



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**Y.1413**

(03/2004)

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

Aspects relatifs au protocole Internet –  
Interfonctionnement

---

**Interfonctionnement des réseaux TDM et  
MPLS – Interfonctionnement dans le plan  
d'utilisateur**

Recommandation UIT-T Y.1413

---

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

<b>INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION</b>	
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
<b>ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET</b>	
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
<b>Interfonctionnement</b>	<b>Y.1400–Y.1499</b>
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
<b>RÉSEAUX DE LA PROCHAINE GÉNÉRATION</b>	
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 nouvelle 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.1413**

### **Interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS – Interfonctionnement dans le plan d'utilisateur**

#### **Résumé**

La présente Recommandation porte sur les fonctions requises pour l'interfonctionnement des réseaux TDM (acheminant des débits allant jusqu'aux signaux DS3 ou E3) et des réseaux MPLS. Elle définit des mécanismes et des procédures d'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur. Le modèle d'interfonctionnement et les fonctions d'interfonctionnement requises sont décrits en détail.

#### **Source**

La Recommandation Y.1413 de l'UIT-T a été approuvée le 15 mars 2004 par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

#### **Mots clés**

Interfonctionnement, MPLS, plan d'utilisateur, réseau, TDM

## 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 avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2004

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

## TABLE DES MATIÈRES

		<b>Page</b>
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives.....	1
3	Définitions .....	3
4	Abréviations.....	3
5	Conventions .....	4
6	Interfonctionnement TDM-MPLS .....	5
7	Spécifications générales.....	6
	7.1 Spécifications dans le plan d'utilisateur.....	6
	7.2 Considérations liées au plan de commande.....	7
	7.3 Considérations relatives à la gestion des anomalies.....	7
	7.4 Considérations relatives à la gestion du trafic.....	8
	7.5 Commande d'admission de connexion pour la fonction d'interfonctionnement.....	9
8	Considérations relatives au regroupement fonctionnel pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS.....	9
	8.1 Etiquette de transport.....	9
	8.2 Etiquette d'interfonctionnement .....	9
	8.3 Indicateurs d'interfonctionnement communs.....	10
	8.4 Données de cadence temporelle facultatives.....	12
9	Formats de charge utile.....	13
	9.1 Transport indépendant de la structure .....	13
	9.2 Transport dépendant de la structure .....	14
10	Considérations relatives à la synchronisation.....	17
	10.1 Scénarios de distribution du signal d'horloge.....	18
11	Considérations relatives à la perte de paquets.....	20
12	Prise en charge d'une signalisation CAS ou CCS.....	20
	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.....	21
Appendice I – Autres méthodes relatives à l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS.....		21
	I.1 Utilisation de la Rec. UIT-T Y.1411 .....	21
	I.2 Utilisation d'une couche AAL de type 2.....	22
Appendice II – Traitement facultatif des signaux CCS fondés sur la commande HDLC .....		22
Appendice III – Exemples de diagrammes fonctionnels .....		23
Appendice IV – Mesures de la performance d'un réseau MPLS .....		24
	IV.1 Erreurs dans le réseau MPLS ayant une incidence sur le service TDM.....	25

	<b>Page</b>
IV.2 Relations entre les mesures de la performance d'un réseau MPLS et les mesures des anomalies de service TDM .....	25
IV.3 Prescriptions en matière de disponibilité.....	26
IV.4 Spécifications liées à la qualité vocale .....	26
Appendice V – Fréquences d'horloge commune suggérées pour le protocole RTP .....	27
Appendice VI – Tailles de charge utile suggérées pour un transport indépendant de la structure .....	27
Appendice VII – Nombre suggéré d'unités AAL 1 SAR PDU par paquet .....	28

## **Introduction**

Il est nécessaire de définir l'interfonctionnement entre des réseaux synchrones ou plésiochrones classiques (appelés par la suite réseaux TDM) et des réseaux MPLS. Un tel interfonctionnement doit garantir que la cadence TDM, la signalisation, la qualité vocale et l'intégrité du signal d'alarme seront conservées.





## Recommandation UIT-T Y.1413

### Interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS – Interfonctionnement dans le plan d'utilisateur

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation porte sur les fonctions requises pour l'interfonctionnement entre réseaux TDM et réseaux MPLS, et notamment sur les mécanismes et les procédures d'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur aux fins de transport. Elle définit en particulier une liste de spécifications, de scénarios d'interfonctionnement, de formats et d'indications sémantiques d'encapsulation pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS. Les connexions TDM étant par nature de type point à point, un tel interfonctionnement définit une seule connexion entre deux fonctions d'interfonctionnement. La présente Recommandation porte uniquement sur les débits TDM inférieurs ou égaux aux débits T3 et E3.

#### 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 G.705 (2000), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique plésiochrone.*
- [2] Recommandation UIT-T G.702 (1988), *Débits binaires de la hiérarchie numérique.*
- [3] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*
- [4] Recommandation UIT-T G.751 (1988), *Équipements 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.*
- [5] ANSI T1.107-2002, *Digital Hierarchy – Formats Specification.*
- [6] ETSI TS 100 592 V8.0.0 (2000-06), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Base Station Controller – Base Transceiver Station (BSC – BTS) interface; General aspects. (GSM 08.51 version 8.0.0 Release 1999.)*
- [7] Recommandation UIT-T Y.1411 (2003), *Interfonctionnement des réseaux ATM et MPLS – Interfonctionnement dans le plan utilisateur en mode cellule.*
- [8] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
- [9] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport.*
- [10] 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).*

- [11] 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)*.
- [12] 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*.
- [13] Recommandation UIT-T Q.700 (1993), *Introduction au système de signalisation n° 7 du CCITT*.
- [14] 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*.
- [15] 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*.
- [16] 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*.
- [17] Recommandation UIT-T Y.1711 (2004), *Mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS*.
- [18] IETF RFC 3270 (2002), *MPLS Support of Differentiated Services*.
- [19] IETF RFC 3209 (2001), *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels*.
- [20] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- [21] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.
- [22] Recommandation UIT-T I.363.1 (1996), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 1*.
- [23] ATM Forum af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service (CES) 2.0*.
- [24] Recommandation UIT-T G.802 (1988), *Interfonctionnement de réseaux appliquant des hiérarchies numériques et des lois de codage de la parole différentes*.
- [25] Recommandation UIT-T I.363.2 (2000), *Spécification de la couche d'adaptation ATM du RNIS-LB: AAL de type 2*.
- [26] Recommandation UIT-T I.366.2 (2000), *Sous-couche de convergence propre au service de la couche AAL de type 2 pour les services à bande étroite*.
- [27] 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*.
- [28] Recommandation UIT-T Q.921 (1997), *Interface usager-réseau du RNIS – Spécification de la couche de liaison de données*.
- [29] Recommandation UIT-T G.703 (2001), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- [30] Recommandation UIT-T G.827 (2003), *Paramètres et objectifs de disponibilité pour les conduits numériques internationaux de bout en bout à débit constant*.
- [31] 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*.
- [32] Recommandation UIT-T P.562 (2004), *Analyse et interprétation des mesures en service sans intrusion dans les services vocaux*.

- [33] 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.*
- [34] Recommandation UIT-T G.114 (2003), *Temps de transmission dans un sens.*

### 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.1 TDM:** ce terme se rapporte généralement aux flux binaires isochrones utilisés dans les réseaux téléphoniques, en particulier ceux qui appartiennent à la hiérarchie PDH (hiérarchie numérique plésiochrone) décrite dans la Rec. UIT-T G.705 [1]. Les débits binaires généralement utilisés dans diverses régions du monde sont détaillés dans la Rec. UIT-T G.702 [2].
- 3.2 multiplexage TDM structuré:** flux TDM avec un niveau quelconque de structure imposé par un signal de verrouillage de trame, comme ceux définis dans les références [3], [4], [5] ou [6].
- 3.3 multiplexage TDM non structuré:** flux TDM sans structure imposée, de telle sorte que tous les bits sont disponibles pour les données d'utilisateur.
- 3.4 transport indépendant de la structure:** transport d'un flux TDM non structuré, ou d'un flux TDM structuré mais dont la structure est complètement ignorée par le mécanisme de transport. Un mécanisme de transport indépendant de la structure conserve la séquence binaire précise des données et de tout en-tête de structure qui pourrait être présent. L'encapsulation n'offre aucun mécanisme de localisation ou d'utilisation du signal de verrouillage de trame.
- 3.5 transport dépendant de la structure:** transport d'un flux TDM structuré prenant en compte au moins un certain niveau de la structure. Dans ce type de transport, il n'est pas obligatoire d'acheminer tous les bits du flux TDM sur le réseau MPLS; plus précisément, le signal FAS peut être extrait à l'entrée et être régénéré en sortie.
- 3.6 encapsulation à structure verrouillée:** encapsulation utilisée pour le transport TDM dépendant de la structure lorsque les limites de structure TDM sont indiquées par des limites de charge utile de paquet.
- 3.7 encapsulation avec indication de structure:** encapsulation utilisée pour le transport TDM dépendant de la structure lorsque les limites de structure TDM sont indiquées par des pointeurs.
- 3.8 segment TDM:** octets extraits d'un flux TDM continu. Chaque octet du segment TDM est rempli en commençant par le bit de plus fort poids, et les octets sont placés dans le segment suivant l'ordre dans lequel ils sont reçus.
- 3.9 interfonctionnement:** voir la Rec. UIT-T Y.1411 [7].
- 3.10 fonction d'interfonctionnement:** voir la Rec. UIT-T Y.1411 [7].
- 3.11 fonction d'interfonctionnement d'entrée:** fonction d'interfonctionnement dans laquelle un flux TDM continu est segmenté puis encapsulé en paquets MPLS (sens TDM vers MPLS).
- 3.12 fonction d'interfonctionnement de sortie:** fonction d'interfonctionnement dans laquelle les segments TDM sont extraits des paquets MPLS puis réassemblés en un flux TDM continu (sens MPLS vers TDM).

### 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

- AAL couche d'adaptation ATM (*ATM adaptation layer*)
- AIS signal d'indication d'alarme (*alarm indication signal*)

AP	point d'accès ( <i>access point</i> )
ATM	mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
CAS	signalisation de 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> )
EXP	bits expérimentaux ( <i>experimental bit</i> )
FAS	signal de verrouillage de trames ( <i>frame alignment signal</i> )
HDLC	commande de liaison de données à haut niveau ( <i>high level data link control</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> )
LSP	chemin commuté avec étiquette ( <i>label switched path</i> )
LSR	routeur à commutation par étiquette ( <i>label switching router</i> )
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage ( <i>multi-protocol label switching</i> )
MTU	unité de transport maximale ( <i>maximum transport unit</i> )
OAM	exploitation et maintenance ( <i>operation and maintenance</i> )
PDB	comportement par domaine ( <i>per domain behaviour</i> )
PDU	unité de données protocolaire ( <i>protocol data unit</i> )
PHB	comportement par saut ( <i>per hop behaviour</i> )
PM	surveillance de la performance ( <i>performance monitoring</i> )
PSC	classe de programmation de comportement PHB ( <i>PHB scheduling class</i> )
QS	qualité de service
RDI	indication de défaut distant ( <i>remote defect indication</i> )
RFC	demande de commentaires ( <i>request for comments</i> )
RTP	protocole en temps réel ( <i>real time protocol</i> )
SAR	segmentation et réassemblage ( <i>segmentation and reassembly</i> )
TCP	point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point</i> )
TDM	multiplexage par répartition dans le temps ( <i>time division multiplex</i> )
TTL	durée de vie ( <i>time to live</i> )

## 5 Conventions

On utilise dans la présente Recommandation la terminologie classique pour les signaux numériques aux différents niveaux de la hiérarchie de débit G.702. En particulier, le signal numérique de premier niveau ayant pour débit 2048 kbit/s (signal P12 suivant la terminologie G.705) 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 T1, le signal dérivé de deuxième niveau ayant

pour débit 6312 kbit/s (signal P21) est désigné par T2 et le signal dérivé de troisième niveau ayant pour débit 44 736 kbit/s (P32) est désigné par T3.

## 6 Interfonctionnement TDM-MPLS

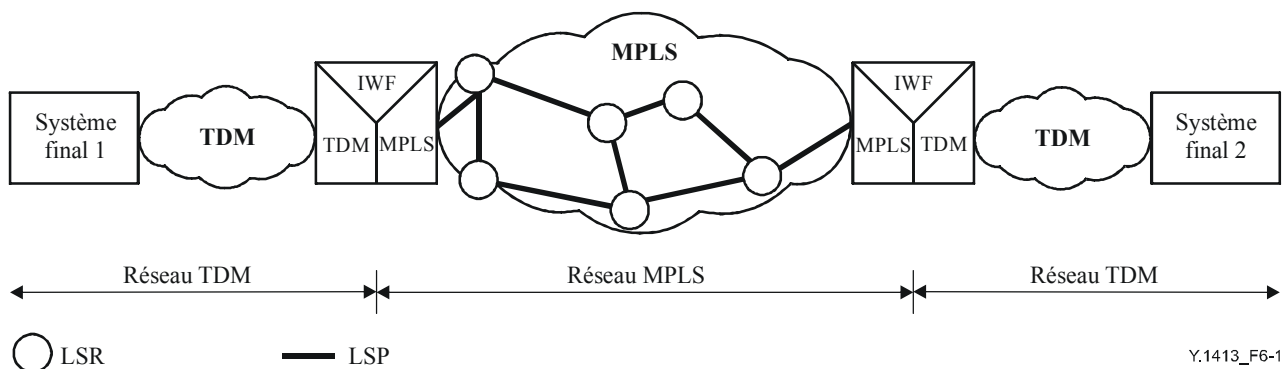
La technique de commutation multiprotocolaire par étiquetage (MPLS) [8] permet de prendre en charge plusieurs services (IP, ATM, relais de trames et TDM) sur une seule infrastructure de réseau.

La présente Recommandation définit l'interfonctionnement pour des services TDM de débit inférieur ou égal à T3 ou E3. L'interfonctionnement MPLS avec des services TDM de débit supérieur, tels que SONET/SDH, n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

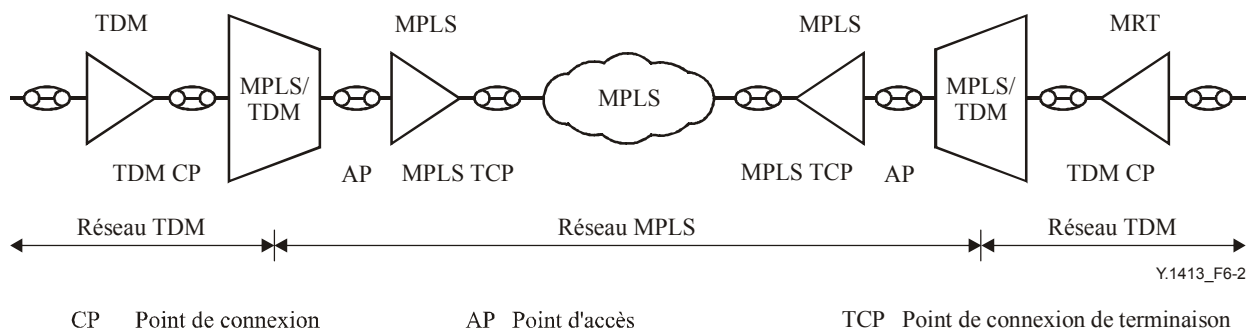
La Figure 6-1 décrit une architecture de réseau général pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS lorsque des réseaux TDM sont interconnectés par le biais d'un réseau MPLS. Dans le sens TDM vers MPLS, le flux TDM continu est segmenté et encapsulé dans des paquets MPLS par la fonction d'interfonctionnement. Dans le sens MPLS vers TDM, les segments TDM sont extraits des paquets MPLS et le flux TDM continu est réassemblé.

La Figure 6-2 décrit l'architecture fonctionnelle de réseau de l'interfonctionnement TDM-MPLS en utilisant les techniques de représentation graphique de la Rec. UIT-T G.805 [9]. Des exemples de scénarios particuliers sont donnés dans l'Appendice III.

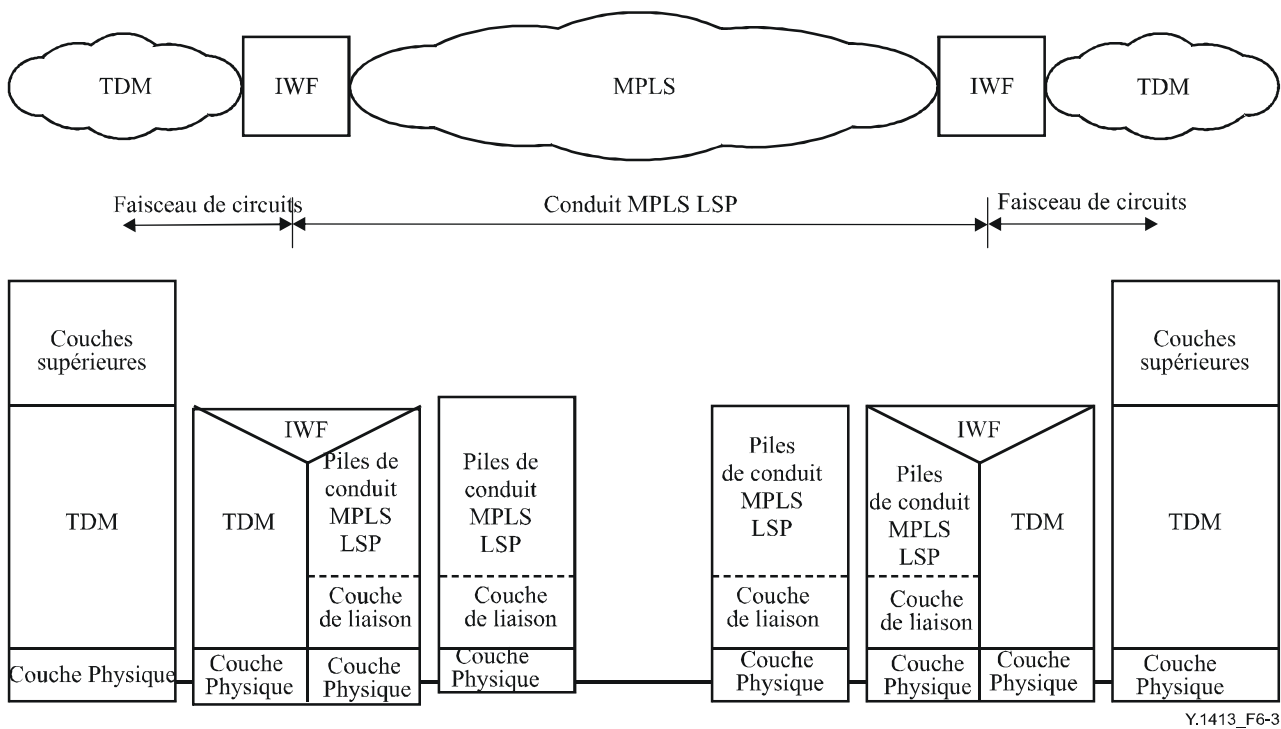
La Figure 6-3 présente un modèle de réseau de référence et les couches de protocole pour l'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur TDM-MPLS.



**Figure 6-1/Y.1413 – Architecture de référence pour l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS**



**Figure 6-2/Y.1413 – Architecture fonctionnelle de l'interfonctionnement TDM-MPLS décrite conformément aux conventions de représentation de la Rec. UIT-T G.805**



**Figure 6-3/Y.1413 – Modèle de réseau de référence et couches de protocole pour l'interfonctionnement dans le plan d'utilisateur TDM-MPLS**

## 7 Spécifications générales

### 7.1 Spécifications dans le plan d'utilisateur

Les capacités suivantes sont requises pour le transfert transparent de flux TDM dans le plan d'utilisateur:

- a) La capacité à transporter plusieurs flux TDM dans un conduit LSP d'interfonctionnement.
- b) La prise en charge de connexions bidirectionnelles à largeur de bande symétrique et liaisons vers le TDM duplex.
- c) La capacité à transporter les types TDM non structurés suivants:
  - 1) T1 à 1544 kbit/s;
  - 2) E1 à 2048 kbit/s;
  - 3) T2 à 6312 kbit/s;
  - 4) données série synchrone telles que définies dans les Recs UIT-T V.36 [10] et V.37 [11];
  - 5) données N×64k (c'est-à-dire 64 kbit/s, 128 kbit/s, 192 kbit/s) telles que définies dans la Rec. UIT-T I.231.1 [12];
  - 6) T3 à 44 736 kbit/s tel que défini dans ANSI T1.107 [5];
  - 7) E3 à 34 368 kbit/s tel que défini dans la Rec. UIT-T G.751 [4].
- d) La capacité à transporter les types TDM structurés suivants:
  - 1) T1 tel que défini dans la Rec. UIT-T G.704 [3];
  - 2) T1 fractionné acheminant N intervalles de temps (N compris entre 1 et 23) tel que défini dans 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) terminaisons DS0 synchrones multiples;
- 6) T2 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 CAS, tels que définis dans ANSI T1.107 et dans la Rec. UIT-T G.704.
- f) La capacité à transporter la signalisation CCS associée à une jonction, par exemple telle que définie dans les Recs UIT-T Q.700 [13] et Q.931 [14].
- g) La capacité de la fonction d'interfonctionnement de sortie à déduire la cadence temporelle à partir d'un signal d'horloge externe, à exploiter une source d'horloge commune ou à retrouver la cadence TDM par des moyens adaptatifs.
- h) La conformité de la récupération de la base de temps aux spécifications de gigue et de dérapage des [15] et [16].
- i) La capacité d'interfonctionnement avec les services CES existants.
- j) La capacité à détecter de façon fiable la perte et le mauvais agencement des paquets.
- k) La capacité à injecter des données de remplissage pour compenser la perte de paquets.
- l) La capacité à bien fonctionner avec des commutateurs MPLS déployés qui différencient les paquets IP et les paquets LSP d'interfonctionnement sur la base des quatre premiers bits du contenu du paquet.
- m) La capacité de la fonction 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 MTU du conduit.

## **7.2 Considérations liées au plan de commande**

Dans le cas d'un transfert transparent de services de type TDM, les points suivants doivent être signalés ou fournis:

- a) Mise en place et configuration des conduits LSP de transport et d'interfonctionnement.
- b) Demande de deux connexions point à point ayant la même largeur de bande, et association de leurs étiquettes d'interfonctionnement pour créer une connexion bidirectionnelle.
- c) Nombre d'octets de charge utile par paquet MPLS pour un conduit LSP d'interfonctionnement donné.
- d) Taux et type de trafic TDM.

## **7.3 Considérations relatives à la gestion des anomalies**

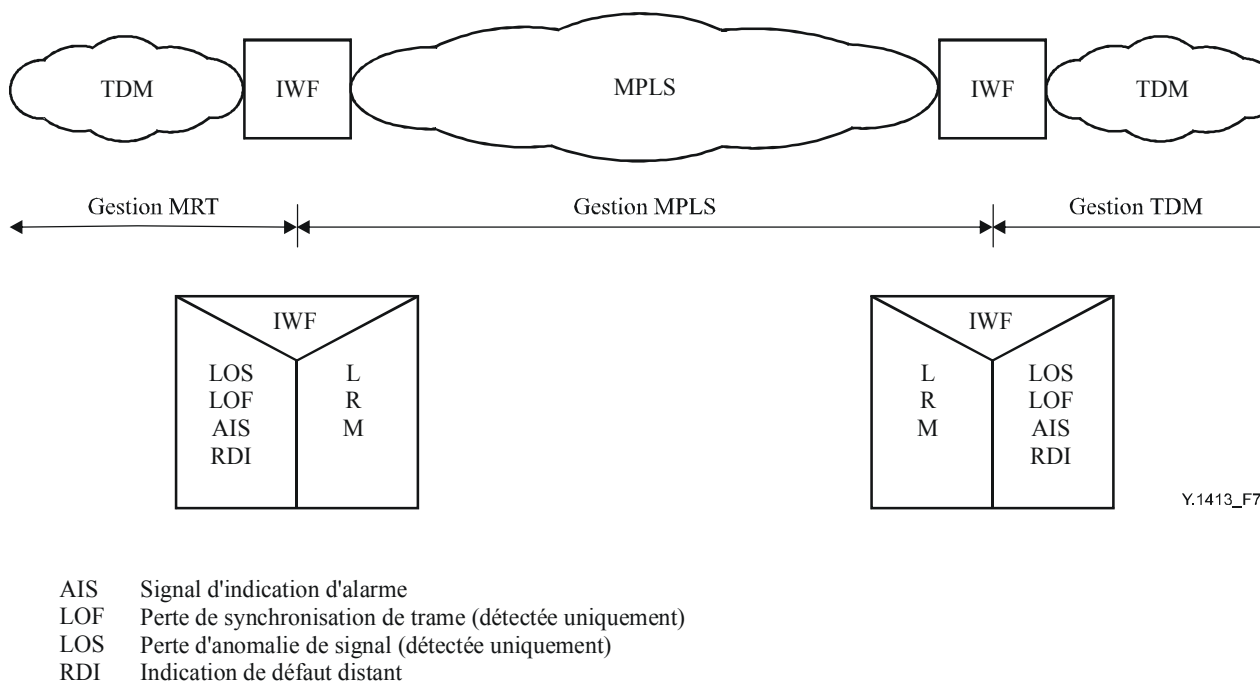
La fonction d'interfonctionnement doit prendre en charge le transfert des informations d'anomalie entre les réseaux MPLS et TDM, comme décrit sur la Figure 7-1. En particulier, les anomalies TDM locales, telles que la perte de signal ou la perte de synchronisation, doivent être signalées de la fonction d'interfonctionnement d'entrée à la fonction d'interfonctionnement de sortie; et les anomalies MPLS, telles qu'un mauvais ordonnancement ou une indication explicite d'anomalie MPLS, doivent être signalées de la sortie à la fonction d'interfonctionnement d'entrée.

La fonction d'interfonctionnement doit transférer les indications d'anomalie TDM via le réseau MPLS en déterminant les drapeaux appropriés dans les indicateurs d'interfonctionnement communs. 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 anomalies ou indications relatives au multiplexage TDM (par exemple LOS, LOF ou AIS). En outre, une alarme appropriée doit, le cas échéant, être envoyée à la couche de commande. Les interactions client serveur entre flux TDM et mécanismes MPLS OAM [17] feront l'objet d'études ultérieures.

Lorsqu'elle détecte des anomalies MPLS distantes, la fonction d'interfonctionnement de sortie doit, outre en informer la fonction d'interfonctionnement d'entrée et maintenir l'intégrité de la cadence temporelle de l'interface TDM locale, envoyer l'alarme appropriée à la couche de commande.

On doit pouvoir faire la distinction entre les anomalies intervenant dans le réseau MPLS et celles qui se produisent dans le réseau TDM distant.



**Figure 7-1/Y.1413 – Représentation fonctionnelle de la gestion des anomalies TDM-MPLS**

#### 7.4 Considérations relatives à la gestion du trafic

Le conduit LSP de transport doit pouvoir assurer la qualité de service requise pour toutes les connexions TDM. Il doit satisfaire aux spécifications de largeur de bande cumulative pour toutes les connexions TDM transportées.

Si le réseau MPLS dispose d'une capacité Diffserv conformément à la norme RFC 3270 [18], le comportement EF-PB (comportement PDB PHB avec expédition vers l'avant EF (*expedited forwarding*)) devrait être utilisé, pour fournir un service à faible temps de latence et à gigue minimale. On suggère de surdimensionner quelque peu le conduit LSP de transport.

Si le réseau MPLS dispose d'une capacité Intserv conformément à la norme RFC 3209 [19], le service garanti (GS, *guaranteed service*) avec une réservation de largeur de bande appropriée devrait être utilisé pour fournir une garantie de largeur de bande égale ou supérieure à celle du trafic TDM cumulatif.



Le temps de propagation dans le réseau MPLS devrait être mesuré avant le flux de trafic, afin d'évaluer le temps de latence.

## 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 fournir une commande d'admission de connexion. La décision d'admission devrait être fondée sur l'attribution totale de largeur de bande pour le conduit LSP de transport sur la largeur de bande déjà attribuée aux conduits LSP d'interfonctionnement existants 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 est refusée ou la fonction d'interfonctionnement peut demander un accroissement de la largeur de bande du conduit LSP de transport pour admettre la connexion TDM.

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

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

Etiquette de transport
Etiquette d'interfonctionnement
Indicateurs d'interfonctionnement communs
Informations de cadence temporelle facultatives
Charge utile TDM

Figure 8-1/Y.1413 – Groupes fonctionnels relatifs à l'interfonctionnement TDM-MPLS

### 8.1 Etiquette de transport

Les conduits LSP étant unidirectionnels alors que le multiplexage TDM est intrinsèquement bidirectionnel, l'association de deux conduits LSP de transport de sens opposés sera requise. Les conduits LSP peuvent avoir des valeurs d'étiquette différentes.

L'étiquette de transport de 4 octets identifie un conduit LSP utilisé pour acheminer le trafic entre deux fonctions d'interfonctionnement. L'étiquette de transport est un en-tête normalisé de calage (shim) MPLS [20] qui est traité au niveau de chaque routeur LSR. Le bit S est mis à 0 pour cette étiquette, ce qui indique que cette dernière ne se trouve pas au bas de la pile d'étiquettes. La détermination des champs EXP et TTL de l'étiquette de transport ne relève pas du domaine d'application de la présente Recommandation.

### 8.2 Etiquette d'interfonctionnement

Les conduits LSP étant unidirectionnels alors que le multiplexage TDM est intrinsèquement bidirectionnel, l'association de deux conduits LSP de transport de sens opposés sera requise. Les conduits LSP peuvent avoir des valeurs d'étiquette différentes.

La fonction d'interfonctionnement gère les informations de contexte qui associent des connexions TDM à des conduits LSP d'interfonctionnement.

L'étiquette d'interfonctionnement qui occupe 4 octets identifie de manière univoque un conduit LSP d'interfonctionnement acheminé à l'intérieur d'un conduit LSP de transport. Plusieurs conduits LSP d'interfonctionnement peuvent être pris en charge par un conduit LSP de transport.

L'étiquette d'interfonctionnement est un en-tête normalisé de calage (shim) MPLS [20], dont le bit S est mis à 1 pour indiquer le bas de la pile d'étiquettes. Puisque l'interfonctionnement TDM-MPLS est strictement une application point à point, la valeur TTL devrait être mise à 2. La détermination du champ EXP de l'étiquette d'interfonctionnement fera l'objet d'études ultérieures.

### 8.3 Indicateurs d'interfonctionnement communs

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

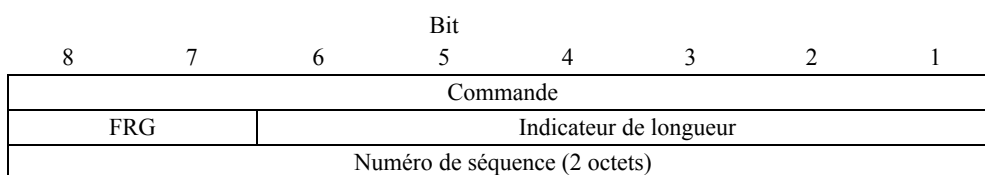


Figure 8-2/Y.1413 – Indicateurs d'interfonctionnement communs

#### 8.3.1 Champ commande

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

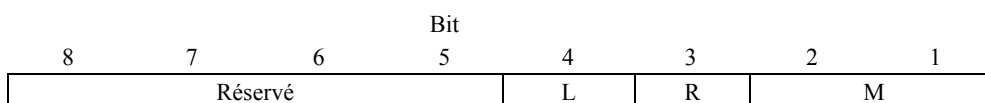


Figure 8-3/Y.1413 – Champ commande

Le champ réservé doit être mis à zéro pour faciliter une exploitation correcte en présence de commutateurs MPLS déployés capables de différencier des paquets IP et des paquets de conduit LSP d'interfonctionnement sur la base des quatre bits de ce champ.

Les champs L, R et M permettent un transfert transparent des indications d'anomalie TDM entre les fonctions d'interfonctionnement. Leur utilisation devrait être conforme aux principes des Recommandations UIT-T appropriées de la série G relatives aux fonctionnalités OAM.

**L** Anomalie TDM locale: la mise à 1 du bit L bit indique que la fonction d'interfonctionnement d'entrée a détecté ou a été informée d'une anomalie TDM affectant les données TDM. 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 l'anomalie TDM est rectifiée.

**R** Anomalie de réception distante: la mise à 1 du bit R indique que la source de paquets ne reçoit pas de paquets en provenance du réseau MPLS. Elle indique donc une anomalie en sens opposé. Cette indication peut être utilisée pour signaler un encombrement du réseau MPLS 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 d'anomalie: 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 d'anomalie locale
- 0 1 valeur réservée
- 1 0 rend compte à la fonction d'interfonctionnement de l'entrée de la réception d'une indication RDI au niveau de l'entrée TDM
- 1 1 valeur réservée.

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

**M**

- 0 0 indique une anomalie 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 en 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:

**FRG**

- 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 le paquet acheminant un fragment intermédiaire.

### **8.3.3 Champ longueur**

Lorsque le conduit LSP comprend une liaison 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 MPLS, et sa valeur correspond à la somme:

- a) de la taille des indicateurs d'interfonctionnement communs;
- b) de la taille des informations facultatives de cadence temporelle; et

c) de la taille de la charge utile,

sauf si cette somme est égale ou supérieure à 64 octets, auquel cas le champ longueur devrait 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 à la fonction d'interfonctionnement d'entrée (sens TDM vers MPLS):

- Le numéro de séquence devrait être positionné à une valeur aléatoire pour le premier paquet MPLS transmis sur le conduit LSP d'interfonctionnement.
- Pour chaque paquet MPLS 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 doivent être remis dans l'ordre si possible. Le mécanisme par le biais duquel un paquet est considéré comme perdu dépend de la mise en œuvre considérée.

Les procédures suivantes s'appliquent à la fonction d'interfonctionnement de sortie (sens MPLS vers TDM):

- La fonction d'interfonctionnement de sortie conserve un numéro de séquence attendu.
- On considère que le premier paquet reçu en provenance du réseau MPLS est le paquet attendu, et que le numéro de séquence attendu est égal à son numéro de séquence.
- Si le 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 Données de cadence temporelle facultatives**

Les données de cadence temporelle facultatives peuvent être acheminées en utilisant l'en-tête RTP défini dans la norme RFC 3550.

S'il est utilisé, l'en-tête RTP apparaît dans chaque paquet d'interfonctionnement immédiatement après le champ indicateurs d'interfonctionnement communs et immédiatement avant la charge utile.

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

- 1) V (version) est toujours positionné à 2.
- 2) P (bourrage), X (extension d'en-tête), CC (compte CSRC) et M (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.
- 3) 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 conduit LSP d'interfonctionnement.

- b) La fonction d'interfonctionnement d'entrée doit positionner le champ PT dans l'en-tête RTP à la valeur attribuée.
- 4) Le numéro de séquence dans l'en-tête RTP doit être égal au numéro de séquence dans les indicateurs d'interfonctionnement communs.
- 5) Des horodates sont utilisées pour acheminer les informations de cadence temporelle sur le réseau, comme on l'explique au § 9:
  - a) Les valeurs sont générées conformément aux règles établies dans [21].
  - 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.
- 6) Le champ SSRC (source de synchronisation) dans l'en-tête RTP peut être utilisé pour détecter les mauvaises connexions.

## **9 Formats de charge utile**

Le § 9.1 spécifie le format de la charge utile pour un mécanisme de transport indépendant de la structure, alors que le § 9.2 définit deux formats de charge utile associés à un mécanisme de transport dépendant de la structure. Le § 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 [22] et [23].

### **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 [3].

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 défini à l'initialisation;
- peut être modifié en utilisant un protocole de signalisation;
- doit être le même dans les deux sens; et
- doit rester inchangé pendant la durée de vie de la connexion pour les données TDM valables.

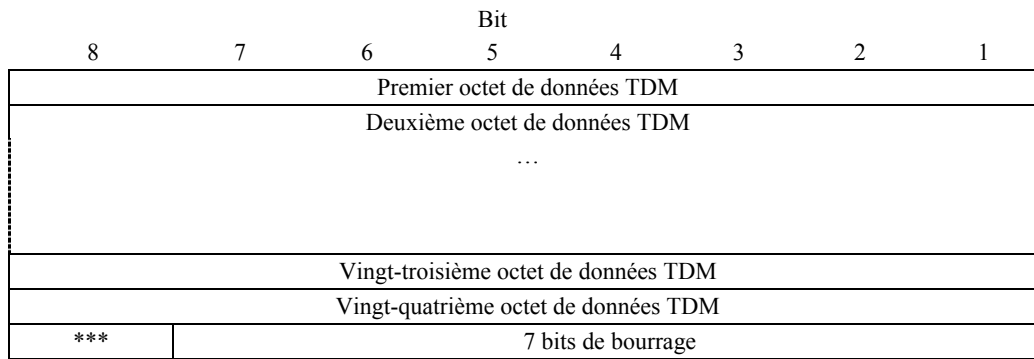
Les lignes directrices relatives à la sélection appropriée du nombre d'octets par paquet sont données dans l'Appendice VI.

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

NOTE – La couche AAL de type 1 décrite au § 9.2.2 ci-dessous 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 T1 avec calage d'octets**

Des circuits T1 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 [24]. Suivant ce format, la charge utile comprend un nombre entier de sous-frames 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

**Figure 9-1/Y.1413 – Format de charge utile T1 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 supprimant l'en-tête de la structure en entrée et la régénérant en sortie, et préserve l'intégrité de la structure TDM grâce à l'utilisation d'un verrouillage de structure ou d'une indication de structure.

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 du conduit LSP d'interfonctionnement. 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 sont envoyés au réseau TDM.

Pour les services spécifiés 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 µs.

Pour les services spécifiés au point e du § 7.1, la charge utile du paquet comprend une multitrame entière. En revanche, cette multitrame peut 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 FRG 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 spécifiées, 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 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.

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 et N intervalles de temps par trame.

**Figure 9-2/Y.1413 – Formats de charge utile pour une encapsulation à structure verrouillée sans signalisation CAS (le paquet MPLS 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 2)			

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.1413 – Formats de charge utile pour une encapsulation à structure verrouillée avec signalisation CAS (le paquet MPLS achemine une sous-structure de signalisation)**

### 9.2.2 Encapsulation avec indication de structure

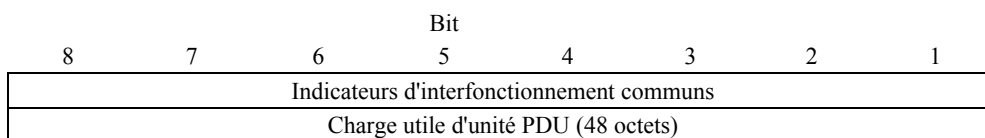
Pour cette encapsulation, le flux binaire TDM est adapté au moyen de la couche AAL de type 1 (comme on le décrit dans [22] et [23] pour former des unités AAL de type 1 SAR-PDU de 48 octets, comme on le décrit au § 2.4.2/1.363.1 [22].

La charge utile du paquet comprend une ou plusieurs unités PDU, comme on le décrit sur les Figures 8-2 et 8-3. Le nombre d'unités PDU par paquet:

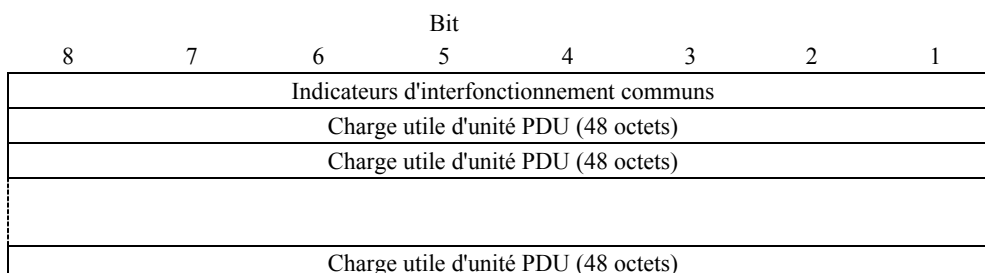
- doit être défini à l'initialisation;
- peut être modifié en utilisant un protocole de signalisation;
- doit être le même dans les deux sens; et
- doit rester inchangé pendant la durée de vie de la connexion.

Les lignes directrices relatives à la sélection du nombre d'unités PDU par paquet sont données dans l'Appendice VII.





**Figure 9-4/Y.1413 – Encapsulation avec indication de structure pour un paquet contenant une seule unité PDU**



**Figure 9-5/Y.1413 – 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 AAL1.

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 CSI 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 le § 10 ci-dessous).

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 du Forum ATM [23] 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 à la synchronisation

Les réseaux TDM sont synchrones et distribuent de façon hiérarchique une cadence temporelle précise pour respecter les spécifications requises en matière d'erreurs. Etant donné que les réseaux MPLS, qui n'ont pas été conçus pour le transport TDM, ne possèdent pas de mécanisme intrinsèque de distribution du signal d'horloge, d'autres méthodes de distribution du signal d'horloge doivent être fournies.

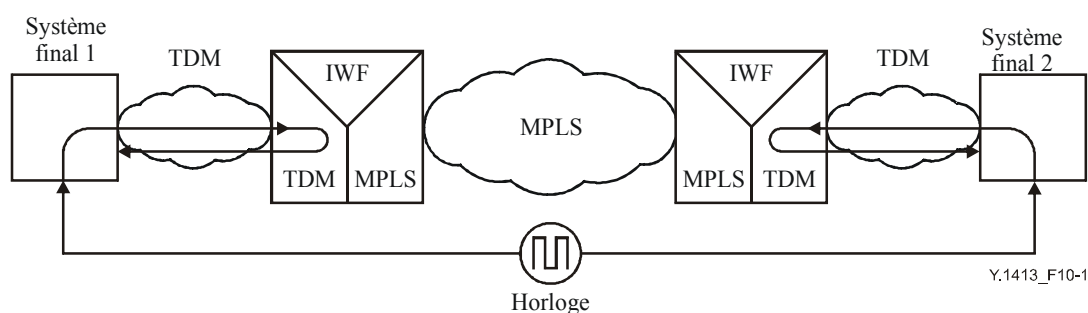
On peut identifier quatre principaux scénarios de distribution du signal d'horloge, qui diffèrent par la disponibilité et l'emplacement des sources de synchronisation. La sélection du mécanisme de distribution de synchronisation peut être faite de manière indépendante pour chaque conduit LSP d'interfonctionnement TDM-MPLS.

## 10.1 Scénarios de distribution du signal d'horloge

Les quatre scénarios de distribution du signal d'horloge sont décrits dans le présent paragraphe.

### 10.1.1 Disponibilité d'une horloge de référence au niveau des systèmes d'extrémité TDM

Suivant le scénario illustré sur la Figure 10-1, les systèmes d'extrémité TDM partagent une horloge de référence, dont le signal est distribué par des moyens dont la description n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. On peut également disposer d'une horloge de référence principale au niveau de chaque site, ces deux horloges pouvant alors être considérées comme identiques en raison de leur précision.



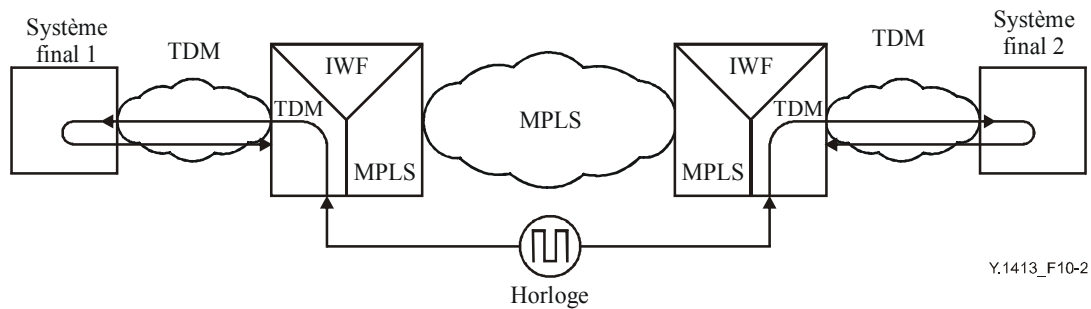
**Figure 10-1/Y.1413 – Disponibilité d'une horloge de référence au niveau des systèmes d'extrémité**

Suivant ce scénario, chaque système d'extrémité utilise l'horloge de référence pour générer un signal temporel utilisé pour transmettre les données TDM vers la fonction d'interfonctionnement. Les fonctions d'interfonctionnement asservissent leur circuit de synchronisation à ces données TDM d'entrée lorsqu'elles transmettent les données TDM vers les systèmes d'extrémité.

### 10.1.2 Disponibilité d'une horloge de référence au niveau des fonctions d'interfonctionnement

Suivant le scénario illustré sur la Figure 10-2, les deux fonctions d'interfonctionnement partagent une horloge de référence, dont le signal est distribué par des moyens dont la description n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation. Chaque fonction d'interfonctionnement utilise l'horloge de référence pour générer le signal d'horloge utilisé pour transmettre les données TDM vers le système d'extrémité. Les systèmes d'extrémité asservissent leur circuit de synchronisation à ces données TDM d'entrée lorsqu'ils transmettent les données TDM vers la fonction d'interfonctionnement.

Un scénario faisant intervenir un réseau TDM fonctionnant conformément aux indications du § 10.1.1 et un autre réseau TDM fonctionnant conformément aux indications du présent paragraphe est également possible.

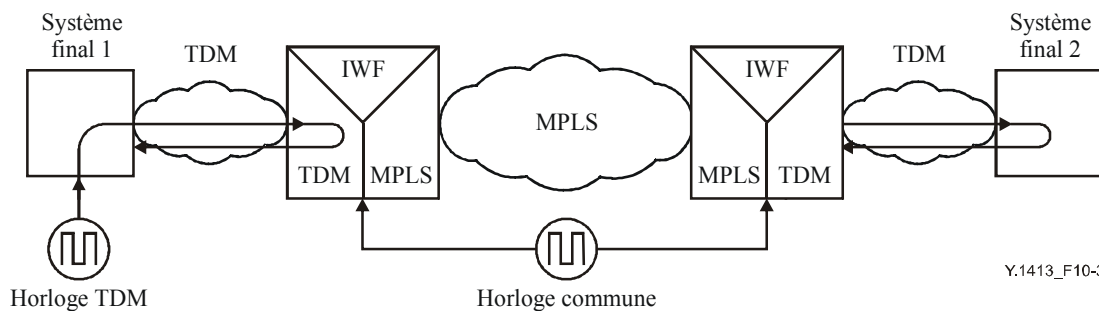


Y.1413\_F10-2

**Figure 10-2/Y.1413 – Disponibilité d'une horloge de référence au niveau des fonctions d'interfonctionnement**

### 10.1.3 Disponibilité d'une horloge commune au niveau des fonctions d'interfonctionnement

Suivant le scénario illustré sur la Figure 10-3, l'un des systèmes d'extrémité TDM doit asservir son circuit de synchronisation sur celui de l'autre système, et les fonctions d'interfonctionnement partagent une horloge commune indépendante de la cadence temporelle TDM. Dans ce cas, la relation entre la fréquence de l'horloge TDM maître et celle de l'horloge commune peut être codée d'une certaine manière et transmise à travers le réseau à transmission en mode paquet. La fréquence maître peut être régénérée au niveau de la fonction d'interfonctionnement distante en modifiant la fréquence de l'horloge commune sur la base de la relation de codage reçue.



Y.1413\_F10-3

**Figure 10-3/Y.1413 – Disponibilité d'une horloge commune au niveau des fonctions d'interfonctionnement**

Deux mécanismes permettant de coder la relation entre l'horloge TDM dont on veut récupérer la fréquence et l'horloge commune de référence sont bien connus. Le mécanisme SRTS décrit dans la Rec. UIT-T I.363.1 permet de coder le reste de la division entre la fréquence de référence et la fréquence TDM, tandis que des horodates RTP peuvent être utilisées pour coder la différence entre la fréquence de l'horloge TDM maître et celle de l'horloge commune de référence.

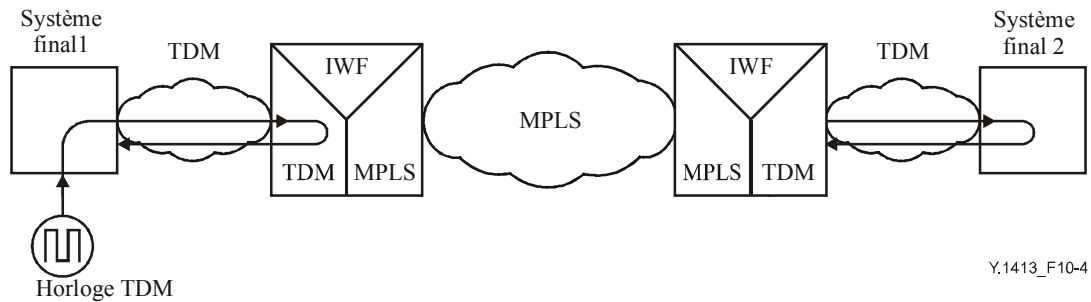
Suivant une variante à ce scénario, chacun des deux systèmes d'extrémité TDM peut disposer d'une horloge source précise, mais indépendante, et les deux fonctions d'interfonctionnement peuvent calculer de manière indépendante leur fréquence d'horloge sur la base de la relation de codage reçue.

### 10.1.4 Récupération adaptative de la fréquence d'horloge

Suivant le scénario illustré sur la Figure 10-4, l'un des systèmes d'extrémité TDM doit asservir son circuit de synchronisation à celui de l'autre système, et aucune horloge de référence commune n'est disponible. Dans ce cas, une fonction de récupération adaptative de la fréquence d'horloge doit être utilisée au niveau de la fonction d'interfonctionnement de sortie. Cette fonction de récupération

adaptative utilise uniquement les caractéristiques observables des paquets arrivant par le réseau MPLS, telles que l'instant précis d'arrivée du paquet au niveau de la fonction d'interfonctionnement et le niveau de remplissage du tampon de compensation de gigue en fonction du temps. Du fait de la variation du temps de transmission des paquets dans le réseau MPLS, des processus de filtrage permettant de réduire la nature aléatoire des caractéristiques observables doivent être employés. Des boucles à verrouillage de fréquence (FLL, *frequency locked loop*) et des boucles à verrouillage de phase (PLL, *phase locked loop*) sont bien adaptées à cette utilisation.

Suivant une variante à ce scénario, chacun des deux systèmes d'extrémité TDM peut disposer d'une horloge source précise, mais indépendante, et les deux fonctions d'interfonctionnement peuvent utiliser un mécanisme de recouvrement adaptatif de la fréquence d'horloge.



**Figure 10-4/Y.1413 – Récupération adaptative de la fréquence d'horloge**

## 11 Considérations relatives à la perte de paquets

Etant donné qu'on ne peut éviter un certain niveau de perte de paquets dans le réseau MPLS, des mécanismes permettant de vérifier l'ordre 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 MPLS, 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 la quantité requise de données de bourrage vers le système d'extrémité pour conserver la synchronisation TDM. Lorsqu'une signalisation CAS est utilisée, il convient de veiller 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. En cas d'occurrence d'une perte de paquets, il est possible d'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 [25].

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 MPLS 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.

## 12 Prise en charge d'une signalisation CAS ou CCS

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

Le traitement de la signalisation CAS ou CCS doit être transparent, c'est-à-dire 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 donnée 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 niveau d'erreurs.

La méthode à structure verrouillée décrite au § 9.2.1 garantit l'intégrité de la signalisation CAS en adjoignant aux paquets 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 également d'ajouter une telle sous-structure de signalisation CAS, ou peut s'appuyer sur un verrouillage multiframe 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, et souvent en tant que trames HDLC.

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

## **13 Considérations relatives à la sécurité**

Aucune question relative à la sécurité n'a été identifiée dans la présente Recommandation.

## **Appendice I**

### **Autres méthodes relatives à l'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS**

Outre les méthodes décrites dans la présente Recommandation, d'autres protocoles normalisés peuvent être utilisés pour le transport de trafic TDM sur des réseaux MPLS. Leur utilisation est décrite dans le présent appendice.

#### **I.1 Utilisation de la Rec. UIT-T Y.1411**

Etant donné que le trafic TDM peut être acheminé par des services d'émulation de circuits ATM en utilisant la couche AAL de type 1, les protocoles décrits dans la Rec. UIT-T Y.1411 [7] peuvent être utilisés pour acheminer de façon indirecte le trafic TDM sur des conduits LSP d'interfonctionnement. Dans un tel cas, le trafic TDM est d'abord converti en un flux ATM de couche AAL de type 1 conformément à [22] et [23], avant que ce dernier ne soit encapsulé comme on le décrit dans [7].

En mode N à un, on concatène les cellules ATM, y compris leurs en-têtes de cellule, à l'exception du champ HEC. Ainsi, un identificateur VPI/VCI valable et localement unique doit être attribué au faisceau TDM avant que ce mode ne puisse être utilisé.

S'il est vrai que les protocoles décrits dans la Rec. UIT-T Y.1411 permettent d'utiliser des dispositifs de réseau conçus pour l'interfonctionnement de réseaux ATM et MPLS et de faciliter l'interfonctionnement de services avec les systèmes d'émulation de circuits ATM existants, leur en-tête est plus long (4 octets supplémentaires par cellule de 48 octets) et leur mise en œuvre entrave l'exploitation de certaines caractéristiques du mode intrinsèque supérieur. Par exemple, puisque le traitement TDM est indépendant des dispositifs de bord, l'accès aux informations de synchronisation peut être perdu, d'où une atténuation de la gigue et du dérapage inférieure à celle qui pourrait être obtenue via le mode adapté. L'interpolation de paquets et le traitement de l'alarme TDM pourraient également être perturbés.

## **I.2 Utilisation d'une couche AAL de type 2**

Dans le cas d'un réseau TDM acheminant des voies de téléphonie multiplexées, le transport de services vocaux par le biais de l'adaptation d'une couche AAL 2 ([25] et [26]) de débit variable peut être utilisé pour acheminer des données TDM sur un réseau MPLS. Dans ce cas, la structure TDM est décomposée en voies individuelles au niveau de l'entrée, puis régénérée au niveau de la sortie.

Cette méthode permet d'utiliser plus efficacement la largeur de bande lorsque les intervalles de temps sont attribués de manière dynamique, lorsque le silence peut être détecté et supprimé ou lorsque la compression vocale et un mécanisme de relais fax/modem sont utilisés. Des mesures d'erreur TDM telles que celles décrites dans la Rec. UIT-T G.826 [27] ne sont pas pertinentes dans un tel cas.

## **Appendice II**

### **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 [13] et RNIS PRI [14] 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 drapeaux inactifs. Dans le cas contraire, la voie CCS devrait être traitée comme un intervalle de temps ordinaire.

L'interfonctionnement HDLC-MPLS doit acheminer de manière transparente l'ensemble des données HDLC et des messages de commande sur un conduit LSP d'interfonctionnement distinct.

Au niveau de l'entrée, l'expéditeur surveille des drapeaux jusqu'à ce qu'une trame soit détectée. Le contenu de la trame est recueilli et la séquence FCS est testée. Si la séquence FCS est incorrecte, la trame est rejetée; dans le cas contraire, la trame est envoyée après suppression des drapeaux d'ouverture ou de fermeture de la séquence FCS et après suppression des zéros (conformément au § 2.6/Q.921 [28]). En sortie, des zéros sont insérés, la séquence FCS est recalculée et une trame HDLC valable est reconstituée.

## Appendice III

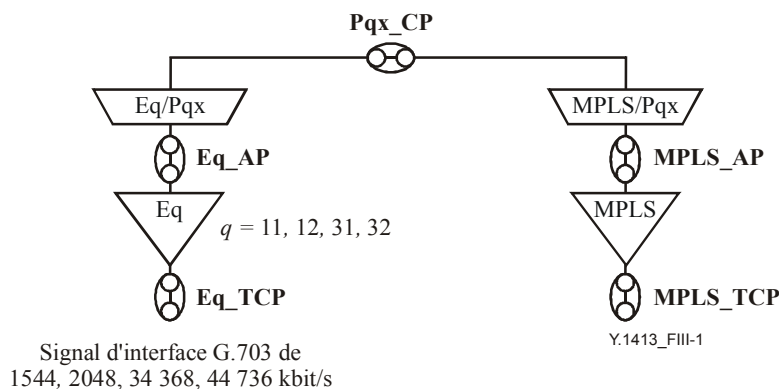
### Exemples de diagrammes fonctionnels

L'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS définit une relation client-serveur de type G.805 entre le client TDM et les réseaux de couche serveur MPLS. La fonction d'interfonctionnement est une fonction d'adaptation qui accepte les informations caractéristiques TDM client et les traite pour pouvoir les transférer sur un chemin dans le réseau MPLS serveur. Le réseau MPLS forme donc une connexion de liaison qui prend en charge le chemin TDM, assurant ainsi une fonction qui pourrait également être remplie par un réseau SDH ou ATM.

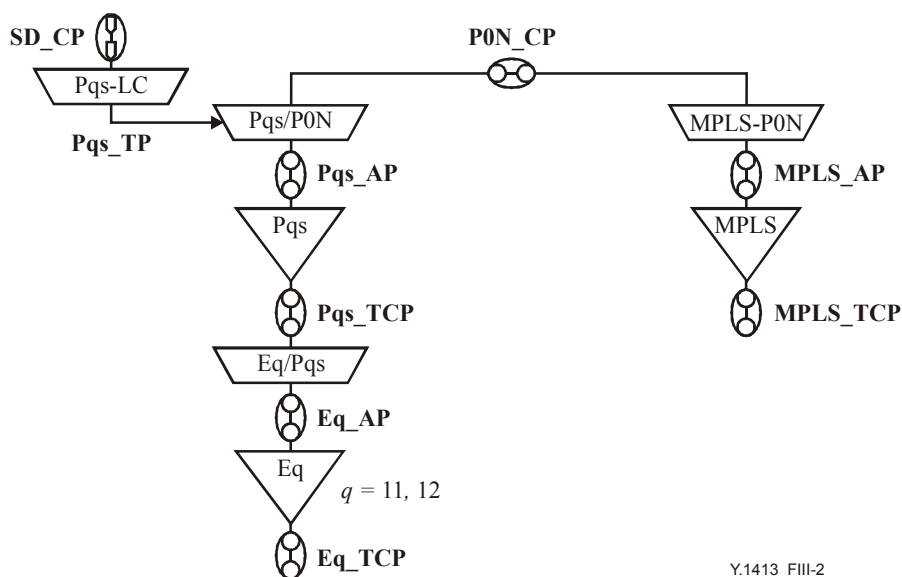
La Figure III.1 décrit un mécanisme de transport indépendant de la structure pour des signaux T1 (P11), E1 (P12), T3 (P32) ou E3 (P31) sur un réseau MPLS. Le flux TDM provient d'une couche physique G.703 [29] désignée par Eq ( $q=11, 12, 31, 32$ ) puis est converti en un flux binaire TDM par la fonction d'adaptation Eq/Pqx. Après la fonction d'interfonctionnement TDM-MPLS (fonction d'adaptation MPLS/Pqx), les paquets MPLS entrent dans le réseau MPLS au niveau de la fonction de terminaison de chemin MPLS.

La Figure III.2 décrit un mécanisme de transport dépendant de la structure pour des signaux T1 (P11) ou E1 (P12) sur un réseau MPLS. Le flux TDM a la même origine que précédemment, mais est converti avant la fonction d'interfonctionnement en un signal  $N \times DS0$  composite PON sans en-tête de niveau 1. Au niveau de la sortie, l'en-tête de niveau 1 doit être régénéré.

La Figure III.3 décrit un exemple de mécanisme de transport indépendant de la structure pour des signaux T1, E1, T3 ou E3 ayant pour origine des signaux VC-11, VC-12 ou VC-3 dans un réseau SDH. Après conversion de ces signaux en flux binaires Pqx, le traitement appliqué est le même que celui décrit sur la Figure III.1.



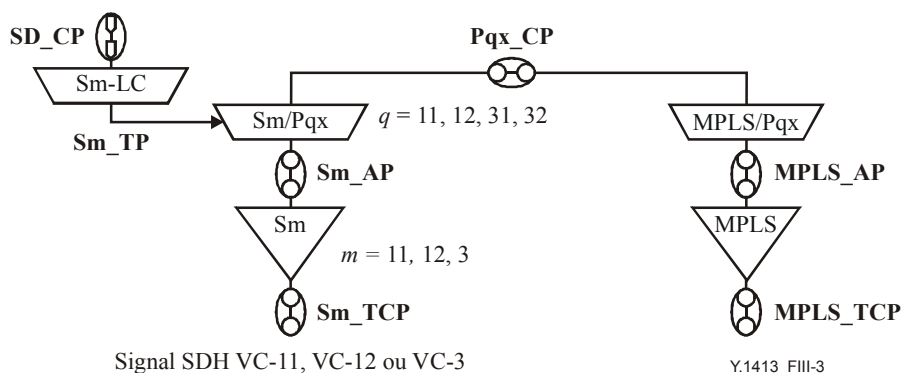
**Figure III.1/Y.1413 – Transport TDM indépendant de la structure sur un modèle fonctionnel de réseau MPLS pour des signaux PDH de 1544, 2048, 34 368 ou 44 736 kbit/s**



Signal d'interface G.703 + G.704  
de 1544, 2048 kbit/s

NOTE – P0N représente le signal de  $n \times 64$  kbit/s (avec ou sans signalisation CAS/CCS).

**Figure III.2/Y.1413 – Transport TDM dépendant de la structure sur un modèle fonctionnel de réseau MPLS pour des signaux PDH de 1544 ou 2048 kbit/s**



Signal SDH VC-11, VC-12 ou VC-3

**Figure III.3/Y.1413 – Transport TDM indépendant de la structure sur un modèle fonctionnel de réseau MPLS pour des signaux PDH de 1544, 2048, 34 368 ou 44 736 kbit/s acheminés sur une connexion SDH VC-m**

## Appendice IV

### Mesures de la performance d'un réseau MPLS

Le présent appendice porte sur les anomalies du service TDM émulé dues à des erreurs dans le réseau MPLS. Il porte principalement sur la relation entre les paramètres de performance du réseau MPLS sous-jacent et les mesures des anomalies 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 [27], et le taux de disponibilité défini dans la Rec. UIT-T G.827 [30]. En outre, des méthodes de mesure de performance spécifiques aux voies téléphoniques sont examinées.



## **IV.1 Erreurs dans le réseau MPLS ayant une incidence sur le service TDM**

Il existe pour un réseau MPLS trois principaux paramètres de performance qui ont une incidence sur la mesure des anomalies de service TDM: le taux de perte de paquets, le taux d'erreurs sur les paquets et la variation du temps de transmission des paquets. Ces mesures sont définies dans d'autres Recommandations de l'UIT-T.

### **IV.1.1 Taux de perte de paquets**

Chaque paquet perdu entraînera une rafale d'erreurs binaires dans le flux TDM reconstruit.

### **IV.1.2 Variation du temps de transmission des paquets**

La variation du temps de transmission des paquets est caractérisée en utilisant des quintiles, de sorte qu'un petit nombre de paquets présenteront un temps de propagation supérieur n'appartenant pas à l'intervalle prescrit. 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 rejetés et considérés comme perdus, ce qui se traduira à nouveau par une rafale d'erreurs binaires dans le flux TDM reconstruit. Suivant certaines mises en œuvre, tous les paquets arrivant dans le désordre seront rejetés et considérés comme perdus.

### **IV.1.3 Taux d'erreurs sur les paquets**

Les erreurs binaires introduites dans le réseau MPLS seront généralement détectées par un mécanisme de détection d'erreur de couche 2, ce qui entraîne le rejet des paquets concernés. Ceci entraînera 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.

### **IV.1.4 Perte de paquets globale**

Chacune des erreurs susmentionnées (perte de paquets, erreurs sur les paquets et variation excessive du temps de transmission 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 [31] définit une mesure composite pour ces types d'erreurs dans un IP réseau, appelée "perte de paquets globale".

Pour maintenir l'intégrité de la synchronisation, 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.

## **IV.2 Relations entre les mesures de la performance d'un réseau MPLS et les mesures des anomalies de service TDM**

La Rec. UIT-T G.826 [27] 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 global de perte de paquets dans le réseau MPLS.

### **IV.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 MPLS perdus ou rejetés, d'événements isolés, chaque paquet perdu ou rejeté peut générer une seconde erronée, et seul un taux de perte de paquets global 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.

## **IV.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 MPLS 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 éclairer la relation numérique qui lie la perte de paquets à la conformité aux prescriptions de la Rec. UIT-T G.826.

## **IV.3 Prescriptions en matière de disponibilité**

On entre dans l'"état d'indisponibilité", tel qu'il est défini dans la Rec. UIT-T G.827, 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 MPLS peut être définie d'une manière similaire, l'indisponibilité commençant au début d'une période de dix secondes consécutives présentant chacune un taux de perte de paquets supérieur à 15%. On peut constater que les définitions des disponibilités au sens MPLS et au sens TDM sont bien corrélées.

## **IV.4 Spécifications liées à la qualité vocale**

Nous avons vu que suivant le taux de perte de paquets du réseau MPLS sous-jacent, les flux TDM acheminés sur des réseaux MPLS 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 Recs UIT-T P.562 [32] et P.862 [33] ainsi que les spécifications relatives au temps de transmission énoncées dans la Rec. UIT-T G.114 [34] sont des points particulièrement importants.

La Rec. UIT-T G.114 spécifie que des temps de transmission dans un seul sens inférieurs ou égaux à 150 millisecondes sont universellement acceptables, en supposant qu'une limitation d'écho adéquate soit réalisée (des temps de propagation plus élevés sont acceptables dans certains cas). La planification de réseau et la configuration de tampons de compensation 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 [32] et des mesures objectives sont données dans [33]. Le mécanisme d'interfonctionnement des réseaux TDM et MPLS doit s'assurer que la qualité vocale perçue est similaire à celle du RTGC lorsque le taux de perte de paquets global a une valeur raisonnable.

## Appendice V

### Fréquences d'horloge commune suggérées pour le protocole RTP

Il existe quatre critères principaux pour sélectionner la fréquence d'une horloge commune de référence:

- 1) la fréquence de référence devrait pouvoir être obtenue rapidement;
- 2) la fréquence de référence doit être un multiple de 8 kHz;
- 3) la fréquence de référence devrait être élevée, mais pas au point d'induire des débordements fréquents des horodates;
- 4) la fréquence ne devrait pas être trop proche d'un multiple entier de la fréquence d'horloge de service.

Sur la base de ces critères, on suggère les fréquences suivantes:

19,44 MHz ( $2430 \times 8$  kHz) pour des systèmes avec accès à un réseau SONET/SDH commun.

9,72 MHz ( $1215 \times 8$  kHz) ou 19,44 MHz ( $2430 \times 8$  kHz) pour des systèmes avec accès à un réseau ATM commun.

8,184 MHz ( $1023 \times 8$  kHz) pour des systèmes utilisant le GPS.

25 MHz ( $3125 \times 8$  kHz) pour des systèmes reliés par un seul bond Ethernet de 100 Mbit/s pour lesquels il est possible de verrouiller l'horloge de la couche physique.

10 MHz ( $1250 \times 8$  kHz) pour des systèmes reliés par un seul bond Gigabit Ethernet pour lesquels il est possible de verrouiller l'horloge de la couche physique.

## Appendice VI

### 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
- T1 – 192 octets
- E3 et T3 – 1024 octets
- des tailles de charge utile multiples de 47 octets peuvent être utilisées parallèlement à un service ATM-CES non structuré [22], [23].

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 VII**

### **Nombre suggéré d'unités AAL 1 SAR PDU par paquet**

Le nombre d'unités PDU par paquet MPLS 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 diminue le temps de latence à une valeur minimale mais se traduit par une longueur d'en-tête maximale.

L'utilisation d'au moins huit unités PDU par paquet invalide la mise en œuvre 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 B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication