

UIT-T

G.8112/Y.1371

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(10/2006)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Aspects relatifs aux protocoles en mode paquet sur
couche Transport – Aspects relatifs au protocole MPLS
sur couche Transport

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

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

Interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS)

Recommandation UIT-T G.8112/Y.1371

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
Aspects relatifs au protocole Ethernet sur couche Transport	G.8000–G.8099
Aspects relatifs au protocole MPLS sur couche Transport	G.8100–G.8199
Objectifs de qualité et de disponibilité (suite de la série G.82x)	G.8200–G.8299
Gestion des services	G.8600–G.8699
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.8112/Y.1371

Interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS)

Résumé

La Recommandation G.8112/Y.1371 spécifie les interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS). Les interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS) utilisent divers réseaux de couche serveur, tels que les réseaux PDH, SDH, OTH, ETH et RPR.

Source

La Recommandation UIT-T G.8112/Y.1371 a été approuvée le 7 octobre 2006 par la Commission d'études 15 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8. Cette Recommandation inclut les modifications introduites par le Corrigendum 1 approuvé le 9 janvier 2007 par la Commission d'études 15 selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

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 2
3.1	Termes définis ailleurs 2
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 2
4	Abréviations et acronymes 3
5	Conventions 4
6	Structure des interfaces de la hiérarchie MPLS de transport..... 4
6.1	Structure de base des signaux dans les interfaces de nœud de réseau..... 9
6.2	Structure des informations en ce qui concerne les interfaces de nœud de réseau T-MPLS..... 11
6.3	Étiquettes T-MPLS 20
6.4	En-tête de calage T-MPLS 20
7	Principes de multiplexage/mappage 20
7.1	Mappage 20
7.2	Multiplexage T-MPLS..... 21
7.3	Surveillance de connexions en cascade T-MPLS..... 21
8	Spécification physique des interfaces T-MPLS..... 21

Recommandation UIT-T G.8112/Y.1371

Interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation spécifie les interfaces de la hiérarchie MPLS de transport (T-MPLS), en particulier:

- l'encapsulation des signaux client T-MPLS dans les informations caractéristiques T-MPLS qui seront présentes sur les liaisons T-MPLS à l'interface NNI dans le réseau de transport;
- l'encapsulation des informations caractéristiques T-MPLS dans les trames de liaison T-MPLS qui seront présentes sur les liaisons T-MPLS à l'interface NNI dans le réseau de transport;
- l'interfonctionnement des formats de trame de liaison T-MPLS dans le cas où plusieurs sous-réseaux T-MPLS utilisant des formats de trame de liaison différents sont interconnectés;
- la hiérarchie T-MPLS dans le réseau de transport et le multiplexage T-MPLS associé;
- la surveillance des connexions imbriquées T-MPLS à chaque niveau hiérarchique, dans le réseau de transport;
- les fonctions OAM T-MPLS associées à la surveillance des connexions imbriquées dans le réseau de transport;
- l'encapsulation des informations du plan de commande T-MPLS dans la bande dans les trames de liaison T-MPLS qui seront présentes sur les liaisons T-MPLS à l'interface NNI dans le réseau de transport.

Le réseau T-MPLS utilise divers réseaux de couche serveur tels que les réseaux OTH, SDH, PDH, ETH et RPR. Les prescriptions détaillées sont données dans un certain nombre de Recommandations de l'UIT-T, dans les normes ANSI, dans les normes IEEE et dans les documents RFC de l'IETF auxquels il est fait référence.

La présente Recommandation spécifie les conduits LSP monodiffusés; les conduits LSP multidiffusés seront étudiés ultérieurement.

La présente Recommandation ne traite pas des aspects du plan de commande interopérateur de l'interface NNI T-MPLS.

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 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.

[UIT-T G.704] Recommandation UIT-T G.704 (1998), *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques de 1544, 6312, 2048, 8448 et 44 736 kbit/s.*

[UIT-T G.707] Recommandation UIT-T G.707/Y.1322 (2007), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone.*

- [UIT-T G.709] Recommandation UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces pour le réseau de transport optique*.
- [UIT-T G.7041] Recommandation UIT-T G.7041/Y.1303 (2005), *Procédure générique de tramage*.
- [UIT-T G.7043] Recommandation UIT-T G.7043/Y.1343 (2004), *Concaténation virtuelle de signaux de la hiérarchie numérique plésiochrone (PDH)*.
- [UIT-T G.8040] Recommandation UIT-T G.8040/Y.1340 (2005), *Mappage de trames GFP en hiérarchie numérique plésiochrone (PDH)*.
- [UIT-T G.8110.1] Recommandation UIT-T G.8110.1/Y.1370.1 (2006), *Architecture du réseau de couche MPLS de transport (T-MPLS)*.
- [UIT-T Y.1415] Recommandation UIT-T Y.1415 (2005), *Interfonctionnement des réseaux Ethernet et MPLS – Interfonctionnement dans le plan utilisateur*.
- [UIT-T Y.1711] Recommandation UIT-T Y.1711 (2004), *Mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS*.
- [ANSI T1.107] ANSI T1.107*-2002, *Digital hierarchy – Formats Specifications*.
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3 AP-2007, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- [IETF RFC 3032] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise le terme suivant défini ailleurs:

3.1.1 unité de trafic T-MPLS_CI: voir [UIT-T G.8110.1].

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.2.1 interface de nœud de réseau (NNI): interface qui est utilisée pour l'interconnexion d'éléments de réseaux dans un réseau de transport.

3.2.2 interface TMH-NNI: interface NNI pour le transfert d'une unité de trafic T-MPLS_CI sur un réseau de couche Transport visé dans la présente Recommandation.

3.2.3 ordre des bits dans le réseau: présentation des bits dans l'ordre où ceux-ci sont transmis; les bits de gauche sont transmis avant les bits de droite.

3.2.4 ordre décroissant, du bit de plus fort poids au bit de plus faible poids: présentation des bits en ordre binaire, de gauche à droite: $2^n 2^{n-1} 2^{n-2} \dots 2^1 2^0$.

* Les normes T1 sont maintenues par l'ATIS depuis novembre 2003.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et les acronymes suivants:

CI	informations caractéristiques (<i>characteristic information</i>)
DA	adresse de destination (<i>destination address</i>)
ETH	réseau de couche MAC Ethernet (<i>Ethernet MAC layer network</i>)
ETH_CI	informations caractéristiques au niveau de la couche MAC Ethernet (<i>Ethernet MAC characteristic information</i>)
FCS	séquence de contrôle de trame (<i>frame check sequence</i>)
GFP	procédure générique de tramage (<i>generic framing procedure</i>)
GFP-F	procédure générique de tramage – à mappage de trames (<i>generic framing procedure – frame mapped</i>)
IaDI	interface intradomaine (<i>intra-domain interface</i>)
IrDI	interface interdomaines (<i>interdomain-interface</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
LCAS	système d'ajustement de capacité de liaison (<i>link capacity adjustment scheme</i>)
LLC	commande de liaison logique (<i>logical link control</i>)
M_SDU	unité de données de service MAC (<i>MAC service data unit</i>)
MAC	commande d'accès au support (<i>media access control</i>)
MoO	commutation T-MPLS sur réseau à hiérarchie OTH (<i>T-MPLS over OTH</i>)
MoP	commutation T-MPLS sur réseau à hiérarchie PDH (<i>T-MPLS over PDH</i>)
MoR	commutation T-MPLS sur réseau à hiérarchie RPR (<i>T-MPLS over RPR</i>)
MoS	commutation T-MPLS sur réseau à hiérarchie SDH (<i>T-MPLS over SDH</i>)
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage (<i>multi-protocol label switching</i>)
NNI	interface de nœud de réseau (<i>network node interface</i>)
ODU	unité de données de canal optique (<i>optical channel data unit</i>)
ODUj	unité de données de canal optique – ordre j (<i>optical channel data unit – order j</i>)
ODUj-Xv	unité de données de canal optique concaténé virtuel – ordre j (<i>virtual concatenated optical channel data unit – order j</i>)
ODUk	unité de données de canal optique – ordre k (<i>optical channel data unit – order k</i>)
ODUk-Xv	unité de données de canal optique concaténé virtuel – ordre k (<i>virtual concatenated optical channel data unit – order k</i>)
OTH	hiérarchie de transport optique (<i>optical transport hierarchy</i>)
P11s	couche de conduit PDH à 1544 kbit/s avec une structure synchrone de trames de 125 µs conformément à [UIT-T G.704]
P12s	couche de conduit PDH à 2048 kbit/s avec une structure synchrone de trames de 125 µs conformément à [UIT-T G.704]
P31s	couche de conduit PDH à 34 368 kbit/s avec une structure synchrone de trames de 125 µs conformément à [UIT-T G.832]

P4s	couche de conduit PDH à 139 264 kbit/s avec une structure synchrone de trames de 125 µs conformément à [UIT-T G.832]
PA	préambule (Ethernet) (<i>Ethernet preamble</i>)
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone (<i>plesiochronous digital hierarchy</i>)
PHY	physique
RFC	demande de commentaires (<i>request for comments</i>)
RPR	anneau résilient de paquets (<i>resilient packet ring</i>)
SA	adresse d'origine (<i>source address</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SFD	début du délimiteur de trame (<i>start of frame delimiter</i>)
SNAP	protocole d'accès au sous-réseau (<i>sub-network access protocol</i>)
STM-N	module de transport synchrone – niveau N (<i>synchronous transport module – level N</i>)
TM	MPLS de transport (<i>transport MPLS</i>)
TMH	hiérarchie T-MPLS (<i>T-MPLS hierarchy</i>)
TMH-NNI	interface de nœud de réseau de la hiérarchie T-MPLS (<i>T-MPLS hierarchy network node interface</i>)
TMP	couche de conduit T-MPLS (<i>T-MPLS path layer</i>)
T-MPLS	MPLS de transport (<i>transport MPLS</i>)
TNE	élément de réseau de transport (<i>transport network element</i>)
VC	conteneur virtuel (<i>virtual container (SDH)</i>) (en hiérarchie SDH)
VC-m	canal ou conteneur VC d'ordre inférieur – ordre m (<i>lower order VC – order m</i>)
VC-n	canal ou conteneur VC d'ordre supérieur – ordre n (<i>higher order VC – order n</i>)
VC-n-Xc	canal ou conteneur VC concaténé contigu – ordre n (<i>contiguous concatenated VC – order n</i>)
VC-n-Xv	canal ou conteneur VC concaténé virtuel – ordre n (<i>virtual concatenated VC – order n</i>)
VLAN ID	identificateur VLAN (<i>VLAN identifier</i>)
VLAN	réseau local virtuel (<i>virtual LAN</i>)

5 Conventions

Aucune.

6 Structure des interfaces de la hiérarchie MPLS de transport

La hiérarchie MPLS de transport telle qu'elle est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.8110.1 comporte une seule classe d'interfaces:

- les interfaces de la hiérarchie MPLS de transport telles qu'elles sont définies dans la présente Recommandation.

L'interface de la hiérarchie TMH peut être mise en place en tant qu'interface de nœud de réseau (NNI, *network node interface*) dans le réseau de transport. L'interface NNI de la hiérarchie TMH (TMH-NNI) peut être mise en place dans un domaine administratif en tant qu'interface

intradomaine (IaDI, *intra-domain interface*) ou entre deux domaines administratifs en tant qu'interface inter-domaines (IrDI, *interdomain interface*).

NOTE – La mise en place de l'interface TMH en tant qu'interface utilisateur-réseau (UNI) T-MPLS doit faire l'objet d'un complément d'étude.

L'interface TMH-NNI peut être employée pour la prise en charge de services de connexion de couche client. Deux interfaces Client UNI ou plus sont utilisées pour un tel service, comme illustré dans la Figure 6-1.

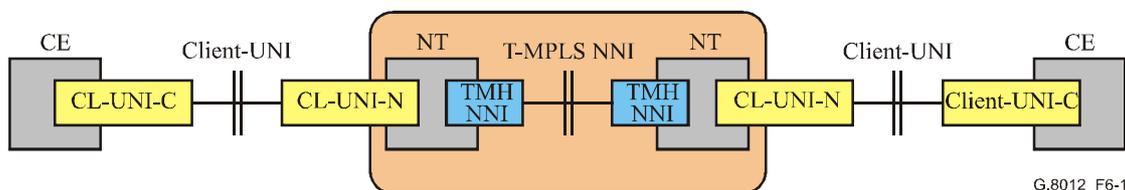


Figure 6-1 – Emplacement des interfaces Client UNI et T-MPLS NNI

Les interfaces Client UNI et T-MPLS NNI englobent de multiples réseaux de couche, ayant chacun leur propre interface UNI et NNI (Figure 6-2).

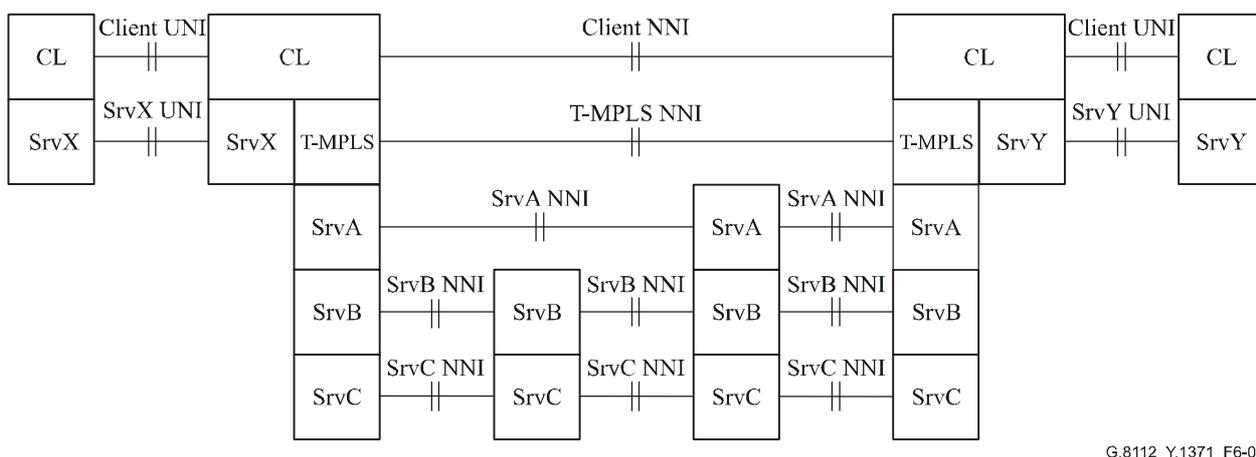


Figure 6-2 – Exemple de réseaux dans les interfaces client UNI et T-MPLS NNI, dans le cas d'une connexion point à point au niveau de la couche T-MPLS

L'interface client UNI peut être employée pour fournir une liaison d'accès à un nœud de service (SN, *service node*), tel qu'un routeur IP, un commutateur de réseau optique à commutation automatique (ASON, *automatic switched optical network*), etc. Dans ce cas, le côté client de l'interface CL-UNI (CL-UNI-C, *customer side of the CL-UNI*) s'achève au bord du client (CE, *customer edge*), tandis que le côté réseau de l'interface CL-UNI (CL-UNI-N, *network side of the CL-UNI*) s'achève au niveau de la terminaison du réseau (NT, *network termination*) (voir la Figure 6-3). Il convient de noter qu'un nœud de service nécessite la prise en charge de protocoles propres aux nœuds de service et peut nécessiter la prise en charge d'autres réseaux de couche. Ces protocoles et réseaux de couche liés aux nœuds de service ne font pas l'objet de la présente Recommandation et ne sont donc pas représentés sur la figure.

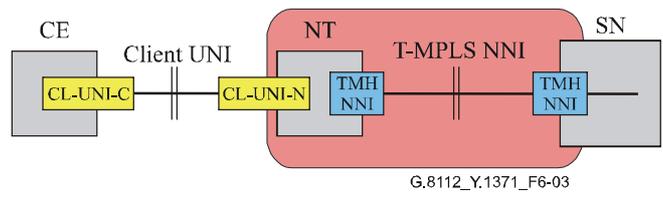


Figure 6-3 – Emplacement des interfaces client-UNI et T-MPLS NNI sur une liaison d'accès à un nœud de service

Les interfaces client UNI et T-MPLS NNI englobent de multiples réseaux de couche, ayant chacun leur propre interface UNI et NNI (Figure 6-4).

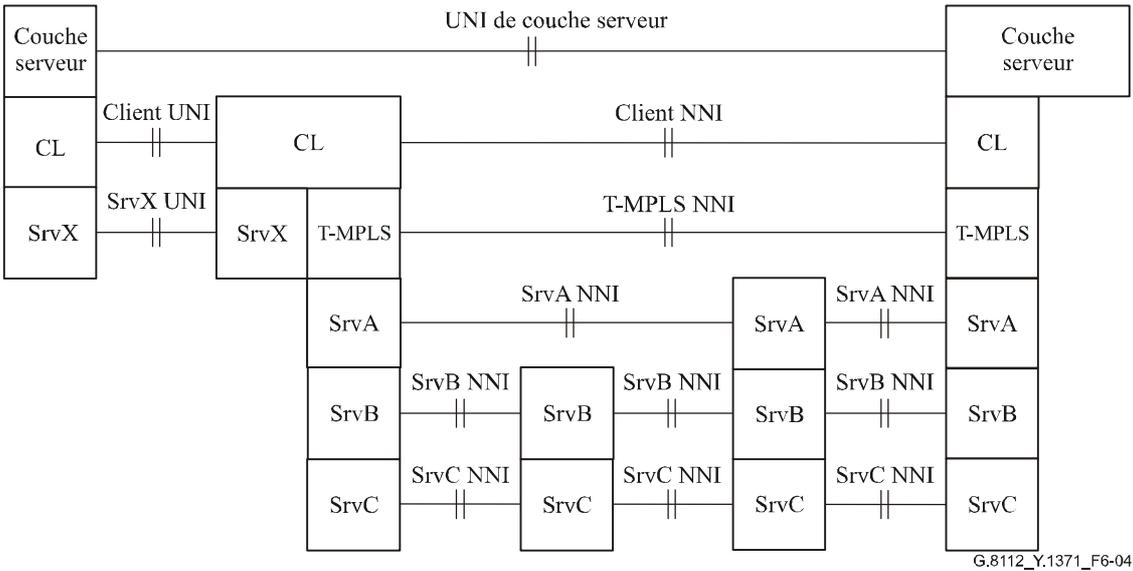
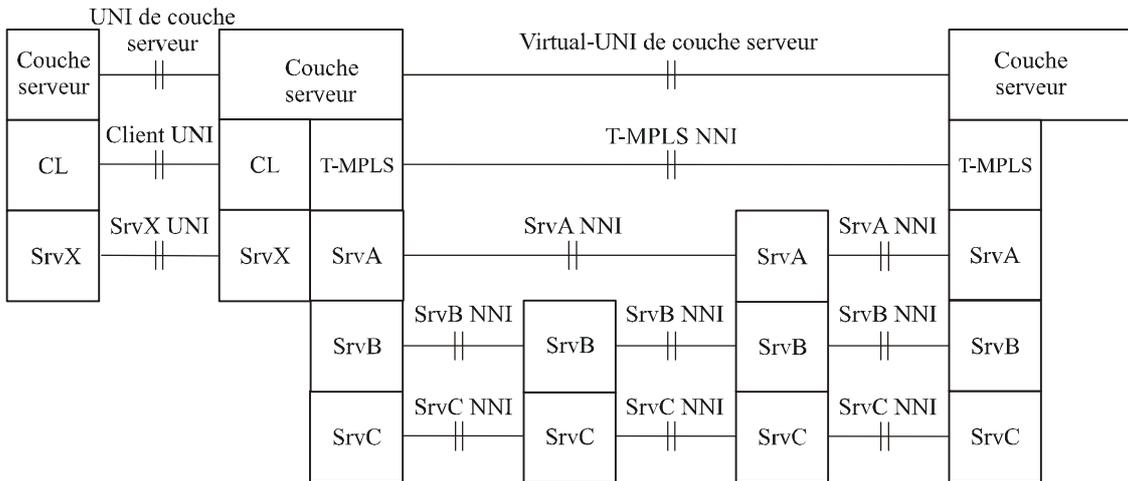


Figure 6-4 – Exemple de réseau de couche dans les interfaces client UNI et T-MPLS NNI, dans le cas d'une liaison d'accès à un nœud de service de couche client

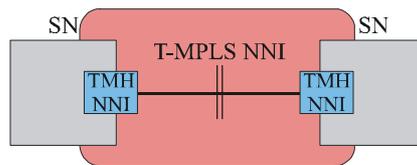
Une autre configuration, dans laquelle le port d'interface et le nœud de service sont d'une complexité moindre, est obtenue lorsque le signal client a pris fin et que le signal de la couche serveur a été extrait et retransmis par encapsulation directe dans des unités de trafic T-MPLS_CI.



G.8112_Y.1371_F6-05

Figure 6-5 – Exemple de réseau de couche dans les interfaces UNI de couche serveur et T-MPLS NNI prenant en charge une interface UNI de couche serveur (interface UNI virtuelle) étendue à un nœud de service

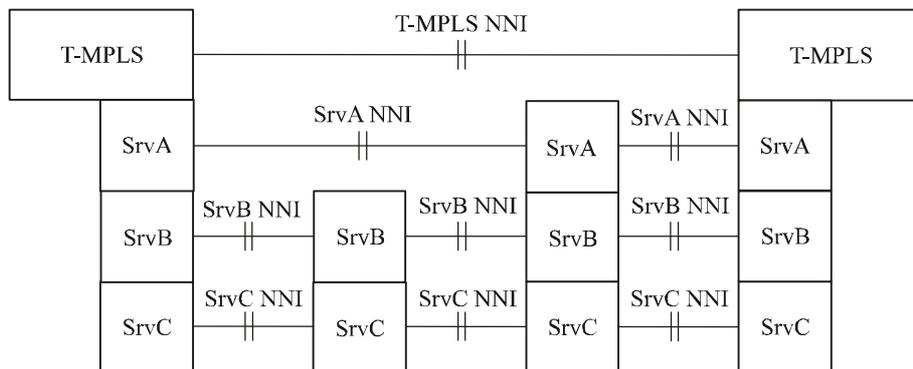
La connexion T-MPLS peut aussi se faire entre deux nœuds de service, comme illustré dans la Figure 6-6.



G.8112_Y.1371_F6-06

Figure 6-6 – Interface T-MPLS NNI entre deux nœuds de service

L'interface T-MPLS NNI englobe de multiples réseaux de couche, ayant chacun leur propre interface NNI (Figure 6-7).



G.8112_Y.1371_F6-07

Figure 6-7 – Exemple de réseau de couche dans une interface T-MPLS NNI, dans le cas de l'interconnexion de deux nœuds de service au niveau de la couche T-MPLS

Dans la Figure 6-8 est illustrée l'utilisation d'une interface T-MPLS NNI en tant qu'interface IaDI ou IrDI.

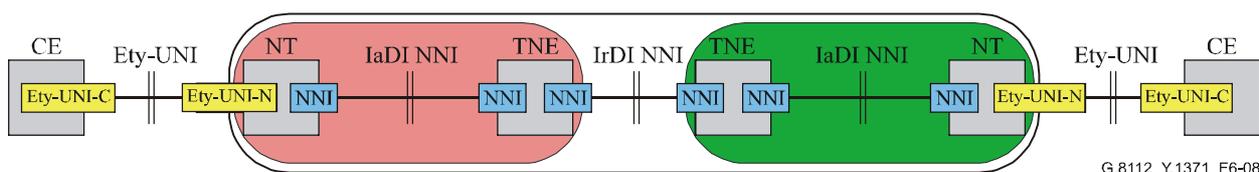


Figure 6-8 – Emplacement des interfaces T-MPLS NNI dans un réseau multiopérateur

Dans la présente Recommandation est définie l'interface T-MPLS NNI, y compris l'encapsulation dans la couche serveur T-MPLS (SrvA dans les Figures 6-2, 6-4 et 6-7).

L'interface T-MPLS NNI permet l'acheminement d'éléments d'information des trois plans suivants (Figure 6-9):

- plan de données (ou d'utilisateur), incorporant éventuellement un réseau de communication de données (RCD) prenant en charge les communications du plan de gestion et du plan de commande;
- plan de commande (signalisation et routage, par exemple);
- plan de gestion.

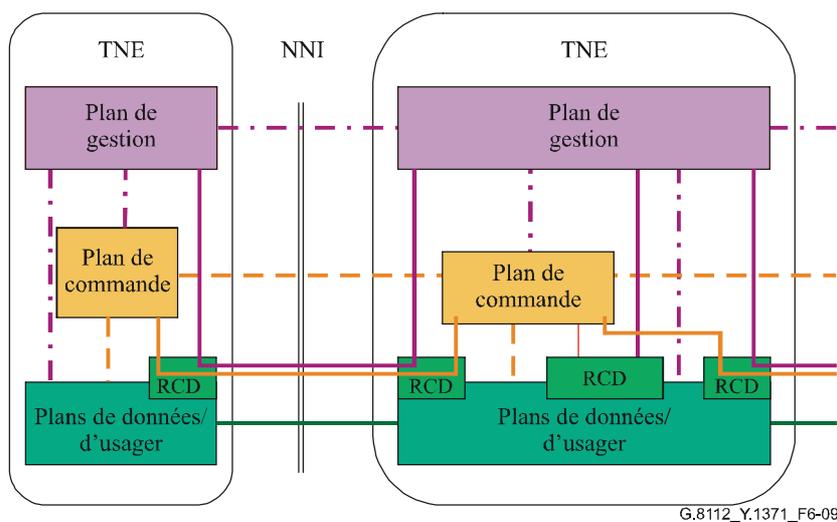


Figure 6-9 – Trois plans au niveau des interfaces T-MPLS NNI

Chaque interface NNI est divisée en trois interfaces NNI propres à chaque plan.

- l'interface NNI_D pour les éléments d'information du plan de données, notamment les données de gestion, d'exploitation et de maintenance (OAM, *operation, administration and maintenance*) qui s'achèvent au niveau des fonctions de terminaison, d'adaptation et de connexion ou de transmission du flux de la couche;
- l'interface NNI_C pour les éléments d'information du plan de commande;
- l'interface NNI_M pour les éléments d'information du plan de gestion.

La présence de l'interface NNI_C dans une interface NNI est facultative.

Dans la présente Recommandation sont définies les interfaces NNI_D et NNI_C .

6.1 Structure de base des signaux dans les interfaces de nœud de réseau

La structure de base est illustrée dans la Figure 6-10.

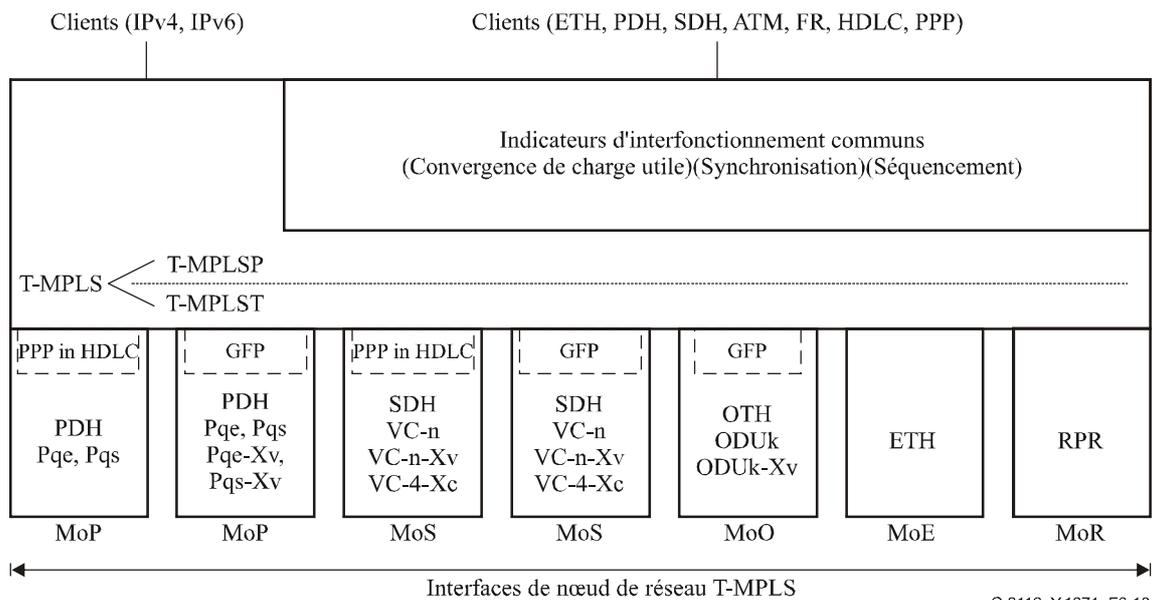


Figure 6-10 – Structure des interfaces de nœud de réseau T-MPLS

6.1.1 Sous-structure de la couche T-MPLS

La couche T-MPLS telle qu'elle est définie dans [UIT-T G.8110.1] est subdivisée en sous-couches destinées à prendre en charge les fonctionnalités de tunnellation/agrégation des informations MPLS_CI de niveau inférieur, de gestion et de supervision du réseau, définies dans [UIT-T G.8110.1], [UIT-T Y.1710] et [UIT-T Y.1711].

- tunnellation;
- supervision du conduit de bout en bout (T-MPLSP);
- surveillance de connexions en cascade (T-MPLST);
- adaptation facultative des signaux du client au moyen d'en-têtes d'indicateurs d'interfonctionnement communs (également appelés pseudowire).

6.1.2 Structure du réseau de transport T-MPLS

L'interface du réseau de transport T-MPLS est composée de multiples couches, dont la première est représentée dans la Figure 6-10. Les couches suivantes ne sont pas abordées dans la présente Recommandation; le lecteur est prié de se reporter aux Recommandations techniques appropriées (par exemple la Rec. [UIT-T G.707] en ce qui concerne la hiérarchie SDH).

Plusieurs interfaces T-MPLS définies dans la présente Recommandation sont représentées dans la Figure 6-10, à savoir:

- l'interface T-MPLS sur réseau à hiérarchie ETH (MoE, *T-MPLS-over-ETH*);
- l'interface T-MPLS sur réseau à hiérarchie SDH (MoS, *T-MPLS-over-SDH*);
- l'interface T-MPLS sur réseau à hiérarchie OTH (MoO, *T-MPLS-over-OTH*);
- l'interface T-MPLS sur réseau à hiérarchie PDH (MoP, *T-MPLS-over-PDH*);
- l'interface T-MPLS sur réseau à hiérarchie RPR (MoR, *T-MPLS-over-RPR*).

Dans le cas du transport à commutation de circuits, les largeurs de bande destinées à la capacité utile sont indiquées pour les hiérarchies PDH, SDH et OTH dans les Tableaux 6-1, 6-2 et 6-3, respectivement.

Tableau 6-1 – Largeur de bande de la capacité utile des signaux dans des conduits en hiérarchie PDH

Type PDH	Capacité utile PDH (kbit/s)	Par pas de (kbit/s)
P11s	$1\ 536 - (64/24) \approx 1\ 533$	
P12s	1 980	
P31s	33 856	
P32e	$4\ 696/4\ 760 * 44\ 736 \approx 44\ 134$	
P11s-Xv, X = 1 à 16	$\approx 1\ 533$ à $\approx 24\ 528$	$\approx 1\ 533$
P12s-Xv, X = 1 à 16	1 980 à 31 680	1 980
P31s-Xv, X = 1 à 8	33 856 à 270 848	33 856
P32e-Xv, X = 1 à 8	$\approx 44\ 134$ à $\approx 353\ 072$	$\approx 44\ 134$

Tableau 6-2 – Largeur de bande de la capacité utile des signaux dans des conteneurs virtuels (VC, *virtual container*) en hiérarchie SDH

Type VC	Capacité utile VC (kbit/s)	Par pas de (kbit/s)
VC-11	1 600	
VC-12	2 176	
VC-2	6 784	
VC-3	48 384	
VC-4	149 760	
VC-4-4c	599 040	
VC-4-16c	2 396 160	
VC-4-64c	9 584 640	
VC-4-256c	38 338 560	
VC-11-Xv, X = 1 à 64	1 600 à 102 400	1 600
VC-12-Xv, X = 1 à 64	2 176 à 139 264	2 176
VC-2-Xv, X = 1 à 64	6 784 à 434 176	6 784
VC-3-Xv, X = 1 à 256	48 384 à 12 386 304	48 384
VC-4-Xv, X = 1 à 256	149 760 à 38 338 560	149 760

Tableau 6-3 – Largeur de bande de la capacité utile des unités de données dans des canaux optiques (ODU, *optical channel data unit*) en hiérarchie OTH

Type ODU	Capacité utile ODU (kbit/s)	Par pas de (kbit/s)
ODU1	2 488 320	
ODU2	$238/237 \times 9\,953\,280 \approx 9\,995\,277$	
ODU3	$238/236 \times 39\,813\,120 \approx 40\,150\,519$	
ODU1-Xv, X = 1 à 256	2 488 320 à 637 009 920	2 488 320
ODU2-Xv, X = 1 à 256	$\approx 9\,995\,277$ à $\approx 2\,558\,709\,902$	$\approx 9\,995\,277$
ODU3-Xv, X = 1 à 256	$\approx 40\,150\,519$ à $\approx 10\,278\,532\,946$	$\approx 40\,150\,519$

6.2 Structure des informations en ce qui concerne les interfaces de nœud de réseau T-MPLS

La structure des informations en ce qui concerne les interfaces de nœud de réseau T-MPLS est représentée par des relations de contenance et des flux. Les principales relations de contenance en matière d'informations sont décrites dans la Figure 6-11.

6.2.1 Relations de contenance en matière d'informations selon le principe de la couche T-MPLS

Les informations T-MPLS_CI sont constituées d'un flux d'unités T-MPLS_CI et d'unités OAM. L'unité de trafic T-MPLS_CI est constituée d'une unité de trafic T-MPLS_AI plus un en-tête T-MPLS_CI contenant le champ TTL de l'en-tête de calage T-MPLS (voir le § 6.4). Une unité de trafic T-MPLS_AI est constituée d'un en-tête T-MPLS_AI contenant le champ S de l'en-tête de calage T-MPLS et d'un champ de charge utile T-MPLS, lequel achemine l'information client adaptée ou une entrée de pile d'étiquettes. Un signal client dans le réseau de couche T-MPLS est mappé sur le champ de capacité utile T-MPLS à l'aide de l'une des deux encapsulations différentes (voir la Figure 6-11):

- encapsulation directe (IPv4, IPv6);
- encapsulation au moyen d'indicateurs d'interfonctionnement communs (également appelés pseudowire).

Tableau 6-4 – Aperçu général des unités encapsulées

Type d'encapsulation	Référence
Encapsulation des données client IP	(IPv4) [IETF RFC 3032], § 2 et 3 (IPv6) [IETF RFC 3032], § 2 et 3
Encapsulation des données client ETH	[UIT-T Y.1415]
Autre	A étudier

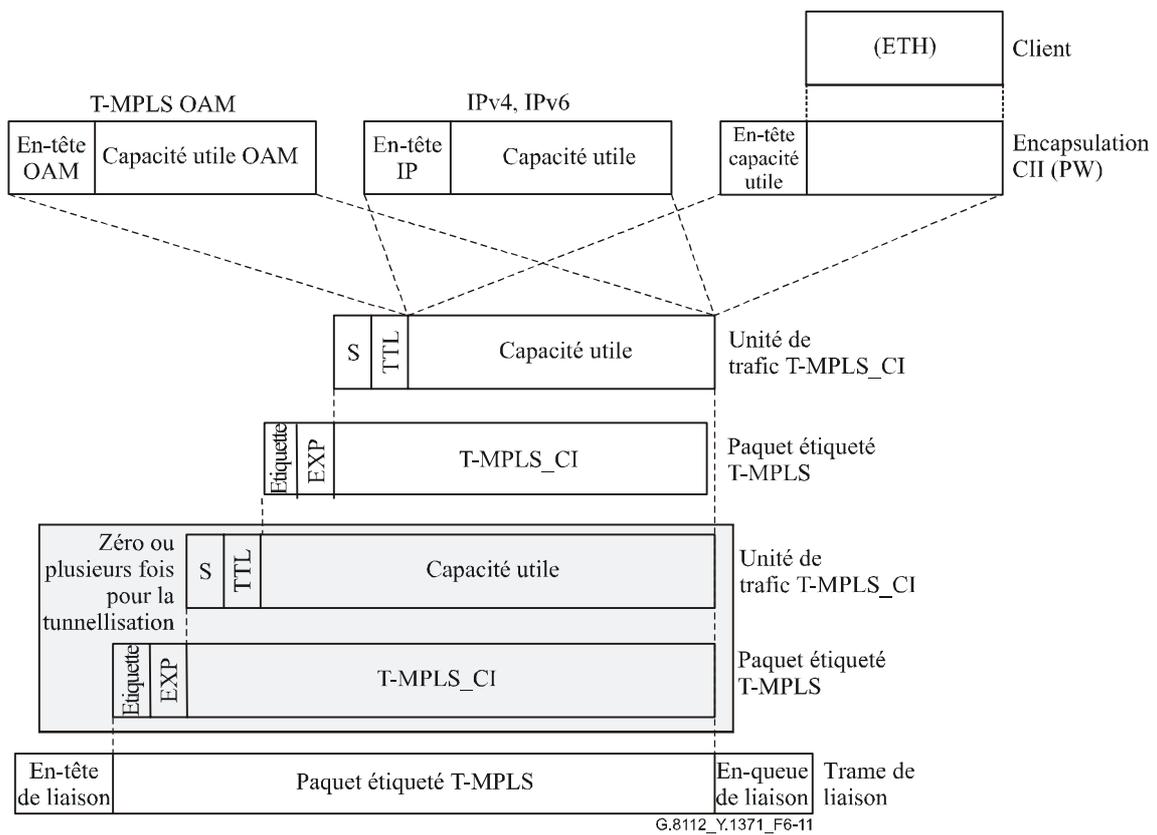


Figure 6-11 – Contenance des informations selon le principe T-MPLS

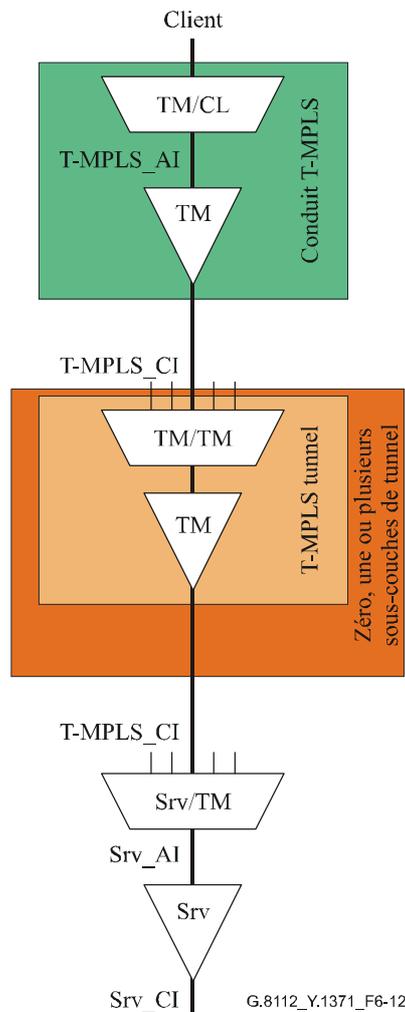


Figure 6-12 – Exemple de relation de flux d'information

6.2.1.1 Mécanisme d'exploitation et de maintenance (OAM) pour les réseaux T-MPLS

Le mécanisme OAM T-MPLS est spécifié dans [UIT-T Y.1711]. La Figure 6-13 illustre l'ensemble des mécanismes OAM T-MPLS et leur format.

L'en-tête OAM T-MPLS est constitué d'un en-tête de calage T-MPLS avec une valeur d'étiquette réservée de 14 (alerte OAM). Les champs de localisation de dérangement (DL, *defect location*) et de type de dérangement (DT, *defect type*) dans les paquets OAM d'indicateur de dérangement vers l'avant (FDI, *forward defect indicator*) et d'indicateur de dérangement vers l'arrière (BDI, *backward defect indicator*) sont tous mis à zéro par l'émetteur et ne doivent pas être pris en considération par le récepteur. Les champs d'identificateur de source de chemin (TTSI, *trail termination source identifier*) du chemin commuté avec étiquette (LSP, *label switched path*) dans les paquets OAM FDI et BDI sont tous mis à zéro par l'émetteur et ne doivent pas être pris en considération par le récepteur. Le format du champ TTSI LSP dans les paquets OAM de détection rapide de défaillance (FFD, *fast failure detection*)/de vérification de connectivité (CV, *connectivity verification*) dans le cadre des réseaux T-MPLS sera étudié ultérieurement.

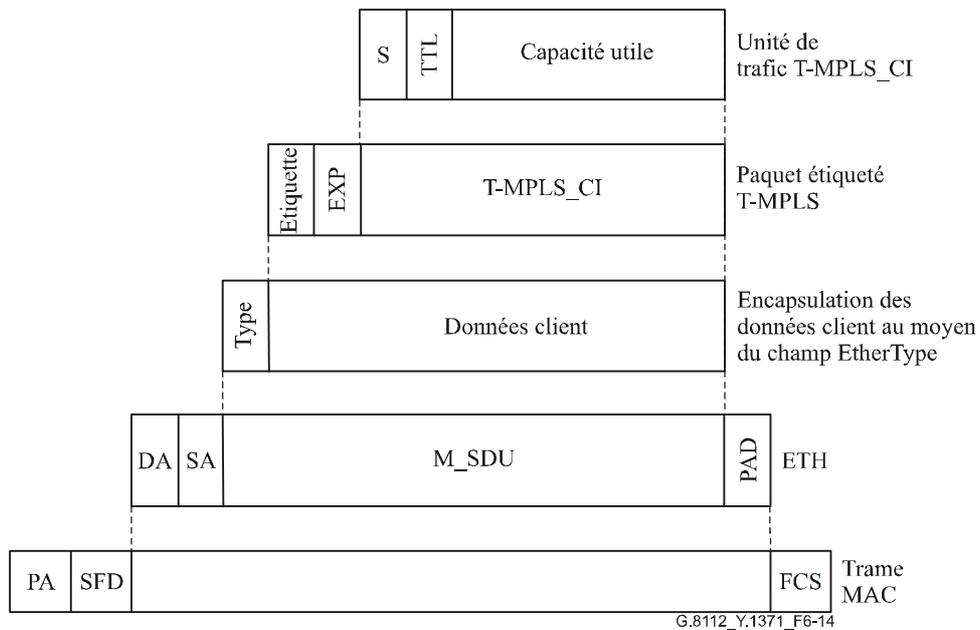


Figure 6-14 – Trame de liaison ETH avec encapsulation au moyen du champ Type

6.2.2.2 Trame de liaison GFP-F

L'unité de trafic T-MPLS_CI (voir [UIT-T G.8110.1]) est étendue au moyen d'un champ EXP de 3 bits et d'une étiquette de 20 bits destinée à compléter l'en-tête de calage. Le paquet étiqueté T-MPLS ainsi obtenu est ensuite mappé comme indiqué au § 7.6 de [UIT-T G.7041] dans le champ information de capacité utile GFP. Un en-tête principal avec les champs PLI et cHEC et un champ en-tête de capacité utile avec les sous-champs PTI, PFI, EXI, UPI et tHEC sont préfixés. Le sous-champ PTI a la valeur 000, le sous-champ PFI la valeur 1, le sous-champ EXI la valeur 0000 et le sous-champ UPI la valeur 0x0D (cas de la monodiffusion). Un champ FCS de capacité utile avec un code CRC de 32 bits est préfixé. Voir la Figure 6-15. La dimension maximale du champ d'information de capacité utile GFP est spécifiée au § 6.1.2 [UIT-T G.7041].

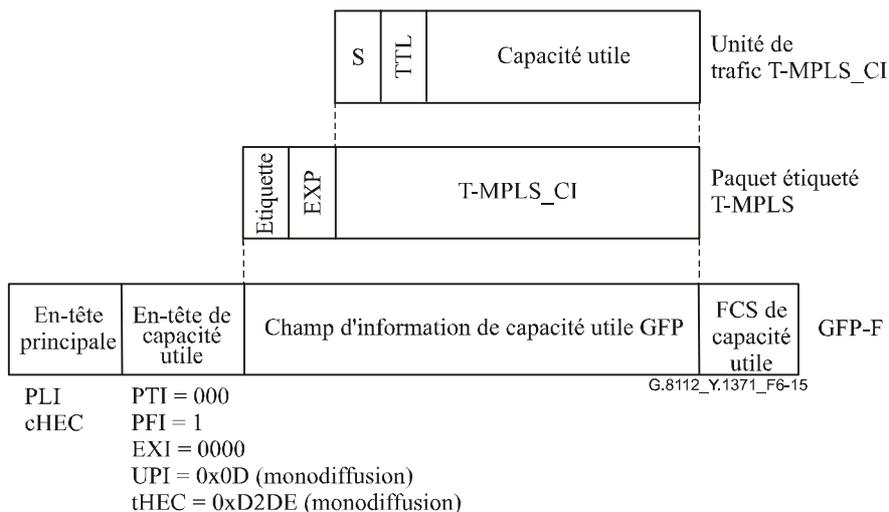


Figure 6-15 – Trame de liaison GFP-F

La Figure 6-16 illustre le mappage des bits du paquet étiqueté T-MPLS dans le champ d'information de capacité utile GFP à l'intérieur de la trame GFP-F.

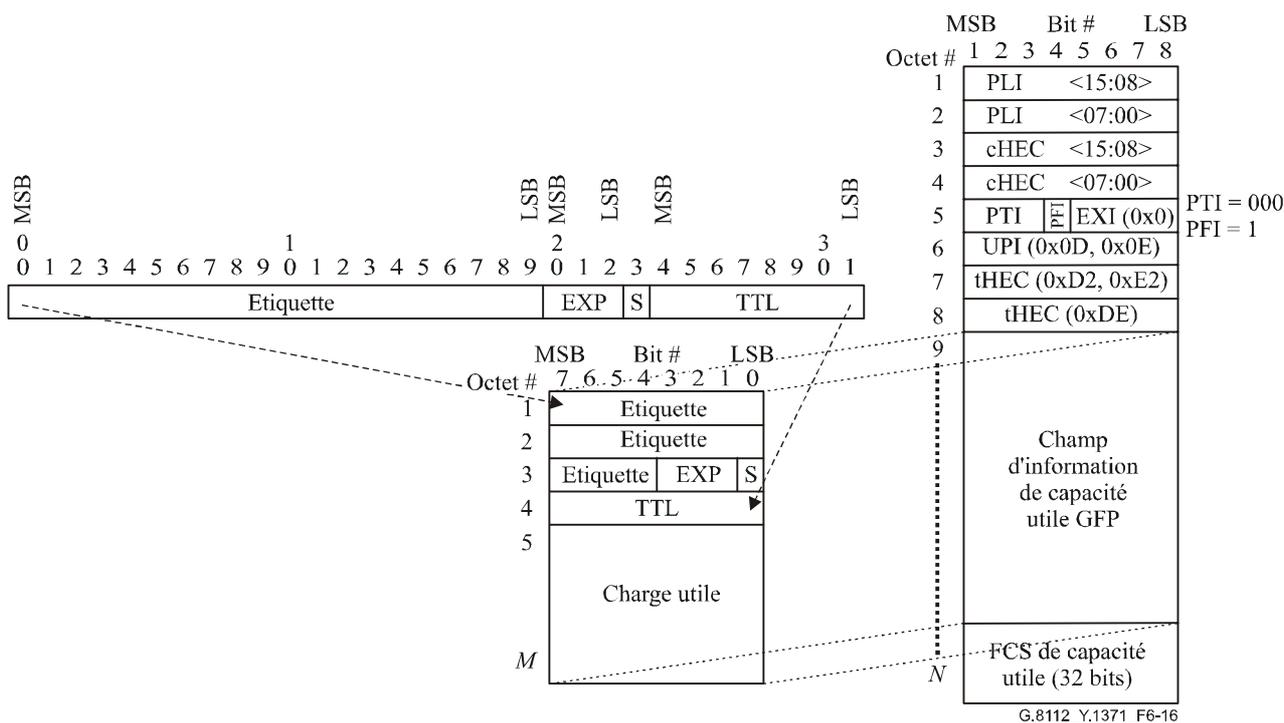


Figure 6-16 – Mappage d'un paquet étiqueté T-MPLS dans une trame de liaison GFP-F

6.2.2.3 Trame de liaison RPR

A étudier.

6.2.3 Trames de commande T-MPLS dans la bande sur liaisons SCN à chemin partagé

Trois variantes de liaisons SCN sont définies dans [UIT-T G.8110.1]. Pour les besoins de la signalisation et du routage, les communications du plan de commande T-MPLS (NNI_C) sont utilisées pour les liaisons SCN à chemin partagé.

En cas d'utilisation de liaisons SCN à chemin partagé, les trames de commande T-MPLS sont encapsulées dans des paquets IPv4 ou IPv6 ou dans des paquets de la couche de réseau OSI, puis envoyées localement sur l'interface NNI T-MPLS (Figure 6-17).

NOTE – L'encapsulation des trames de commande T-MPLS dans des paquets IPv4, IPv6 ou OSINL n'est pas abordée dans la présente Recommandation.

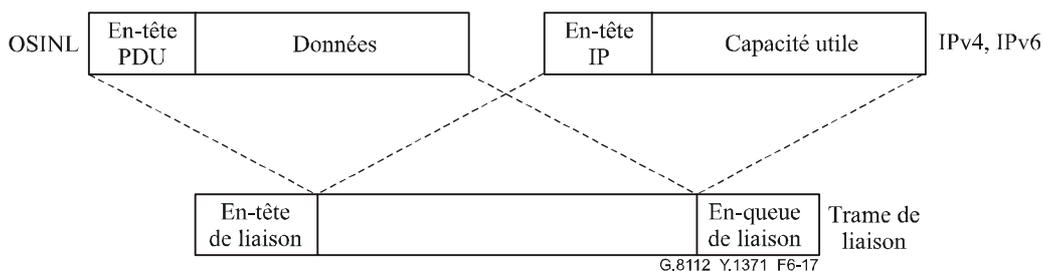


Figure 6-17 – Trame de commande T-MPLS sur liaisons SCN à chemin partagé

La méthode d'encapsulation utilisée dans la pratique pour envoyer les trames de liaison T-MPLS peut nécessiter d'autres trames de commande (les trames de commande LCP et NCP du protocole point à point (PPP), par exemple).

Les trames de commande T-MPLS se distinguent des trames de données T-MPLS par le fait qu'elles ne sont pas des trames de liaison T-MPLS: le multiplexage des trames de liaison T-MPLS et des trames de liaison non T-MPLS s'impose sur toutes les interfaces NNI T-MPLS.

La méthode d'encapsulation qui est utilisée pour les trames de commande T-MPLS est la même que celle qui est utilisée pour les trames de liaison T-MPLS.

6.2.3.1 Trame de liaison ETH

Le message de signalisation et de routage est encapsulé dans un paquet IPv4, IPv6 ou CNLS OSI (IS-IS).

L'interface NNI MoE permet d'implémenter le protocole de commande ARP dans le plan de commande. Si ce protocole est implémenté, les trames de commande ARP doivent être envoyées dans la bande.

Les paquets de commande sont encapsulés dans le champ d'information de capacité utile du réseau ETH, comme indiqué dans les normes mentionnées dans la colonne Référence du Tableau 6-5.

Tableau 6-5 – Aperçu général des paquets de commande encapsulés dans le réseau ETH

Type d'encapsulation	Référence	Valeur du champ Type
ARP	RFC 826	0x0806
Paquets de commande IP	(IPv4) RFC 894 et RFC 1042	0x0800
	(IPv6) RFC 2464	0x86DD
Paquets de commande de couche Réseau OSI	(OSINL)	

Avec l'encapsulation au moyen du champ type, l'adresse DA MAC, l'adresse SA MAC et les champs Types sont préfixés. L'adresse DA MAC est l'adresse MAC de l'interface du bon suivant ou l'adresse MAC de diffusion (selon le paquet de commande). L'adresse SA MAC est l'adresse MAC de l'interface d'émission. Le champ Type a les valeurs définies dans le Tableau 6-5. Le champ FCS 802.3 avec un code CRC de 32 bits est préfixé.

6.2.3.2 Trame de liaison GFP-F

Le message de signalisation et de routage est encapsulé dans un paquet IPv4 ou IPv6 ou dans un paquet CNLS OSI (IS-IS).

Lorsque l'interface NNI T-MPLS utilise l'encapsulation GFP-F, aucun autre protocole de commande n'est défini.

Les paquets de commande sont encapsulés, comme indiqué dans les normes mentionnées dans la colonne Référence du Tableau 6-6, dans le champ d'information de capacité utile GFP. Un en-tête principal avec les champs PLI et CHEC et un champ en-tête de capacité utile avec les sous-champs PTI, PFI, EXI, UPI et tHEC sont préfixés. Le sous-champ PTI a la valeur 000, le sous-champ PFI la valeur 1, le sous-champ EXI la valeur 0000 et le sous-champ UPI les valeurs définies dans le Tableau 6-6. Un champ FCS de capacité utile avec un code CRC de 32 bits est préfixé.

Tableau 6-6 – Aperçu général des paquets de commande encapsulés dans le champ GFP-F

Type d'encapsulation	Référence	Valeur du champ UPI
Paquets de commande IP	(IPv4) § 7.7 de [UIT-T G.7041]	0x10
	(IPv6) § 7.7 de [UIT-T G.7041]	0x11
Paquets de commande de couche Réseau OSI	(OSINL) § 7.7 de [UIT-T G.7041]	0x0F

6.2.3.3 Trame de liaison RPR

A étudier.

6.2.4 Interface UNI T-MPLS

A étudier.

6.2.5 Interface NNI T-MPLS

L'interface NNI T-MPLS est prise en charge par les interfaces énumérées ci-après.

6.2.5.1 Interface NNI MoE

L'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie ETH (MoE) met en œuvre la trame de liaison ETH utilisant l'encapsulation au moyen du champ Type comme indiqué dans le § 6.2.2.1. Le mappage d'une trame de liaison ETH dans une trame de liaison ETY est spécifié dans la Rec. UIT-T G.8012/Y.1308.

6.2.5.2 Interface NNI MoS

L'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie SDH (MoS) met en œuvre la trame de liaison GFP-F comme spécifié dans le § 6.2.2.2. Le mappage des trames de liaison GFP-F dans les conteneurs VC-11/VC-11-Xv, VC-12/VC-12-Xv, VC-3/VC-3-Xv, VC-4/VC-4-Xv et VC-4-Xc est spécifié dans le § 10.6 de [UIT-T G.707].

Le préfixe de conduit et la concaténation virtuelle des conteneurs VC sont spécifiés dans [UIT-T G.707].

Les composantes de l'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie SDH utilisant l'encapsulation par défaut sont illustrées sur la Figure 6-18.

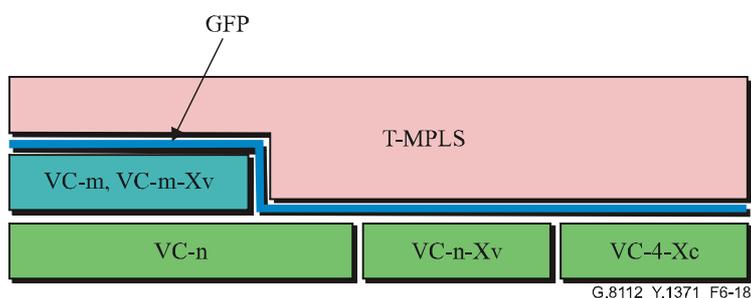


Figure 6-18 – Composantes de l'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie SDH employant l'encapsulation au moyen du champ GFP-F

6.2.5.3 Interface NNI MoO

L'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie OTH met en œuvre la trame de liaison GFP-F comme spécifié dans le § 6.2.2.2 et les composantes de cette interface sont illustrées sur la Figure 6-19. Le mappage de la trame de liaison GFP-F en unités ODUj/ODUk et en unités ODUj-Xv est spécifié dans les § 17.3 et 18.2.4 respectivement de [UIT-T G.709].

Le préfixe de conduit et la concaténation virtuelle des unités ODU sont spécifiés dans [UIT-T G.709].

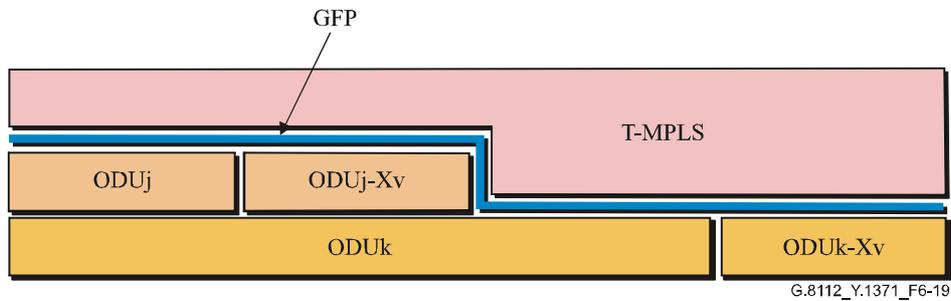


Figure 6-19 – Composantes de l'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie OTH

6.2.5.4 Interface NNI MoP

L'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie PDH (MoP) étend la trame de liaison GFP-F comme spécifié dans le § 6.2.2.2.

Le mappage des trames de liaison GFP-F dans les couches P11s/P11s-Xv, P12s/P12s-Xv, P31s/P31s-Xv et P32e/P32e-Xv est spécifié dans [UIT-T G.8040].

La structure des trames de couches P11s, P12s et P32e est spécifiée dans [UIT-T G.704], celle de la couche P31e est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.951 et celle de la couche P31s est spécifiée dans la Rec. UIT-T G.832. La concaténation virtuelle des signaux des couches P11s, P12s, P32s et P32e est spécifiée dans [UIT-T G.7043].

Pour la couche P32e à canaux parallèles, le multiplexage direct des couches P11s dans la couche P32e est spécifié dans le § 9.3 de [ANSI T1.107].

La Figure 6-20 représente la relation entre les composantes de l'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie PDH, employant l'encapsulation au moyen du champ GFP-F.

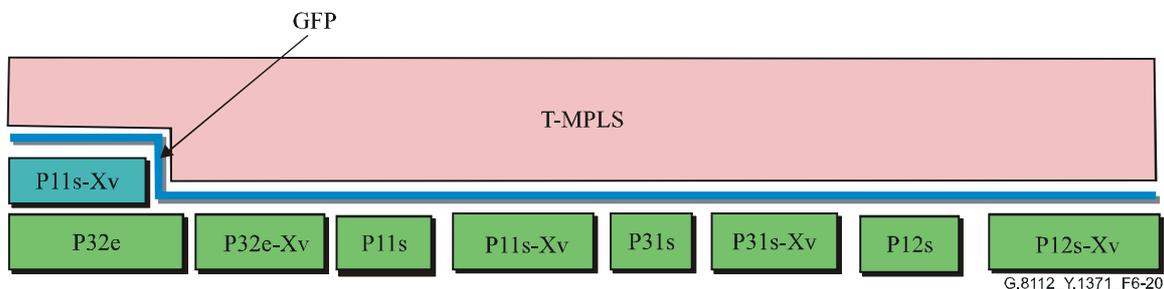


Figure 6-20 – Composantes de l'interface NNI T-MPLS sur réseau à hiérarchie PDH employant l'encapsulation au moyen du champ GFP-F

6.2.5.5 Interface NNI MoR

A étudier.

6.3 Etiquettes T-MPLS

Vingt bits sont disponibles dans le champ étiquette de l'en-tête de calage pour l'identification de la connexion T-MPLS. Certaines de ces valeurs sont préassignées. L'interprétation de ces valeurs est donnée dans le Tableau 6-7.

Tableau 6-7 – Interprétation des valeurs d'étiquette T-MPLS

Valeur d'étiquette T-MPLS	Interprétation
0-3	Défini dans [IETF RFC 3032]; pas utilisé dans le réseau T-MPLS
4-13	Réservé pour normalisation ultérieure (Note)
14	Etiquette d'alerte OAM (voir [UIT-T Y.1711] et RFC 3429)
15	Réservé pour normalisation ultérieure (Note)
16-1 048 575	Echelle de valeurs d'identificateur de connexion T-MPLS (valeurs assignées au titre de [IETF RFC 3031])
NOTE – Ces valeurs sont attribuées par l'IANA dans le cadre de la procédure de consensus de l'IETF.	

6.4 En-tête de calage T-MPLS

L'unité de trafic T-MPLS inclut un ou plusieurs en-têtes de calage MPLS tels qu'ils sont définis dans [IETF RFC 3031] et expressément désignés sous la dénomination d'entrée de pile d'étiquettes dans le § 2 de [IETF RFC 3032].

7 Principes de multiplexage/mappage

La Figure 7-1 représente la relation entre les divers éléments de structure d'information et les mappage T-MPLS du signal client vers les trames de liaison.

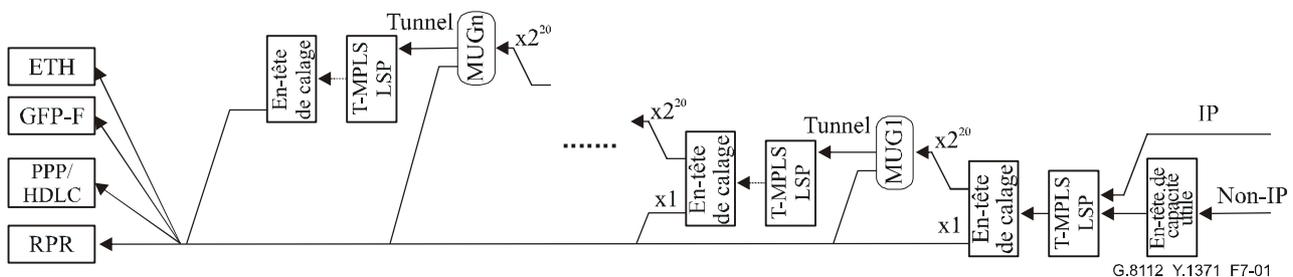


Figure 7-1 – Mappages, multiplexages et surveillance des segments T-MPLS

7.1 Mappage

Le signal client est mappé dans le conduit LSP T-MPLS directement (clients IP) ou indirectement par l'intermédiaire de l'encapsulation au moyen des indicateurs d'interfonctionnement communs (CII) (clients non IP). Cette dernière encapsulation fait intervenir une ou plusieurs étapes d'encapsulation supplémentaires: un protocole en temps réel, des indicateurs d'interfonctionnement communs (voir le § 6.2.1.2).

Le mécanisme OAM T-MPLS (voir le § 6.2.1.1) peut être ajouté et les paquets de données et OAM sont étendus avec un en-tête de calage (voir le § 6.4).

Les paquets T-MPLS sont ensuite mappés dans la trame de liaison applicable comme spécifié dans le § 6.2.2 et ces trames de liaisons sont transportées sur une liaison topologique T-MPLS.

7.2 Multiplexage T-MPLS

Le mécanisme d'empilage d'étiquettes en commutation T-MPLS assure une capacité de multiplexage de conduit LSP T-MPLS de niveau n. L'étiquette de 20 bits dans l'en-tête de calage identifie les différents attributs T-MPLS à l'intérieur du signal composite (tunnel T-MPLS).

7.3 Surveillance de connexions en cascade T-MPLS

Le multiplexage pourra ne pas être mis en œuvre dans toutes les étapes d'empilage pour prendre en charge un ou plusieurs niveaux de surveillance de connexions en cascade T-MPLS. Le mécanisme est à étudier.

8 Spécification physique des interfaces T-MPLS

Il n'existe aucune interface physique T-MPLS dédiée. Les interfaces T-MPLS sont prises en charge par les interfaces physiques spécifiées pour les technologies de transport suivantes: PDH, SDH, OTH et Ethernet.

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.

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