propagation soit précise mais, lorsqu'il est impossible de déterminer une valeur précise, on adopte une valeur surestimée et non pas sous-estimée.

Lorsque le champ de vie utile atteint la valeur zéro avant que l'unité PDU ne soit remise à sa destination, l'unité est mise au rebut. La fonction de rapport d'erreur est activée selon les modalités exposées en 6.10. Il peut en résulter la production d'une PDU de rapport d'erreur.

La question de savoir si la mise en œuvre de la fonction de gestion de vie utile doit être assurée par l'entité de réseau de destination ou non relève du domaine local.

6.5 Fonction de routage des unités PDU

Cette fonction détermine l'entité de réseau vers laquelle une unité PDU doit être retransmise et le service sous-jacent qui permettra d'atteindre cette entité de réseau en utilisant le champ d'adresse de destination et soit le champ de longueur de segment (lorsqu'il existe) soit le champ de longueur totale (lorsque le champ de longueur de segment n'existe pas). Lorsqu'une segmentation est requise, la fonction de routage détermine également le service sous-jacent que le système

utilisera pour acheminer les unités PDU dérivées et atteindre ainsi l'entité de réseau considérée. Les résultats de la mise en œuvre de la fonction de routage des unités PDU sont communiqués à la fonction de retransmission des unités PDU (avec l'unité considérée elle-même) pour complément de traitement.

Le choix du service sous-jacent utilisé pour atteindre le système «suivant» sur le trajet menant au point de destination dépend initialement du paramètre de qualité de service NS présent dans la demande N-UNITDATA, qui spécifie la qualité de service demandée par l'utilisateur du service de réseau qui envoie le message. L'entité responsable de cette qualité de service, qu'elle soit directement assurée par le protocole ou par le choix du paramètre de maintien de la qualité de service et d'autres paramètres optionnels, ou encore par les fonctions de qualité de service disponibles dans chacun des services sous-jacents, ou même par une combinaison de ces procédures, est déterminée avant la demande de fonction de retransmission d'unité PDU. La sélection du trajet effectué par les systèmes intermédiaires peut être par la suite modifiée par les valeurs du paramètre de maintien de la qualité de service (lorsqu'il est présent) et les autres paramètres optionnels (lorsqu'ils sont présents).

6.6 Fonction de retransmission d'unités PDU

Cette fonction émet une primitive de demande SN-UNITDATA (voir 5.5), fournissant au sous-réseau ou à la SNDCF identifiée par la fonction de routage PDU l'unité de données de protocole et les données d'usager à transmettre, l'information d'adresse requise par ce sous-réseau ou cette SNDCF pour identifier le système «suivant» dans le domaine d'adressage spécifique du sous-réseau considéré (il peut s'agir d'un système intermédiaire ou du système final de destination) ainsi que les contraintes de qualité de service (éventuelles) à prendre en considération dans le traitement des données d'utilisateur.

Lorsque la longueur de l'unité PDU à retransmettre est supérieure à la longueur maximale de l'unité de données de service prévue dans le service de base, la fonction de segmentation intervient (voir 6.7).

6.7 Fonction de segmentation

La segmentation intervient lorsque la longueur de l'unité de données de protocole considérée est supérieure à la longueur maximale d'unité de données de service autorisée par le service sous-jacent qui sert à transmettre l'unité PDU.

La segmentation consiste à constituer plusieurs nouvelles unités PDU (PDU dérivées) à partir de l'unité PDU initiale ou dérivée de longueur excessive. Toutes les informations d'en-tête de l'unité PDU à segmenter, à l'exception de la longueur des segments et des champs de vérification de somme de la partie fixe et du champ de décalage de segment de la partie «segmentation», sont dupliquées dans chaque unité PDU dérivée; l'opération porte sur la totalité de la partie adresse, l'identificateur d'unité de données et la longueur totale de la partie segmentation, ainsi que la partie «options» (lorsqu'elle existe).

NOTE – Les règles de retransmission et de segmentation garantissent une longueur d'en-tête constante dans tous les segments (unités PDU dérivées) d'une unité PDU initiale, identique à celle de l'unité PDU initiale. En conséquence, la longueur d'un en-tête PDU reste inchangée quelle que soit la fonction de protocole active.

Le champ de données d'utilisateur de l'unité PDU à segmenter est subdivisé et réparti entre les champs de données d'utilisateur des unités PDU dérivées de telle sorte que ces dernières satisfassent aux valeurs de longueur maximale prescrites par le paramètre SN-Userdata (données d'utilisateur) de la primitive de demande SN-UNITDATA utilisée pour accéder au service de base sélectionné. Le champ de données d'utilisateur de chaque unité PDU dérivée, à l'exception de la dernière, contient un nombre d'octets non nul, multiple de 8. Ainsi, la valeur du champ de décalage de segment d'une unité PDU quelconque est ou bien zéro ou bien un multiple non nul de 8. La segmentation ne produit aucune unité PDU dérivée contenant moins de huit octets de données d'utilisateur.

Les unités PDU dérivées sont identifiées comme provenant d'une même unité PDU initiale par:

- a) le champ d'adresse de source;
- b) le champ d'adresse de destination; et
- c) le champ d'identificateur d'unité de données.

Les champs suivants de l'en-tête PDU sont utilisés avec la fonction de segmentation:

- a) *Décalage de segment* – Identifie l'octet de départ du segment par rapport au départ de la partie «données» de l'unité PDU initiale;
- b) *Longueur de segment* – Spécifie le nombre d'octets de l'unité PDU dérivée (en-tête plus données);
- c) *Marqueur de segments à recevoir* – Mis à un lorsque l'unité PDU dérivée ne contient pas l'octet final des données d'utilisateur provenant de l'unité PDU initiale en position finale de ses propres données d'utilisateur; et
- d) *Longueur totale* – Spécifie le nombre d'octets de l'unité PDU initiale (en-tête plus données).

Les unités PDU dérivées peuvent être de nouveau segmentées sans problème d'acheminement des unités PDU dérivées individuelles.

Mis à un, le marqueur d'autorisation de segmentation indique que la segmentation est autorisée. Lorsque l'unité PDU initiale ne doit être segmentée en aucun point pendant sa vie utile, le marqueur est mis à zéro par l'entité de réseau source. La valeur du marqueur d'autorisation de segmentation ne peut pas être modifiée par une autre entité de réseau pendant la durée de vie de l'unité PDU initiale et des éventuelles unités PDU dérivées.

6.8 Fonction de réassemblage

La fonction de réassemblage recompose l'unité PDU initiale à partir des unités PDU dérivées issues de l'opération de segmentation de l'unité PDU initiale (et, de façon récurrente, des unités PDU dérivées).

L'intervalle de temps pendant lequel les segments (unités PDU dérivées) d'une PDU initiale peuvent être bloqués en un point de réassemblage avant d'être mis au rebut est limité, de telle sorte que les ressources de réassemblage peuvent être libérées lorsque l'on n'attend plus aucun segment manquant d'une PDU initiale au point de réassemblage. A la réception d'une unité PDU dérivée, le système active un temporisateur de réassemblage dont la valeur indique la période de temps qui peut s'écouler avant que l'on ne suppose perdu un éventuel segment d'unité PDU initiale non reçu (manquant). A la fin de la période de temporisation, tous les segments (PDU dérivées) de l'unité PDU initiale bloquée au point de réassemblage sont mis au rebut, les ressources attribuées à ces segments peuvent être libérées et, lorsque la fonction a été choisie, le système produit un rapport d'erreur (voir 6.10).

La relation exacte entre la période de réassemblage et la vie utile de l'unité PDU est déterminée localement, mais il demeure que la fonction de réassemblage doit préserver la finalité de la vie utile de l'unité. En conséquence, cette fonction met au rebut les unités PDU dont la vie utile serait de toute façon parvenue à son terme en dehors de toute intervention de la fonction elle-même, de telle sorte que la durée de réassemblage d'une unité PDU est inférieure à la durée de vie utile de cette unité pour toutes les PDU dérivées bloquées au point de réassemblage.

NOTES

- 1 Les méthodes de limitation de la période de réassemblage sont exposées à l'Annexe B.
- 2 Les fonctions de segmentation et de réassemblage doivent être utilisées de telle sorte que le nombre de segments produits à chaque point de segmentation soit le plus petit possible et que le réassemblage ait lieu au point de destination final de la PDU considérée. Toutefois, d'autres configurations:
 - a) permettant d'intervenir au niveau de l'algorithme de routage pour choisir de préférence les trajets propres à minimiser le nombre des segments, ou
 - b) permettant de produire un nombre de segments supérieur au minimum nécessaire dans le but d'éviter une segmentation additionnelle ultérieure ne sont pas interdites.

Les informations nécessaires pour activer de telles configurations peuvent être fournies par une fonction de gestion de couche réseau ou par d'autres moyens.

3 L'entité d'origine d'une unité PDU initiale détermine la valeur du marqueur d'autorisation de segmentation présent dans cette unité et les unités PDU dérivées (éventuelles). Aucun système intermédiaire ne peut modifier cette valeur présente dans l'unité PDU initiale ou une unité PDU dérivée de cette PDU initiale et par conséquent aucun système intermédiaire ne peut ajouter ou retrancher la partie «segmentation» de l'en-tête.

6.9 Fonction de mise au rebut d'unités PDU

Cette fonction assure toutes les opérations nécessaires pour libérer les ressources réservées par l'entité de réseau dans l'une des situations suivantes.

NOTE 1 – La liste qui suit n'est pas exhaustive.

- a) Violation de procédure de protocole.
- b) Réception d'une unité PDU dont la somme ne correspond pas au contenu.
- c) Réception d'une unité PDU qui ne peut pas être traitée pour cause d'encombrement local.
- d) Réception d'une unité PDU dont l'en-tête ne peut pas être analysé.
- e) Réception d'une unité PDU qui ne peut être ni segmentée, ni retransmise du fait que sa longueur dépasse la longueur maximale d'unité de données de service autorisée par le service sous-jacent disponible pour la transmission de l'unité PDU à la prochaine entité de réseau sur le trajet choisi.
- f) Réception d'une unité PDU dont l'adresse de destination ne peut pas être atteinte ou n'est pas connue.
- g) Spécification d'un routage à partir de la source incorrecte ou non valable. Le problème peut tenir à une erreur de syntaxe dans le champ de routage, à un intitulé d'entité de réseau inconnu ou impossible à atteindre dans le champ d'acheminement de source ou à un trajet inacceptable pour d'autres raisons.

- h) Réception d'une unité PDU dont la vie utile est terminée ou se terminera pendant le réassemblage.
- i) Réception d'une unité PDU contenant une option non prévue correspondant à une fonction de Type 2 (voir 6.21).

NOTE 2 – En général, il n'est pas toujours possible de déterminer si une adresse NSAP de destination est invalide (non conforme à la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348), non traitable (en ce sens qu'il n'existe pas d'entrée de tableau de routage pour cette adresse) ou incorrectement codée (en tant que NPAI). En conséquence, s'agissant de la génération d'une unité PDU de rapport d'erreur, la situation décrite au point f) peut ou peut ne pas être distincte de la situation décrite au point d), et le «motif de mise au rebut» (voir 6.10 et le Tableau 8) peut être «erreur de syntaxe d'en-tête» ou «adresse de destination inconnue».

6.10 Fonction de rapport d'erreur

6.10.1 Description générale

Cette fonction permet de renvoyer une unité PDU de rapport d'erreur à l'entité de réseau source lorsqu'une unité de données de protocole produite par cette entité de réseau est mise au rebut conformément en 6.9.

L'unité PDU de rapport d'erreur identifie l'unité PDU mise au rebut, spécifie le type de l'erreur détectée et localise cette erreur dans l'en-tête de l'unité mise au rebut. Au moins la totalité de l'en-tête de l'unité PDU mise au rebut et, à la discrétion de l'entité d'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur, un ensemble nul, partiel ou total de la partie «données» de l'unité PDU mise au rebut, sont placés dans la partie «données» de l'unité PDU de rapport d'erreur.

L'entité d'origine de l'unité PDU gère la génération ultérieure des unités PDU de rapport d'erreur qui la concernent. Le marqueur de rapport d'erreur (E/R) de l'unité PDU d'origine, configuré par l'entité de réseau source, indique qu'une unité PDU de rapport d'erreur doit être générée lorsque l'unité PDU initiale ou toute unité PDU dérivée de cette unité initiale est mise au rebut; lorsque le marqueur n'est pas réglé, il n'y a pas de génération de rapport d'erreur.

NOTES

1 La suppression des unités PDU de rapport d'erreur est gérée par l'entité de réseau d'origine et non pas par l'utilisateur de service de réseau. L'entité d'origine doit procéder à la suppression des unités PDU de rapport d'erreur avec prudence, afin que la fonction ne soit pas désactivée pour toutes les PDU générées.

2 La non-réception d'une unité PDU de rapport d'erreur n'implique pas que l'unité PDU considérée (émise par une entité de réseau source) a été correctement remise.

6.10.2 Conditions

Il n'y a pas génération d'une unité PDU de rapport d'erreur dans le cas de la mise au rebut d'une unité PDU de même type.

Il n'y a pas génération d'une unité PDU de rapport d'erreur dans le cas de la mise au rebut d'une unité PDU dont le marqueur de rapport d'erreur n'autorise pas les rapports d'erreur.

Lorsqu'une unité PDU est mise au rebut et que son marqueur de rapport d'erreur autorise les rapports d'erreur, il y a génération d'une unité PDU de rapport d'erreur lorsque le motif de mise au rebut est l'un des motifs énumérés en 6.9, sous réserve des conditions décrites en 6.10.4. Lorsqu'une unité PDU dont le marqueur de rapport d'erreur autorise les rapports d'erreur est mise au rebut pour un autre motif, une unité PDU de rapport d'erreur peut être générée (option d'application).

Les rapports d'erreur peuvent être supprimés dans certaines circonstances dans lesquelles la validité des informations acheminées par l'unité PDU à l'origine de la condition d'erreur est incertaine. Ces circonstances comprennent les conditions décrites aux points b), c), et d) du 6.9, mais cette liste n'est pas exhaustive.

6.10.3 Traitement des rapports d'erreur

Une unité PDU de rapport d'erreur se compose d'informations contenues dans l'en-tête de l'unité PDU mise au rebut à laquelle se rapporte le rapport d'erreur. Le contenu du champ d'adresse de source l'unité PDU mise au rebut est utilisé comme adresse de destination de l'unité PDU de rapport d'erreur. Cette valeur, qui dans le contexte de l'unité PDU mise au rebut était utilisée comme adresse NSAP, est utilisée dans le contexte de l'unité PDU de rapport d'erreur comme intitulé de l'entité de réseau qui est à l'origine de l'unité PDU mise au rebut. L'intitulé de l'entité à l'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur est acheminé dans le champ d'adresse de source de l'en-tête de cette PDU. La valeur du champ de durée de vie est déterminée conformément au 6.4. Les paramètres optionnels sont sélectionnés conformément au 6.10.4.

La segmentation d'une unité PDU de rapport d'erreur n'est pas autorisée; en conséquence, aucune partie «segmentation» n'est présente. La longueur totale, en octets, de l'unité PDU de rapport d'erreur est placée dans le champ de longueur de segment de l'en-tête de cette PDU. Ce champ n'est pas modifié pendant la vie de l'unité PDU de rapport d'erreur. Lorsque l'entité qui est à l'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur détermine que la longueur de cette unité dépasse la longueur

maximale d'unité de données de service autorisée dans le service sous-jacent, l'unité PDU de rapport d'erreur est ramenée à cette valeur maximale (voir 8.3) et retransmise sans autre modification. Les unités PDU de rapport d'erreur sont acheminées et retransmises par les entités de réseau de système intermédiaire de la même manière que les unités PDU de données.

NOTE – La condition énoncée en 8.3, selon laquelle le service sous-jacent supposé par le protocole doit autoriser une longueur d'unité de données de service de 512 octets, garantit qu'au moins la totalité de l'en-tête de l'unité PDU mise au rebut peut être acheminée dans la partie «données» d'une unité PDU de rapport d'erreur.

Lorsqu'une unité PDU de rapport d'erreur est décomposée après avoir atteint sa destination, les informations qui peuvent être utilisées pour interpréter le rapport d'erreur et lui donner la suite voulue sont obtenues comme suit. L'intitulé d'entité de réseau récupéré de l'information NPAI dans le champ d'adresse de source de l'en-tête de l'unité PDU de rapport d'erreur sert à identifier l'identité de réseau qui a généré le rapport. Le motif de génération du rapport est extrait de la partie «option» de l'en-tête PDU. La totalité de l'en-tête de l'unité PDU mise au rebut et une partie ou la totalité des données d'utilisateur d'origine (lorsqu'elles sont présentes) sont extraites de la partie «données» de l'unité PDU de rapport d'erreur, ce qui permet de déterminer la nature de l'erreur.

6.10.4 Relation entre les options associées aux unités PDU mises au rebut et les rapports d'erreur

La génération d'un rapport d'erreur dépend des options présentes dans l'unité PDU mise au rebut. La présence dans cette PDU d'options non offertes par le système à l'origine de la mise au rebut peut entraîner la suppression du rapport d'erreur même lorsque l'unité PDU mise au rebut spécifie qu'un rapport d'erreur doit être généré en cas de mise au rebut.

Le traitement d'un rapport d'erreur dépend également des options présentes dans l'unité PDU mise au rebut. En particulier, les options sélectionnées dans cette PDU ont une incidence sur le choix des options qui sont mentionnées dans l'unité PDU de rapport d'erreur. La sélection des options reprises dans une unité PDU de rapport d'erreur est régie par les conditions suivantes:

- a) Lorsque l'option priorité, maintien de la qualité de service ou sécurité est sélectionnée dans l'unité PDU mise au rebut et que le système qui est à l'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur offre cette option, l'unité PDU de rapport d'erreur doit spécifier la même option, avec la valeur spécifiée dans l'unité PDU mise au rebut.
- b) Lorsque le système à l'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur n'offre pas l'option de sécurité, la mise au rebut d'une unité PDU dans laquelle l'option sécurité a été sélectionnée ne donne pas lieu à la génération d'un rapport d'erreur.
- c) Lorsque l'option de routage intégral à partir de la source est sélectionnée dans la PDU mise au rebut et que le système à l'origine de la PDU de rapport d'erreur offre cette option, l'unité PDU de rapport d'erreur spécifie l'option de routage intégral à partir de la source. La valeur de ce paramètre de routage est obtenue par extraction dans l'unité PDU mise au rebut, de la portion de la liste d'acheminement intégral à partir de la source qui a déjà été traitée, puis inversion de l'ordre des intitulés d'entité de réseau qui comprennent cette portion de la liste.
- d) Lorsque le système qui produit l'unité PDU de rapport d'erreur n'offre pas l'option de routage intégral à partir de la source, la mise au rebut d'une unité PDU dans laquelle cette option a été sélectionnée ne donne pas lieu à la génération d'une unité PDU de rapport d'erreur.
- e) Les options «bourrage», «routage partiel à partir de la source» et «enregistrement de routage» – lorsqu'elles sont offertes –, peuvent être spécifiées dans l'unité PDU de rapport d'erreur.

NOTE – Les valeurs des paramètres optionnels décrits en e) ci-dessus peuvent être dérivées localement ou basées sur les valeurs correspondantes de l'unité PDU mise au rebut.

6.11 Fonction de détection d'erreur d'en-tête PDU

La fonction de détection d'erreur d'en-tête PDU assure une protection contre les défaillances d'entités de réseau de système intermédiaire ou de système d'extrémité dues au traitement d'informations erronées dans l'en-tête PDU. Cette fonction est obtenue par vérification de somme calculée sur la totalité de l'en-tête PDU. La vérification a lieu à chaque point auquel l'en-tête PDU est traité. Lorsque le calcul de vérification n'aboutit pas, l'unité PDU est mise au rebut. Lorsque les champs de l'en-tête PDU sont modifiés (par exemple, en raison de l'activation d'une fonction de durée de vie) on modifie la valeur recherchée de façon à en maintenir la validité.

L'utilisation de la fonction de détection d'erreur est optionnelle et la fonction est sélectionnée par l'entité de réseau d'origine. Lorsque la fonction n'est pas utilisée, le champ de vérification de somme de l'en-tête PDU est mis à zéro.

Lorsque la fonction est sélectionnée par l'entité de réseau d'origine, la valeur du champ de vérification de somme est établie par résolution des équations suivantes:

$$\sum_{i=1}^L a_i \pmod{255} = 0$$

$$\sum_{i=1}^L (L - i + 1) a_i \pmod{255} = 0$$

équations dans lesquelles L est le nombre d'octets que comporte l'en-tête de l'unité PDU, et a_i la valeur de l'octet à la position i . On considère que le premier octet de l'en-tête PDU occupe la position $i = 1$.

Lorsque la fonction est active, aucun octet du champ de vérification de somme ne peut être mis à zéro.

Afin qu'une modification d'en-tête effectuée par inadvertance pendant le traitement d'une unité PDU par un système intermédiaire (par exemple, en raison d'une défaillance de mémoire) puisse être dans tous les cas détectée par la fonction de détection d'erreur de l'en-tête PDU, il est prévu qu'une entité de réseau de système intermédiaire ne peut pas effectuer de nouveau la vérification de somme sur la totalité de l'en-tête, même au cas où des champs sont modifiés.

NOTE – On trouvera à l'Annexe C des descriptions d'algorithmes pouvant être utilisées pour le calcul de la valeur correcte du champ de vérification de somme à la création de l'unité PDU et la mise à jour de cette valeur lorsque l'en-tête est modifié.

6.12 Fonction de bourrage

La fonction de bourrage permet de réserver dans l'en-tête PDU un espace non utilisé pour d'autres fonctions, tout en maintenant l'alignement des octets.

NOTE – Cette fonction est utilisée par exemple pour faire en sorte que la partie «données» d'une unité PDU commence au niveau d'une limite commode, par exemple au niveau d'un mot informatique.

6.13 Fonction de sécurité

La fonction de sécurité assure divers services de protection (authentification de l'origine des données, confidentialité des données, intégrité des données dans une NSDU en mode sans connexion isolée).

La fonction de sécurité est liée à la protection assurée par le paramètre de qualité de service d'accès non autorisé décrit dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348. Cette fonction est obtenue par sélection du paramètre de sécurité dans la partie «options» de l'en-tête de l'unité PDU.

La présente Recommandation | Norme internationale ne spécifie pas les modalités de mise à disposition des services de protection; elle ne porte que sur le codage des informations de sécurité de l'en-tête PDU. Pour faciliter l'interopérabilité des systèmes d'extrémité et des systèmes intermédiaires en évitant toute différence d'interprétation d'un même codage, il existe un moyen permettant de distinguer les codages de sécurité définis par l'utilisateur des codages de sécurité normalisés; ce mécanisme est décrit en 7.5.3.

NOTE – Au niveau des applications, l'authentification de l'origine des données peut être assurée par vérification de somme cryptée ou codée (procédure qu'il convient de distinguer du mécanisme de détection d'erreur de l'en-tête PDU); la confidentialité et l'intégrité des données peuvent être assurées par les mécanismes de gestion de routage.

6.14 Fonction de routage à partir de la source

La fonction de routage à partir de la source permet à une entité de réseau de spécifier le trajet devant être suivi par une unité PDU. Cette fonction peut être sélectionnée exclusivement par l'entité qui est à l'origine de la création de cette unité PDU. Le routage à partir de la source est effectué au moyen de la liste des intitulés d'entité de réseau contenue dans un paramètre de la partie «options» de l'en-tête PDU. La longueur de ce paramètre est déterminée par l'entité de réseau d'origine et ne varie pas pendant la vie utile de l'unité PDU considérée. Seuls les intitulés des entités de réseau de système intermédiaire sont compris dans cette liste; les intitulés d'entité de réseau de la source et de la destination de l'unité PDU n'y figurent pas.

Cette liste des intitulés d'entité de réseau est associée à un indicateur qui identifie la prochaine entrée de la liste à utiliser et qui est avancé par le destinataire de la PDU lorsque l'intitulé de la liste suivant correspond au sien. L'indicateur est mis à jour lorsque la PDU est retransmise, ce qui permet d'identifier l'entrée suivante appropriée à chaque point du trajet.

La fonction de routage à partir de la source existe en deux variantes. La première, dénommée «acheminement intégral à partir de la source» impose le suivi du trajet spécifié: seuls les systèmes identifiés dans la liste peuvent être visités par la PDU en route vers sa destination et ces systèmes doivent être visités dans l'ordre spécifié. Lorsque le trajet spécifié ne peut pas être suivi, la PDU est mise au rebut. Le paragraphe 6.10 décrit les circonstances dans lesquelles une tentative d'information de l'entité d'origine de l'unité PDU, signalant la mise au rebut au moyen de la fonction de rapport d'erreur, a lieu.

La seconde variante est dénommée «routage partiel à partir de la source». Comme dans le cas du routage intégral, chaque système identifié dans la liste est visité dans l'ordre spécifié *pendant le trajet* vers la destination. Toutefois, dans ce cas, l'unité PDU peut prendre tout trajet nécessaire pour parvenir au prochain système intermédiaire de la liste et peut donc visiter des systèmes intermédiaires qui ne figurent pas sur cette liste. La PDU n'est pas mise au rebut (pour des raisons liées du routage à partir de la source) sauf lorsque l'un des systèmes spécifiés est impossible à atteindre, quel que soit le trajet disponible.

6.15 Fonction d'enregistrement de routage

La fonction d'enregistrement de routage enregistre le trajet emprunté par une PDU passant par une série de systèmes intermédiaires. L'enregistrement consiste en une liste d'intitulés d'entité de réseau comprise dans un paramètre de la partie «options» de l'en-tête PDU. La longueur de ce paramètre est déterminée par l'entité de réseau d'origine et ne varie pas pendant la durée de vie de la PDU.

La liste est établie pendant la transmission de la PDU sur un trajet donné vers sa destination. Seuls les intitulés d'entité de réseau de système intermédiaire figurent dans le trajet enregistré. L'intitulé d'entité de réseau qui est à l'origine de l'unité PDU ne figure pas dans la liste.

Lorsqu'une entité de réseau de système intermédiaire traite une PDU contenant le paramètre d'enregistrement de routage, cette entité ajoute son propre intitulé d'entité de réseau à la fin de la liste des intitulés d'entité de réseau enregistrés. Un indicateur permet d'identifier le prochain octet disponible à utiliser pour l'enregistrement du trajet. Cet indicateur est mis à jour au fur et à mesure que des entrées sont ajoutées à la liste, comme suit. La longueur de l'entrée à ajouter à la liste est ajoutée à la valeur du prochain indicateur d'octet disponible, et cette somme est comparée à la longueur du paramètre d'enregistrement du trajet. Lorsque l'adjonction de cette entrée à la liste provoquerait un dépassement de longueur de paramètre, le prochain indicateur d'octet disponible est mis à la valeur indiquant que l'enregistrement du trajet est terminé. L'intitulé d'entité de réseau n'est pas ajouté à la liste. L'unité PDU peut toujours être retransmise vers sa destination finale, sans autre adjonction aux intitulés d'entité de réseau.

Lorsque l'adjonction de l'entrée ne provoquerait pas un dépassement de la longueur du paramètre d'enregistrement de trajet, le prochain indicateur d'octet disponible est mis à jour avec la nouvelle valeur, et l'intitulé d'entité de réseau est ajouté à la fin de la liste.

La fonction d'enregistrement de routage existe en deux variantes. La première, dénommée «enregistrement intégral de routage» implique que la liste des intitulés d'entité de réseau consigne en totalité et avec précision la totalité des systèmes intermédiaires visités par une unité PDU (unités PDU dérivées comprises), sauf lorsque, pour des raisons de manque d'espace dans le champ de l'option, l'enregistrement du trajet doit être terminé selon les modalités décrites plus haut. Lorsque cette variante est sélectionnée, le réassemblage des PDU au niveau des systèmes intermédiaires ne peut avoir lieu que lorsque toutes les unités PDU réassemblées ont suivi le même trajet.

La seconde variante, dénommée «enregistrement partiel de routage», implique également que soient consignés tous les systèmes intermédiaires visités par l'unité PDU. Lorsque cette seconde variante est sélectionnée, le réassemblage des PDU au niveau des systèmes intermédiaires peut avoir lieu quel que soit le trajet suivi par les PDU dérivées qui sont réassemblées; le trajet enregistré dans une unité PDU dérivée quelconque peut être consigné dans la PDU résultant de l'assemblage.

NOTE – La fonction d'enregistrement de routage servira au diagnostic des problèmes de sous-réseau et/ou permettra de disposer d'un trajet de retour pouvant servir à l'acheminement d'une unité PDU suivante à partir de la source.

6.16 Fonction de maintien de la qualité de service

La fonction de maintien de la qualité de service fournit aux entités de réseau des systèmes intermédiaires des informations pouvant être utilisées pour la prise des décisions d'acheminement lorsque de telles décisions ont des répercussions sur la qualité de service globale fournie aux utilisateurs du service de réseau. Ces informations sont acheminées vers les entités de réseau de système intermédiaire dans un paramètre de la partie «options» de l'en-tête PDU.

Lorsque la qualité de service demandée ne peut pas être maintenue, les entités de réseau de système intermédiaire cherchent à remettre la PDU considérée avec une qualité de service différente. Elles peuvent, mais ce n'est pas obligatoire, fournir une notification d'incapacité à offrir la qualité de service demandée.

6.17 Fonction de priorité

La fonction de priorité permet de traiter une unité PDU de façon préférentielle, par rapport à d'autres PDU. Cette fonction est activée par sélection d'un paramètre de la partie «options» de l'en-tête PDU.

Le plus faible rang de priorité a la valeur zéro; les valeurs numériques croissantes correspondent à des priorités de plus en plus fortes. La fonction de priorité permet d'utiliser de façon préférentielle les ressources des entités de réseau de système d'extrémité et de système intermédiaire – files d'attente en sortie, mémoires tampon, etc. – pour traiter des PDU prioritaires avant des PDU affectées d'un rang de priorité moins élevé. Les mesures spécifiques prises par l'entité de réseau considérée pour assurer cette fonction de priorité relèvent du domaine local.

6.18 Fonction de notification d'encombrement

Pour donner aux utilisateurs du service de réseau la possibilité de prendre des mesures appropriées en cas d'encombrement au niveau du fournisseur de service, les systèmes intermédiaires peuvent informer l'entité de réseau de destination de l'existence d'un tel encombrement au moyen d'un marqueur dans le paramètre de maintien de la qualité de service figurant dans la partie «options» de l'en-tête PDU. Ce marqueur est initialement mis à zéro par l'entité d'origine de l'unité PDU et peut être mis à un par tout système intermédiaire traitant la PDU considérée, à titre d'indication d'encombrement. Les critères de prise de décision relèvent du domaine local.

NOTE – Typiquement, il y a encombrement dans les cas de non-disponibilité d'espace de mémoire tampon pour les files d'attente de sortie. En conséquence, un bon «révélateur» des situations d'encombrement pourrait être la longueur de la file d'attente de sortie choisie pour une PDU (en fonction de son adresse de destination ou d'autres informations de trajet). Lorsque la longueur de la file d'attente associée à une sortie donnée passe un certain pourcentage de la valeur maximale de la file d'attente, un système intermédiaire pourra amorcer la mise au rebut des unités PDU correspondantes. Le système intermédiaire pourra ensuite déclencher la transmission du marqueur d'encombrement de la PDU suivante et continuer la procédure jusqu'à la fin de l'encombrement.

6.19 Fonction de demande de réponse en écho

Cette fonction est demandée par la couche de gestion de réseau lorsque l'on cherche à obtenir des informations sur l'état dynamique de la couche réseau en ce qui concerne (a) la possibilité d'atteindre certaines entités du réseau, et (b) les caractéristiques du trajet ou des trajets qui peuvent être créés entre entités de réseau par application des fonctions de routage de la couche réseau.

Lorsqu'elle est activée, la fonction de demande de réponse en écho déclenche la création d'une PDU de demande de réponse en écho (ERQ). Cette unité est structurée et traitée par les entités de réseau des systèmes d'extrémité et des systèmes intermédiaires de façon exactement identique à la PDU de transfert de données, aux exceptions suivantes près:

- a) Comme la fonction de demande de réponse en écho est initialisée par gestion de la couche réseau et non pas une demande N-UNITDATA, les informations disponibles au niveau de la fonction de composition de la PDU (voir 6.1) se composent de l'état courant, des informations locales et des informations fournies par la gestion de la couche réseau; les références (6.1) aux informations obtenues des paramètres de la demande N-UNITDATA ne s'appliquent pas à la composition d'une PDU de demande de réponse en écho.
- b) Les champs d'adresse de source et de destination de la PDU de demande de réponse en écho doivent contenir respectivement un intitulé d'identité de réseau d'origine et un intitulé d'identité de réseau de destination (qui peuvent tous deux relever soit d'un système d'extrémité soit d'un système intermédiaire).

NOTE 1 – Sur le plan de la syntaxe, il n'y a pas de distinction entre un intitulé d'identité de réseau et une adresse NSAP. Les éventuelles informations additionnelles que comporte l'adresse NSAP, en dehors des informations présentes dans l'intitulé d'identité de réseau, ne concernent que l'application de la fonction de décomposition des unités PDU dans un système d'extrémité de destination et ne sont donc pas nécessaires pour le traitement d'une PDU de demande de réponse en écho (à partir de laquelle aucune indication N-UNITDATA n'est jamais produite). Le fait que les champs d'adresse de source et de destination de la PDU de demande de réponse en écho contiennent des adresses NET et non pas des adresses NSAP n'a donc aucune incidence sur le traitement d'une unité PDU de demande de réponse en écho par une entité de réseau quelconque.

- c) Lorsqu'une unité PDU de demande de réponse en écho est parvenue à sa destination, déterminée par la fonction d'analyse du format d'en-tête, la fonction de réponse (voir 6.20), et non pas la fonction de décomposition PDU, est demandée. La question de savoir si cette procédure implique une interaction avec la gestion de couche réseau relève du domaine local.

NOTE 2 – Comme la fonction de réponse est une fonction de type 2 (voir 6.21), l'entité de réseau de destination peut – mais ce n'est pas obligatoire – exécuter cette fonction à la réception d'une PDU de demande de réponse en écho. Lorsque la fonction de demande de réponse en écho est appelée, la gestion de la couche réseau doit donc tenir compte du fait que la non-réception d'une PDU de réponse correspondante peut tenir à ce que l'entité de réseau de destination n'offre pas la fonction de réponse.

- d) La longueur maximale d'une PDU de demande de réponse en écho est égale à la longueur maximale d'une PDU de réponse moins la longueur maximale de l'en-tête PDU de réponse en écho. Ainsi, la totalité de l'unité PDU de demande de réponse en écho peut être contenue dans le champ de données de la PDU de réponse (voir 6.20).
- e) La partie «données» d'une PDU de demande d'écho peut, par suite d'une décision locale, contenir un nombre nul ou non nul d'octets de valeurs indifférentes [dans les limites de la longueur maximale globale de l'unité PDU de demande de réponse en écho spécifiée au point d) ci-dessus]. Lorsque le premier octet de la partie «données» contient la valeur binaire 1000 0001 (NLPID du présent protocole), les premiers *n* octets de la partie «données» (*n* étant la valeur du second octet de la partie données) doivent contenir un en-tête PDU de réponse complet dans lequel chaque champ de la partie fixe et de la partie d'adresse, à l'exception du champ de longueur de segment et du champ de vérification de somme, doit contenir une valeur valable. Le marqueur de segments à recevoir doit avoir la valeur zéro. Lorsque, et seulement lorsque, le marqueur d'autorisation de segmentation est mis à 1, la partie «segmentation» est présente. La partie «option», lorsqu'elle est présente, peut contenir toute option décrite en 7.5.

NOTE 3 – Cet en-tête PDU de réponse en écho lorsqu'il est présent dans la partie «donnée» d'une PDU de demande de réponse en écho, peut être – mais ce n'est pas obligatoire – utilisé en tout ou en partie par l'entité de réseau de destination dans la composition d'une unité PDU de réponse en écho [voir 6.20 d)]. Lorsque cette information *n'est pas* présente dans la partie «données» de la PDU de demande de réponse en écho, la fonction de réponse de l'entité de réseau de destination ne peut pas sélectionner une valeur appropriée pour le champ de vie utile de l'unité PDU de réponse en écho.

6.20 Fonction de réponse en écho

Cette fonction est exécutée par une entité de réseau qui a reçu une PDU de demande de réponse en écho parvenue à sa destination, déterminée par la fonction d'analyse de format d'en-tête – il s'agit donc d'une PDU de demande de réponse en écho contenant dans son champ d'adresse de destination un intitulé d'entité de réseau identifiant cette entité de réseau.

La demande de fonction de réponse en écho entraîne la création d'une unité PDU de réponse en écho (ERP). Cette PDU ERP est constituée et traitée par les entités de réseau des systèmes d'extrémité et des systèmes intermédiaires exactement comme la PDU de transfert de données, aux exceptions suivantes:

- a) comme la fonction n'est pas appelée par une demande N-UNITDATA, les informations disponibles au niveau de la fonction de composition de l'unité PDU couvrent l'état courant, les informations locales et les informations contenues dans l'unité PDU ERQ correspondante; les références (6.1) aux informations obtenues des paramètres de la demande N-UNITDATA ne s'appliquent pas à la constitution d'une unité PDU ERP;
- b) le champ d'adresse de source de l'unité PDU ERP doit contenir la valeur du champ d'adresse de destination de la PDU ERQ correspondante. Le champ d'adresse de destination de la PDU ERP doit contenir la valeur du champ d'adresse de source de la PDU ERQ correspondante;

NOTE – Les observations formulées dans la Note 1 du 6.19 s'appliquent également aux unités PDU de réponse en écho.

- c) la PDU de demande de réponse en écho doit être placée, dans sa totalité, dans la partie «données» de la PDU de réponse. La partie «données» de la PDU de réponse *ne doit contenir que* la PDU ERQ correspondante;
- d) lorsque la partie «données» d'une unité PDU ERQ contient un en-tête PDU ERP [voir 6.19 e)], la fonction de composition PDU peut, mais ce n'est pas obligatoire, utiliser en totalité ou en partie les informations qui y sont contenues pour sélectionner les valeurs des champs de l'en-tête PDU ERP. Dans ce cas, toutefois, la valeur du champ de vie utile contenue dans l'en-tête PDU ERP de la partie «données» de la PDU ERQ doit être utilisée comme valeur de champ de vie utile de la PDU ERP. Les valeurs des champs de longueur de segment et de vérification de somme sont calculées par l'entité de réseau quel que soit le contenu de ces champs dans l'en-tête PDU ERP dans la partie «données» de l'unité PDU ERQ;
- e) la partie «options» de l'unité PDU ERP peut contenir l'une des options décrites en 7.5, mais il se peut également qu'aucune de ces options n'y figure. Les valeurs de ces options, lorsqu'elles sont présentes, sont déterminées par l'entité de réseau sur le plan local. Elles peuvent être, mais pas nécessairement, identiques aux options correspondantes de l'unité PDU ERQ et/ou de l'en-tête PDU ERP contenues dans la partie «données» de l'unité PDU ERQ (lorsqu'elle existe), ou dérivées de ces options. L'option de routage à partir de la source de l'unité PDU ERP n'est pas identique (copiée) à l'option de routage à partir de la source de l'en-tête PDU ERQ. Lorsque l'option «enregistrement de routage» de l'unité PDU ERP est identique (copiée) à l'option d'enregistrement de routage de l'en-tête PDU ERQ, le deuxième octet du champ de valeur de paramètre prend la valeur 3;

- f) la question de savoir si la fonction de gestion de vie utile est appliquée à l'unité PDU ERQ avant la fonction de réponse en écho par l'entité de réseau de destination relève du domaine local. L'entité de réseau de destination prend à cet égard une décision identique à celle qu'il prendrait localement dans le cas d'une unité PDU DT, conformément au 6.4.

6.21 Classification des fonctions

Les applications de la présente Recommandation | Norme internationale ne doivent pas nécessairement offrir toutes les fonctions décrites en 6.1 à 6.20. Ces fonctions peuvent être classées en trois catégories:

Type 1 – Fonctions disponibles.

Type 2 – Fonctions éventuellement disponibles. Lorsqu'une application n'offre pas une fonction de type 2 qui est sélectionnée dans une unité PDU, cette unité est mise au rebut, et le système produit une unité PDU de rapport d'erreur qui est transmise à l'entité de réseau d'origine, dans la mesure où le marqueur de rapport d'erreur est présélectionné et où les conditions énoncées en 6.10.4 sont satisfaites.

Type 3 – Fonctions éventuellement disponibles. Lorsqu'une application n'offre pas une fonction de type 3 sélectionnée dans une unité PDU, cette fonction n'est pas mise en œuvre et l'unité PDU est traitée exactement comme si la fonction n'avait pas été sélectionnée. L'unité PDU n'est pas mise au rebut pour ce motif.

Le Tableau 3 indique la répartition des fonctions entre ces trois catégories.

Tableau 3 – Classement par catégorie des fonctions de protocole

Fonction	Protocole complet	Sous-ensemble de non segmentation	Sous-ensemble inactif
Composition PDU	1	1	1
Décomposition PDU	1	1	1
Analyse du format d'en-tête	1	1	1
Gestion de durée de vie PDU	1	1	N/A
Routage PDU	1	1	N/A
Retransmission PDU	1	1	N/A
Segmentation PDU	1	N/A	N/A
Réassemblage PDU	1	N/A	N/A
Mise au rebut PDU	1	1	N/A
Rapport d'erreur	1	1	N/A
Détection d'erreur d'en-tête	1	1	N/A
Sécurité	2	2	N/A
Routage intégral à partir de la source	2	2	N/A
Enregistrement de routage intégral	2	2	N/A
Demande de réponse en écho	2	2	N/A
Réponse en écho	2	2	N/A
Routage partiel à partir de la source	3	3	N/A
Enregistrement partiel de routage	3	3	N/A
Priorité	3	3	N/A
Maintien QoS	3	3	N/A
Notification d'encombrement	3	3	N/A
Bourrage	3	3	N/A
NOTES			
1 Les fonctions de rapport d'erreur et de détection d'erreur d'en-tête doivent être offertes mais ne peuvent être activées que sur sélection par l'entité de réseau d'origine.			
2 La définition des fonctions de type 3 repose sur le fait que dans le cas de certaines fonctions il importe davantage de retransmettre les unités PDU entre systèmes intermédiaires ou de les remettre à un système d'extrémité que d'assurer la fonction proprement dite. Les fonctions de type 3 seront utilisées dans les situations où elles seront conseillées; leur absence ne peut pas donner lieu à la mise au rebut d'une unité PDU.			

7 Structure et codage des unités PDU

7.1 Structure

Toutes les unités de données de protocole doivent contenir un nombre d'octets entier. Les octets d'une unité PDU sont numérotés en ordre croissant, à partir de 1, dans l'ordre de leur remise au service de base. Les bits d'un octet sont numérotés de 1 à 8, le bit 1 étant le bit d'ordre inférieur (le moins significatif).

Lorsque des octets consécutifs sont utilisés dans la représentation d'un nombre binaire, l'octet affecté de la valeur numérique la plus faible est l'octet le plus significatif.

Toute application offrant le présent protocole doit spécifier les modalités de transfert des octets par référence aux expressions «bit le plus significatif» et «bit le moins significatif». Les unités PDU du présent protocole sont définies par référence à ces deux expressions.

NOTE – Dans le présent article, les diagrammes de représentation du codage des unités PDU reprennent les conventions suivantes:

- a) les octets sont disposés de gauche à droite, en commençant par la plus faible valeur numérique; et
- b) dans un octet, le bit numéro 8 est situé à gauche, le bit numéro 1 à droite.

Exception faite du sous-ensemble de couche de réseau inactif, les unités PDU contiennent successivement les éléments suivants:

- a) la partie fixe;
- b) la partie «adresse»;
- c) la partie «segmentation», lorsqu'elle existe;
- d) la partie «options», lorsqu'elle existe;
- e) le motif de mise au rebut du paramètre (unité ER PDU seulement); et
- f) la partie données, lorsqu'elle existe.

Les éléments a) à e) composent l'en-tête de l'unité PDU.

Dans le cas du sous-ensemble de couche de réseau inactif, seuls les éléments identifiés au 7.8 sont présents. Les paragraphes 7.2 à 7.5 ne s'appliquent pas à ce sous-ensemble.

Cette structure est illustrée à la Figure 1. Aux fins de la Figure 1 et du paragraphe 7.5, le motif de mise au rebut du paramètre contenu dans l'unité ER PDU constitue par hypothèse le dernier élément de la partie option.

Partie	Description
Fixe	Paragraphe 7.2
Adresse	Paragraphe 7.3
Segmentation	Paragraphe 7.4
Options	Paragraphe 7.5
Données	Paragraphe 7.6

T0718890-93/d02

Figure 1 – Structure d'une unité PDU

7.2 Partie fixe

7.2.1 Considérations générales

La partie fixe présente le format illustré à la Figure 2.

	Octet
Identificateur de protocole de couche de réseau	1
Indicateur de longueur	2
Version/extension d'identificateur de protocole	3
Durée de vie	4
SP MS E/R Type	5
Longueur de segment	6, 7
Somme de vérification	8, 9

T0718900-93/d03

Figure 2 – En-tête PDU – Partie fixe

7.2.2 Identificateur de protocole de couche réseau

La valeur de ce champ reçoit la valeur binaire 1000 0001, qui identifie le présent protocole de couche réseau. La valeur 0000 0000 identifie le sous-ensemble de protocole de couche réseau inactif.

7.2.3 Indicateur de longueur

La longueur est indiquée par un nombre binaire, avec une valeur maximum de 254 (1111 1110). La longueur indiquée s'entend de la longueur en octets de l'en-tête, selon la description du 7.1. La valeur 255 (1111 1111) est réservée pour d'éventuelles extensions ultérieures.

NOTE – Les règles de retransmission et de segmentation garantissent une longueur d'en-tête constante pour tous les segments (unités PDU dérivées) d'une unité PDU initiale, égale à la longueur d'en-tête de l'unité PDU initiale. En conséquence, la longueur de l'en-tête PDU n'est pas modifiée par l'application d'une fonction de protocole quelconque.

7.2.4 Version/extension de l'identificateur de protocole

La valeur de ce champ correspond au nombre binaire 0000 0001, qui identifie la version normalisée n° 1 du présent protocole.

7.2.5 Durée de vie d'une unité PDU

Le champ de durée de vie d'une PDU est codé sous forme d'un nombre binaire représentant la durée de vie restante de l'unité PDU considérée, en unités de 500 ms.

7.2.6 Marqueurs

7.2.6.1 Autorisation de segmentation

Le marqueur d'autorisation de segmentation précise si la segmentation est autorisée. Sa valeur est déterminée par l'entité qui est à l'origine de l'unité PDU et ne peut être modifiée par aucune autre entité de réseau pendant la vie de la PDU initiale et des PDU dérivées éventuelles.

La valeur 1 indique que la segmentation est autorisée. La valeur zéro indique que la segmentation n'est pas autorisée. Lorsque la valeur zéro est sélectionnée, la partie «segmentation» de la PDU n'est pas présente et la valeur du champ de longueur de segment indique la longueur totale de l'unité PDU considérée (voir 7.2.8 et 7.4.3).

7.2.6.2 Segments à recevoir

Le marqueur de segments à recevoir indique si la partie «données» de l'unité PDU considérée contient (dernier octet) le dernier octet des données d'utilisateur de la NSDU. Lorsque ce marqueur est mis à 1, la segmentation a eu lieu et le dernier octet de la NSDU n'est pas contenu dans l'unité PDU. Le marqueur n'est pas mis à 1 lorsque le marqueur d'autorisation de segmentation n'est pas mis lui-même à 1.

Lorsque le marqueur de segments à recevoir est mis à zéro, le dernier octet de la partie données de la PDU est le dernier octet de la NSDU.

7.2.6.3 Rapport d'erreur

Lorsque le marqueur de rapport d'erreur est mis à 1, l'application des règles du 6.10 permet de déterminer s'il y a lieu de produire une unité PDU de rapport d'erreur lorsqu'il est nécessaire de mettre cette PDU au rebut.

Lorsque le marqueur de rapport d'erreur est mis à 0, la mise au rebut de l'unité PDU ne donnera pas lieu à la génération d'une unité PDU de rapport d'erreur.

7.2.7 Code de type

Le champ de code de type identifie le type d'unité de données de protocole, selon les valeurs autorisées du Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 – Codes de type d'unité PDU

Type de PDU	Code de type					
	Bits	5	4	3	2	1
Unité DT PDU		1	1	1	0	0
Unité ER PDU		0	0	0	0	1
Unité ERQ PDU		1	1	1	1	0
Unité ERP PDU		1	1	1	1	1

7.2.8 Longueur de segment PDU

Le champ de longueur de segment spécifie la longueur totale de l'unité PDU en octets, y compris l'en-tête et les données (lorsqu'elles existent). Lorsque l'on utilise le protocole complet et qu'une unité PDU n'est pas segmentée, la valeur de ce champ est identique à la valeur du champ de longueur totale situé dans la partie «segmentation» de l'en-tête.

Lorsque l'on utilise le sous-ensemble de protocole de non-segmentation, aucune partie segmentation n'est présente dans l'en-tête. Dans ce cas, le champ de longueur de segment spécifie la longueur totale de la PDU initiale, c'est-à-dire en-tête et données (lorsqu'elles existent).

La valeur du champ de longueur de segment n'est pas modifiée pendant la vie de l'unité PDU considérée.

7.2.9 Somme de vérification d'unité PDU

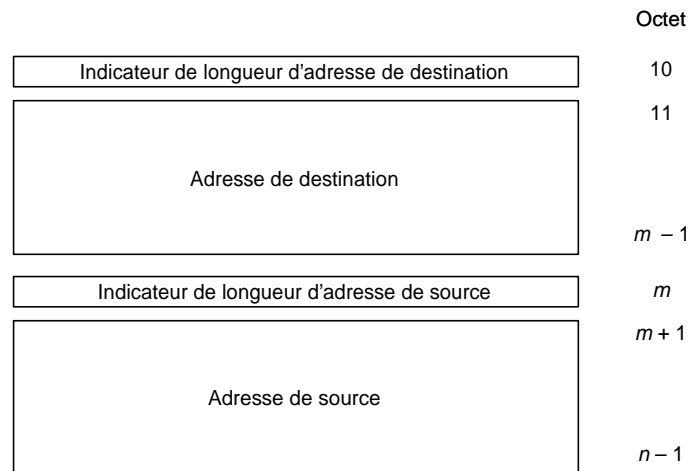
La somme de vérification est calculée sur la totalité de l'en-tête PDU. Pour les unités PDU de données, de demande de réponse en écho et de réponse en écho, l'opération porte également sur les parties «segmentation» et «options» (lorsqu'elles existent). Pour l'unité PDU de rapport d'erreur, le champ de motif de mise au rebut est également compris.

La valeur zéro est réservée pour indiquer que la somme de vérification doit être ignorée. L'application d'une fonction de détection d'erreur d'en-tête PDU (voir 6.11) garantit que la valeur zéro ne représente pas une somme de vérification valable. Une valeur non nulle indique que la somme de vérification doit avoir lieu; lorsque le calcul de somme de vérification n'aboutit pas, l'unité PDU est mise au rebut.

7.3 Partie «adresses»

7.3.1 Considérations générales

La partie «adresses» suit immédiatement la partie fixe de l'en-tête PDU. Elle se présente comme illustré à la Figure 3.



T0718910-93/d04

Figure 3 – En-tête PDU – Partie «adresses»

7.3.2 Adresses de destination et de source

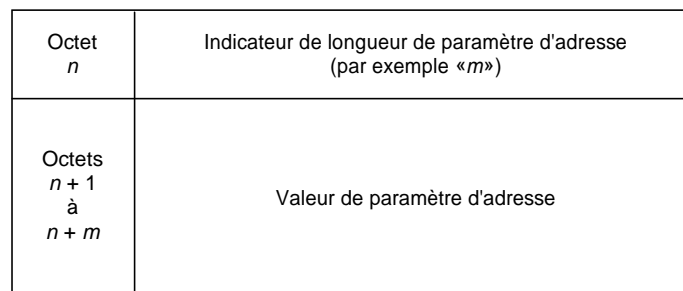
Les adresses de destination et de source utilisées dans le présent protocole sont les adresses de points d'accès au service de réseau définies dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348.

Les adresses de source et de destination ont une longueur variable. Elles sont codées sous forme d'informations d'adresse de protocole de réseau dans les champs d'adresse de destination et d'adresse de source par application de la méthode de «codage préféré» définie dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348.

Le champ d'indicateur de longueur d'adresse de destination spécifie la longueur de l'adresse de destination, en octets. Le champ d'adresse de destination spécifie le champ d'indicateur de longueur d'adresse de destination.

Le champ d'indicateur de longueur d'adresse de source spécifie la longueur de l'adresse de source, en octets. Le champ d'indicateur de longueur d'adresse de source suit le champ d'adresse de destination. Le champ d'adresse de source suit le champ d'indicateur de longueur d'adresse de source.

Chaque paramètre d'adresse est codé comme illustré à la Figure 4.



T0718920-93/d05

Figure 4 – Paramètres d'adresse

7.4 Partie «segmentation»

7.4.1 Considérations générales

Lorsque le marqueur d'autorisation de segmentation de la partie fixe de l'en-tête de l'unité PDU (voir 7.2.6.1) est mis à 1, la partie segmentation de l'en-tête, illustrée à la Figure 5, est présente.

Lorsque le marqueur d'autorisation de segmentation est mis à 0, la partie segmentation n'est pas présente (le sous-ensemble de protocole de non-segmentation est actif).

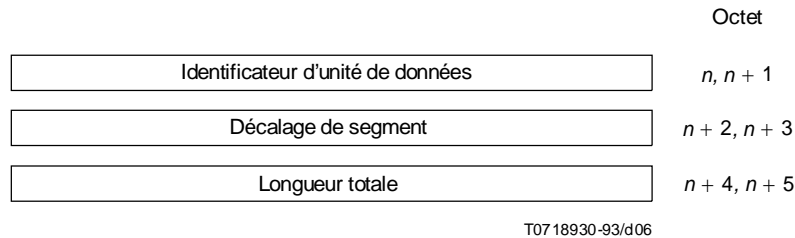


Figure 5 – En-tête PDU – Partie «segmentation»

7.4.2 Identificateur d'unité de données

L'identificateur d'unité de données identifie une unité PDU initiale (et, par voie de conséquence, les PDU qui en sont dérivées) de telle sorte qu'une unité de données segmentée puisse être correctement réassemblée. La longueur de l'identificateur d'unité de données est de 2 octets.

7.4.3 Décalage de segment

Pour chaque unité PDU dérivée, le champ de décalage de segment spécifie la position relative du segment contenu dans la partie données de l'unité PDU dérivée par rapport au début de la partie donnée de l'unité PDU initiale. Ce décalage est mesuré en unités d'octet. Le décalage du premier segment (et, par voie de conséquence, de l'unité PDU initiale) est nul (0); une PDU (initiale) non segmentée présente une valeur de décalage de segment de zéro. La valeur de ce champ est un multiple de huit (8).

7.4.4 Longueur totale de l'unité PDU

Le champ de longueur totale spécifie la longueur de l'unité PDU initiale complète (en-tête et données), en octets. La valeur de ce champ n'est pas modifiée pendant la vie de la PDU initiale (et, par voie de conséquence, des unités PDU qui en sont dérivées).

7.5 Partie «options»

7.5.1 Considérations générales

La partie «options» de l'en-tête PDU est illustrée à la Figure 6.

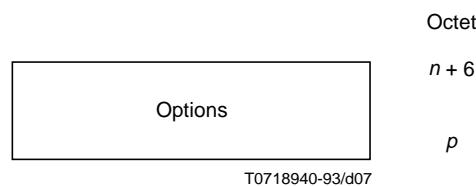


Figure 6 – En-tête PDU – Partie «options»

Lorsqu'elle est présente, la partie «options» peut contenir un ou plusieurs paramètres. Le nombre de paramètres pouvant être contenus dans la partie «options» est limité par la longueur de cette partie, déterminée par la formule suivante:

$$\text{Longueur de la partie «options»} = \text{longueur de l'en-tête PDU} - (\text{longueur de la partie fixe} + \text{longueur de la partie «adresses»} + \text{longueur de la partie «segmentation»})$$

et par la longueur des paramètres optionnels individuels.

Les paramètres définis dans la partie «options» peuvent apparaître en ordre indifférent. La duplication des options n'est pas autorisée. La réception d'une unité PDU avec options dupliquées est traitée comme une erreur de protocole. Les règles régissant le traitement des erreurs de protocole sont décrites en 6.10.

Le codage des paramètres contenus dans la partie «options» de l'en-tête PDU est illustré à la Figure 7.

Octets	
n	Code de paramètre
$n + 1$	Longueur de paramètre (par exemple « m »)
$n + 2$ à $n + m + 1$	Valeur de paramètre

T0718950-93/d08

Figure 7 – Codage des paramètres d'option

Le champ de code de paramètre est codé en binaire et permet d'exprimer un maximum de 255 paramètres différents. Aucun code de paramètre n'utilise les bits 8 et 7 avec la valeur 00, si bien que le nombre maximal effectif de paramètres est moins élevé. Un code de paramètre de 255 (nombre binaire 1111 1111) est réservé pour d'éventuelles extensions ultérieures.

Le champ de longueur de paramètre indique la longueur, en octets, du champ de valeur de paramètre. La longueur est indiquée par un nombre binaire positif m , compris entre 1 (valeur minimale) et 254 (valeur maximale théorique). La valeur maximale pratique de m est inférieure. Par exemple, dans le cas d'un paramètre unique contenu dans la partie options, deux octets sont requis pour les indications de code et de longueur de paramètre. Ainsi, la valeur de m est limitée à:

$$m = 252 - (\text{longueur de la partie fixe} + \text{longueur de la partie «adresses»} + \text{longueur de la partie «segmentation»})$$

En conséquence, la valeur maximale de m décroît avec les paramètres successifs.

Le champ de valeur de paramètre contient la valeur du paramètre identifié dans le champ de code de paramètre.

Les paramètres suivants sont autorisés dans la partie «options».

7.5.2 Bourrage

Le paramètre de bourrage permet d'allonger l'en-tête PDU jusqu'à l'obtention d'une valeur commode (voir 6.12).

Code de paramètre: 1100 1100

Longueur de paramètre: variable

Valeur de paramètre: toutes valeurs.

Nonobstant la condition énoncée en 7.5.1, à savoir que la valeur du champ de longueur de paramètre ne saurait être inférieure à 1, l'entité qui reçoit une unité PDU contenant la valeur 0 pour le champ de longueur de paramètre de l'option bourrage (et ne contenant donc aucun champ de valeur de paramètre correspondant à l'option bourrage) peut – mais ce n'est pas obligatoire – traiter cet événement comme une erreur de protocole.

7.5.3 Sécurité

Ce paramètre permet d'affecter un niveau de sécurité unique et non ambigu à une unité de données de protocole (voir 6.13).

Code de paramètre:	1100 0101
Longueur de paramètre:	variable
Valeur de paramètre:	les deux bits d'ordre supérieur du premier octet spécifient le code de format de sécurité, comme indiqué au Tableau 5.

Le reste du premier octet est réservé; il doit être mis à la valeur zéro (0) lorsqu'il est émis et être ignoré lorsqu'il est reçu. Le reste du champ de valeur de paramètre spécifie le niveau de sécurité décrit dans les articles suivants.

Tableau 5 – Codes de format de sécurité

Code de format de sécurité	Type de champ de sécurité
00	Réservé
01	Spécifique de l'adresse de source
10	Spécifique de l'adresse de destination
11	Globalement unique

7.5.3.1 Spécifique de l'adresse de source

La valeur binaire 01 de code de format de sécurité indique que les octets restants du champ de valeur de paramètre spécifient un niveau de sécurité unique et non ambigu dans le contexte du système de classification de sécurité utilisé par l'autorité responsable de l'affectation de l'adresse NSAP de source.

7.5.3.2 Spécifique de l'adresse de destination

La valeur binaire 10 de code de format de sécurité indique que les octets restants du champ de valeur de paramètre spécifient un niveau de sécurité unique et non ambigu dans le contexte du système de classification de sécurité utilisé par l'autorité responsable de l'affectation de l'adresse NSAP de destination.

7.5.3.3 Sécurité globalement unique

La valeur binaire 11 de code de format de sécurité indique que les octets restants du champ de valeur de paramètre spécifient un niveau de sécurité globalement unique et non ambigu. Ce système de classification de sécurité n'est pas spécifié par la présente Recommandation | Norme internationale.

7.5.4 Routage à partir de la source

Le paramètre de routage à partir de la source spécifie, intégralement ou partiellement, le trajet à suivre à partir de l'entité de réseau d'origine jusqu'à l'entité de réseau de destination (voir 6.14).

Code de paramètre:	1100 1000
Longueur de paramètre:	variable
Valeur de paramètre:	deux octets d'information de gestion suivis d'une concaténation d'entrées d'intitulé d'entité de réseau ordonnée de la source à la destination.

Le premier octet de la valeur de paramètre est le code de type, qui a la signification suivante:

0000 0000	routage partiel à partir de la source
0000 0001	routage intégral à partir de la source
	<toutes autres valeurs réservées>

Le deuxième octet indique le décalage d'octet de la prochaine entrée d'intitulé de réseau de la liste à traiter. Le décalage est relatif au début du paramètre, si bien qu'une valeur de trois (3) indique que la prochaine entrée d'intitulé d'entité de réseau commence immédiatement après l'octet de gestion considéré. Les octets successifs sont repérés par les valeurs croissantes de cet indicateur.

Le troisième octet commence la liste d'intitulés d'entité de réseau, qui se compose d'entrées de longueur variable. Le premier octet de chacune de ces entrées donne la longueur de l'intitulé d'entité de réseau qui comprend le reste de l'entrée.

7.5.5 Enregistrement de routage

Le paramètre d'enregistrement de routage identifie les systèmes intermédiaires traversés par l'unité PDU considérée (voir 6.15).

Code de paramètre:	1100 1011
Longueur de paramètre:	variable
Valeur de paramètre:	2 octets d'information de gestion suivis d'une concaténation d'entrées d'intitulé d'entité de réseau ordonnée de la source à la destination.

Le premier octet de la valeur de paramètre est le code de type, qui a la signification suivante:

0000 0000	enregistrement partiel du trajet en cours
0000 0001	enregistrement intégral du trajet en cours
	<toutes autres valeurs réservées>

Le second octet identifie le premier octet non actuellement utilisé pour un intitulé d'entité de réseau enregistré et donc également la fin actuelle de la liste. Il est codé relativement au début de la valeur de paramètre, si bien qu'une valeur de trois (3) indique qu'aucun intitulé d'entité de réseau n'a encore été enregistré. La valeur de 255 sert à indiquer que l'enregistrement du trajet est terminé.

Le troisième octet commence la liste des intitulés d'entité de réseau, qui se compose d'entrées de longueur variable. Le premier octet de chaque entrée donne la longueur de l'intitulé d'entité de réseau comprenant le reste de l'entrée. Les entrées d'intitulé d'entité de réseau sont toujours ajoutées à la fin de la liste.

NOTE – La longueur du paramètre d'enregistrement de routage est déterminée par l'entité qui est à l'origine de l'unité PDU considérée; elle n'est pas modifiée pendant la vie de cette unité PDU, si bien que l'exécution de la fonction d'enregistrement de routage ne modifie pas la longueur de l'en-tête.

7.5.6 Maintien de la qualité de service

Le paramètre de maintien de la qualité de service achemine des informations relatives à la qualité du service demandée par l'utilisateur NS d'origine.

Les entités de réseau des systèmes intermédiaires peuvent, mais ce n'est pas obligatoire, utiliser cette information à titre d'assistance au niveau de la sélection d'un trajet lorsque plusieurs trajets répondant aux autres critères de routage sont disponibles et qu'il est patent que les trajets disponibles présentent des niveaux de qualité de service différents (voir 6.16).

Code de paramètre:	1100 0011
Longueur de paramètre:	variable
Valeur de paramètre:	les deux bits d'ordre supérieur du premier octet spécifient le code de format QoS, comme indiqué au Tableau 6 ci-dessous.

Le reste du premier octet est réservé pour utilisation par le format QoS globalement unique, comme indiqué en 7.5.6.3. Lorsqu'un autre code de format QoS est sélectionné, les bits 6-1 du premier octet sont réservés et doivent avoir la valeur zéro (0) lorsqu'ils sont émis et doivent être ignorés lorsqu'ils sont reçus. Le reste du champ de valeur de paramètre spécifie la qualité de service décrite dans les articles suivants.

Tableau 6 – Codes de format QoS

Code de format de qualité de service	Type de champ de qualité de service
00	Réservé
01	Spécifique de l'adresse de source
10	Spécifique de l'adresse de destination
11	Globalement unique

7.5.6.1 Spécifique de l'adresse de source

Le code de format QoS 01 (binaire) indique que les octets restants du champ de valeur de paramètre spécifient un niveau de qualité de service unique et non ambigu dans le contexte du système de maintien de la qualité de service utilisé par l'autorité responsable de l'affectation de l'adresse du point NSAP de source.

7.5.6.2 Spécifique de l'adresse de destination

Le code de format QoS 10 (valeur binaire) indique que les octets restants du champ de valeur de paramètre spécifie une qualité de service unique et non ambiguë dans le contexte du système de maintien de la qualité de service utilisé par l'autorité responsable de l'affectation de l'adresse NSAP de destination.

7.5.6.3 Qualité de service globalement unique

Le code de format QoS 11 (valeur binaire) indique que le reste du champ de valeur de paramètre spécifie un champ de maintien de la qualité de service globalement unique. Lorsque la fonction de maintien d'une qualité de service globalement unique est active, le champ de valeur de paramètre a une longueur totale d'un octet, avec les valeurs indiquées au Tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs de paramètres QoS globalement unique

Bits	Utilisation
8 et 7	Code de format QoS binaire 11
6	Réservé
5	Envoi en séquence/temps de transit
4	Encombrement
3	Temps de transit/coût
2	Probabilité d'erreur résiduelle/temps de transit
1	Probabilité d'erreur résiduelle/coût

Le bit 6 est réservé; il doit être mis à zéro (0) lorsqu'il est émis et être ignoré lorsqu'il est reçu.

Le bit 5, mis à un, indique que lorsque cela est possible les décisions d'acheminement visent en priorité à envoyer toutes les unités PDU à l'adresse NSAP de destination spécifiée sur le même trajet (pour maintenir la séquence), plutôt qu'à minimiser le temps de transit. La valeur zéro (0) indique que, lorsque cela est possible, les décisions d'acheminement doivent viser à minimiser le temps de transit plutôt qu'à préserver la séquence.

Le bit 4 est mis à zéro par l'entité de réseau qui est à l'origine de l'unité de données de protocole. Il est mis à un par un système intermédiaire pour indiquer que l'unité PDU considérée a visité un système intermédiaire encombré et que des mesures appropriées doivent être prises par l'entité de réseau de destination. Lorsqu'elle est attribuée par un système intermédiaire, la valeur du bit d'encombrement ne peut pas être modifiée par un système intermédiaire traversé par l'unité PDU plus avant dans le trajet qui mène à la destination.

Mis à un, le bit 3 indique que, lorsque cela est possible, les décisions d'acheminement doivent donner la priorité au temps de transit sur le coût. La valeur zéro indique que les décisions d'acheminement doivent donner la priorité au coût sur le temps de transit.

Le bit 2, mis à un, indique que, lorsque cela est possible, les décisions d'acheminement doivent viser à minimiser la probabilité d'erreur résiduelle plutôt qu'à minimiser le temps d'acheminement. La valeur zéro indique que les décisions d'acheminement doivent viser à minimiser le temps d'acheminement plutôt que la probabilité d'erreur résiduelle.

Le bit 1, mis à un, indique que, lorsque cela est possible, les décisions d'acheminement doivent viser à minimiser la probabilité d'erreur résiduelle plutôt qu'à minimiser le coût. La valeur zéro indique que les décisions d'acheminement doivent viser à minimiser le coût plutôt que la probabilité d'erreur résiduelle.

7.5.7 Priorité

La valeur du paramètre de priorité indique la priorité relative de l'unité de données de protocole. Les systèmes intermédiaires qui offrent cette option doivent utiliser cette option dans le routage et dans la mise en ordre des unités PDU à transmettre (voir 6.17).

Code de paramètre:	1100 1101
Longueur de paramètre:	1 octet
Valeur de paramètre:	0000 0000 – Normal (défaut) à 0000 1110 – Valeur maximale <toutes autres valeurs réservées>

Les valeurs 0000 0001 à 0000 1110 sont utilisées pour les unités de données de protocole hautement prioritaires. Lorsqu'un système intermédiaire n'offre pas cette option, toutes les unités PDU sont traitées comme si le champ avait la valeur 0000 0000.

7.6 Partie «données»

La partie «données» de l'en-tête PDU est illustrée à la Figure 8.



Figure 8 – En-tête PDU – Partie «données»

7.7 Unité PDU de données

7.7.1 Structure

L'unité DPU de données a le format présenté à la Figure 9.

7.7.2 Partie fixe

- 1) Identificateur de protocole de couche réseau Voir 7.2.2
- 2) Indicateur de longueur Voir 7.2.3
- 3) Version/extension d'identificateur de protocole Voir 7.2.4
- 4) Durée de vie Voir 7.2.5
- 5) SP, MS, E/R Voir 7.2.6
- 6) Code de type Voir 7.2.7
- 7) Longueur de segment Voir 7.2.8
- 8) Somme de vérification Voir 7.2.9

7.7.3 Adresses

Voir 7.3.

7.7.4 Segmentation

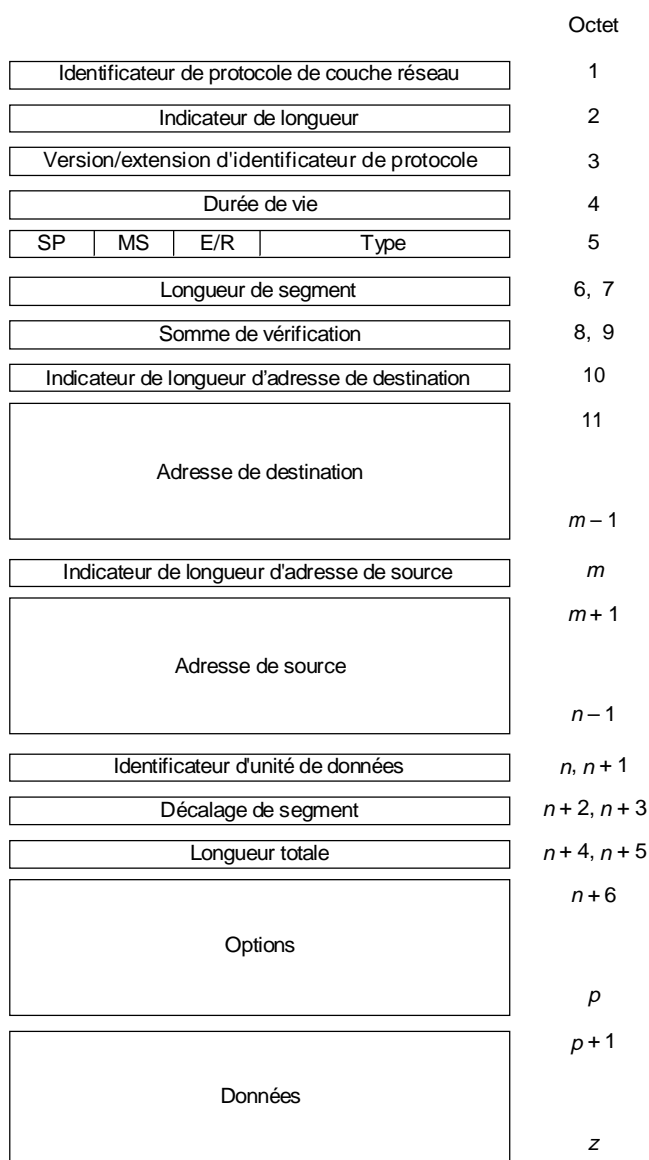
Voir 7.4.

7.7.5 Options

Voir 7.5.

7.7.6 Données

Voir 7.6.



T0718970-93/d10

Figure 9 – Unité PDU de données

7.8 Protocole de couche de réseau inactif

7.8.1 Structure

Une unité PDU de protocole de couche de réseau inactif a le format illustré à la Figure 10.

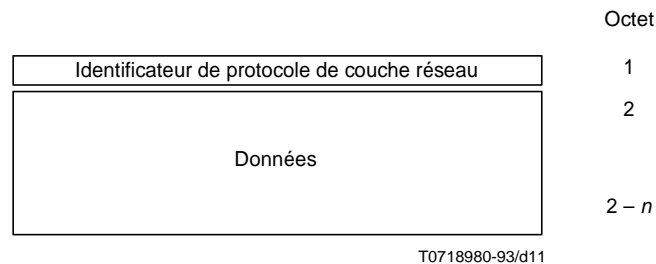


Figure 10 – Unité PDU de protocole de couche réseau inactif

7.8.2 Identificateur de protocole de couche réseau

La valeur du champ d'identificateur de protocole de couche réseau, en binaire, est zéro (0000 0000).

7.8.3 Partie «données»

La partie «données» peut contenir un nombre quelconque d'octets inférieur d'une unité au nombre maximal d'octets pouvant être placés dans le paramètre SN-Userdata de la primitive SN-UNITDATA de base. En conséquence, le protocole de couche réseau inactif ne peut être utilisé que lorsque la longueur du paramètre SN-Userdata de la primitive N-UNITDATA est maintenue à une valeur égale ou inférieure à la valeur de la longueur du paramètre SN-Userdata moins un (voir 7.6).

7.9 Unité PDU de rapport d'erreur

7.9.1 Structure

Le format de l'unité PDU de rapport d'erreur est illustré à la Figure 11.

7.9.2 Partie fixe

La partie fixe de l'unité de rapport d'erreur est structurée comme une nouvelle unité PDU de données (initiale).

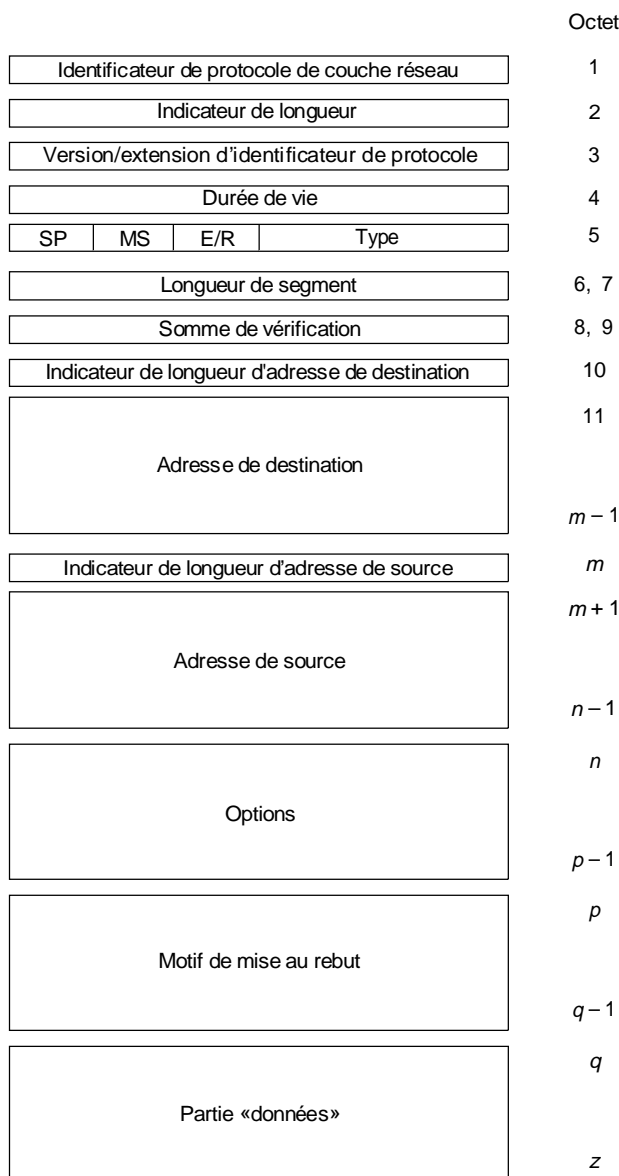
- 1) Identificateur de protocole de couche réseau Voir 7.2.2
- 2) Indicateur de longueur Voir 7.2.3
- 3) Version/extension d'identificateur de protocole Voir 7.2.4
- 4) Durée de vie Voir 7.2.5
- 5) SP, MS, E/R (*toujours mis à zéro*) Voir 6.10
- 6) Code de type Voir 7.2.7
- 7) Longueur de segment Voir 7.2.8
- 8) Somme de vérification Voir 7.2.9

7.9.3 Adresses

L'adresse de destination spécifie l'intitulé d'entité de réseau de l'entité d'origine de l'unité PDU mise au rebut. L'adresse de source spécifie l'intitulé de l'entité de réseau de système intermédiaire ou de système d'extrémité qui est à l'origine de l'unité PDU de rapport d'erreur (voir 7.3).

7.9.4 Options

Voir 7.5.



T0718990-93/d12

Figure 11 – Unité PDU de rapport d'erreur

7.9.5 Motif de remise au rebut

Ce paramètre n'est valable que pour l'unité PDU de rapport d'erreur.

- Code de paramètre: 1100 0001
- Longueur de paramètre: 2 octets
- Valeur de paramètre: type d'erreur codé en binaire.

Les valeurs de paramètre sont indiquées au Tableau 8.

Le premier octet de la valeur de paramètre contient un code de type d'erreur. Lorsque l'erreur présente dans l'unité PDU mise au rebut peut être localisée dans un champ particulier, le nombre correspondant au premier octet de ce champ est stocké dans le deuxième octet du champ du paramètre de motif de mise au rebut. Lorsque l'erreur ne peut pas être localisée dans un champ donné, ou lorsqu'il s'agit d'une erreur de vérification de somme, la valeur zéro (0) est stockée dans le deuxième octet du champ du paramètre de motif de mise au rebut.

Tableau 8 – Valeurs du paramètre de motif de mise au rebut

Valeur de paramètre	Classe d'erreur	Signification
0000 0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111	Générale	Motif non spécifié Erreur de procédure de protocole Somme de vérification incorrecte Unité PDU mise au rebut pour cause d'encombrement Erreur de syntaxe d'en-tête (impossible à résoudre) Segmentation nécessaire mais non autorisée Unité PDU reçue incomplète Option en double
1000 0000 0001	Adresse	Adresse de destination impossible à atteindre Adresse de destination inconnue
1001 0000 0001 0010 0011	Routage à partir de la source	Erreur de routage à partir de la source non spécifiée Erreur de syntaxe dans le champ de routage à partir de la source Adresse inconnue dans le champ de routage à partir de la source Trajet non acceptable
1010 0000 0001	Durée de vie	Durée de vie parvenue à expiration pendant le transit de l'unité de données Durée de vie parvenue à expiration pendant le réassemblage
1011 0000 0001 0010 0011 0100	Unité PDU mise au rebut	Option non prévue non spécifiée Version de protocole non prévue Option de sécurité non prévue Option de routage à partir de la source non prévue Option d'enregistrement de routage non prévue
1100 0000	Réassemblage	Interférence au niveau du réassemblage

7.9.6 Partie «données»

Ce champ contient la totalité de l'en-tête de l'unité PDU mise au rebut et peut contenir un ensemble nul, partiel ou total de la partie données de l'unité PDU mise au rebut.

7.10 Unité PDU de demande de réponse en écho

L'unité ERQ PDU a le même format que l'unité DT PDU (voir 7.7).

7.11 Unité PDU de réponse en écho

L'unité ERP PDU a le même format que l'unité DT PDU (voir 7.7).

8 Fourniture du service sous-jacent

Les fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau peuvent être activées pour fournir un service sous-jacent en mode sans connexion lorsqu'un sous-réseau réel n'offre pas par conception le service sous-jacent en mode sans connexion présumé dans le protocole. Lorsqu'un sous-réseau offre par conception un tel service, une fonction de convergence dépendante du sous-réseau assure la correspondance avec le service sous-jacent en mode sans connexion requis. Les fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau peuvent également être nécessaires lorsque les fonctions

supposées disponibles dans le service sous-jacent ne sont pas offertes. Dans certains cas, cette situation peut impliquer la mise en œuvre d'un protocole explicite (c'est-à-dire d'un protocole prévoyant l'échange explicite d'informations de

gestion de protocole entre entités de réseau homologues) assumant la fonction du protocole de convergence dépendant du réseau (SNDCP). Toutefois, dans certains cas également, les fonctions requises pour ce rôle de SNDCP équivalent simplement à un ensemble de règles de manipulation du service sous-jacent (sans échange d'informations de gestion du protocole entre entités de réseau homologues).

8.1 Points de rattachement au sous-réseau

Les paramètres d'adresse de source et d'adresse de destination de la primitive SN-UNITDATA spécifient les points de rattachement au(x) sous-réseau(x) public(s) ou privé(s). Les adresses de point de rattachement au sous-réseau (SNPA) sont définies par chaque autorité individuelle de sous-réseau. La syntaxe et la sémantique des SNPA ne sont pas définies dans la présente Recommandation | Norme internationale.

8.2 Qualité de service dans le sous-réseau

Pour chaque transmission en mode sans connexion, il est nécessaire de disposer de certains critères de qualité de service à la mise en œuvre de la primitive SN-UNITDATA. Ces critères (valeurs de paramètre et options) reposent sur une connaissance a priori du service disponible dans le sous-réseau. La connaissance de la nature et du type de service disponible est typiquement obtenue avant la demande de service de base en mode sans connexion.

Les paramètres de qualité de service identifiés pour le service sous-jacent en mode sans connexion peuvent dans certaines circonstances être directement dérivés des paramètres identifiés dans le service de réseau en mode sans connexion, ou mis en correspondance avec eux. Les paramètres suivants, définis dans la Rec. X.213 du CCITT | ISO/CEI 8348, peuvent être utilisés:

- a) temps de transit;
- b) protection contre les accès non autorisés;
- c) déterminants du coût;
- d) priorité; et
- e) probabilité d'erreur résiduelle.

NOTE – Pour les sous-réseaux réels qui ne comportent pas de paramètre inhérent de qualité de service, les modalités de maintien de l'intégrité de la sémantique du service requis sont arrêtées localement. En particulier, il peut arriver que la qualité de service demandée soit impossible à maintenir. En pareille situation, on s'efforcera de remettre l'unité de données de protocole au niveau de qualité prévu dans le service considéré.

En général, la SNDCF ou le sous-réseau lui-même peut assumer les fonctions associées à des demandes de QoS spécifiques. A titre d'option, ces fonctions peuvent être sélectionnées par le CLNP. Les paramètres de QoS de sous-réseau pertinents sont classés comme suit:

- a) paramètres QoS pour lesquels la SNDCF ou le sous-réseau lui-même assume des fonctions expressément conçues pour fournir des informations à la fonction d'acheminement PDU du CLNP;
- b) paramètres QoS pour lesquels la SNDCF ou le sous-réseau lui-même assume des fonctions expressément conçues pour assurer la qualité de service requise;
- c) paramètres QoS pour lesquels la SNDCF ou le sous-réseau lui-même peut être appelé(e) à assumer les fonctions relevant des catégories a) ou b) ci-dessus.

La détermination des valeurs de ces paramètres de qualité de service est spécifiée dans les articles suivants.

8.2.1 Temps de transit

Le temps de transit est l'intervalle de temps compris entre une demande SN-UNITDATA et l'indication SN-UNITDATA correspondante. Les valeurs de temps écoulé sont calculées pour les SNSDU effectivement transmises. Par définition, une SNSDU a été effectivement transmise lorsque le transfert de la SNDCF d'émission à la SNDCF de destination spécifiée a eu lieu. Le temps de transit, basé sur une longueur d'unité SNSDU de 512 octets, est spécifié en unités de 500 ms.

Le temps de transit est déterminé par la SNDCF avant le traitement de toute donnée d'utilisateur par le sous-réseau. Le mécanisme de transmission des informations de temps de transit à la fonction d'acheminement PDU du CLNP relève du domaine local. Le temps de transit peut être mesuré ou estimé. Les fonctions SNDCF décrites dans la présente Recommandation ne prévoient aucun moyen de mesure ou d'estimation du temps de transit qui viendrait s'ajouter aux moyens éventuellement prévus dans le sous-réseau sous-jacent.

NOTES

1 Lorsqu'il s'agit de mesurer le temps de transit, il convient d'utiliser une SNDCP conçue pour limiter le temps de transit des SNSDU qui passent dans le sous-réseau avant de traiter toute demande de données en vue de déterminer le temps effectif.

2 Le temps de transit, dans un sous-réseau donné, peut varier. Lorsqu'on le mesure, il peut être nécessaire de répéter périodiquement le processus pour assurer la précision des mesures dans toute information de routage maintenue par l'entité de réseau.

3 Lorsqu'aucun critère plus précis n'est disponible, le temps de transit peut être estimé par émission d'une SNSDU (par l'intermédiaire d'une unité de données de protocole à identification unique provoquant une réponse) et par mesure du temps écoulé entre la demande SN-UNITDATA et les indications SN-UNITDATA correspondantes. Il en résulte une surestimation du temps de transit qui permet d'espérer un fonctionnement correct du CLNP. Lorsque l'on estime le temps de transit, il est préférable d'obtenir des surestimations, de telle sorte que les incertitudes n'empêchent pas le CLNP de mettre au rebut des unités de données de protocole dont la durée de vie prévue est parvenue à expiration.

8.2.2 Protection contre les accès non autorisés

Aucune recommandation ne définit les modalités de protection contre toute opération passive de surveillance, modification, relecture, adjonction ou suppression de données de type SN-Userdata.

8.2.3 Probabilité d'erreur résiduelle

La probabilité d'erreur résiduelle est une estimation du ratio des SNSDU perdues, dupliquées ou incorrectement remises au nombre total des SNSDU transmises par la SNDCF pendant une période de mesure. Le mécanisme de communication de la probabilité d'erreur résiduelle à la fonction de routage PDU du CLNP relève du domaine local.

La probabilité d'erreur résiduelle est connue de la SNDCF avant le traitement de toute donnée d'utilisateur par le sous-réseau, soit du fait que la SNDCF a tenu à jour l'historique des mesures de probabilité d'erreur résiduelle, soit en raison d'informations obtenues auprès du fournisseur de service sous-jacent.

NOTE – Pour les sous-réseaux qui assurent un service en mode connexion, la probabilité d'erreur résiduelle est déterminée sur la base d'une connexion individuelle.

8.2.4 Déterminants de coût

Cette sous-clause ne s'applique qu'à l'ISO/CEI 8473.

Pour satisfaire les contraintes imposées par l'utilisateur NS au moyen du paramètre de déterminants de coût, on utilise la fonction de routage PDU demandée par le CLNP. Le cas échéant, les informations relatives au tarif évalué par paquet ou par connexion sont transmises à la fonction de routage PDU du CLNP. Le mécanisme utilisé relève du domaine local.

NOTE – La fonction de routage PDU demandée par le CLNP peut devoir assurer les évaluations de coût suivantes. Lorsque:

- a) aucun coût additionnel n'est entraîné par le traitement de la SNSDU soumise et que le tarif est évalué par paquet;
- b) aucun coût additionnel n'est attendu, et qu'aucune connexion n'est actuellement disponible pour la destination spécifiée, et que le tarif est évalué par connexion par le sous-réseau (établissement de circuit virtuel, temps d'occupation du circuit virtuel, etc.); ou
- c) un coût maximum acceptable a été spécifié pour le traitement de la NSDU, et que ce coût sera probablement dépassé,

la fonction de routage PDU doit renvoyer un résultat indiquant que le CLNP doit chercher à remettre la NSDU par un trajet de remplacement. Lorsqu'aucun trajet de ce type ne peut être établi, une fonction locale pourra notifier l'utilisateur de service de réseau du fait que le fournisseur de service n'est pas en mesure de remettre cette NSDU (et les éventuelles NSDU suivantes) compte tenu de la contrainte imposée.

8.3 Données d'utilisateur de sous-réseau

L'élément données d'utilisateur de sous-réseau (SN-Userdata) est un multiple ordonné d'octets transférés en transparence entre les points de rattachement au sous-réseau spécifiés.

Ce service sous-jacent assuré par le CLNP doit accepter une dimension d'unité de données de service d'au moins 512 octets.

Lorsque la dimension minimale d'unité de données de service offerte dans l'ensemble des sous-réseaux intervenant dans la transmission d'une unité PDU donnée est suffisamment importante pour qu'une segmentation ne soit pas requise, on peut utiliser soit le protocole complet, soit le sous-ensemble de protocole de non-segmentation.

Les données reçues d'un sous-réseau spécifiant ce protocole (voir 7.2.2) doivent être traitées conformément aux dispositions de la présente Recommandation | Norme internationale.

NOTE – Les données assorties d'une autre identification de protocole doivent être ignorées puisqu'elles peuvent avoir été envoyées par une application acceptant des protocoles additionnels devant être utilisés avec le présent protocole.

8.4 Fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau

Le modèle général permettant d'assurer le service sous-jacent supposé par le protocole dans le cadre d'un sous-réseau réel utilisant un protocole d'accès à un sous-réseau sans connexion est défini comme suit. La génération d'une demande SN-UNITDATA par le CLNP se traduit par la génération d'une demande UNITDATA correspondante spécifique du sous-réseau, demande formulée par la fonction de convergence dépendante du sous-réseau. La réception d'une indication UNITDATA spécifique du sous-réseau associée à la remise d'une unité de données sans connexion à sa destination amène la SND CF à générer une indication SN-UNITDATA à l'intention du CLNP.

Le modèle général de mise à disposition du service sous-jacent supposé par le CLNP en association avec un sous-réseau réel utilisant un protocole d'accès au sous-réseau en mode sans connexion est défini comme suit. La génération d'une demande SN-UNITDATA par le CLNP a pour effet de rendre disponible, pour la transmission des données d'utilisateur de service de réseau, une connexion qui peut être un circuit logique, une liaison logique ou un équivalent. Lorsqu'une connexion ne peut pas être rendue disponible, la demande SN-UNITDATA est mise au rebut. La réception d'unités PDU spécifiques du sous-réseau contenant des données d'utilisateur de service de réseau amène la SND CF à générer une indication SN-UNITDATA à l'intention du CLNP.

Lorsqu'un sous-réseau réel est conçu pour utiliser un protocole d'accès au sous-réseau soit en mode sans connexion, soit en mode connexion, la mise à disposition du service sous-jacent supposé par le CLNP est assurée par recours au mode sans connexion.

Les modalités de mise à disposition du service sous-jacent par divers types spécifiques de sous-réseaux sont définies dans d'autres Recommandations | Norme internationale.

9 Conformité

9.1 Conformité statique

9.1.1 Systèmes d'extrémité

Toute application pour laquelle une conformité avec la présente Recommandation | Norme internationale est revendiquée à titre de système d'extrémité doit:

- a) assurer la transmission et la réception d'unités NPDU au moyen du protocole complet;
- b) accepter la réception d'unités NPDU acheminées au moyen du sous-ensemble de protocole de non-segmentation;
- c) offrir les fonctions de protocole identifiées au Tableau 9 comme étant obligatoires pour les systèmes d'extrémité; et
- d) pouvoir fonctionner sur un ou plusieurs sous-réseaux, avec les fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau approprié spécifiées dans d'autres Recommandations | Norme internationale.

A titre d'option d'application, un tel système d'extrémité peut, mais ce n'est pas obligatoire:

- e) accepter la transmission d'unités NPDU avec le sous-ensemble de protocole de non-segmentation;
- f) accepter la transmission et la réception d'unités NPDU avec le sous-ensemble de protocole de couche réseau inactif; et
- g) offrir toute fonction de protocole identifiée dans le Tableau 9 comme étant optionnelle pour les systèmes d'extrémité.

NOTE – Bien que le point a) ci-dessus exige que les systèmes d'extrémité assurent à la fois la transmission et la réception des unités NPDU, les caractéristiques de transmission et de réception sont spécifiées séparément au Tableau 9. En général, les procédures à suivre pour offrir une fonction donnée diffèrent selon que l'on considère le sens envoi et le sens réception. La spécification distincte 1) établit une distinction entre les caractéristiques de deux fonctions (gestion de durée de vie PDU et bourrage) qui doivent être obligatoirement offertes dans l'un des deux sens de transfert des unités PDU, alors qu'elles ne sont qu'optionnelles dans l'autre sens, et 2) clarifie le fait que la mise à disposition d'un certain nombre de fonctions ne concerne que l'un des deux sens de transfert des unités PDU.

Tableau 9 – Caractéristiques de conformité statique

Fonction de protocole	Référence	Système d'extrémité (Note 1)		Système intermédiaire
		Emission	Réception	
Composition de PDU (Note 2)	6.1	M	N/A	N/A
Décomposition de PDU (Note 2)	6.2	N/A	M	N/A
Analyse de format d'en-tête	6.3	N/A	M	M
Gestion de durée de vie PDU	6.4	M	O	M
Routage de PDU	6.5	M	N/A	M
Retransmission de PDU	6.6	M	N/A	M
Segmentation (Note 2)	6.7	M	N/A	(Note 3)
Réassemblage (Note 2)	6.8	N/A	M	O (Note 4)
Mise au rebut de PDU	6.9	N/A	M	M
Rapport d'erreur	6.10	M	M	M
Détection d'erreur d'en-tête	6.11	M	M	M
Sécurité	6.13	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Routage intégral à partir de la source	6.14	O	N/A	O (Note 4)
Enregistrement de routage intégral	6.15	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Demande de réponse en écho	6.19	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Réponse en écho	6.20	N/A	O (Note 4)	O (Note 4)
Routage partiel à partir de la source	6.14	O	N/A	O (Note 4)
Enregistrement de routage partiel	6.15	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Priorité	6.17	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Maintien de la qualité de service	6.16	O	O (Note 4)	O (Note 4)
Notification d'encombrement	6.18	N/A	O (Note 4)	O (Note 4)
Bourrage	6.12	O	M	M

M Fonction imposée, obligatoire dans l'application.
O Option d'application, selon la description donnée dans le texte.
N/A Non applicable.

NOTES

1 Le statut spécifié dans la colonne «émission» s'applique à la fonction considérée pour les unités PDU DT, ER, ERQ et ERP envoyées par un système d'extrémité; de même, le statut indiqué dans la colonne «réception» s'applique à la fonction considérée pour les unités PDU DT, ER, ERQ et ERP reçues par le système d'extrémité.

2 Les fonctions de composition PDU, décomposition PDU, segmentation et réassemblage ne s'appliquent pas aux unités ER PDU.

3 La fonction de segmentation PDU est en général obligatoire pour un système intermédiaire. Toutefois, un système devant être connecté exclusivement à des sous-réseaux offrant tous la même dimension SDU maximale (cas par exemple de réseaux identiques) n'aura pas nécessairement à proposer cette fonction, dont l'application n'est donc pas obligatoire.

4 Voir 9.2 pour les caractéristiques de conformité dynamique associées applicables lorsque cette option n'est pas offerte.

9.1.2 Systèmes intermédiaires

Toute application pour laquelle la conformité avec la présente Recommandation | Norme internationale est revendiquée à titre de système intermédiaire doit:

- offrir les fonctions de protocole identifiées au Tableau 9 comme étant obligatoires pour les systèmes intermédiaires; et
- pouvoir fonctionner sur un ou plusieurs sous-réseaux, avec les fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau approprié spécifiées dans d'autres Recommandations | Norme internationale.

A titre d'option d'application, un tel système intermédiaire peut, mais ce n'est pas obligatoire:

- offrir toute fonction de protocole identifiée au Tableau 9 comme optionnelle pour les systèmes intermédiaires.

9.2 Conformité dynamique

Toute application pour laquelle la conformité avec la présente Recommandation | Norme internationale est revendiquée doit présenter un comportement, observable de l'extérieur, établissant qu'ont été mises à disposition:

- a) toutes les fonctions de protocole prévues conformément à la spécification fonctionnelle et visées dans le paragraphe mentionné au Tableau 9; et
- b) les fonctions de convergence dépendantes du sous-réseau pertinentes, conformément à la spécification donnée dans d'autres Recommandations | Norme internationale.

Toutes les unités PDU transmises doivent être structurées comme spécifié à l'article 7.

Toute application n'offrant pas une fonction identifiée au Tableau 9 comme étant optionnelle doit, à la réception d'une unité PDU dans laquelle cette fonction a été sélectionnée, soit mettre la PDU au rebut et demander la fonction de rapport d'erreur, soit traiter l'unité PDU comme si la fonction n'avait pas été sélectionnée, conformément à la spécification du 6.21.

9.3 Formulaire PICS

Le fournisseur d'une application de protocole revendiquant la conformité avec la présente Recommandation | Norme internationale doit remplir un exemplaire du formulaire PICS reproduit à l'Annexe A et fournir les informations nécessaires à l'identification du fournisseur et de l'application.

Annexe A¹⁾ Formulaire PICS proforma

(Cette annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

A.1 Introduction

The supplier of a protocol implementation which is claimed to conform to this Recommendation | International Standard shall complete the following Protocol Implementation Conformance Statement (PICS) proforma.

A completed PICS proforma is the PICS for the implementation in question. The PICS is a statement of which capabilities and options of the protocol have been implemented. The PICS can have a number of uses, including use

- by the protocol implementor, as a check-list to reduce the risk of failure to conform to the standard through oversight;
- by the supplier and acquirer – or potential acquirer – of the implementation, as a detailed indication of the capabilities of the implementation, stated relative to the common basis for understanding provided by the standard PICS proforma;
- by the user – or potential user – of the implementation, as a basis for initially checking the possibility of interworking with another implementation (note that, while interworking can never be guaranteed, failure to interwork can often be predicted from incompatible PICSs);
- by a protocol tester, as the basis for selecting appropriate tests against which to assess the claim for conformance of the implementation.

A.2 Abbreviations and special symbols

A.2.1 Status symbols

M	mandatory
O	optional
O.<n>	optional, but support of at least one of the group of options labelled by the same numeral <n> is required
X	prohibited
<pred>	conditional-item symbol, including predicate identification (see A.3.4)
^	logical negation, applied to a conditional item's predicate

A.2.2 Other symbols

<t>	receive aspects of an item
<s>	send aspects of an item

A.3 Instructions for completing the PICS proforma

A.3.1 General structure of the PICS proforma

The first part of the PICS proforma – Implementation Identification and Protocol Summary – is to be completed as indicated with the information necessary to identify fully both the supplier and the implementation.

¹⁾ Droits de reproduction du formulaire PICS.

Les utilisateurs de la présente Recommandation | Norme internationale sont autorisés à reproduire le formulaire PICS de la présente annexe pour utiliser celui-ci conformément à son objet. Ils sont également autorisés à publier le formulaire une fois celui-ci complété.

The main part of the PICS proforma is a fixed-format questionnaire divided into a number of major subclauses; these can be divided into further subclauses each containing a group of individual items. Answers to the questionnaire items are to be provided in the rightmost column, either by simply marking an answer to indicate a restricted choice (usually Yes or No), or by entering a value or a set or range of values.

NOTE – There are some items for which two or more choices from a set of possible answers can apply. All relevant choices are to be marked in these cases.

Each item is identified by an item reference in the first column; the second column contains the question to be answered; and the third column contains the reference or references to the material that specifies the item in the main body of this Recommendation | International Standard. The remaining columns record the status of the item – whether support is mandatory, optional, prohibited, or conditional – and provide space for the answers (see also A.3.4).

A supplier may also provide further information, categorized as either Additional Information or Exception Information. When present, each kind of further information is to be provided in a further subclause of items labelled A<i> or X<i>, respectively, for cross-referencing purposes, where <i> is any unambiguous identification for the item (e.g. a number); there are no other restrictions on its format or presentation.

A completed PICS proforma, including any Additional Information and Exception Information, is the Protocol Implementation Conformance Statement for the implementation in question.

NOTE – Where an implementation is capable of being configured in more than one way, a single PICS may be able to describe all such configurations. However, the supplier has the choice of providing more than one PICS, each covering some subset of the implementation's configuration capabilities, in cases where this makes for easier and clearer presentation of the information.

A.3.2 Additional information

Items of Additional Information allow a supplier to provide further information intended to assist in the interpretation of the PICS. It is not intended or expected that a large quantity will be supplied, and a PICS can be considered complete without any such information. Examples might be an outline of the ways in which a (single) implementation can be set up to operate in a variety of environments and configurations, or a brief rationale – based perhaps upon specific application needs – for the exclusion of features which, although optional, are nonetheless commonly present in implementations of this protocol.

References to items of Additional Information may be entered next to any answer in the questionnaire, and may be included in items of Exception Information.

A.3.3 Exception information

It may occasionally happen that a supplier will wish to answer an item with mandatory or prohibited status (after any conditions have been applied) in a way that conflicts with the indicated requirement. No pre-printed answer will be found in the support column for this; instead, the supplier shall write the missing answer into the Support column, together with an X<i> reference to an item of Exception Information, and shall provide the appropriate rationale in the Exception Information item itself.

An implementation for which an Exception Information item is required in this way does not conform to this Recommendation | International Standard.

NOTE – A possible reason for the situation described above is that a defect in the standard has been reported, a correction for which is expected to change the requirement not met by the implementation.

A.3.4 Conditional status

A.3.4.1 Conditional items

The PICS proforma contains a number of conditional items. These are items for which the status – mandatory, optional, or prohibited – that applies is dependent upon whether or not certain other items are supported, or upon the values supported for other items.

In many cases, whether or not the item applies at all is conditional in this way, as well as the status when the item does apply.

Where a group of items is subject to the same condition for applicability, a separate preliminary question about the condition appears at the head of the group, with an instruction to skip to a later point in the questionnaire if the “Not Applicable” answer is selected. Otherwise, individual conditional items are indicated by one or more conditional symbols (on separate lines) in the status column.

A conditional symbol is of the form “<pred>:<x>” where “<pred>” is a predicate as described in A.3.4.2, and “<x>” is one of the status symbols M, O, O.<n>, or X.

If the value of the predicate in any line of a conditional item is true (see A.3.4.2), then the conditional item is applicable, and its status is that indicated by the status symbol following the predicate; the answer column is to be marked in the usual way. If the value of a predicate is false, the Not Applicable (N/A) answer is to be marked in the relevant line. Each line in a multi-line conditional item should be marked: at most one line will require an answer other than N/A.

A.3.4.2 Predicates

A predicate is one of the following:

- a) an item-reference for an item in the PICS proforma: the value of the predicate is true if the item is marked as supported, and is false otherwise;
- b) a predicate name, for a predicate defined elsewhere in the PICS proforma (usually in the Major Capabilities section or at the end of the section containing the conditional item) (see below); or
- c) the logical negation symbol “^” prefixed to an item-reference or predicate name: the value of the predicate is true if the value of the predicate formed by omitting the “^” is false, and vice versa.

The definition for a predicate name is one of the following:

- a) an item-reference, evaluated as at (a) above;
- b) a relation containing a comparison operator (=, <, etc.) with at least one of its operands being an item-reference for an item taking numerical values as its answer; the predicate is true if the relation holds when each item-reference is replaced by the value entered in the Support column as an answer to the item referred to; or
- c) a boolean expression constructed by combining simple predicates, as in (a) and (b), using the boolean operators AND, OR, and NOT, and parentheses, in the usual way; the value of such a predicate is true if the boolean expression evaluates to true when the simple predicates are interpreted as described above.

Each item whose reference is used in a predicate or predicate definition is indicated by an asterisk in the Item column.

A.4 Identification

A.4.1 Implementation identification

Supplier	
Contact point for queries about the PICS	
Implementation name(s) and version(s)	
Other information necessary for full identification [e.g. name(s) and version(s) of machines and/or operating systems, system name(s)]	
NOTES	
1 Only the first three items are required for all implementations; other information may be completed as appropriate in meeting the requirement for full identification.	
2 The terms Name and Version should be interpreted appropriately to correspond with a supplier’s terminology (e.g. Type, Series, Model).	

A.4.2 Protocol summary

Identification of protocol specification	ITU-T Recommendation X.233 (1994) ISO/IEC 8473-1:1994
Identification of corrigenda and amendments to the PICS proforma	
Protocol version(s) supported	
Have any Exception Information items been required (see A.3.3)?	YES ☐ NO ☐
(The answer YES means that the implementation does not conform to this Recommendation International Standard)	

Date of statement	
-------------------	--

A.5 Major capabilities

Item	Capability	Reference	Status	Support
* ES	End system		O.1	YES ☐ NO ☐
* IS	Intermediate system		O.1	YES ☐ NO ☐
FL-r	<r> Full protocol	6	M	YES ☐
FL-s	<s> Full protocol	6	M	YES ☐
NSS-r	<r> Non-segmenting subset	5.2	M	YES ☐
* NSS-s	<s> Non-segmenting subset	5.2	IS:M ^IS:O	N/A ☐ YES ☐ YES ☐ NO ☐
* IAS-r	<r> Inactive subset	5.2	ES:O	N/A ☐ YES ☐ NO ☐
* IAS-s	<s> Inactive subset	5.2	IAS-r:M ^IAS-r:X	N/A ☐ YES ☐ NO ☐

A.6 End systems

A.6.1 Applicability

The PICS proforma items in A.6 are applicable only to end system implementations; i.e. those in which item ES in A.5 is supported. The items in A.6.4.4 are applicable only to end system implementations that support the echo request function; i.e., those in which item eReq in A.6.2 is supported. The items in A.6.4.5 are applicable only to end system implementations that support the echo response function; i.e. those in which item eResp in A.6.2 is supported.

A.6.2 Supported functions

Item	Function	Reference	Status	Support
ePDUC	PDU composition	6.1	M	YES ☺
ePDUD	PDU decomposition	6.2	M	YES ☺
eHFA	Header format analysis	6.3	M	YES ☺
ePDUL-s	<s> PDU lifetime control	6.4	M	YES ☺
ePDUL-r	<r> PDU lifetime control	6.4	O	YES ☺ NO ☺
eRout	Route PDU	6.5	M	YES ☺
eForw	Forward PDU	6.6	M	YES ☺
eSegm	Segment PDU	6.7	M	YES ☺
eReas	Reassemble PDU	6.8	M	YES ☺
eDisc	Discard PDU	6.9	M	YES ☺
eErep	Error reporting	6.10	M	YES ☺
eEdec-s	<s> Header error detection	6.11	M	YES ☺
eEdec-r	<r> Header error detection	6.11	M	YES ☺
* eSecu-s	<s> Security	6.13	M	YES ☺ NO ☺
* eSecu-r	<r> Security	6.13	O	YES ☺ NO ☺
* eCRR-s	<s> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* eCRR-r	<r> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* ePRR-s	<s> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* ePRR-r	<r> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* eCSR	Complete source routing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* ePSR	Partial source routing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* ePri-s	<s> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* ePri-r	<r> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* eQOSM-s	<s> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* eQOSM-r	<r> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* eCong-s	<s> Congestion notification	6.18	eQOSM-s:M	N/A ☺ YES ☺
* eCong-r	<r> Congestion notification	6.18	O	YES ☺ NO ☺
* ePadd-s	<s> Padding	6.12	O	YES ☺ NO ☺
ePadd-r	<r> Padding	6.12	M	YES ☺
eEreq	Echo request	6.19	O	YES ☺ NO ☺
eErsp	Echo response	6.20	O	YES ☺ NO ☺
eSegS	Create segments smaller than necessary	6.8	O	YES ☺ NO ☺

A.6.3 Supported PDUs

Item	NPDU	Reference	Status	Support
eDT-t	DT (full protocol) transmit	7.7	M	YES ☺
eDT-r	DT (full protocol) receive	7.7	M	YES ☺
eDTNS-t	DT (non-segmenting) transmit	7.7	NSS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eDTNS-r	DT (non-segmenting) receive	7.7	M	YES ☺
eER-t	ER transmit	7.9	M	YES ☺
eER-r	ER receive	7.9	M	YES ☺
eIN-t	Inactive PDU transmit	7.8	IAS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eIN-r	Inactive PDU receive	7.8	IAS-r:M	N/A ☺ YES ☺
eERQ-t	ERQ transmit	7.10	eEreq:M	N/A ☺ YES ☺
eERQ-r	ERQ receive	7.10	M	YES ☺
eERP-t	ERP transmit	7.11	eErsp:M	N/A ☺ YES ☺
eERP-r	ERP receive	7.11	M	YES ☺

A.6.4 Supported parameters

A.6.4.1 DT parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
edFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
edFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
edAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
edAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
edSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
edSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
edPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
edSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺ YES ☺
edSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺ YES ☺
edCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
edCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
edPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
edCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺ YES ☺
edPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺ YES ☺
edQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
edQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺ YES ☺
edPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺ YES ☺
edPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺ YES ☺
edData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
edData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
edUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
edUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entries: c1: eQOSM-s OR eCong-s c2: eQOSM-r OR eCong-r				

A.6.4.2 ER parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eeFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eeFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
eeAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
eeAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
eePadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺ YES ☺
eePadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
eeSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺ YES ☺
eeSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺ YES ☺
eeCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
eeCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
eePRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺ YES ☺
eePRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺ YES ☺
eeCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺ YES ☺
eePSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺ YES ☺
eeQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
eeQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺ YES ☺
eePri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺ YES ☺
eePri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺ YES ☺
eeDisc-s	<s> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
eeDisc-r	<r> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
eeData-s	<s> Data	7.9.6	M	YES ☺
eeData-r	<r> Data	7.9.6	M	YES ☺
eeUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded?	6.21	M	YES ☺
edUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21		YES ☺
Definition of conditional status entries:				
c1:	eQOSM-s OR eCong-s			
c2:	eQOSM-r OR eCong-r			

A.6.4.3 Inactive network layer protocol PDU parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eiNLPI-s	<s> Inactive network layer protocol identifier	7.8.2	IAS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eiNLPI-r	<r> Inactive network layer protocol identifier	7.8.2	IAS-r:M	N/A ☺ YES ☺
eiData-s	<s> Data	7.8.3	IAS-s:M	N/A ☺ YES ☺
eiData-r	<r> Data	7.8.3	IAS-r:M	N/A ☺ YES ☺

A.6.4.4 ERQ parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
eqFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES
eqFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES
eqAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES
eqAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES
eqSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES
eqSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES
eqPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A YES
eqPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES
eqSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A YES
eqSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A YES
eqCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A YES
eqCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A YES
eqPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A YES
eqPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A YES
eqCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A YES
eqPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A YES
eqQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A YES
eqQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A YES
eqPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A YES
eqPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A YES
eqData-s	<s> Data	7.6	M	YES
eqData-r	<r> Data	7.6	M	YES
eqUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES
eqUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES
Definition of conditional status entries:				
c1: eQOSM-s OR eCong-s				
c2: eQOSM-r OR eCong-r				

A.6.4.5 ERP parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
epFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
epFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
epAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
epAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
epSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
epSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
epPadd-s	<s> Padding	7.5.2	ePadd-s:M	N/A ☺
epPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
epSecu-s	<s> Security	7.5.3	eSecu-s:M	N/A ☺
epSecu-r	<r> Security	7.5.3	eSecu-r:M	N/A ☺
epCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	eCRR-s:M	N/A ☺
epCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	eCRR-r:M	N/A ☺
epPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	ePRR-s:M	N/A ☺
epPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	ePRR-r:M	N/A ☺
epCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	eCSR:M	N/A ☺
epPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	ePSR:M	N/A ☺
epQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺
epQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c2:M	N/A ☺
epPri-s	<s> Priority	7.5.7	ePri-s:M	N/A ☺
epPri-r	<r> Priority	7.5.7	ePri-r:M	N/A ☺
epData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
epData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
epUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
epUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entries:				
c1: eQOSM-s OR eCong-s				
c2: eQOSM-r OR eCong-r				

A.6.5 Timers

Item	Timer	Reference	Status	Values	Support	Values supported
eLifReas	Is reassembly timer <= received derived PDU lifetime?	6.8	M		YES ☺	
eReasLim	What values of the reassembly timer are supported?	6.8		500 ms to 127.5 s		

A.7 Intermediate systems**A.7.1 Applicability**

The PICS proforma items in A.7 are applicable only to intermediate system implementations; i.e. those in which item IS in A.5 is supported. The items in A.7.4.3 are applicable only to intermediate system implementations that support the echo request function; i.e. those in which item eReq in A.7.2 is supported. The items in A.7.4.4 are applicable only to intermediate system implementations that support the echo response function; i.e. those in which item eResp in A.7.2 is supported.

A.7.2 Supported functions

Item	Function	Reference	Status	Support
iPDUC	PDU composition	6.1	M	YES ☺
iPDUD	PDU decomposition	6.2	M	YES ☺
iHFA	Header format analysis	6.3	M	YES ☺
iPDUL	<s> PDU lifetime control	6.4	M	YES ☺
iRout	Route PDU	6.5	M	YES ☺
iForw	Forward PDU	6.6	M	YES ☺
iSegm	Segment PDU	6.7	iDSNS:M	N/A ☺ YES ☺
iReas	Reassemble PDU	6.8	iErs:M ^ iErs:O	N/A ☺ YES ☺ NO ☺
iDisc	Discard PDU	6.9	M	YES ☺
iErep	Error reporting	6.10	M	YES ☺
iEdec	<s> Header error detection	6.11	M	YES ☺
* iSecu	<s> Security	6.13	O	YES ☺ NO ☺
* iCRR	<s> Complete route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* iPRR	<s> Partial route recording	6.15	O	YES ☺ NO ☺
* iCSR	Complete source routeing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* iPSR	Partial source routeing	6.14	O	YES ☺ NO ☺
* iPri	<s> Priority	6.17	O	YES ☺ NO ☺
* iQOSM	<s> QOS maintenance	6.16	O	YES ☺ NO ☺
* iCong	<s> Congestion notification	6.18	O	YES ☺ NO ☺
iPadd	<s> Padding	6.12	M	YES ☺
iEreq	Echo request	6.19	O	YES ☺ NO ☺
* iErs	Echo response	6.20	O	YES ☺ NO ☺
iSegS	Create segments smaller than necessary	6.8	O	YES ☺ NO ☺
iDSNS	Simultaneous support of subnetworks with different SN-Userdata sizes	Table 9 Note 3	O	YES ☺ NO ☺

A.7.3 Supported PDUs

Item	NPDU	Reference	Status	Support
iDT-t	DT (full protocol) transmit	7.7	M	YES ☺
iDT-r	DT (full protocol) receive	7.7	M	YES ☺
iDTNS-t	DT (non-segmenting) transmit	7.7	M	YES ☺
iDTNS-r	DT (non-segmenting) receive	7.7	M	YES ☺
iER-t	ER transmit	7.9	M	YES ☺
iER-r	ER receive	7.9	M	YES ☺
iERQ-t	ERQ transmit	7.10	iEreq:M	N/A ☺ YES ☺
iERQ-r	ERQ receive	7.10	M	YES ☺
iERP-t	ERP transmit	7.11	iErs:M	N/A ☺ YES ☺
iERP-r	ERP receive	7.11	M	YES ☺

A.7.4 Supported parameters

A.7.4.1 DT parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
idFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
idFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
idAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
idAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
idSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
idSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
idPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
idPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
idSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
idSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
idCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
idCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
idPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
idPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
idCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
idCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
idPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
idPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
idQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
idQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
idPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
idPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
idData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
idData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
idUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
idUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.4.2 ER parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
ieFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ieFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ieAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
ieAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
iePadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iePadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ieSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ieSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ieCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iePRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
iePRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ieCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iePSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
iePSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
ieQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
ieQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
iePri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
iePri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
ieDisc-s	<s> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
ieDisc-r	<r> Reason for discard	7.9.5	M	YES ☺
ieData-s	<s> Data	7.9.6	M	YES ☺
ieData-r	<r> Data	7.9.6	M	YES ☺
ieUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded?	6.21	M	YES ☺
ieUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.4.3 ERQ parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
iqFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
iqFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
iqAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
iqAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
iqSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
iqSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
iqPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iqPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
iqSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
iqSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
iqCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
iqPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
iqPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
iqQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
iqQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
iqPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
iqPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
iqData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
iqData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
iqUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
iqUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺
Definition of conditional status entry: c1: iQOSM OR iCong				

A.7.4.4 ERP parameters

Item	Parameter	Reference	Status	Support
ipFxFt-s	<s> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ipFxFt-r	<r> Fixed part	7.2	M	YES ☺
ipAddr-s	<s> Addresses	7.3	M	YES ☺
ipAddr-r	<r> Addresses	7.3	M	YES ☺
ipSeg-s	<s> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
ipSeg-r	<r> Segmentation part	7.4	M	YES ☺
ipPadd-s	<s> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ipPadd-r	<r> Padding	7.5.2	M	YES ☺
ipSecu-s	<s> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ipSecu-r	<r> Security	7.5.3	iSecu:M	N/A ☺ YES ☺
ipCRR-s	<s> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCRR-r	<r> Complete route recording	7.5.5	iCRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipPRR-s	<s> Partial route recording	7.5.5	M	YES ☺
ipPRR-r	<r> Partial route recording	7.5.5	iPRR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCSR-s	<s> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipCSR-r	<r> Complete source routeing	7.5.4	iCSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipPSR-s	<s> Partial source routeing	7.5.4	M	YES ☺
ipPSR-r	<r> Partial source routeing	7.5.4	iPSR:M	N/A ☺ YES ☺
ipQOSM-s	<s> QOS maintenance	7.5.6	M	YES ☺
ipQOSM-r	<r> QOS maintenance	7.5.6	c1:M	N/A ☺ YES ☺
ipPri-s	<s> Priority	7.5.7	M	YES ☺
ipPri-r	<r> Priority	7.5.7	iPri:M	N/A ☺ YES ☺
ipData-s	<s> Data	7.6	M	YES ☺
ipData-r	<r> Data	7.6	M	YES ☺
ipUnSup2	Are received PDUs containing parameters selecting unsupported Type 2 functions discarded and where appropriate an Error Report PDU generated?	6.21	M	YES ☺
ipUnSup3	Are parameters selecting unsupported Type 3 functions ignored?	6.21	M	YES ☺

Definition of conditional status entry:
c1: iQOSM OR iCong

A.7.5 Timer and parameter values

Item	Timer	Reference	Status	Values	Support	Values supported
eLifReas	Is reassembly timer <= received derived PDU lifetime?	6.8	iReas:M		N/A ☺ YES ☺	
eReasLim	What values of the reassembly timer are supported?	6.8		500 ms to 127.5 s		

Annexe B

Informations techniques complémentaires

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

B.1 Durée de vie des unités de données

La fonction de gestion de durée de vie des unités PDU prévue dans le protocole défini par la présente Recommandation | Norme internationale répond à deux objectifs essentiels. Il s'agit tout d'abord de prévenir toute possibilité de mise en boucle continue d'unités de données de protocole; l'algorithme de routage doit normalement rendre le phénomène de mise en boucle des données extrêmement rare, mais le champ de durée de vie des unités PDU offre une garantie supplémentaire, car il a pour fonction de limiter la dimension des boucles.

Le second objectif consiste à fournir à l'entité de réseau d'origine un moyen de limiter la durée de vie maximale des NSDU. Le protocole de transport OSI de classe 4 (Rec. X.224 de l'UIT-T | ISO/CEI 8073) présuppose une valeur maximale donnée de vie utile des unités NSDU propre à conférer une protection contre certains états d'erreur dans les phases d'établissement de terminaison de la connexion; ainsi, lorsqu'une TPDU ne parvient pas à sa destination dans un intervalle de temps correspondant à cette durée maximale, la probabilité d'aboutissement de la remise est nulle. Il est nécessaire de formuler cette hypothèse, même lorsque la couche réseau ne garantit aucune limite supérieure spécifique de durée de vie NSDU; toutefois, il est plus simple de faire en sorte que le protocole de transport de classe 4 traite les unités TPDU perdues que d'assurer le traitement des TPDU en retard et, pour cette raison, il vaut mieux mettre les TPDU tardives au rebut plutôt que de les remettre à leur destination. Il convient de noter ici que la durée de vie utile d'une unité NSDU n'est pas directement associée à la retransmission des TPDU perdues, mais ce paramètre est extrêmement utile pour établir la distinction entre les TPDU périmées (dupliquées) et les nouvelles TPDU.

Pour être utile dans la détermination des valeurs de temporisation de transport, la durée de vie maximale des NSDU doit être communiquée à l'entité de protocole de transport sous forme d'unités de temps (l'entité de transport ne pouvant pas compter les «bonds»).

En l'absence de toute limite supérieure garantie, on recourt communément à une valeur maximale estimative, souvent fondée sur l'observation du comportement antérieur, et qui peut varier en fonction de la source et de la destination. La condition de limitation de la durée de vie maximale des unités NSDU peut être résolue de deux manières:

- 1) mise en place, dans la couche transport, d'un mécanisme de reconnaissance et de mise au rebut des TPDU périmées; ou
- 2) spécification d'une durée de vie en unités de temps.

Avec la seconde méthode, les systèmes intermédiaires doivent décrémenter le champ de durée de vie d'une valeur constituant une limite supérieure du temps écoulé depuis que l'unité PDU considérée a visité le système intermédiaire précédent. La couche transport dépend de la couche réseau pour la mise au rebut des NSDU (et donc des TPDU) dont la vie utile est terminée.

Le principal inconvénient de la solution 1 réside dans le fait que les entités de transport (occurrences) sont créées en fonction des besoins et libérées lorsqu'elles ont rempli leur fonction; elles sont donc par nature temporaires. Pour déterminer si une TPDU donnée est périmée, il faut mettre au point des fonctions de reconnaissance et de mise au rebut des TPDU qui s'ajoutent aux fonctions assurées par chaque occurrence d'entité de transport (et qui doivent toujours être présentes). Ces fonctions sont extrêmement complexes et surchargent de façon non négligeable le fonctionnement de la couche transport.

A l'inverse, la machine à états associée à la fourniture d'un service en mode sans connexion peut parfaitement fonctionner correctement sans avoir connaissance des précédentes informations d'état de la connexion. Comme aucun mécanisme additionnel autre que les systèmes nécessaires pour limiter correctement la durée de vie des unités NPDU n'est requis pour avoir la certitude que les NSDU périmées (et, par voie de conséquence, les TPDU périmées) ne sont pas remises à la couche transport, il est préférable de faire en sorte que la couche réseau mette au rebut les NPDU dont la vie utile est terminée et de confier le traitement des TPDU perdues à la couche transport (solution 2).

B.1.1 Détermination d'une valeur de durée de vie des unités NPDU

Il n'est pas nécessaire que chaque système intermédiaire soustraie une fraction précise du temps qui s'est écoulé depuis que la NPDU considérée (qui contient la TPDU ou un segment de cette unité) a visité le système intermédiaire précédent. En effet, lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir une valeur précise, il suffit de retrancher du temps effectif une valeur surestimée. Dans la plupart des cas, le système intermédiaire peut simplement soustraire une valeur constante qui dépend des temps de propagation, typiquement proches de la valeur maximale observée dans le service de base utilisé.

Une valeur plus précise peut être nécessaire dans le cas de sous-réseaux caractérisés à la fois par des temps de transmission maximaux relativement importants et relativement variables.

Par exemple, supposons qu'un réseau local présente des temps moyens relativement brefs, généralement compris entre 1 et 5 ms mais pouvant à l'occasion atteindre 20 ms. Dans ce cas, bien que la fourchette des temps de propagation puisse être relativement large (coefficient de variation: vingt), il n'est pas nécessaire de mesurer le temps de transmission effectif des NPDU. Une valeur constante de 20 ms (ou une valeur supérieure) peut être retranchée pour toutes les NPDU. De même, dans le cas d'une liaison à satellite à bond unique présentant un temps de propagation compris entre 0,5 et 0,6 s, on peut toujours utiliser la valeur supérieure.

Prenons un troisième sous-réseau caractérisé par un temps de transmission normal compris entre 0,1 et 1 s, mais susceptible, à l'occasion, de ne remettre les NPDU qu'après écoulement d'une période de 15 s, tout système intermédiaire raccordé à ce sous-réseau pourra avoir besoin de déterminer la durée effective de la remise de la NPDU considérée. Même dans ce dernier exemple, il est plus utile de laisser les systèmes intermédiaires déterminer les valeurs extrêmes de temps de transmission et mettre au rebut les NPDU périmées depuis longtemps, le protocole de transport assumant quant à lui la fonction de détection des TPDU perdues.

Outre le temps de propagation dans chaque sous-réseau, il importe de tenir compte du temps de transit dans les systèmes intermédiaires. Il devrait être relativement simple de trouver un moyen permettant aux systèmes intermédiaires qui doivent retenir certaines unités de données pendant des périodes considérables de décrémenter la durée de vie en conséquence.

B.2 Gestion de la durée de réassemblage

Pour limiter la durée de vie utile des unités NSDU et gérer effectivement les mémoires tampon de réassemblage de la couche réseau, la fonction de réassemblage décrite dans l'article 6 doit gérer la durée de vie des segments représentant des unités PDU partiellement assemblées. La présente clause traite des méthodes de limitation des durées de réassemblage et propose quelques directives d'application de la fonction de réassemblage.

Parvenus au niveau de l'entité de réseau de destination, les segments de la PDU considérée sont mis en mémoire jusqu'à réception de l'unité entière, qui est alors assemblée et transmise à la fonction de décomposition PDU. Le protocole ne garantit pas la remise des PDU; en conséquence, il se peut que certains segments d'une PDU soient perdus ou retardés, de telle sorte que le réassemblage de l'unité PDU entière soit impossible à obtenir dans une période de temps raisonnable. Dans le cas de perte d'un segment PDU, par exemple, cette période peut être indéfinie. Plusieurs moyens permettent de prévenir cette situation:

- a) temporisation de réassemblage par unité PDU;
- b) extension de la fonction de gestion de vie utile des unités PDU; et
- c) couplage des temporisateurs de durée de réassemblage et de retransmission.

Chacune de ces méthodes est décrite ci-après.

B.2.1 Méthode (a)

Dans cette méthode, on affecte une «durée de réassemblage» à chaque PDU reçue et identifiée au moyen de son identificateur d'unité de données. Il s'agit d'un temps local réel affecté par la fonction de réassemblage et décrémenté pendant que certains segments – et non pas la totalité – de l'unité PDU sont mis en mémoire par l'unité de réseau de destination. Au cas où le temporisateur parvient à expiration, tous les segments de la PDU sont mis au rebut, ce qui libère les mémoires de réassemblage et prévient toute confusion entre une PDU «périmée depuis longtemps» et une PDU plus récente portant le même identificateur d'unité de données. Pour que ce système fonctionne correctement, il faut affecter les temporisateurs de telle sorte que le phénomène d'interférence de réassemblage (examiné ci-après) soit impossible. Il faut notamment respecter les directives suivantes:

- a) La durée de réassemblage doit être inférieure à la durée de vie maximale de l'unité PDU dans le réseau (pour empêcher toute confusion entre des unités de données périmées et des unités nouvelles);
- b) La valeur considérée doit être inférieure au temporisateur de retransmission du protocole de transport moins la valeur moyenne de transit dans le réseau. Si tel n'était pas le cas, d'autres mémoires tampon bloqueraient les données déjà retransmises par le protocole de transport (il convient de noter ici que ces temporisateurs font par hypothèse partie intégrante du protocole de transport, ce qui en un sens présuppose l'existence des fonctions de retransmission dans le protocole de transport utilisé).

B.2.2 Méthode (b)

Cette méthode est envisageable lorsque la fonction de gestion de vie utile des unités PDU exploite des valeurs de temps réelles ou virtuelles et ne procède pas par comptage de bonds. Avec ce système, le champ de vie utile de chaque segment PDU continue d'être décrémenté par la fonction de réassemblage de l'entité de réseau de destination comme si

l'unité PDU considérée était toujours en transit (ce qui, dans un certain sens, est bel et bien le cas). Lorsque la durée de vie utile d'un segment d'unité PDU partiellement réassemblée parvient à expiration, tous les segments de cette unité PDU sont mis au rebut. Ce système est intéressant du fait que le comportement de remise du protocole est constant, qu'il s'agisse de PDU segmentées ou de PDU non segmentées.

B.2.3 Méthode (c)

Dans cette méthode, la durée de réassemblage est directement liée aux temporisateurs de retransmission du protocole de transport, et il est nécessaire que la gestion de couche transport fasse connaître à la gestion de couche réseau (et, par voie de conséquence, à la fonction de réassemblage) les valeurs des temporisateurs de retransmission pour chaque source de trafic attendu. Lorsqu'un segment PDU est reçu d'une source, la différence entre le temps de retransmission et le temps de transit prévu donne la valeur de la durée de réassemblage de la PDU considérée. Lorsque le temporisateur expire avant le réassemblage de la totalité de l'unité PDU, tous les segments de cette PDU sont mis au rebut. Ce système est intéressant dans la mesure où la probabilité de blocage de segments PDU déjà retransmis à l'entité de transport source est faible; il présente en revanche l'inconvénient de dépendre de la fiabilité de fonctionnement du protocole de transport. Au cas où les temporisateurs de retransmission ne seraient pas réglés correctement, il se pourrait que toutes les PDU soient mises au rebut trop tôt, ce qui bloquerait le protocole de transport.

B.3 Puissance de la fonction de détection d'erreurs d'en-tête

B.3.1 Considérations générales

La forme de vérification de somme utilisée pour la détection d'erreurs d'en-tête PDU offre une grande facilité de calcul au niveau du logiciel ou du matériel, avec seulement deux additions par octet d'en-tête tout en présentant une puissance de détection d'erreurs voisine (sans l'égaliser tout à fait) de celle que l'on obtient avec des techniques impliquant des calculs beaucoup plus gourmands en temps ou en espace (exemple: vérifications polynomiales cycliques). Le présent article traite de la puissance de cette fonction de détection d'erreurs.

La vérification de somme occupe deux octets pouvant l'un et l'autre avoir toute valeur sauf la valeur zéro, ce qui autorise donc 255 valeurs distinctes pour chaque octet. Dans le calcul, les octets ont des valeurs indépendantes, si bien que le résultat peut prendre au total $255 \times 255 = 65\,025$ valeurs différentes. Si l'on considère que toutes les possibilités d'altération de l'en-tête PDU sont équiprobables, il y a donc seulement une chance sur 65 025 que le total obtenu corresponde à la valeur correcte pour une dégradation donnée, ce qui correspond à 0,0015% de l'ensemble des erreurs possibles.

La suite de cet exposé traite de certaines catégories d'erreurs pouvant être rencontrées. On espère que la fonction de détection d'erreurs sera plus puissante ou ne sera tout au moins pas moins puissante dans ces catégories, par comparaison avec les cas généraux.

B.3.2 Erreurs d'altération de bit

On considère tout d'abord les classes d'erreurs dans lesquelles on observe une altération des bits, sans insertion ou suppression.

Un paquet d'erreurs de longueur b correspond à une dégradation d'en-tête dans laquelle tous les bits altérés (nombre maximal: b) appartiennent à une série unique de bits transmis successivement, de longueur b . En général, les calculs de vérification de somme donnent de bons résultats dans le cas d'erreurs en paquets dont la longueur ne dépasse pas le nombre de bits (16) du paramètre de détection d'erreurs d'en-tête. Le paramètre de détection d'erreurs d'en-tête PDU n'est en fait inefficace que dans 0,000 019% des cas de ce type, toutes les erreurs individuelles de longueur maximale 16 étant considérées comme équiprobables. En particulier, il ne permet pas de détecter une salve de 8 bits dans laquelle un octet nul prend par altération la valeur 255 (tous les bits ayant la valeur 1) ou vice versa. De même, il ne détecte pas l'inter-version de deux octets adjacents dans un seul cas (lorsque l'un est nul et l'autre a la valeur 255).

La détection d'erreurs d'en-tête PDU permet naturellement de détecter toutes les erreurs portant sur l'altération d'un seul bit.

Les cas d'erreur non détectée portant seulement sur l'altération de deux bits ne devraient se produire que lorsque ces deux bits sont largement espacés (et, même dans ce cas, le phénomène devrait être rare). La détection d'erreurs d'en-tête PDU permet de repérer toutes les erreurs portant sur deux bits dans lesquelles l'espacement entre les deux bits altérés est inférieur à $2040 = 255$ octets. Comme cet intervalle est supérieur à la longueur maximale de l'en-tête, toutes les erreurs portant sur deux bits sont détectées.

La capacité de détecter des erreurs sur deux bits est un avantage de l'algorithme de vérification de somme utilisé dans le protocole, par comparaison avec une sommation modulo 65 536 simple de l'en-tête subdivisé en champs de 16 bits. La sommation simple ne permettrait pas de repérer toutes les erreurs portant sur deux bits. En fait, dès 16 bits d'espacement, ces erreurs pourraient passer inaperçues.

La présente Annexe ne considère pas le cas dans lequel on recherche à tort un ensemble de zéros; ce cas est traité en B.3.4.

B.3.3 Erreurs d'insertion/suppression de bits

Bien que les erreurs portant sur l'insertion ou la suppression de bits n'aient en général ni plus ni moins de chances de passer inaperçues que toutes les autres catégories d'erreurs générales, il existe au moins une classe d'erreurs de ce type qui pose un problème spécial. Si des octets, ayant tous soit la valeur zéro soit la valeur 255, sont insérés en un point tel que la somme C_0 simple calculée (voir le point B.3) est nulle, l'erreur passe inaperçue. Ici, le problème tient essentiellement à ce qu'il existe dans le calcul deux points pour lesquels cette valeur de la somme, loin d'être un phénomène rarissime, est attendue, à savoir au début et à la fin. Ainsi, si l'en-tête est précédé ou suivi d'octets insérés tous égaux à zéro ou à 255, aucune erreur n'est détectée. Ces deux cas seront examinés séparément.

L'insertion d'octets erronés au début de l'en-tête se traduit par un défaut d'alignement de tous les champs et donc par des erreurs d'interprétation. Par exemple, le premier octet inséré est interprété comme étant l'identificateur de protocole de couche réseau, ce qui supprime probablement toute connaissance de l'association entre la PDU considérée et le protocole, et donc toute tentative de calcul ou de demande d'une forme de calcul différente.

L'insertion non détectée d'octets erronés à la fin de l'en-tête, en l'absence d'autres erreurs, est impossible puisque le champ de longueur localise la fin de l'en-tête sans ambiguïté. L'insertion ou la suppression d'octets à la fin de l'en-tête implique une altération de la valeur de l'octet qui définit la longueur de l'en-tête. Une telle altération signifie que la valeur de la somme calculée à la fin de l'en-tête ne devrait pas avoir la dangereuse valeur zéro, si bien que les probabilités de détection de cette erreur sont les mêmes que dans le cas d'une erreur générale.

L'insertion d'un octet erroné au milieu de l'en-tête pose un problème lorsque l'octet inséré a soit la valeur zéro soit la valeur 255 et que la variable C_0 a précisément la valeur zéro à ce point. Dans la plupart des cas, cette erreur détruira complètement la résolution de l'en-tête et provoquera donc la mise au rebut de l'unité de donnée considérée. Par ailleurs, en l'absence d'autres erreurs, le dernier octet de l'en-tête sera considéré comme un octet de données, si bien que la fin de l'en-tête sera mal localisée. Lorsque par ailleurs la résolution de l'en-tête se fait correctement, le dernier champ apparaît comme absent. Même lorsque le dernier champ est celui de l'option de bourrage – champ non nécessaire – le champ de longueur de la fonction de bourrage ne correspondra pas au champ de longueur d'en-tête et l'erreur pourra donc être détectée.

B.3.4 Erreurs de somme de vérification ne découlant pas des calculs

L'utilisation de la fonction de détection d'erreurs d'en-tête est optionnelle. En cas de non-utilisation, le paramètre de somme de vérification a la valeur zéro. Il est donc possible que les deux octets de ce paramètre (qui n'ont ni l'un ni l'autre la valeur zéro au moment de leur génération) prennent la valeur zéro à la suite d'une altération, ce qui constituerait de fait une erreur non détectée par la vérification, puisque celle-ci n'aurait pas lieu. Trois cas se présentent:

- a) Un paquet d'erreurs de longueur seize (16) donne la valeur zéro. Il se pourrait qu'une telle erreur ne soit pas détectée; toutefois, il faudrait que le paquet ait une certaine position dans l'en-tête (l'incidence de la position sur la capacité globale de détection des erreurs en paquets dépend de la longueur de l'en-tête).
- b) Toutes les erreurs portant sur un seul bit sont détectées. Comme les deux octets du champ de somme de vérification doivent être non nuls pendant la procédure, aucune erreur sur un bit ne peut donner un résultat nul.
- c) Lorsque chacun des deux octets du paramètre de somme de vérification a une valeur qui est une puissance de deux, (un seul bit de chaque octet a la valeur un), la mise à zéro du paramètre peut provoquer une erreur sur deux bits non détectée. Par ailleurs, les deux bits altérés sont séparés par moins de seize (16) unités, et peuvent être consécutifs. A l'évidence, il y a là une régression par rapport à la capacité totale de détection décrite précédemment.

Lorsque l'on craint tout particulièrement une éventuelle mise à zéro accidentelle du paramètre de somme de vérification dans un groupe d'unités de données relevant d'un domaine d'adressage du réseau, on peut déclarer une restriction, en vertu de laquelle toutes les unités de données dont la source ou la destination réside dans ce domaine doivent faire intervenir la fonction de détection d'erreurs d'en-tête. Toute unité de données qui ne ferait pas appel à cette fonction pourrait être mise au rebut ou bloquée au niveau du domaine d'adressage du réseau local. Cette procédure préviendrait les erreurs localisées dans le domaine d'adressage du réseau et protégerait toutes les unités de données dont la source ou la destination réside dans ce domaine même lorsque le trajet entre ces paires d'entités passe par d'autres domaines d'adressage du réseau (la protection ne concernant pas les erreurs extérieures au domaine d'adressage protégé).

Annexe C

Algorithmes de la fonction de détection d'erreurs d'en-tête PDU

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation | Norme internationale)

C.1 Symboles utilisés dans les algorithmes

- C_0, C_1 variables;
- i numéro (c'est-à-dire position) d'un octet dans l'en-tête (position du premier octet $i = 1$);
- O_i valeur de l'octet i de l'en-tête PDU;
- n numéro (c'est-à-dire position) du premier octet du paramètre de somme de vérification ($n = 8$);
- L longueur de l'en-tête PDU en octets;
- X valeur de l'octet un du paramètre de somme de vérification;
- Y valeur de l'octet deux du paramètre de somme de vérification.

C.2 Conventions arithmétiques

L'addition se fait selon l'une des deux procédures suivantes:

- modulo 255;
- complément à 8 bits; lorsque l'une des variables a la valeur moins zéro (c'est-à-dire 255), cette variable est considérée comme ayant la valeur plus zéro (c'est-à-dire 0).

C.3 Algorithme de génération des paramètres de somme de vérification

Construire l'en-tête PDU complet en donnant au champ de paramètre de somme de vérification la valeur zéro:

A: $C_0 \leftarrow C_1 \leftarrow 0$ B: Traiter chaque octet de l'en-tête PDU en séquence de $i = 1$ à L en appliquant:

$$\begin{aligned} C_0 &\leftarrow C_0 + O_i \\ C_1 &\leftarrow C_1 + C_0 \end{aligned}$$

C: Calculer:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow (L - 8) C_0 - C_1 \pmod{255} \\ Y &\leftarrow (L - 7) (-C_0) + C_1 \pmod{255} \end{aligned}$$

D: Lorsque $X = 0$, $X \leftarrow 255$;E: Lorsque $Y = 0$, $Y \leftarrow 255$;F: Placer les valeurs de X et de Y respectivement dans les octets 8 et 9.

C.4 Algorithme de vérification des paramètres de somme de vérification

A: Lorsque les octets 8 et 9 de l'en-tête PDU contiennent tous deux la valeur 0, le calcul de somme de vérification a abouti; lorsque l'un des octets seulement contient cette valeur 0, le calcul est incorrect; dans les autres cas, initialiser:

$$C_0 \leftarrow C_1 \leftarrow 0$$

B: Traiter chaque octet de l'en-tête PDU en séquence de $i = 1$ à L en appliquant:

$$\begin{aligned} C_0 &\leftarrow C_0 + O_i \\ C_1 &\leftarrow C_1 + C_0 \end{aligned}$$

C: Lorsque, tous les octets ayant été traités, $C_0 = C_1 = 0$, le calcul de somme de vérification a abouti; dans les autres cas, le calcul n'a pas abouti.

C.5 Algorithme d'ajustement du paramètre de somme de vérification en cas d'altération d'un octet

Cet algorithme ajuste la somme de vérification lorsqu'un octet (exemple: champ de durée de vie) est altéré. Supposons que la valeur de l'octet k est modifiée par l'expression $Z = \text{nouvelle valeur} - \text{ancienne valeur}$.

X et Y correspondant aux valeurs de somme de vérification présentes respectivement dans les octets n et $n + 1$, ajuster X et Y comme suit:

A: Lorsque $X = 0$ et $Y = 0$, pas d'intervention; lorsque $X = 0$ ou $Y = 0$, la somme de vérification est incorrecte; dans les autres cas:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow (k - n - 1)Z + X \pmod{255} \\ Y &\leftarrow (n - k)Z + Y \pmod{255} \end{aligned}$$

B: Lorsque $X = 0$, $X \leftarrow 255$;

C: Lorsque $Y = 0$, $Y \leftarrow 255$.

Dans le cas du présent protocole $n = 8$. Lorsque l'octet altéré est le champ de durée de vie, $k = 4$. Lorsque la durée de vie est décrétementée d'une unité ($z = -1$), les déclarations d'assignation correspondant aux nouvelles valeurs de X et Y dans l'algorithme précédent peuvent être simplifiées:

$$\begin{aligned} X &\leftarrow X + 5 \pmod{255} \\ Y &\leftarrow Y - 4 \pmod{255} \end{aligned}$$

NOTE – Dans l'obtention de ces résultats, on suppose que lorsqu'on ajoute à un octet k la valeur Z , on ajoute les valeurs Z_x et Z_y à X et Y . Pour que les paramètres de somme de vérification répondent aux conditions énoncées en 6.11 à la fois avant et après l'adjonction de ces valeurs, les équations suivantes doivent être satisfaites:

$$\begin{aligned} Z + Z_x + Z_y &= 0 \pmod{255} \\ (L - k + 1)Z + (L - n + 1)Z_x^{\text{et}} + (L - n)Z_y &= 0 \pmod{255} \end{aligned}$$

La résolution simultanée de ces équations donne:

$$\begin{aligned} Z_x &= (k - n - 1)Z \\ Z_y &= (n - k)Z \end{aligned}$$