

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.1453

(03/2006)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Aspects relatifs au protocole Internet –
Interfonctionnement

**Interfonctionnement des réseaux TDM et IP –
Interfonctionnement dans le plan utilisateur**

Recommandation UIT-T Y.1453

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y
**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE
 PROCHAINE GÉNÉRATION**

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION	
Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Numérotage, nommage et adressage	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899

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

Recommandation UIT-T Y.1453

Interfonctionnement des réseaux TDM et IP – Interfonctionnement dans le plan utilisateur

Résumé

La présente Recommandation porte sur les fonctions requises pour l'interfonctionnement entre réseaux TDM (acheminant des signaux de débit inférieur ou égal à DS3 ou E3) et réseaux IP, pour le transport du trafic TDM dans des réseaux IP. La présente Recommandation porte sur les mécanismes d'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur, le multiplexage de connexions et les procédures associées. Ces mécanismes d'interfonctionnement doivent garantir que le rythme TDM, la signalisation, la qualité vocale et l'intégrité du signal d'alarme seront conservés. Le modèle d'interfonctionnement et les fonctions d'interfonctionnement requises sont décrits en détail. Les prescriptions de la présente Recommandation peuvent ne pas être adaptées à une utilisation par des exploitations reconnues, en raison de la dégradation possible de la performance de synchronisation du réseau par rapport à celle du transport TDM d'origine.

Source

La Recommandation UIT-T Y.1453 a été approuvée le 29 mars 2006 par la Commission d'études 13 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

Mots clés

Interfonctionnement, interfonctionnement de réseaux, IP, plan d'utilisateur, TDM, UDP.

AVANT-PROPOS

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

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

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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

TABLE DES MATIÈRES

		Page
1	Domaine d'application	1
2	Références normatives.....	1
3	Définitions	3
4	Abréviations et acronymes	3
5	Conventions	4
6	Interfonctionnement TDM-IP	5
7	Spécifications générales.....	7
	7.1 Spécifications dans le plan d'utilisateur.....	7
	7.2 Considérations relatives au plan de gestion.....	8
	7.3 Considérations relatives à la gestion des dérangements.....	8
	7.4 Considérations relatives à la gestion du trafic	9
	7.5 Commande d'admission de connexion pour la fonction d'interfonctionnement	10
8	Considérations relatives au regroupement fonctionnel pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et IP	10
	8.1 IP.....	10
	8.2 UDP	10
	8.3 Indicateurs d'interfonctionnement communs.....	10
	8.4 Informations de rythme facultatives	13
	8.5 Charge utile TDM.....	13
	8.6 Récapitulatif sur le format d'encapsulation	13
9	Formats de charge utile.....	16
	9.1 Transport indépendant de la structure	16
	9.2 Transport dépendant de la structure	17
10	Considérations relatives au rythme.....	20
11	Considérations relatives à la perte de paquets	20
12	Prise en charge d'une signalisation CAS ou CCS.....	21
	12.1 Prise en charge de la signalisation CAS	21
	12.2 Prise en charge de la signalisation CCS	21
13	Considérations relatives à la sécurité.....	22
	Appendice I – Traitement facultatif des signaux CCS fondés sur la commande HDLC.....	22
	Appendice II – Mesures de la performance d'un réseau IP.....	22
	II.1 Erreurs dans le réseau IP ayant une incidence sur le service TDM.....	22
	II.2 Relations entre les mesures de la performance d'un réseau IP et les mesures des dégradations d'un service TDM	23
	II.3 Prescriptions en matière de disponibilité.....	24
	II.4 Spécifications liées à la qualité vocale	24

Appendice III – Tailles de charge utile suggérées pour un transport indépendant de la structure	25
Appendice IV – Nombre suggéré d'unités AAL 1 SAR PDU par paquet	25

Introduction

Il est nécessaire de définir l'interfonctionnement de réseaux en cas d'acheminement de trafic provenant de réseaux synchrones ou plésiochrones classiques (appelés par la suite réseaux TDM) dans des réseaux IP. Un tel interfonctionnement doit garantir que le rythme TDM, la signalisation, la qualité vocale et l'intégrité du signal d'alarme seront conservés.

Recommandation UIT-T Y.1453

Interfonctionnement des réseaux TDM et IP – Interfonctionnement dans le plan utilisateur

1 Domaine d'application

La présente Recommandation porte sur les fonctions requises pour l'interfonctionnement entre réseaux TDM (acheminant des signaux de débit inférieur ou égal à DS3 ou E3) et réseaux IP, pour le transport du trafic TDM dans des réseaux IP. L'étude du transport de services TDM de plus haut débit (hiérarchie SDH par exemple) dans des réseaux IP ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation. Celle-ci porte sur des mécanismes d'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur, le multiplexage de connexions et les procédures associées. Ces mécanismes d'interfonctionnement doivent garantir que le rythme TDM, la signalisation, la qualité vocale en téléphonie et l'intégrité du signal d'alarme seront conservés. Le modèle d'interfonctionnement et les fonctions d'interfonctionnement requises sont décrits en détail. Les prescriptions de la présente Recommandation peuvent ne pas être adaptées à une utilisation par des exploitations reconnues (ER) [1], en raison de la dégradation possible de la performance de synchronisation du réseau par rapport à la celle du transport TDM d'origine.

2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [1] Recommandation UIT-T F.110 (1996), *Dispositions relatives à l'exploitation dans le service mobile maritime.*
- [2] Recommandation UIT-T Y.1411 (2003), *Interfonctionnement des réseaux ATM et MPLS – Interfonctionnement dans le plan utilisateur en mode cellule.*
- [3] Recommandation UIT-T Y.1413 (2004), *Interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS – Interfonctionnement dans le plan utilisateur.*
- [4] Recommandation UIT-T G.809 (2003), *Architecture fonctionnelle des réseaux de couche sans connexion.*
- [5] Recommandation UIT-T G.702 (1988), *Débits binaires de la hiérarchie numérique.*
- [6] Recommandation UIT-T G.705 (2000), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique plésiochrone.*
- [7] Recommandation UIT-T G.114 (2003), *Temps de transmission dans un sens.*
- [8] Recommandation UIT-T G.826 (2002), *Paramètres et objectifs relatifs aux caractéristiques d'erreur de bout en bout pour les connexions et conduits numériques internationaux à débit constant.*
- [9] Recommandation UIT-T G.823 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s.*

- [10] Recommandation UIT-T G.824 (2000), *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques basés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s.*
- [11] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol – DARPA Internet Program – Protocol Specification.*
- [12] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*
- [13] IETF RFC 768 (1980), *User Datagram Protocol.*
- [14] Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des interfaces numériques hiérarchiques.*
- [15] Recommandation UIT-T V.36 (1988), *Modems pour transmission synchrone de données sur circuits utilisant la largeur de bande du groupe primaire (60 à 108 kHz).*
- [16] Recommandation UIT-T V.37 (1988), *Transmission synchrone de données à un débit binaire supérieur à 72 kbit/s sur circuits utilisant la largeur de bande du groupe primaire (60 à 108 kHz).*
- [17] Recommandation UIT-T I.231.1 (1988), *Catégories de services supports en mode circuit: service support en mode circuit à 64 kbit/s sans restrictions structuré à 8 kHz.*
- [18] ANSI T1.107 (2002), *Digital Hierarchy – Formats Specifications.*
- [19] Recommandation UIT-T G.751 (1988), *Equipements de multiplexage numériques fonctionnant au débit binaire du troisième ordre de 34 368 kbit/s et au débit binaire du quatrième ordre de 139 264 kbit/s et utilisant la justification positive.*
- [20] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- [21] Recommandation UIT-T Q.700 (1993), *Introduction au système de signalisation n° 7 du CCITT.*
- [22] Recommandation UIT-T Q.931 (1998), *Spécification de la couche 3 de l'interface utilisateur-réseau RNIS pour la commande de l'appel de base.*
- [23] Recommandation UIT-T I.363.1 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 1.*
- [24] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.*
- [25] Recommandation UIT-T Y.1540 (2002), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performance pour le transfert de paquets IP et la disponibilité de ce service.*
- [26] IETF RFC 2474 (1998), *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers.*
- [27] IETF RFC 3246 (2002), *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior).*
- [28] IETF RFC 2210 (1997), *The Use of RSVP with IETF Integrated Services.*
- [29] IETF RFC 2212 (1997), *Specification of Guaranteed Quality of Service.*
- [30] ATM Forum af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service 2.0.*
- [31] Recommandation UIT-T G.802 (1988), *Interfonctionnement de réseaux appliquant des hiérarchies numériques et des lois de codage de la parole différentes.*
- [32] Recommandation UIT-T Q.921 (1997), *Interface usager-réseau du RNIS – Spécification de la couche de liaison de données.*

- [33] Recommandation UIT-T G.827 (2003), *Paramètres et objectifs de disponibilité pour les conduits numériques internationaux de bout en bout à débit constant.*
- [34] Recommandation UIT-T G.1020 (2003), *Définition des paramètres de performance pour les applications vocales et autres applications en bande vocale utilisant les réseaux IP.*
- [35] Recommandation UIT-T P.800 (1996), *Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission.*
- [36] Recommandation UIT-T P.862 (2001), *Evaluation de la qualité vocale perçue: méthode objective d'évaluation de la qualité vocale de bout en bout des codecs vocaux et des réseaux téléphoniques à bande étroite.*
- [37] Recommandation UIT-T I.231.5 (1988), *Catégories de services supports en mode circuit: service support en mode circuit à 2×64 kbit/s sans restrictions structuré à 8 kHz.*
- [38] Recommandation UIT-T I.231.10 (1992), *Catégories de services supports en mode circuit: service support multidébit structuré à 8 kHz en mode circuit sans restriction.*
- [39] Recommandation UIT-T I.231.6 (1996), *Catégories de services supports en mode circuit: service support en mode circuit à 384 kbit/s sans restrictions structuré à 8 kHz.*

3 Définitions

La présente Recommandation utilise ou définit les termes suivants:

- 3.1 interfonctionnement:** voir la Rec. UIT-T Y.1411 [2].
- 3.2 flux d'interfonctionnement:** une paire de flux G.809 [4] capables de transférer simultanément des données dans des sens opposés dans un réseau IP aux fins de transport du trafic TDM.
- 3.3 fonction d'interfonctionnement (IWF, *interworking function*):** voir la Rec. UIT-T Y.1411.
- 3.4 fonction d'interfonctionnement d'entrée:** point où le flux TDM continu est segmenté et encapsulé en paquets IP (sens TDM vers IP).
- 3.5 fonction d'interfonctionnement de sortie:** point où les segments TDM sont désencapsulés à partir de paquets IP et réassemblés en un flux TDM continu (sens IP vers TDM).

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

AAL	couche d'adaptation ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AP	point d'accès (<i>access point</i>)
ATM	mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>)
CAS	signalisation voie par voie (<i>channel associated signalling</i>)
CCS	signalisation par canal sémaphore (<i>common channel signalling</i>)
CES	service d'émulation de circuit (<i>circuit emulation service</i>)
CP	point de connexion (<i>connection point</i>)
CSI	indication de sous-couche de convergence (<i>convergence sublayer indication</i>)
CSRC	source contributive (<i>contributing source</i>)
dAIS	défaut de type signal d'indication d'alarme (<i>AIS defect</i>)
Diffserv	services différenciés (<i>differentiated services</i>)

dLOA	défaut de type perte de verrouillage de trames (<i>loss of alignment defect</i>)
dLOS	défaut de type perte de signal (<i>loss of signal defect</i>)
DSn	niveau n de signal numérique (<i>digital signal level n</i>)
EF PHB	comportement par saut avec transmission express (<i>expedited forwarding per hop behaviour</i>)
En	signal d'interface électrique, niveau n (<i>electrical interface signal, level n</i>)
ER	exploitation reconnue
FAS	signal de verrouillage de trames (<i>frame alignment signal</i>)
FCS	séquence de contrôle de trame (<i>frame check sequence</i>)
GS	service garanti (<i>guaranteed service</i>)
HDLC	commande de liaison de données à haut niveau (<i>high level data link control</i>)
Intserv	services intégrés (<i>integrated services</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
IWF	fonction d'interfonctionnement (<i>interworking function</i>)
LOF	perte de synchronisme de trame (<i>loss of frame synchronization</i>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage (<i>multi-protocol label switching</i>)
MTU	unité de transport maximale (<i>maximum transport unit</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
PDU	unité de données protocolaire (<i>protocol data unit</i>)
PDV	variation du temps de transfert de paquets (<i>packet delay variation</i>)
PLC	masquage de perte de paquets (<i>packet loss concealment</i>)
PM	surveillance de la performance (<i>performance monitoring</i>)
PRI	interface à débit primaire (<i>primary rate interface</i>)
PT	type de charge utile (<i>payload type</i>)
QS	qualité de service
RDI	indication de défaut distant (<i>remote defect indication</i>)
RFC	demande de commentaires (<i>request for comments</i>)
RNIS	réseau numérique à intégration de services
RTP	protocole de transport en temps réel (<i>real time protocol</i>)
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SAR	segmentation et réassemblage (<i>segmentation and reassembly</i>)
SRTS	horodate résiduel synchrone (<i>synchronous residual time stamp</i>)
SSRC	source de synchronisation (<i>synchronization source</i>)
TDM	multiplexage par répartition dans le temps (<i>time division multiplex</i>)
TFP	point de flux de terminaison (<i>termination flow point</i>)
UDP	protocole datagramme d'utilisateur (<i>user datagram protocol</i>)

5 Conventions

La présente Recommandation utilise la terminologie classique pour les signaux numériques aux différents niveaux de la hiérarchie de débits G.702 [5]. En particulier, le signal numérique de premier niveau ayant pour débit 2048 kbit/s (signal P12 suivant la terminologie G.705 [6]) est désigné par E1, et le signal numérique de troisième niveau ayant pour débit 34 368 kbit/s et déduit du précédent (signal P31) est désigné par E3. De la même façon, le signal de premier niveau ayant pour débit 1544 kbit/s (signal P11) est désigné par DS1, le signal dérivé de deuxième niveau ayant pour débit 6312 kbit/s (signal P21) est désigné par DS2 et le signal dérivé de troisième niveau ayant pour débit 44 736 kbit/s (P32) est désigné par DS3. Le signal DS0 a un débit de 64 kbit/s.

6 Interfonctionnement TDM-IP

La présente Recommandation définit l'interfonctionnement pour des services TDM de débit inférieur ou égal à DS3 ou E3. L'étude du transport de services TDM de débit supérieur (hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*) par exemple dans des réseaux IP n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

Les services TDM sont généralement transportés dans des réseaux exploités en mode commutation de circuit.

Un client TDM exige que sa couche serveur maintienne les dégradations de précision, d'ordonnancement et les dégradations temporelles dans des limites définies. Dans le cas d'une couche serveur en mode sans connexion, la gravité de ces dégradations peut s'accroître de façon non linéaire avec la charge de la couche.

La charge d'une couche serveur pouvant ne pas être connue à l'avance et varier dans le temps, la création d'une couche TDM client au-dessus d'une couche serveur IP constitue pour les fabricants de matériel et les fournisseurs de services un défi de taille si ceux-ci veulent respecter les Recommandations UIT-T relatives à la performance TDM. En particulier, la performance sera généralement dégradée par rapport à celle que l'on observe dans une infrastructure TDM d'origine du fait de la perte de paquets, du temps de transfert et de sa variation, du temps de transfert de bout en bout [7], des erreurs [8] et du rythme [9] et [10]. La performance des réseaux IP est examinée dans l'Appendice II.

Les utilisateurs implémentant les prescriptions de la présente Recommandation devraient donc être conscients du fait qu'il peut être impossible de prédire ou de garantir la performance.

La Figure 6-1 décrit une architecture générale de réseau pour l'interfonctionnement de réseaux TDM et IP lorsque des réseaux TDM sont interconnectés par le biais d'un réseau IP [11] et [12]. On notera que le conduit emprunté dans le réseau IP évoluera dans le temps du fait de l'application des protocoles de routage IP.

Dans le sens TDM vers IP, le flux TDM continu est segmenté et encapsulé dans des paquets UDP/IP [13] par la fonction d'interfonctionnement. Dans le sens IP vers TDM, les segments TDM sont extraits des paquets UDP/IP et le flux TDM continu est réassemblé.

La Figure 6-2 décrit l'architecture fonctionnelle de réseau de l'interfonctionnement TDM-IP en utilisant les techniques de représentation graphique de la Rec. UIT-T G.809 [4]. Des exemples de scénarios particuliers sont donnés dans l'Appendice III de la Rec. UIT-T Y.1413 [3].

La Figure 6-3 présente un modèle de réseau de référence et les couches de protocole pour l'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur TDM-IP.

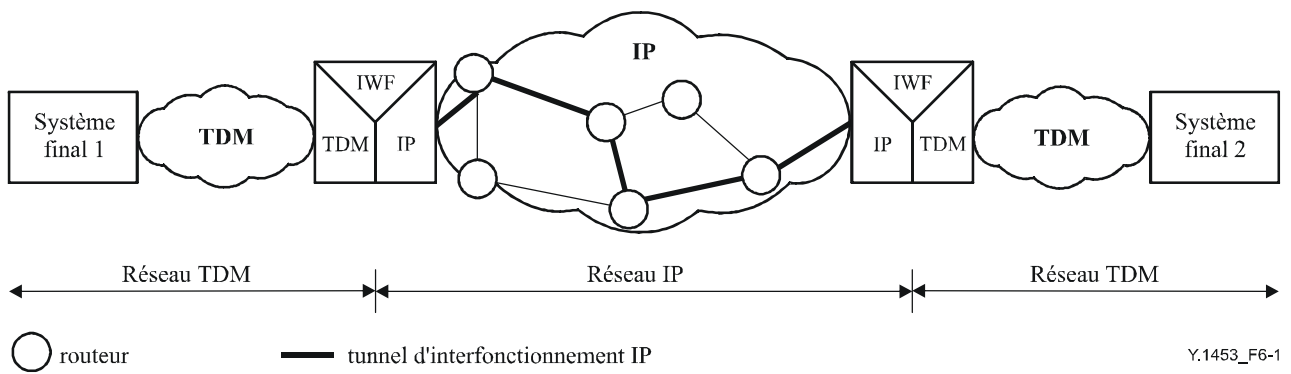


Figure 6-1/Y.1453 – Architecture de référence pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et IP

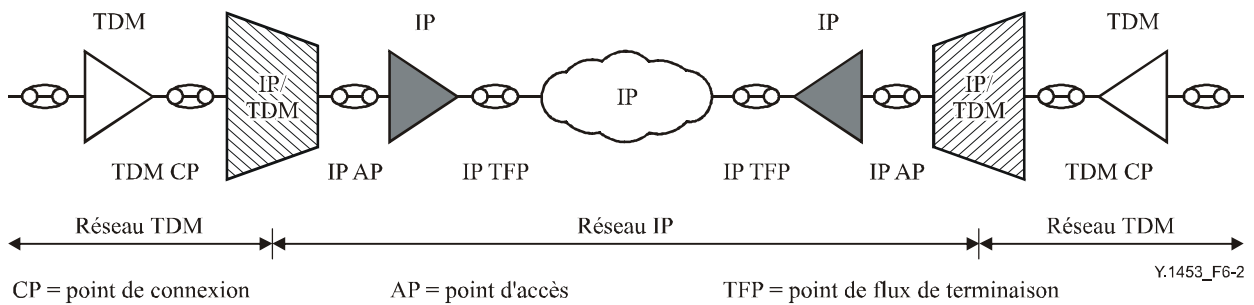


Figure 6-2/Y.1453 – Architecture fonctionnelle de l'interfonctionnement de réseaux TDM et IP décrite conformément aux conventions de représentation de la Rec. UIT-T G.809

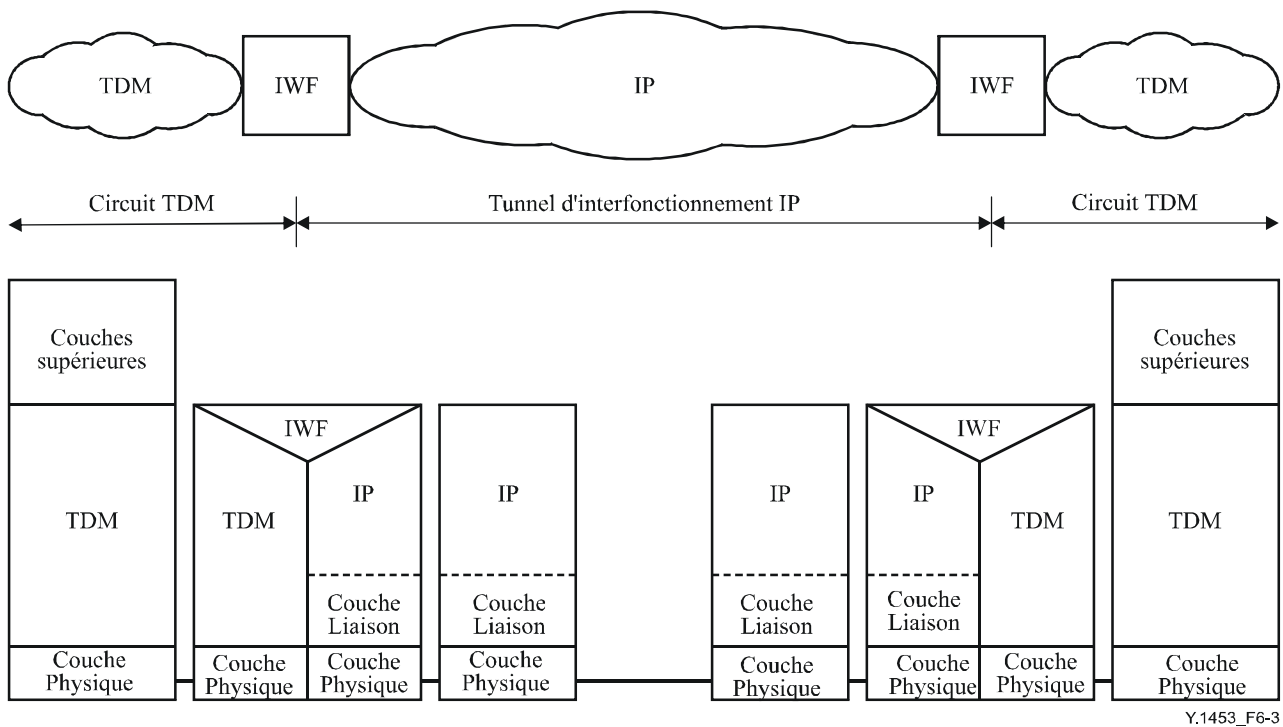


Figure 6-3/Y.1453 – Modèle de réseau de référence et couches de protocole pour l'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur des réseaux TDM et IP

7 Spécifications générales

7.1 Spécifications dans le plan d'utilisateur

Les capacités suivantes sont requises pour le transfert de flux TDM dans des réseaux IP:

- a) la capacité à transporter plusieurs flux TDM entre deux fonctions d'interfonctionnement;
- b) la prise en charge de flux bidirectionnels à largeur de bande symétrique et de liaisons vers le TDM duplex;
- c) la capacité à transporter les types TDM non structurés suivants:
 - 1) DS1 à 1544 kbit/s tel que défini dans la Rec. UIT-T G.703 [14];
 - 2) E1 à 2048 kbit/s tel que défini dans la Rec. UIT-T G.703;
 - 3) DS2 à 6312 kbit/s tel que défini dans la Rec. UIT-T G.703;
 - 4) données série synchrones telles que définies dans les Recommandations UIT-T V.36 [15] et V.37 [16];
 - 5) $N \times 64$ k (c'est-à-dire pour $N = 1$ tel que défini dans la Rec. UIT-T I.231.1 [17], pour $N = 2$ tel que défini dans la Rec. UIT-T I.231.5 [37], pour $N = 3$ tel que défini dans la Rec. UIT-T I.231.10 [38] et pour $N = 6$ tel que défini dans la Rec. UIT-T I.231.6 [39]);
 - 6) DS3 à 44 736 kbit/s tel que défini dans la norme ANSI T1.107 [18];
 - 7) E3 à 34 368 kbit/s tel que défini dans la Rec. UIT-T G.751 [19];
- d) la capacité à transporter les types TDM structurés suivants:
 - 1) DS1 tel que défini dans la Rec. UIT-T G.704 [20];
 - 2) DS1 fractionné acheminant N intervalles de temps (N compris entre 1 et 23) tel que défini dans la norme ANSI T1.107;
 - 3) E1 tel que défini dans la Rec. UIT-T G.704;
 - 4) E1 fractionné acheminant N intervalles de temps (N compris entre 1 et 30) tel que défini dans la Rec. UIT-T G.704;
 - 5) plusieurs DS0 synchrones;
 - 6) DS2 tel que défini dans la Rec. UIT-T G.704;
- e) la capacité à transporter les types TDM structurés des points d 1, 2, 3, 4, 6 avec la signalisation voie par voie (CAS, *channel associated signalling*), tels que définis dans la norme ANSI T1.107 et dans la Rec. UIT-T G.704;
- f) la capacité à transporter la signalisation par canal sémaphore (CCS, *common channel signalling*) associée à une jonction ou à une fonctionnalité, par exemple telle que définie dans les Recommandations UIT-T Q.700 [21] et Q.931 [22];
- g) la capacité de la fonction d'interfonctionnement de sortie à déduire le rythme à partir d'un signal d'horloge externe, à exploiter une source d'horloge commune ou à retrouver le rythme TDM par des moyens adaptatifs;
- h) la conformité de la récupération du rythme aux spécifications de gigue et de dérapage d'une interface de trafic [9] ou [10];
- i) la capacité d'interfonctionnement avec les services d'émulation de circuit (CES, *circuit emulation service*) existants acheminés dans des réseaux MPLS [3] ou ATM [23];
- j) la capacité à détecter de façon fiable la perte et le mauvais ordonnancement des paquets;
- k) la capacité à injecter un signal AIS ou des données de remplissage pour compenser la perte de paquets;
- l) la capacité à fonctionner dans des réseaux IP arbitraires, mais également à exploiter les caractéristiques de qualité de service de réseaux IP si celles-ci existent;

- m) la capacité des fonctions d'interfonctionnement à maintenir la synchronisation de trames TDM (et la synchronisation de multitrames le cas échéant) dans le cas d'un transport dépendant de la structure;
- n) la capacité à déterminer la longueur de la charge utile pour s'assurer que la taille des paquets n'est pas supérieure à la valeur de l'unité de transport maximale (MTU, *maximum transport*) du conduit.

7.2 Considérations relatives au plan de gestion

Pour le transfert de services TDM dans des réseaux IP, les informations suivantes doivent être fournies:

- a) les valeurs des ports de source et de destination UDP dans les deux sens;
- b) le type de trafic TDM tel que défini aux § 7.1 c) et d);
- c) pour les données série (7.1 c) 4): le débit binaire;
- d) pour les données $N \times 64$ k (7.1 c) 4): la valeur de N;
- e) pour le type E1 ou DS1 fractionné (7.1 d) 2 ou 4): la valeur de N;
- f) le format de la charge utile (voir § 9);
- g) pour un transport indépendant de la structure: le nombre d'octets de charge utile par paquet IP;
- h) pour un type DS1 non structuré: indication de l'utilisation éventuelle du mode à alignement d'octets DS1;
- i) pour une encapsulation à structure verrouillée: le nombre de trames par paquet IP;
- j) pour une encapsulation avec indication de structure:
 - 1) le nombre d'unités PDU de 48 octets par paquet;
 - 2) le mode AAL 1: non structuré, structuré ou structuré avec signalisation CAS;
- k) indication de l'utilisation éventuelle du protocole RTP [24];
- l) si le protocole RTP est utilisé:
 - 1) indication précisant si l'horodate est déterminée à partir d'une horloge commune;
 - 2) la fréquence d'horloge commune divisée par 8 kHz;
 - 3) le type de charge utile (PT, *payload type*);
 - 4) la valeur SSRC.

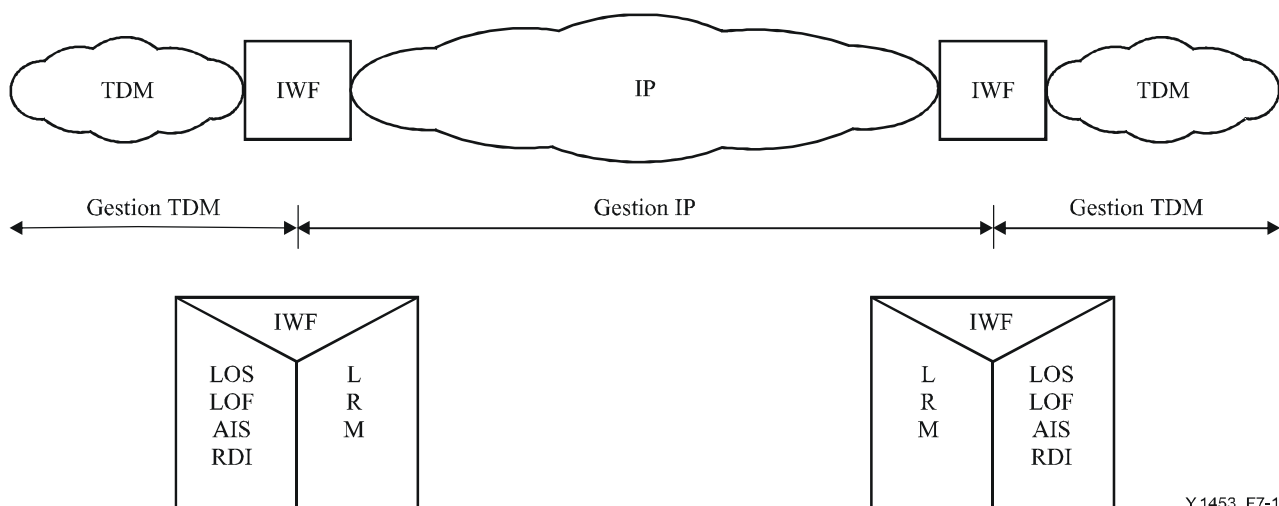
7.3 Considérations relatives à la gestion des dérangements

La fonction d'interfonctionnement doit prendre en charge les informations sur les défauts entre les réseaux IP et TDM, comme on le décrit sur la Figure 7-1. En particulier, les défauts TDM locaux [6], tels que la perte de signal ou la perte de synchronisation, doivent être signalés par la fonction d'interfonctionnement d'entrée à la fonction d'interfonctionnement de sortie; et les anomalies IP [25], telles que le mauvais ordonnancement ou la perte de paquets, doivent être détectées par la fonction d'interfonctionnement de sortie.

La fonction d'interfonctionnement doit transférer les indications de défauts TDM à travers le réseau IP en déterminant les fanions appropriés dans les indicateurs d'interfonctionnement communs. Les définitions des états de défaut TDM et des critères d'entrée et de sortie de ces états figurent dans la Rec. UIT-T G.705 [6]. Il n'est pas nécessaire que le codage soit biunivoque, ce qui signifie qu'un seul indicateur de données TDM non valables peut être utilisé pour signaler plusieurs défauts ou indications TDM (par exemple dLOS, dLOA ou dAIS). En outre, une alarme appropriée doit, le cas échéant, être envoyée à la couche de gestion.

La fonction d'interfonctionnement de sortie détecte les anomalies IP en contrôlant l'heure d'arrivée des paquets et en vérifiant le numéro de séquence dans les indicateurs d'interfonctionnement communs. Quelles que soient les anomalies, la fonction d'interfonctionnement de sortie doit s'assurer de l'intégrité de la synchronisation au niveau de son interface TDM locale. Elle doit conserver un enregistrement statistique des anomalies et, lorsque la densité des anomalies est telle que cela indique la présence d'un défaut, elle doit le signaler à la fonction d'interfonctionnement d'entrée et envoyer l'alarme appropriée à la couche de gestion.

On doit pouvoir faire la distinction entre les dérangements intervenant dans le réseau IP et ceux qui se produisent dans le réseau TDM distant.



- AIS signal d'indication d'alarme
- LOF perte de synchronisme de trame (détecté uniquement)
- LOS défaut de type perte de signal (détecté uniquement)
- RDI indication de défaut distant

Figure 7-1/Y.1453 – Représentation fonctionnelle de la gestion des anomalies entre réseaux TDM et IP

7.4 Considérations relatives à la gestion du trafic

Le flux IP doit pouvoir assurer la qualité de service requise pour toutes les connexions TDM et satisfaire aux prescriptions de largeur de bande cumulative pour toutes les connexions TDM transportées.

Si le réseau IP dispose d'une capacité Diffserv conformément à la norme RFC 2474 [26], il faut utiliser le comportement par saut avec transmission express (EF PHB) conforme à la norme RFC 3246 [27] avec le conditionnement de trafic approprié pour fournir un service à faible temps de latence et à gigue minimale. On suggère de surdimensionner quelque peu le réseau IP.

Si le réseau IP dispose d'une capacité Intserv conformément à la norme RFC 2210 [28], le service garanti conforme à la norme RFC 2212 [29] avec une réservation de largeur de bande supérieure à celle du trafic TDM cumulatif doit être utilisé pour garantir une largeur de bande suffisante et un temps de transfert limité.

Le temps de transfert prévu introduit par le réseau devrait être mesuré avant le flux de trafic, afin d'évaluer le temps de latence. Cette mesure ne peut avoir de sens que lorsque le fournisseur de services gère la charge du réseau IP.

7.5 Commande d'admission de connexion pour la fonction d'interfonctionnement

Lorsque des garanties de largeur de bande peuvent être fournies, la fonction d'interfonctionnement devrait proposer une commande d'admission de connexion. La décision d'admission devrait être fondée sur la largeur de bande totale attribuée au réseau IP, sur la largeur de bande déjà utilisée par les flux d'interfonctionnement et d'autres clients du réseau IP et sur la largeur de bande requise. Lorsqu'une largeur de bande suffisante est disponible, la demande peut être satisfaite. Lorsque la largeur de bande est insuffisante, la demande de connexion TDM doit être refusée.

8 Considérations relatives au regroupement fonctionnel pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et IP

La Figure 8-1 illustre le regroupement fonctionnel utilisé pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et IP.

IP
UDP
Informations de rythme facultatives
Indicateurs d'interfonctionnement communs
Charge utile TDM

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 8-1/Y.1453 – Groupes fonctionnels relatifs à l'interfonctionnement des réseaux TDM et IP

8.1 IP

Ce champ correspond à l'en-tête IPv4 [11] ou IPv6 [12] normalisé.

8.2 UDP

Le transport de plusieurs flux TDM émuloés entre deux adresses IP pouvant être nécessaire, une méthode d'étiquetage des flux TDM-IP est requise. Seule la fourniture manuelle de cette étiquette est examinée dans la présente Recommandation. Cette étiquette peut être placée dans le champ port source UDP ou dans le champ port de destination UDP, conformément à la norme RFC 768 [13]. Lorsque le champ port source est utilisé, le champ port de destination peut contenir un identificateur indiquant que le paquet contient des données TDM.

8.3 Indicateurs d'interfonctionnement communs

Les fonctions des indicateurs d'interfonctionnement communs sont liées au flux d'interfonctionnement et sont indépendantes du service ou de l'encapsulation considéré. En général, les indicateurs d'interfonctionnement communs comprennent un champ commande, un champ fragmentation (FRAG), un champ longueur et un champ numéro de séquence (voir la Figure 8-2).

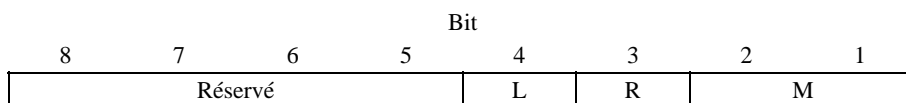
Bit							
8	7	6	5	4	3	2	1
Commande							
FRAG		Longueur					
Numéro de séquence (2 octets)							

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 8-2/Y.1453 – Indicateurs d'interfonctionnement communs

8.3.1 Champ commande

Le format du champ commande est décrit sur la Figure 8-3.



NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 8-3/Y.1453 – Champ commande

Le champ réservé doit être mis à zéro.

Les champs L, R et M permettent un transfert des indications de défauts TDM entre les fonctions d'interfonctionnement. Leur utilisation devrait être conforme aux principes des Recommandations appropriées de la série G relatives à la gestion, à l'exploitation et à la maintenance (OAM, *operation, administration and maintenance*).

L Anomalie TDM locale: la mise à 1 du bit L (c'est-à-dire L = 1) indique que la fonction d'interfonctionnement d'entrée a détecté un défaut TDM affectant les données TDM ou a été informée de l'existence d'un tel défaut. Lorsque le bit L est mis à 1, le contenu du paquet risque de ne pas avoir de sens, et la charge utile peut être supprimée pour conserver la largeur de bande. Le bit L mis à 1 doit être remis à 0 si le défaut TDM est corrigé.

R Anomalie de réception distante: la mise à 1 du bit R (c'est-à-dire R = 1) indique que la source du paquet ne reçoit pas de paquets en provenance du réseau IP. Elle indique donc une anomalie en sens opposé. Cette indication peut être utilisée pour signaler un encombrement du réseau IP ou d'autres anomalies de réseau. Le bit R doit être mis à 1 après qu'un nombre prédéterminé de paquets consécutifs n'a pas été reçu, et doit être mis à 0 après que tous les paquets ont à nouveau été reçus.

M Modificateur de défaut: l'utilisation du champ M est facultative et permet, le cas échéant, de préciser la signification du bit L.

Lorsque le bit L est mis à 0 (indiquant des données TDM valables), le champ M est utilisé comme suit:

M

0 0 indique l'absence de modification de défaut local.

0 1 valeur réservée.

1 0 rend compte à la fonction d'interfonctionnement d'entrée de la réception d'une indication RDI au niveau de l'entrée TDM.

1 1 valeur réservée.

Lorsque le bit L est mis à 1 (indiquant des données TDM non valables), le champ M est utilisé comme suit:

M

0 0 indique un défaut TDM qui devrait déclencher la génération d'un signal AIS à l'extrémité distante.

0 1 indique des données TDM inactives, ce qui ne devrait pas entraîner le déclenchement d'une alarme. Si la charge utile a été supprimée, le code de repos approprié devrait être généré à l'entrée.

- 1 0 indique des données TDM détériorées mais susceptibles d'être récupérées. L'utilisation de cette indication fera l'objet d'études ultérieures.
- 1 1 valeur réservée.

8.3.2 Champ fragmentation

Ce champ est utilisé pour fragmenter des structures multitrames en plusieurs paquets comme on le décrit au § 9.2.1. Il est utilisé comme suit:

FRAG

- 0 0 indique que la totalité de la structure multitrame (défragmentée) est acheminée dans un seul paquet.
- 0 1 indique le paquet acheminant le premier fragment.
- 1 0 indique le paquet acheminant le dernier fragment.
- 1 1 indique un paquet acheminant un fragment intermédiaire.

8.3.3 Champ longueur

Lorsqu'un paquet IP est acheminé sur Ethernet, une taille de paquet minimale de 64 octets est requise, ce qui peut nécessiter l'application d'un mécanisme de bourrage à la charge utile du paquet d'interfonctionnement. La taille des données de bourrage peut être déterminée à partir du champ longueur de telle sorte que ces données puissent être extraites en sortie.

Le champ longueur fournit, en octets, la taille de la charge utile du paquet IP, et sa valeur correspond à la somme:

- a) de la taille des indicateurs d'interfonctionnement communs (4 octets);
- b) de la taille des informations de rythme facultatives;
- c) de la taille de la charge utile,

sauf si cette somme est égale ou supérieure à 64 octets, auquel cas le champ longueur doit être mis à zéro.

8.3.4 Champ numéro de séquence

Le champ numéro de séquence est un champ à deux octets utilisé pour détecter les paquets perdus et ceux arrivant dans le désordre.

Il s'agit d'un numéro de 16 bits, circulaire non signé, positionné et traité comme suit.

8.3.4.1 Positionnement des numéros de séquence

Les procédures suivantes s'appliquent au niveau de la fonction d'interfonctionnement d'entrée (sens TDM vers IP):

- le numéro de séquence devrait être positionné à une valeur aléatoire pour le premier paquet IP transmis dans le flux d'interfonctionnement;
- pour chaque paquet IP suivant, le numéro de séquence doit être incrémenté de 1, modulo 2^{16} .

8.3.4.2 Traitement des numéros de séquence

L'objet du traitement des numéros de séquence est de détecter les paquets perdus ou arrivant dans le désordre. Le traitement des paquets perdus est étudié au § 11. Les paquets arrivant dans le désordre devraient si possible être remis dans l'ordre. Le mécanisme permettant de détecter la perte d'un paquet dépend de l'implémentation considérée.

Les procédures suivantes s'appliquent au niveau de la fonction d'interfonctionnement de sortie (sens IP vers TDM):

- la fonction d'interfonctionnement de sortie conserve un numéro de séquence attendu;
- on considère toujours que le premier paquet reçu en provenance du réseau IP est le paquet attendu, et le numéro de séquence attendu prend pour valeur son numéro de séquence;
- si ce numéro de séquence est égal ou supérieur (au sens cyclique du terme) au numéro attendu, le numéro de séquence attendu prend pour valeur le numéro reçu incrémenté de 1 modulo 2^{16} . Dans le cas contraire, le numéro attendu reste inchangé.

8.4 Informations de rythme facultatives

Les informations de rythme facultatives peuvent être acheminées en utilisant l'en-tête RTP défini dans la norme RFC 3550 [24].

S'il est utilisé, l'en-tête RTP doit apparaître dans chaque paquet d'interfonctionnement immédiatement après l'en-tête UDP/IP et avant le champ indicateurs d'interfonctionnement communs.

8.5 Charge utile TDM

Le format de la charge utile TDM est décrit en détail au § 9.

8.6 Récapitulatif sur le format d'encapsulation

Le présent paragraphe décrit deux formats d'encapsulation, avec (voir la Figure 8-4) ou sans (voir la Figure 8-5) en-tête RTP.

Bit				Octets				
8	7	6	5	4	3	2	1	
Version IP				IHL				1
Type de service IP								2
Longueur totale								3-4
Identification								5-6
Fanions				Décalage de fragment				7
								8
Durée de vie (TTL, <i>time to live</i>)								9
Protocole								10
Somme de contrôle d'en-tête IP								11-12
Adresse IP source								13-16
Adresse IP de destination								17-20
Numéro du port UDP source								21-22
Numéro du port UDP de destination								23-24
Longueur UDP								25-26
Somme de contrôle UDP								27-28
Réservé				L	R	M		29
FRAG		Longueur						30
Numéro de séquence								31-32
Charge utile adaptée								33-n

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 8-4/Y.1453 – Format d'encapsulation sans utilisation du protocole RTP

Les vingt premiers octets constituent l'en-tête IP; les octets 21 à 28 constituent l'en-tête UDP. Les octets 29 à 32 sont les indicateurs d'interfonctionnement communs.

La description des champs est la suivante:

Version IP, octet 1, bits 8 à 5

indique le numéro de la version IP (par exemple, pour IPv4, Version IP = 4).

IHL, octet 1, bits 4 à 1

indique la longueur (en mots de 32 bits) de l'en-tête IP (par exemple, IHL = 5).

Type de service IP, Octet 2

indique le type de service IP.

Longueur totale, octets 3 et 4

indique la longueur (en octets) de l'en-tête et de la charge utile IP.

Identification, octets 5 et 6

il s'agit du champ identification de fragmentation IP [11].

Fanions, octet 7, bits 8 à 6

indique les fanions de commande IP; doit avoir pour valeur 010 pour éviter la fragmentation.

Décalage de fragment, octet 7, bits 5 à 1 et octet 8

indique l'emplacement auquel correspond le fragment dans le datagramme et n'est pas utilisé.

Durée de vie, octet 9

indique le champ TTL IP. Les datagrammes ayant la valeur zéro pour ce champ doivent être éliminés.

Protocole, octet 10

indique le type de protocole et doit avoir pour valeur 0x11 (c'est-à-dire 11 en notation hexadécimale) pour désigner le protocole UDP.

Somme de contrôle d'en-tête IP, octets 11 et 12

indique la somme de contrôle pour l'en-tête IP.

Adresse IP source, octets 13 à 16

indique l'adresse IP source.

Adresse IP de destination, octets 17 à 20

indique l'adresse IP de destination.

Numéro du port source, octets 21 et 22, et numéro du port de destination, octets 23 et 24

Chacun de ces champs peut être utilisé pour identifier de manière unique le flux TDM spécifique transporté. Le flux UDP doit être configuré manuellement.

Lorsque le port source est utilisé pour identifier le flux TDM, le numéro du port de destination peut être utilisé pour vérifier que le paquet UDP satisfait aux prescriptions de la présente Recommandation.

Lorsqu'on l'utilise en tant qu'identificateur de flux TDM, le numéro de port UDP doit être choisi dans la gamme des numéros de ports UDP attribués dynamiquement (49 152 à 65 535).

Le choix du champ port source ou du champ port de destination comme identificateur de flux TDM dépend de l'implémentation considérée, mais doit être convenu entre la fonction d'interfonctionnement d'entrée et la fonction d'interfonctionnement de sortie.

Longueur UDP, octets 25 et 26

indique la longueur en octets de l'en-tête UDP et de la charge utile UDP.

Somme de contrôle UDP, octets 27 et 28

indique la somme de contrôle de l'en-tête et de la charge utile UDP/IP. Ce champ doit être mis à zéro si la somme n'est pas calculée.

Réservé, octet 29, bits 8 à 5

indique un champ réservé qui doit être mis à zéro.

L, R et M, octet 29, bits 4 à 1

Voir le § 8.3.1

FRAG, octet 30, bits 8 et 7

Voir le § 8.3.2

Longueur, octet 30, bits 6 à 1

Voir le § 8.3.3

Numéro de séquence, octets 31 et 32

Voir le § 8.3.4

Si l'en-tête RTP est utilisé, le format du paquet est tel que décrit sur la Figure 8-5.

Bit				Octets				
8	7	6	5	4	3	2	1	
Version IP				IHL				1
Type de service IP								2
Longueur totale								3-4
Identification								5-6
Fanions				Décalage de fragment				7
								8
Durée de vie (TTL)								9
Protocole								10
Somme de contrôle d'en-tête IP								11-12
Adresse IP source								13-16
Adresse IP de destination								17-20
Numéro du port UDP source								21-22
Numéro du port UDP de destination								23-24
Longueur UDP								25-26
Somme de contrôle UDP								27-28
RTV		P	X	CC				29
Marqueur	PT							30
Numéro de séquence RTP								31-32
Horodate RTP								33-36
Identificateur SSRC								37-40
Réservé				R	L	M		41
FRAG		Longueur						42
Numéro de séquence								43-44
Charge utile adaptée								45-n

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 8-5/Y.1453 – Format d'encapsulation avec utilisation du protocole RTP

Les champs qui n'ont pas encore été décrits le sont ci-après:

Les champs de l'en-tête RTP doivent être utilisés comme suit:

- **RTV** (version) est toujours positionné à 2;
- **P** (bourrage), **X** (extension d'en-tête), **CC** (compte CSRC) et **Mark** (marqueur) sont toujours mis à 0. Par conséquent, les extensions d'en-tête RTP, le bourrage et les sources de synchronisation contributives ne sont jamais utilisés;
- **PT** (type de charge utile) est utilisé comme suit:
 - a) une valeur PT doit être attribuée à partir de la gamme de valeurs dynamiques pour chaque sens du flux d'interfonctionnement;
 - b) la fonction d'interfonctionnement d'entrée doit positionner le champ PT dans l'en-tête RTP à la valeur attribuée;
- le **numéro de séquence RTP** doit être égal au numéro de séquence figurant dans les indicateurs d'interfonctionnement communs;
- **des horodates RTP** sont utilisées pour acheminer les informations de rythme dans le réseau:
 - a) leurs valeurs sont générées conformément aux règles établies dans la norme RFC 3550 [24];
 - b) la fréquence d'horloge utilisée pour générer des horodates devrait être un multiple entier de 8 kHz. Des lignes directrices pour une sélection appropriée de cette fréquence d'horloge sont données dans l'Appendice V/Y.1413 [3];
- le champ identificateur SSRC (source de synchronisation) dans l'en-tête RTP peut être utilisé pour détecter les mauvaises connexions.

9 Formats de charge utile

Le paragraphe 9.1 spécifie le format de la charge utile pour un mécanisme de transport indépendant de la structure, tandis que le § 9.2 définit deux formats de charge utile associés à un mécanisme de transport dépendant de la structure. Le paragraphe 9.2.1 se rapporte à un mécanisme d'encapsulation à structure verrouillée, alors que le § 9.2.2 définit le mécanisme d'encapsulation avec indication de structure fondée sur la couche AAL de type 1, comme on le définit dans la Rec. UIT-T I.363.1 [23] et dans le Doc. ATM Forum CES 2.0 [30].

9.1 Transport indépendant de la structure

Le mécanisme de transport indépendant de la structure ne tient aucun compte de la structure TDM considérée, notamment des structures de trame TDM normalisées définies dans la Rec. UIT-T G.704 [20].

Le format de la charge utile pour un transport indépendant de la structure prend en charge tous les services TDM décrits aux points c, d et e du § 7.1.

Pour un transport indépendant de la structure, on utilise des segments TDM de longueur fixe arbitraire, sans verrouillage d'octet ou de trame. Le nombre d'octets du segment TDM:

- doit être préconfiguré;
- doit être le même dans les deux sens;
- doit rester inchangé pendant la durée de vie de la connexion pour les données TDM valables.

On trouvera dans l'Appendice III des lignes directrices relatives à la sélection appropriée du nombre d'octets par paquet.

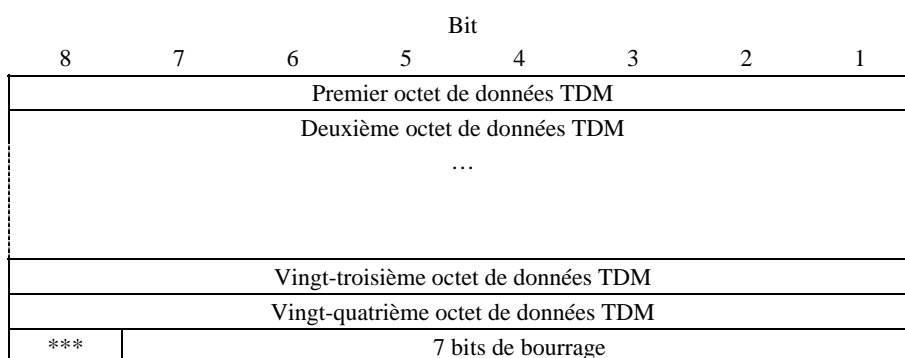
Lorsque le bit L est mis à 1, les paquets TDM-IP peuvent omettre les charges utiles TDM non valables pour conserver la largeur de bande.

Chaque fois qu'un paquet est perdu, reçu trop tard pour être traité ou reçu avec le bit L mis à 1, la fonction d'interfonctionnement de sortie doit générer le signal AIS approprié vers son interface TDM.

NOTE – La couche AAL de type 1 décrite au § 9.2.2 ci-après peut également être utilisée pour un transport indépendant de la structure. Cette utilisation peut être bénéfique dans le cas d'un interfonctionnement avec des systèmes d'émulation de circuit fondés sur l'ATM ou lorsque le mécanisme de récupération du signal d'horloge SRTS est utilisé.

9.1.1 Format de charge utile DS1 avec calage d'octets

Des circuits DS1 peuvent être fournis à la fonction d'interfonctionnement d'entrée après bourrage à un nombre entier d'octets, comme décrit dans l'Annexe B/G.802 [31]. Suivant ce format, la charge utile comprend un nombre entier de sous-trames de 25 octets, chaque sous-trame comprenant 193 bits de données TDM et 7 bits de bourrage (voir la Figure 9-1 ci-dessous):



*** Dernier bit de données TDM

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 9-1/Y.1453 – Format de charge utile DS1 avec calage d'octets

9.2 Transport dépendant de la structure

Un mécanisme de transport dépendant de la structure permet une exploitation correcte de l'interface TDM distante en régénérant le signal de verrouillage de trames (FAS, *frame alignment signal*) au niveau de la sortie, et préserve l'intégrité de la structure TDM grâce à l'utilisation d'un verrouillage de structure ou d'une indication de structure.

Chaque fois qu'un paquet est perdu, reçu trop tard pour être traité ou reçu avec le bit L mis à 1, la fonction d'interfonctionnement de sortie doit générer la quantité appropriée de données de remplissage pour maintenir le rythme TDM et conserver le signal FAS. L'insertion de données de remplissage arbitraires peut certes suffire à maintenir le rythme TDM, mais risque d'entraîner une diminution de la qualité perçue dans les voies téléphoniques du multiplexage TDM. Suivant le pourcentage attendu de perte de paquets, l'utilisation de mécanismes de masquage des pertes de paquets (PLC, *packet loss concealment*) pourrait être nécessaire.

Les formats de charge utile pour un transport dépendant de la structure prennent en charge tous les services TDM décrits aux points d et e du § 7.1.

9.2.1 Encapsulation à structure verrouillée

Tous les paquets doivent acheminer la même quantité de données TDM dans les deux sens. Ainsi, le temps requis pour remplir un paquet avec des données TDM est toujours le même.

Si elle remplace des données de remplissage parce qu'elle a reçu un paquet dont le bit L a pour valeur 1, la fonction d'interfonctionnement de sortie doit s'assurer que les bits FAS appropriés [20] sont envoyés au réseau TDM.

Pour les services énumérés au point d du § 7.1, la charge utile du paquet comprend un nombre entier de trames et est calée sur le premier octet de la première trame. Si la charge utile du paquet comprend M trames, le temps de latence de mise en paquets sera égal à M fois 125 microsecondes (125 µs).

Pour les services énumérés au point e du § 7.1, la charge utile du paquet comprend une multitrame entière. Cette multitrame peut par contre être fragmentée en un nombre entier de fragments de même taille, le premier octet de chaque fragment étant le premier octet d'une trame. Chaque fragment est placé dans un paquet distinct et les informations de fragmentation sont indiquées par le champ FRAG dans les indicateurs d'interfonctionnement communs, comme on le décrit au § 8.3.2. Les données de signalisation CAS doivent être adjointes en tant que sous-structure de signalisation spécifiée, comme suit:

- les quatre bits CAS appartenant à chaque intervalle de temps consécutif sont placés dans la sous-structure de signalisation, comme on le décrit sur la Figure 9-3,
- les bits CAS A, B, C, et D, tels qu'identifiés dans le Tableau 1/G.704 [20], sont positionnés du bit de plus fort poids au bit de plus faible poids dans le quartet,
- si le nombre d'intervalles de temps est impair, quatre bits de bourrage doivent être adjoints pour conserver le calage d'octets,
- si la structure multitrame est fragmentée entre plusieurs paquets, la sous-structure de signalisation est toujours adjointe au dernier fragment de la structure.

Les formats de charge utile résultants sont représentés sur les Figures 9-2 et 9-3 ci-dessous.

trame	Bit							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							
2	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							
...	...							
M	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							

NOTE 1 – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

NOTE 2 – Le paquet comprend M trames TDM à N intervalles de temps par trame.

Figure 9-2/Y.1453 – Format de charge utile pour une encapsulation à structure verrouillée sans signalisation CAS (le paquet IP n'achemine pas de sous-structure de signalisation)

trame	Bit							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							
2	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							
...	...							
M	Bits appartenant à l'intervalle de temps 1							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps 2							
	...							
	Bits appartenant à l'intervalle de temps N							
Sous- structure de signalisation	Bits de signalisation pour l'intervalle de temps 1				Bits de signalisation pour l'intervalle de temps 2			
	Bits de signalisation pour l'intervalle de temps 3				...			
	Bits de signalisation pour l'intervalle de temps N				Bourrage (voir la Note 3)			

NOTE 1 – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

NOTE 2 – Le paquet comprend M trames TDM à N intervalles de temps par trame, et la sous-structure de signalisation.

NOTE 3 – Si N est impair, quatre bits de bourrage sont ajoutés.

Figure 9-3/Y.1453 – Format de charge utile pour une encapsulation à structure verrouillée avec signalisation CAS (le paquet IP achemine une sous-structure de signalisation)

9.2.2 Encapsulation avec indication de structure

Pour cette encapsulation, le flux binaire TDM est adapté au moyen de la couche AAL de type 1 (comme on le décrit dans la Rec. UIT-T I.363.1 [23] et dans le Doc. ATM Forum CES 2.0 [30]) pour former des unités AAL de type 1 SAR-PDU de 48 octets (comme on le décrit au § 2.4.2/I.363.1).

La charge utile du paquet comprend une ou plusieurs unités PDU, comme on le décrit sur les Figures 9-4 et 9-5. Le nombre d'unités PDU par paquet:

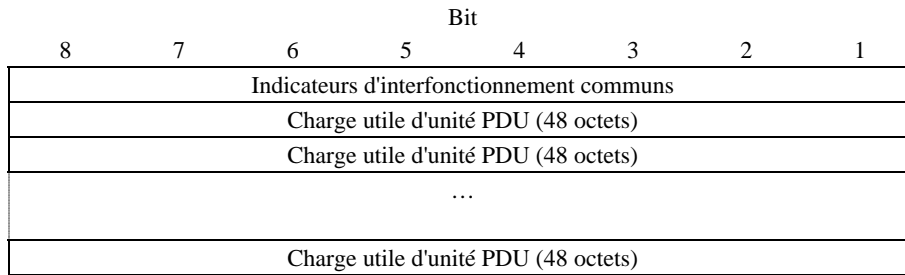
- doit être préconfiguré;
- doit être le même dans les deux sens;
- doit rester inchangé pendant la durée de vie de la connexion.

On trouvera dans l'Appendice IV des lignes directrices relatives à la sélection du nombre d'unités PDU par paquet.

Bit							
8	7	6	5	4	3	2	1
Indicateurs d'interfonctionnement communs							
Charge utile d'unité PDU (48 octets)							

NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 9-4/Y.1453 – Encapsulation avec indication de structure pour un paquet contenant une seule unité PDU



NOTE – Le bit 8 est le bit de plus fort poids.

Figure 9-5/Y.1453 – Encapsulation avec indication de structure pour un paquet contenant plusieurs unités PDU

La couche AAL de type 1 différencie un transfert de données non structurées d'un transfert de données structurées, ce qui correspond à la distinction faite dans la présente Recommandation entre un transport indépendant de la structure et un transport dépendant de la structure.

Dans le cas d'un transport indépendant de la structure, l'utilisation d'une couche AAL de type 1 n'apporte pas d'avantage intrinsèque par rapport à l'application de la méthode du § 9.1. Elle peut toutefois être souhaitable pour certains scénarios, par exemple lorsqu'un interfonctionnement avec des systèmes d'émulation de circuit ATM de couche AAL de type 1 existants est nécessaire ou lorsqu'on privilégie une récupération du signal d'horloge fondée sur des mécanismes spécifiques à la couche AAL 1.

Chaque unité SAR-PDU de 48 octets comprend un en-tête SAR-PDU et une charge utile SAR-PDU. L'en-tête SAR-PDU comprend un bit d'indication de sous-couche de convergence (CSI) [23] qui signale la présence d'un pointeur de structure pour le transfert de données structurées, et peut être utilisé pour la récupération du signal d'horloge (voir § 10).

Dans le cas d'une couche AAL de type 1 non structurée, les 48 octets de chaque sous-trame contiennent un en-tête SAR-PDU d'un seul octet, et 47 octets (376 bits) de données TDM.

Dans le cas d'un transport dépendant de la structure, le document ATM Forum CES 2.0 [30] définit deux modes (structuré et structuré avec signalisation CAS). Une couche AAL de type 1 structurée achemine un multiplexage TDM avec alignement d'octets et conserve la synchronisation de trames TDM en incorporant un pointeur au début de la trame suivante dans l'en-tête SAR-PDU. Une couche AAL de type 1 structurée avec signalisation CAS achemine un multiplexage TDM avec alignement d'octets et conserve la synchronisation de trames et de multitrames en incorporant un pointeur au début de la multitrame suivante; elle comprend en outre une sous-structure contenant les bits de signalisation CAS (voir le § 9.2.1).

10 Considérations relatives au rythme

Les réseaux TDM distribuent des informations de rythme pour maintenir le niveau de performance requis. Les réseaux IP n'ayant pas de mécanisme intrinsèque de distribution de rythme, d'autres méthodes de distribution ou de récupération du rythme doivent être fournies. Leur étude ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation.

11 Considérations relatives à la perte de paquets

Etant donné qu'on ne peut éviter un certain niveau de perte de paquets dans un réseau IP, des mécanismes permettant de vérifier l'intégrité des paquets doivent être fournis. Des paquets mal formés ou arrivant dans le désordre peuvent également être considérés comme perdus. La

retransmission n'étant pas une solution viable pour l'interfonctionnement de réseaux TDM et IP, des mesures appropriées doivent être prises pour compenser la perte de paquets.

Lorsqu'une perte de paquets est détectée, la fonction d'interfonctionnement doit insérer le signal AIS ou les données de bourrage requis vers le système d'extrémité pour conserver le rythme TDM. Lorsqu'une signalisation CAS est utilisée, il convient de veiller, dans le cas de mécanismes de transport dépendant de la structure, au maintien de l'état de signalisation.

Un mécanisme de transport indépendant de la structure ne pouvant identifier un en-tête de structure, celui-ci est acheminé de manière transparente dans les segments TDM. L'insertion de données de bourrage se traduira donc généralement par un signal FAS incorrect. On pourrait améliorer l'intégrité du signal FAS en alignant de manière appropriée la durée des paquets sur la période du signal FAS. Toutefois, l'interface du système d'extrémité continuera d'observer un niveau correspondant de blocs erronés [8].

Dans le cas d'un mécanisme de transport dépendant de la structure, un en-tête de structure sera régénéré par la fonction d'interfonctionnement. Par conséquent, l'occurrence d'une perte de paquets dans le réseau IP sera complètement cachée à l'interface TDM du système d'extrémité.

Dans le cas d'un multiplexage TDM permettant d'acheminer des voies téléphoniques, l'insertion de données de bourrage peut conduire à une réduction de la qualité audio perçue. Suivant le pourcentage attendu de perte de paquets, l'utilisation de mécanismes de masquage des pertes de paquets (PLC, *packet loss concealment*) pourrait être nécessaire. L'étude de ces mécanismes ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation.

12 Prise en charge d'une signalisation CAS ou CCS

La signalisation de téléphonie CAS ou CCS peut être utilisée sur des réseaux TDM. Ces signaux doivent être acheminés de façon fiable sur le réseau IP pour que les systèmes d'extrémité fonctionnent convenablement.

Le traitement de la signalisation CAS ou CCS doit être transparent, ce qui signifie que la fonction d'interfonctionnement ne devrait pas avoir besoin d'une connaissance détaillée des protocoles de signalisation de système d'extrémité pour acheminer correctement cette signalisation.

12.1 Prise en charge de la signalisation CAS

La signalisation CAS est acheminée dans les trames TDM sous la forme d'une séquence de bits associés de manière unique à des intervalles de temps particuliers.

Etant donné que le mécanisme de transport indépendant de la structure décrit au § 9.1 ne peut identifier les bits CAS, ceux-ci sont acheminés de façon transparente dans les segments TDM. Ainsi, lorsque des paquets sont perdus, il n'est pas possible d'assurer l'intégrité des bits CAS, et le mécanisme de transport indépendant de la structure s'appuie sur les systèmes d'extrémité pour pouvoir faire face à un certain niveau d'erreurs.

La méthode à structure verrouillée décrite au § 9.2.1 garantit l'intégrité de la signalisation CAS en adjoignant au paquet une sous-structure de signalisation CAS explicite, comme on le décrit sur la Figure 9-3. La méthode avec indication de structure décrite au § 9.2.2 permet d'adjoindre une telle sous-structure de signalisation CAS, ou peut s'appuyer sur un verrouillage multitrame pour protéger les bits CAS.

12.2 Prise en charge de la signalisation CCS

La signalisation CCS peut être acheminée dans un ou plusieurs intervalles de temps du signal TDM sous la forme d'un flux de message asynchrone, souvent en tant que trames de commande de liaison de données à haut niveau (HDLC, *high level data link control*).

Ces voies peuvent être inactives pendant de longues périodes. Dans un tel cas, le mode HDLC défini dans l'Appendice I peut être utilisé.

13 Considérations relatives à la sécurité

Les considérations relatives à la sécurité n'ont pas été traitées dans la présente Recommandation.

Appendice I

Traitement facultatif des signaux CCS fondés sur la commande HDLC

Le mode HDLC peut être utilisé parallèlement au mécanisme de transport TDM dépendant de la structure pour acheminer de façon efficace des signaux CCS de jonction fondés sur la commande HDLC (signalisations SS7 [21] et RNIS PRI [22] par exemple). Ce mécanisme n'est pas destiné à être appliqué de manière générale aux charges utiles HDLC et prend uniquement en charge les messages HDLC dont la taille est inférieure à la taille maximale d'unité PDU.

Le mode HDLC ne devrait être utilisé que lorsque la plus grande partie de la largeur de bande du flux HDLC est occupée par des fanions inactifs. Dans le cas contraire, la voie CCS devrait être traitée comme un intervalle de temps ordinaire.

L'interfonctionnement HDLC-IP doit acheminer de manière transparente l'ensemble des données HDLC et des messages de commande dans un flux d'interfonctionnement distinct.

Au niveau de l'entrée, l'expéditeur surveille les fanions jusqu'à ce qu'une trame soit détectée. Le contenu de la trame est recueilli et la séquence de contrôle de trame (FCS, *frame check sequence*) est testée. Si la séquence FCS est incorrecte, la trame est rejetée; dans le cas contraire, la trame est envoyée après suppression des fanions d'ouverture ou de fermeture et de la séquence FCS et après suppression des zéros (conformément au § 2.6/Q.921 [32]). A la sortie, des zéros sont insérés, la séquence FCS est recalculée et une trame HDLC valable est reconstituée.

Appendice II

Mesures de la performance d'un réseau IP

Le présent appendice porte sur les dégradations du service TDM émulé dues à des erreurs dans le réseau IP. Il porte principalement sur la relation entre les paramètres de performance du réseau IP sous-jacent et les mesures des dégradations de service affectant les services TDM, en l'occurrence les secondes erronées et les secondes gravement erronées définies dans la Rec. UIT-T G.826 [8], et le taux de disponibilité défini dans la Rec. UIT-T G.827 [33]. En outre, des méthodes de mesure de performance spécifiques aux voies téléphoniques sont examinées.

II.1 Erreurs dans le réseau IP ayant une incidence sur le service TDM

Chaque fois que la fonction d'interfonctionnement doit générer un signal AIS ou des données de remplissage parce qu'elle ne dispose pas de données TDM valables, les mesures de la performance des réseaux TDM en seront affectées. Cela peut se produire en raison de trois types distincts de dégradations dans le réseau IP:

- 1) perte de paquets dans le réseau IP;
- 2) mise à l'écart de paquets en raison d'erreurs détectées;

- 3) mise à l'écart de paquets en raison d'un débordement/sous-remplissage du tampon de suppression de gigue.

Ces trois dégradations sont quantifiables en utilisant les mesures définies pour les réseaux à commutation de paquets dans d'autres Recommandations de l'UIT-T, telles que la Rec. UIT-T G.1020 [34].

La Rec. UIT-T G.1020 définit des paramètres de performance des réseaux et terminaux en mode paquet qui reflètent la qualité perçue pour les applications vocales et d'autres applications en bande vocale. Elle porte principalement sur les dégradations de la qualité résultant des variations de temps de transfert et de la perte de paquets qui sont propres à l'IP et à d'autres technologies en mode paquet, et qui n'apparaissent pas dans les réseaux TDM traditionnels. Bien que la Rec. UIT-T G.1020 ne traite pas directement des services TDM, certaines des mesures qui y sont définies sont applicables aux voies téléphoniques acheminées par multiplexage TDM.

II.1.1 Taux de perte de paquets

Le taux de perte de paquets IP est défini dans la Rec. UIT-T Y.1540 [25]. Chaque paquet perdu génère une rafale d'erreurs binaires dans le flux TDM reconstruit.

II.1.2 Variation du temps de transfert de paquets

La variation du temps de transfert de paquets (PDV, *packet delay variation*) IP est définie dans la Rec. UIT-T Y.1540. Puisque la valeur de cette variation est utilisée pour déterminer la taille du tampon de compensation de gigue, ces paquets peuvent arriver trop tard ou trop tôt pour être pris en compte. Ces paquets seront ignorés et considérés comme perdus, ce qui se traduira à nouveau par une rafale d'erreurs binaires dans le flux TDM reconstruit. Suivant certaines implémentations, tous les paquets arrivant dans le désordre seront rejetés et considérés comme perdus.

II.1.3 Taux d'erreurs sur les paquets

Le taux d'erreurs sur les paquets IP est défini dans la Rec. UIT-T Y.1540. Les erreurs binaires introduites dans le réseau IP seront généralement détectées par un mécanisme de détection d'erreurs de couche 2, ce qui entraîne le rejet des paquets concernés. Ceci génère une rafale d'erreurs binaires dans le flux TDM. Plus rarement, un paquet contenant des erreurs binaires peut ne pas être détecté et contribuer directement aux erreurs binaires TDM.

II.1.4 Perte globale de paquets

Le taux de perte globale de paquets est défini dans la Rec. UIT-T G.1020 [34]. Chacune des erreurs susmentionnées (perte de paquets, erreurs sur les paquets et variation excessive du temps de transfert des paquets) peut se traduire par la perte ou le rejet de paquets, ce qui entraîne une rafale d'erreurs binaires dans le service TDM. La Rec. UIT-T G.1020 définit une mesure composite pour ces types d'erreurs dans un réseau IP, appelée "perte globale de paquets".

Pour maintenir l'intégrité du rythme, la fonction d'interfonctionnement de sortie insère la quantité appropriée de données de remplissage dans le flux TDM reconstruit. Les données à insérer dépendent de la mise en œuvre considérée.

II.2 Relations entre les mesures de la performance d'un réseau IP et les mesures des dégradations d'un service TDM

La Rec. UIT-T G.826 [8] définit les "secondes erronées" et les "secondes gravement erronées", qui sont des paramètres de performance liés à l'intégrité des données transférées à travers le circuit TDM. On décrit ci-dessous la relation entre ces mesures de performance TDM et le taux de perte globale de paquets dans le réseau IP.

II.2.1 Taux de secondes erronées

Une seconde erronée est un intervalle d'une seconde comprenant une ou plusieurs erreurs binaires. La Rec. UIT-T G.826 spécifie les objectifs de bout en bout concernant le pourcentage de secondes qui peuvent être erronées pour chaque type de flux TDM.

Lorsqu'il s'agit, pour la plus grande partie des paquets IP perdus ou rejetés, d'événements isolés, chaque paquet perdu ou rejeté peut générer une seconde erronée, et seul un taux de perte globale de paquets extrêmement faible peut être conforme aux contraintes énoncées dans la Rec. UIT-T G.826. Si, au contraire, l'essentiel de la perte de paquets se fait par rafales, de nombreux événements de perte consécutifs contribuent à une même seconde erronée, et un taux de perte de paquets beaucoup plus important est autorisé. Une modélisation quantitative d'un tel comportement peut être réalisée en utilisant des modèles de réseau tels que ceux décrits dans l'Appendice I/G.1020.

II.2.2 Spécifications relatives aux secondes gravement erronées

Une seconde gravement erronée est définie comme une période d'une seconde au cours de laquelle au moins 30% des blocs de données TDM reçus sont erronés. La Rec. UIT-T G.826 spécifie les objectifs de bout en bout concernant le pourcentage de secondes qui peuvent être gravement erronées.

Si la majorité de paquets IP perdus ou rejetés correspondent à des rafales et si celles-ci sont de durée suffisante, des secondes gravement erronées peuvent apparaître dans le flux TDM reconstruit. En revanche, des événements de perte isolés conduisent à de faibles taux de secondes gravement erronées. Une fois encore, la modélisation de réseau peut illustrer la relation numérique qui lie la perte de paquets à la conformité aux prescriptions de la Rec. UIT-T G.826.

II.3 Prescriptions en matière de disponibilité

On entre dans "l'état d'indisponibilité", tel qu'il est défini dans la Rec. UIT-T G.826, au début d'une période de 10 secondes gravement erronées consécutives. On entre à nouveau dans "l'état de disponibilité" au début d'une période de 10 secondes consécutives dont aucune n'est gravement erronée.

La disponibilité d'un réseau IP est définie dans la Rec. UIT-T Y.1540 [25]. On peut corréler les définitions des disponibilités aux sens IP et TDM.

II.4 Spécifications liées à la qualité vocale

Suivant le taux de perte de paquets du réseau IP sous-jacent, les flux TDM acheminés sur des réseaux IP peuvent ne pas satisfaire aux objectifs en matière d'erreurs spécifiés dans la Rec. UIT-T G.826.

Toutefois, le trafic vocal acheminé dans des flux TDM peut encore satisfaire aux objectifs normalisés de qualité vocale. La diminution de la qualité vocale, spécifiée dans les Recommandations UIT-T P.800 [35] et P.862 [36], ainsi que les spécifications relatives au temps de transfert énoncées dans la Rec. UIT-T G.114 [7], sont des points particulièrement importants.

On admet généralement que la plupart des applications ont une performance acceptable lorsque le temps de transfert dans un seul sens est inférieur à 150 ms, en supposant qu'une limitation d'écho adéquate soit réalisée (des temps de transfert plus élevés peuvent être acceptables dans certains cas). La planification de réseau et la configuration de tampons de suppression de gigue doivent prendre en compte cette contrainte.

La perte de paquets dans un trafic vocal peut provoquer des espacements ou des artefacts générant une parole embrouillée et confuse, voire même inintelligible. Des mesures subjectives de la qualité de la parole sont données dans la Rec. UIT-T P.800 [35] et des mesures objectives sont données dans la Rec. UIT-T P.862 [36]. Le mécanisme d'interfonctionnement des réseaux TDM et IP doit

s'assurer que la qualité vocale perçue est similaire à celle du RTPC même lorsque le taux de perte globale de paquets a une valeur raisonnable.

Appendice III

Tailles de charge utile suggérées pour un transport indépendant de la structure

Un mécanisme de transport indépendant de la structure devrait être capable de prendre en charge les tailles de charge utile suivantes:

- données série synchrones – 64 octets;
- E1 – 256 octets;
- DS1 – 192 octets;
- E3 et DS3 – 1024 octets;
- des tailles de charge utile multiples de 47 octets peuvent être utilisées parallèlement à un service ATM-CES non structuré [30].

Toute taille de charge utile qui n'entraîne pas une fragmentation des paquets peut être utilisée après accord entre les fonctions d'interfonctionnement d'entrée et de sortie.

En choisissant des tailles de paquet multiples ou diviseurs entiers d'une période de signal FAS, on peut accroître la tolérance à la perte de paquets.

Appendice IV

Nombre suggéré d'unités AAL 1 SAR PDU par paquet

Le nombre d'unités PDU par paquet IP est préconfiguré et est généralement choisi en tenant compte des contraintes de temps de latence et de largeur de bande. L'utilisation d'une seule unité PDU réduit le temps de latence à une valeur minimale mais se traduit par une longueur d'en-tête maximale. On suggère d'utiliser entre 1 et 8 unités PDU par paquet pour les circuits E1 et DS1, et entre 5 et 15 unités PDU par paquet pour les circuits E3 et DS3.

L'utilisation d'au moins huit unités PDU par paquet invalide l'implémentation du mécanisme de numérotation de séquence AAL 1 et complique donc l'interfonctionnement avec des systèmes CES fondés sur l'ATM.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication