

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.2611

(12/2006)

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

Réseaux de prochaine génération

**Architecture de haut niveau des futurs réseaux
de transmission par paquets**

Recommandation UIT-T Y.2611



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

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

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

Recommandation UIT-T Y.2611

Architecture de haut niveau des futurs réseaux de transmission par paquets

Résumé

La Recommandation UIT-T Y.2611 définit une architecture de haut niveau pour les futurs réseaux de transmission par paquets (FPBN, *future packet-based network*). Elle définit également la relation entre un réseau FPBN et les strates des réseaux de prochaine génération (NGN, *next generation network*), ainsi qu'entre les interfaces d'un réseau FPBN.

Pour être à même d'offrir un ensemble complet de services (incluant par exemple des services de données, vidéo et de téléphonie vocale) à leurs clients, les opérateurs pourront devoir utiliser à la fois le mode de transport à commutation de paquets en mode sans connexion (cl-ps, *connectionless packet switched*) et le mode de transport à commutation de paquets en mode connexion (co-ps, *connection-oriented packet switched*), du fait que chacun de ces modes est bien adapté au transport de certains services, mais moins bien au transport d'autres services.

Les réseaux FPBN constituent la ou les couches supérieures de la strate de transport définie dans la Rec. UIT-T Y.2011. Les services susmentionnés font partie de la strate des services définie dans la Rec. UIT-T Y.2011.

Source

La Recommandation UIT-T Y.2611 a été approuvée le 14 décembre 2006 par la Commission d'études 13 (2005-2008) de l'UIT-T 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 2
5	Conventions 3
6	Architecture de haut niveau des futurs réseaux de transmission par paquets..... 3
6.1	Architecture FPBN 3
6.2	Plan utilisateur 7
6.3	Plan de commande..... 8
6.4	Plan de gestion..... 9
6.5	Gestion, exploitation et maintenance (OAM), gestion de la performance et disponibilité 9
6.6	Relation entre les réseaux de couche et le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI BRM) 14
6.7	Relation avec les autres strates 14
6.8	Relation entre un réseau FPBN et les réseaux existants..... 15
6.9	Interfaces dans un réseau FPBN..... 15
6.10	Points de référence dans un réseau FPBN 15
6.11	Nommage et adressage dans un réseau FPBN 17
6.12	Considérations relatives à la sécurité 18
Appendice I – Relation entre les réseaux de couche et le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI BRM)..... 19	
I.1	Modèle OSI BRM (X.200) 19
I.2	Modèle G.805/G.809 20
I.3	Comparaison des deux modèles 20
Bibliographie..... 23	

Recommandation UIT-T Y.2611

Architecture de haut niveau des futurs réseaux de transmission par paquets

1 Domaine d'application

La présente architecture d'un réseau FPBN intéresse à la fois les réseaux de couche à commutation de paquets en mode sans connexion (cl-ps) et les réseaux de couche à commutation de paquets en mode connexion (co-ps). Les réseaux de couche à commutation de circuits en mode connexion (co-cs, *connection-oriented circuit switched*) utilisés pour former la ou les couches inférieures de la strate de transport ne sont pas abordés dans la présente Recommandation. La définition et la spécification de tel ou tel service feront l'objet d'autres Recommandations sur les réseaux de prochaine génération (NGN, *next generation network*) et ne sont pas abordées dans le cadre de la présente architecture d'un réseau FPBN ni de la présente Recommandation.

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.

- [UIT-T G.805] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport.*
- [UIT-T G.809] Recommandation UIT-T G.809 (2003), *Architecture fonctionnelle des réseaux de couche sans connexion.*
- [UIT-T X.200] Recommandation UIT-T X.200 (1994), *Technologie de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de référence de base: le modèle de référence de base.*
- [UIT-T X.800] Recommandation UIT-T X.800 (1991), *Architecture de sécurité pour l'interconnexion en systèmes ouverts d'applications du CCITT.*
- [UIT-T Y.1710] Recommandation UIT-T Y.1710 (2002), *Prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS.*
- [UIT-T Y.1711] Recommandation UIT-T Y.1711 (2004), *Mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS.*
- [UIT-T Y.2001] Recommandation UIT-T Y.2001 (2004), *Aperçu général des réseaux de prochaine génération.*
- [UIT-T Y.2011] Recommandation UIT-T Y.2011 (2004), *Principes généraux et modèle de référence général pour les réseaux de prochaine génération.*
- [UIT-T Y.2111] Recommandation UIT-T Y.2111 (2006), *Fonctions de contrôle des ressources et d'admission dans les réseaux de prochaine génération.*
- [UIT-T Y.2601] Recommandation UIT-T Y.2601 (2006), *Caractéristiques fondamentales et spécifications des futurs réseaux de transmission par paquets.*

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

- 3.1.1 **adresse:** voir [UIT-T Y.2601].
- 3.1.2 **authentification:** voir [UIT-T X.800].
- 3.1.3 **relation client/serveur:** voir [UIT-T G.805].
- 3.1.4 **connexion:** voir [UIT-T G.805].
- 3.1.5 **flux:** voir [UIT-T G.809].
- 3.1.6 **identificateur:** voir [UIT-T Y.2601].
- 3.1.7 **chemin:** voir [UIT-T G.805].

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.2.1 **disponibilité:** mesure de la capacité d'une entité donnée (un réseau de couche, une connexion, un flux, par exemple) à maintenir la connectivité avec les critères de performance associés qui ont été garantis par ladite entité.
- 3.2.2 **nom:** identificateur d'une entité (abonné, élément de réseau, par exemple) qui peut être résolu/traduit en une adresse.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

ATM	mode de transport asynchrone (<i>asynchronous transport mode</i>)
cl-ps	commutation de paquets en mode sans connexion (<i>connectionless packet switched</i>)
co-cs	commutation de circuits en mode connexion (<i>connection-oriented circuit switched</i>)
co-ps	commutation de paquets en mode connexion (<i>connection-oriented packet switched</i>)
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
CV	vérification de connectivité (<i>connectivity verification</i>)
E-NNI	interface NNI externe (<i>external network-to-network interface</i>)
FPBN	futur réseau de transmission par paquets (<i>future packet-based network</i>)
FT_Sk	puits de terminaison de flux (<i>flow termination sink</i>)
FT_So	source de terminaison de flux (<i>flow termination source</i>)
HRX	communication fictive de référence (<i>hypothetical reference connection</i>)
I-NNI	interface NNI interne (<i>internal network-to-network interface</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
L2TP	protocole de tunnélisation de couche 2 (<i>layer 2 tunnelling protocol</i>)
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage (<i>multi-protocol label switching</i>)
MTNM	gestion de réseau multitechnologies (<i>multi-technology network management</i>)
MTOSI	interface pour systèmes d'exploitation multitechnologies (<i>multi-technology operations systems interface</i>)

NGN	réseau de prochaine génération (<i>next generation network</i>)
NMS	système de gestion de réseau (<i>network management system</i>)
NNI	interface réseau-réseau (<i>network-to-network interface</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operations, administration and maintenance</i>)
OSI	BRM modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (<i>open systems interconnection basic reference model</i>)
OSS	système support d'exploitation (<i>operations support system</i>)
PM	gestion de la performance (<i>performance management</i>)
PPP	protocole point à point (<i>point-to-point protocol</i>)
p-t-mp	point à multipoint (<i>point-to-multipoint</i>)
p-t-p	point à point (<i>point-to-point</i>)
QS	qualité de service
RACF	fonctions de contrôle de ressources et d'admission (<i>resource and admission control functions</i>)
RPT	type de point de référence (<i>reference point type</i>)
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SLA	accord de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
TCP	point de connexion de terminaison (<i>termination connection point</i>)
TFP	point de flux de terminaison (<i>termination flow point</i>)
TMF	teleManagement Forum
TN	réseau de transport (<i>transport network</i>)
TT_Sk	puits de terminaison de chemin (<i>trail termination sink</i>)
TT_So	source de terminaison de chemin (<i>trail termination source</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user-to-network interface</i>)
VC-4	conteneur virtuel de niveau 4 (<i>virtual container level 4</i>)

5 Conventions

Aucune.

6 Architecture de haut niveau des futurs réseaux de transmission par paquets

6.1 Architecture FPBN

Un futur réseau de transmission par paquets (FPBN, *future packet based network*) se compose de réseaux de couche conduit en mode paquet (tels que définis dans [UIT-T G.805] et [UIT-T G.809]) de la strate de transport (dont la fonctionnalité est analogue à celle des couches 2 et 3 de [UIT-T X.200]). Un aperçu général des Recommandations UIT-T G.805 et UIT-T G.809, ainsi que des relations avec le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (BRM OSI, *open systems interconnection basic reference model*), est présenté dans l'Appendice I. La strate de transport est représentée sur la Figure 1 de [UIT-T Y.2011]. Chaque "système" de réseau de couche dans un réseau FPBN est constitué d'un plan utilisateur, d'un plan de commande et

d'un plan de gestion et chacun des plans à l'intérieur d'un réseau de couche aura son propre composant de transmission du trafic qui pourra faire partie du même réseau de couche (si les plans ne sont pas isolés les uns des autres) ou de réseaux de couche différents (si les plans sont isolés les uns des autres).

Selon les prescriptions des § 6 et 7.8 de [UIT-T Y.2601], un réseau FPBN est tenu:

- a) *de sécuriser entièrement le trafic interne dans les plans de commande et de gestion contre toute attaque externe en veillant à préserver la sécurité et la stabilité de ce trafic dans des situations de contraintes extrêmes (§ 6);*
- b) *de mettre en place des mécanismes permettant de protéger les communications dans le plan de commande contre tout phénomène constituant une menace pour la sécurité (§ 7.8).*

Il existe également une prescription identique relative à la protection du plan de gestion d'un réseau FPBN contre tout phénomène constituant une menace pour la sécurité. Le plan utilisateur, le plan de commande et le plan de gestion (de chaque réseau de couche) devraient être séparés les uns des autres afin d'éviter qu'il ne soit porté atteinte à la performance, la sécurité et la fiabilité de chaque plan (et des autres plans). Parmi les techniques qui peuvent être utilisées à cet effet, mentionnons (entre autres) l'isolation entre les plans ou le traitement spécial du trafic dans les différents plans. Chaque réseau NGN est libre de maintenir l'intégrité de ses plans de la manière qu'il lui plaira, pour autant qu'il respecte les prescriptions énoncées dans [UIT-T Y.2601].

Une autre prescription énoncée dans le § 6 de [UIT-T Y.2601] stipule qu'un réseau FPBN: *devrait prendre en charge les plans de commande et de gestion sur un conduit désactivé*, ce qui fait de l'isolation le mécanisme "par défaut" préféré pour satisfaire aux prescriptions de protection du plan utilisateur, du plan de commande et du plan de gestion (de chaque réseau de couche) entre eux. Le plan utilisateur, le plan de commande et le plan de gestion peuvent être isolés les uns des autres par l'attribution de chemins indépendants dans le réseau de couche serveur à commutation de paquets en mode connexion (co-ps, *connection-oriented packet switched*) ou à commutation de circuits en mode connexion (co-cs, *connection-oriented circuit switched*). Le type de techniques d'isolation est déterminé par plusieurs facteurs, tels que l'emplacement (réseau d'accès ou réseau central, par exemple), l'état du réseau, etc. Il appartient à l'opérateur de décider de la mesure dans laquelle il souhaite exploiter ses plans de commande et de gestion sur un conduit désactivé. Une autre raison pouvant inciter à isoler les plans de commande et de gestion du plan utilisateur est de faire en sorte que les plans de commande et de gestion du réseau FPBN continuent de fonctionner même si le plan utilisateur du réseau FPBN est surchargé ou en dérangement.

Dans la mesure où cela est possible dans la pratique, un réseau FPBN devrait s'efforcer d'harmoniser les composants fonctionnels (conception et exploitation des plans de commande et de gestion, par exemple) entre les différents modes d'interfonctionnement de réseaux.

Les Figures 6-1 et 6-2 présentent les digrammes fonctionnels représentant le plan utilisateur de l'architecture FPBN. Le réseau à commutation de paquets en mode sans connexion (cl-ps, *connectionless packet switched*) est représenté selon les conventions G.809 et le réseau à commutation de paquets en mode connexion (co-ps) est représenté selon les conventions G.805.

La strate de transport peut être implémentée par des réseaux de couche discrets multiples formant les relations client/serveur. Un mode d'interfonctionnement de réseaux différent (cl-ps, co-ps et co-cs) peut être utilisé pour chacun des réseaux de couche (cas non représenté sur les Figures 6-1 et 6-2). Le choix du nombre de réseaux de couche et de modes d'interfonctionnement de réseaux utilisés incombe à l'opérateur qui met en œuvre la strate de transport et n'est pas abordé dans la présente Recommandation.

Sur les Figures 6-1 et 6-2, les réseaux de couche cl-ps et co-ps sont représentés séparément. Cette séparation peut être physique ou logique. Le réseau de couche cl-ps peut utiliser les chemins du réseau de couche serveur co-cs, qui sont séparés des chemins du réseau de couche serveur co-cs utilisés par le réseau de couche co-ps. Il se peut aussi que la séparation soit logique, c'est-à-dire que

les réseaux de couche cl-ps et co-ps partagent les mêmes chemins de réseau de couche serveur. Ceux-ci peuvent être rigoureusement cloisonnés entre eux sur le plan logique de manière à rendre impossible tout partage de la largeur de bande.

De même, le réseau de couche cl-ps peut utiliser un équipement physiquement séparé (des routeurs, par exemple) pour l'interconnexion au réseau de couche co-ps, ou bien les deux réseaux de couche peuvent utiliser le même équipement physique d'interconnexion de réseau, mais cet équipement sera logiquement subdivisé entre le réseau de couche cl-ps et le réseau de couche co-ps.

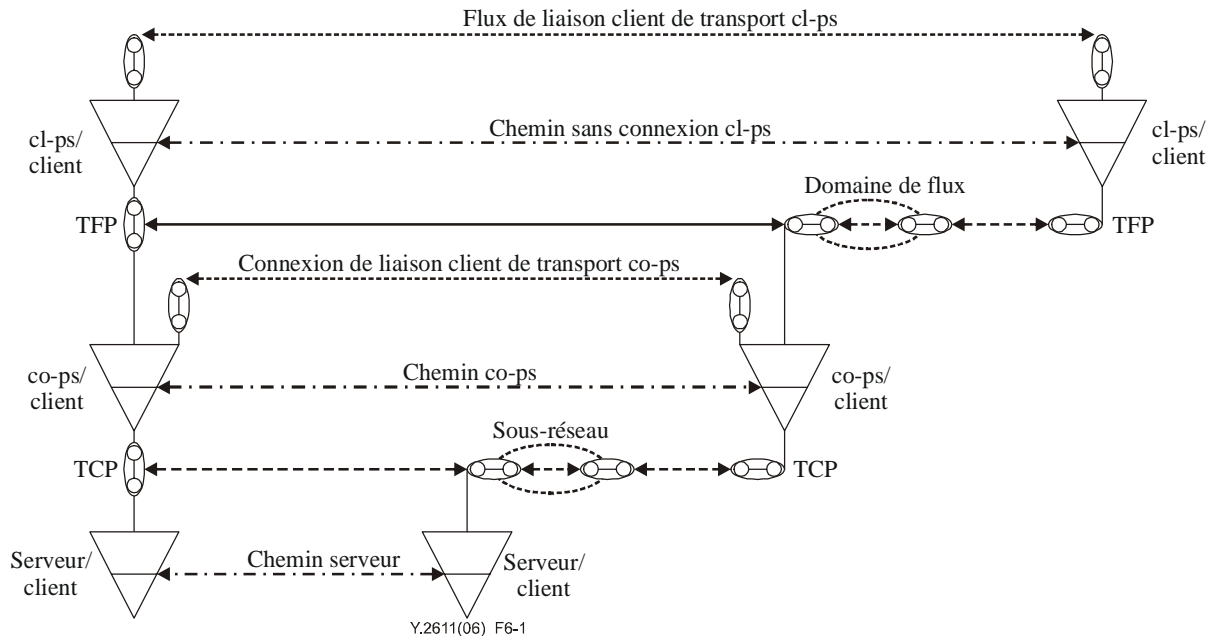


Figure 6-1 – Diagramme fonctionnel représentant le plan utilisateur de l'architecture FPBN (transport cl-ps sur chemins de réseau de couche co-ps)

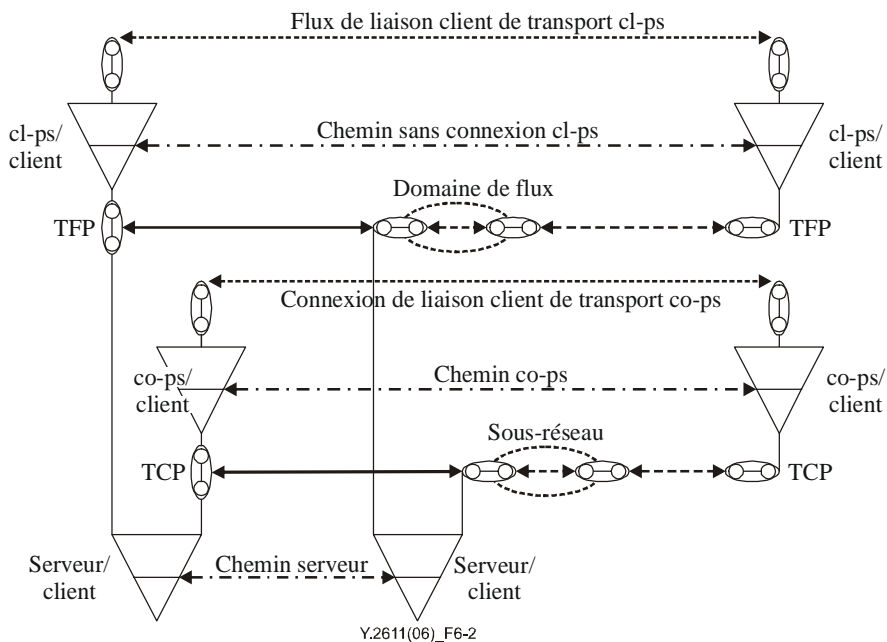


Figure 6-2 – Diagramme fonctionnel représentant le plan utilisateur de l'architecture FPBN (transport cl-ps sur chemins de réseau de couche serveur)

Sur les Figures 6-1 et 6-2, le chemin de réseau de couche serveur peut être établi par n'importe quelle technologie, avec ou sans commutation. De plus, des relations client/serveur peuvent exister au-dessous du chemin de réseau de couche serveur, mais il convient de noter que les couches client héritent des dégradations de leurs réseaux de couche serveur et que cet héritage est récursif jusqu'au conduit.

Dans les réseaux de couche co-cs, une partie dédiée de la largeur de bande du chemin de réseau de couche serveur est expressément attribuée à chaque client. Les clients étant entièrement isolés, le chargement d'un client ne peut entraîner une dégradation de la performance pour un autre client. Ainsi, il est simple de garantir une largeur de bande dédiée pour un client.

Dans les réseaux de couche co-ps, une partie de la largeur de bande d'un chemin de réseau de couche serveur est attribuée à chaque client. Toutefois, comme les clients ne sont isolés que logiquement, le chargement d'un client peut influencer directement sur la capacité disponible pour un autre client. L'attribution appropriée de la largeur de bande et l'application du contrôle d'admission à l'entrée et de la réglementation permettent de garantir une largeur de bande dédiée pour un client.

Dans les réseaux de couche cl-ps, les flux ne sont pas en principe expressément attribués aux chemins de réseau de couche serveur. Par conséquent, la capacité disponible pour un flux client peut être modifiée par le chargement d'autres flux client. On peut atténuer cet inconvénient en mettant en œuvre la capacité appropriée dans le réseau de couche serveur (c'est-à-dire en plus de la capacité prévue à la conception) ou en activant l'état de réservation de ressources par saut et en épinglant les routes. Cela permet de garantir une largeur de bande dédiée pour un client. Cette procédure est implicite dans un réseau de couche co-ps. Toutefois, ces techniques ne sont généralement pas utilisés pour la majeure partie du trafic dans les réseaux de couche cl-ps.

NOTE – En raison des caractéristiques différentes de chaque mode d'interfonctionnement de réseau, il est généralement souhaitable d'empiler les modes les moins efficaces à garantir la largeur de bande dédiée au-dessus des modes les plus efficaces à garantir la largeur de bande dédiée.

Si l'on examine de haut en bas le modèle représenté sur la Figure 6-1, on observe que le transport cl-ps est assuré sur des chemins sans connexion de réseau de couche cl-ps, qui sont transportés sur des chemins de réseau de couche co-ps qui sont à leur tour transportés sur des chemins de réseau de couche serveur. Le transport co-ps est assuré sur des chemins de réseau de couche co-ps, qui à leur tour sont transportés sur des chemins de réseau de couche serveur.

Si l'on examine de bas en haut le modèle représenté sur la Figure 6-1, on observe un chemin de réseau de couche serveur assurant le transport pour un réseau de couche co-ps. Le réseau de couche co-ps à son tour assure le transport pour les services co-ps ainsi que le transport pour le réseau de couche cl-ps. On voit ensuite sur ce modèle que le réseau de couche cl-ps assure le transport pour les services cl-ps.

Si l'on examine de haut en bas le modèle représenté sur la Figure 6-2, on observe que le transport cl-ps est assuré sur des chemins sans connexion de transport de couche cl-ps, qui à leur tour sont transportés sur des chemins de réseau de couche serveur. Le transport co-ps est assuré sur des chemins de réseau de couche co-ps, qui à leur tour sont transportés sur des chemins de réseau de couche serveur.

Si l'on examine de bas en haut le modèle représenté sur la Figure 6-2, on observe un chemin de réseau de couche serveur assurant le transport pour un réseau de couche co-ps et un réseau de couche cl-ps. Le réseau de couche cl-ps assure le transport cl-ps et le réseau de couche co-ps assure le transport co-ps.

Un opérateur peut choisir d'utiliser l'une ou l'autre des options représentées sur les Figures 6-1 et 6-2 ci-dessus (c'est-à-dire transport co-ps ou autres chemins de réseau de couche serveur) afin de prendre en charge un réseau de couche cl-ps. Un opérateur peut également choisir de combiner les options ci-dessus (c'est-à-dire transport co-ps et autres chemins de réseau de couche serveur). Ainsi, par exemple, un opérateur peut choisir d'utiliser le transport co-ps pour certains chemins sans

connexion cl-ps et d'autres chemins de réseau de couche serveur pour d'autres chemins sans connexion cl-ps. Une des raisons qui justifient de combiner ces options est que certaines liaisons cl-ps à l'intérieur du réseau de l'opérateur peuvent nécessiter les granularités de largeur de bande plus grossières offertes par les chemins de réseau de couche serveur, alors que d'autres liaisons cl-ps peuvent nécessiter une granularité de largeur de bande plus fine. Afin de maximiser l'utilisation des granularités de largeur de bande plus grossières offertes par les chemins de réseau de couche serveur, l'opérateur pourra souhaiter utiliser le réseau de couche co-ps comme méthode de médiation entre les chemins de réseau de couche serveur et les réseaux de couche cl-ps.

Pour le réseau de couche cl-ps représenté sur les Figures 6-1 et 6-2, le choix d'utiliser le transport co-ps ou d'autres chemins de réseau de couche serveur, ou les deux à la fois, incombera à l'opérateur et dépendra de plusieurs facteurs, tant économiques que techniques, parmi lesquels (entre autres):

- la politique locale de l'opérateur;
- les garanties de niveau de trafic données par l'opérateur à ses clients;
- le niveau de granularité de largeur de bande qu'un service donné exige;
- le volume de trafic cl-ps totalisé, c'est-à-dire que de faibles volumes seront vraisemblablement mieux pris en charge par le mode co-ps, alors que des volumes importants seront vraisemblablement mieux pris en charge par le mode co-cs.

Le format d'encapsulation concret utilisé pour un plan utilisateur FPBN est indépendant du mode du réseau. C'est le plan de commande ou le plan de gestion qui détermine généralement le mode du réseau. En conséquence, les opérateurs peuvent utiliser le même format d'encapsulation aussi bien pour le mode cl-ps que pour le mode co-ps, bien que le comportement de transmission de chacun de ces modes soit différent.

6.2 Plan utilisateur

Les ressources du plan utilisateur peuvent être attribuées à différentes classes de services, afin de favoriser l'adaptation à la libéralisation du marché, à un environnement concurrentiel, ainsi qu'à l'implémentation et à l'évolution des services.

Les ressources des classes de services seront attribuées à la demande. Les ressources attribuées aux classes de services sont indépendantes les unes des autres. Des classes de services différentes ont des attributs différents. Par exemple, certaines classes de services peuvent garantir le taux de perte et le temps de transport des paquets, certaines peuvent garantir "l'importance" des paquets, certaines peuvent garantir une sécurité considérablement renforcée pour les paquets, certaines peuvent offrir un débit garanti pour les flux de paquets, et certaines autres peuvent offrir des combinaisons des attributs ci-dessus ou même des combinaisons avec d'autres attributs.

Il n'est pas nécessaire de fournir tous les services d'une classe de services de la même manière dans un réseau FPBN. Le plan de commande peut mettre en œuvre certains de ces services, alors que le plan de gestion peut mettre en œuvre d'autres.

Comme la strate des services peut nécessiter un grand nombre de classes de services avec différents attributs, un réseau FPBN devrait fournir les classes de services d'une manière extensible. Il y a de nombreux avantages à procéder de cette manière. Par exemple, le service vocal peut être mis dans une classe de services indépendante de manière que les opérateurs du RTPC traditionnel puissent fournir des caractéristiques compatibles avec le service vocal. Autre exemple: un réseau FPBN pourrait fournir des services "d'opérateur d'opérateurs" (*carrier of carriers*) de manière que l'opérateur de transport et les opérateurs de services puissent être des opérateurs différents, etc.

Selon les prescriptions du § 7.11 de [UIT-T Y.2601], un réseau FPBN est tenu de prendre en charge:

- a) *des services de la strate de transport point à point, sans adaptation;*
- b) *des services de la strate de transport point à point, incluant des fonctions d'adaptation;*

- c) *des services de la strate de transport point à multipoint, incluant des fonctions d'adaptation.*

Ces services de la strate de transport peuvent prendre en charge des connexions de liaison (ou des flux de liaison) dans la strate des services ou dans d'autres réseaux de couche de la strate de transport. Ces connexions de liaison (ou flux de liaison) peuvent être exploitées par des entités différentes de l'entité qui exploite le réseau de couche FPBN qui fournit le service de la strate de transport sur lequel ces connexions de liaison (ou flux de liaison) s'appuient. Il est clair qu'une relation client/serveur existe entre une connexion de liaison (ou un flux de liaison) et le service de la strate de transport qui prend en charge cette connexion de liaison (ou ce flux de liaison). Il est également clair que, pour qu'un réseau FPBN soit en mesure de prendre en charge des entités différentes exploitant des réseaux de couche différents de la strate de transport ou de la strate des services, le réseau de couche client et le réseau de couche serveur dans le cadre d'une telle relation client/serveur doivent être séparés de telle sorte que le réseau de couche serveur puisse assurer le transport de manière transparente (et indépendante du client) à destination du réseau de couche client.

NOTE – Lorsqu'une connexion de liaison (ou un flux de liaison) client se prolonge au-delà d'un service de la strate de transport du réseau FPBN sans adaptation, le service de la strate de transport assure uniquement le transport d'une partie de cette connexion de liaison (ou de ce flux de liaison), et l'adaptation est assurée en dehors du réseau FPBN.

6.3 Plan de commande

Le plan de commande configure le plan utilisateur pour transmettre le trafic depuis sa source jusqu'à sa destination. Le plan de commande établira et maintiendra les classes de service du plan utilisateur en attribuant et en programmant les ressources FPBN en fonction des besoins des services qu'un réseau FPBN prend en charge.

Pour prendre en charge des services NGN avec une exigence de qualité de service (QS), le plan de commande FPBN devrait prendre en charge une fonction de contrôle de ressources et d'admission (RACF, *resource and admission control function*) [UIT-T Y.2111].

L'espace d'identificateur du plan de commande peut être indépendant de tout autre espace d'identificateur dans un réseau FPBN. Voir le § 6.10 pour de plus amples précisions.

Le plan de commande d'un réseau de couche devrait être séparé physiquement ou logiquement des autres plans de ce réseau de couche. Les communications dans le plan de commande peuvent utiliser les chemins du plan utilisateur ou des chemins séparés logiquement ou physiquement.

Le plan utilisateur peut dépendre de mécanismes du plan de commande pour assurer la capacité de survie et la robustesse aux pannes. Par conséquent, la conception de la capacité de survie du plan de commande sera vraisemblablement différente de la conception de la capacité de survie du plan utilisateur. Dans le cas où le plan utilisateur dépend de mécanismes du plan de commande pour assurer la capacité de survie et la robustesse, la diversité de la topologie des communications du plan de commande devrait alors être au moins aussi grande que la diversité conférée au plan utilisateur.

Un réseau FPBN peut fournir à la fois les plans utilisateur cl-ps et co-ps afin de fournir à la fois les services de la strate de transport cl-ps et co-ps. Le plan utilisateur cl-ps sera indépendant du plan utilisateur co-ps et chaque plan utilisateur aura son propre plan de commande.

Bien que le plan de commande du plan utilisateur cl-ps sera isolé du plan de commande du plan utilisateur co-ps, il y aura vraisemblablement un certain chevauchement entre les fonctions et les éléments de service assurés par ces deux plans de commande. Par exemple, l'un et l'autre pourront utiliser un protocole de routage pour distribuer la topologie du plan utilisateur dont ils assurent la commande. Un réseau FPBN devrait réutiliser un aussi grand nombre de fonctions et d'éléments de service que possible lorsque ces fonctions et éléments de service sont nécessaires dans les deux

plans de commande. Par exemple, si les deux plans de commande nécessitent un protocole de routage, ils devraient tous deux utiliser le même protocole de routage. Toutefois, la syntaxe et la sémantique exactes des messages du protocole de routage pourront différer entre les deux modes d'interfonctionnement de réseaux, étant donné que les informations topologiques que doivent distribuer chaque mode ainsi que les attentes placées dans chaque mode ne sont pas identiques.

6.4 Plan de gestion

Le plan de gestion assure la configuration, la signalisation des dérangements, la facturation, la sécurité et la gestion de la performance pour un réseau FPBN.

L'espace d'identificateur du plan de gestion peut être indépendant de tout autre espace d'identificateur dans un réseau FPBN. Voir le § 6.10 pour de plus amples précisions.

Le plan de gestion d'un réseau de couche devrait être séparé physiquement ou logiquement des autres plans de ce réseau de couche. Les communications dans le plan de gestion peuvent utiliser les chemins du plan utilisateur ou des chemins séparés logiquement ou physiquement.

Un réseau FPBN peut fournir à la fois les plans utilisateur cl-ps et co-ps afin de fournir à la fois les services de la strate de transport cl-ps et co-ps. Le plan utilisateur cl-ps sera indépendant du plan utilisateur co-ps et chaque plan utilisateur aura son propre plan de gestion.

6.5 Gestion, exploitation et maintenance (OAM), gestion de la performance et disponibilité

Selon les prescriptions des § 6 et 7.4 de [UIT-T Y.2601], un réseau FPBN est tenu:

- a) *d'offrir les fonctions de gestion, exploitation et maintenance (OAM) appropriées pour chaque plan (§ 6);*
- b) *de prendre en charge la surveillance de la performance (PM, performance monitoring) du réseau ainsi que la disponibilité, la perte de paquets, le temps de transfert et la gigue entre deux points quelconques du réseau (§ 7.4).*

Les fonctions OAM, de surveillance de la performance et de disponibilité sont liées et le présent paragraphe passe en revue un à un les aspects de chacune de ces fonctions ainsi que les relations entre celles-ci.

Un réseau de couche a deux états de base: l'état de fonctionnement et l'état de dérangement (à quelque degré que ce soit). Toutefois, un client (service ou réseau de couche) du réseau de couche considéré constatera simplement un service qui fonctionne (éventuellement avec un certain niveau de dégradation) ou un service en dérangement.

Si le réseau de couche est un réseau de couche co-ps, alors ses chemins ont deux états de base: disponible (et en service dans le cadre de ses objectifs de performance) ou indisponible. Ces deux états sont déterministes et peuvent être entièrement définis. En revanche, il n'est pas possible de décrire un réseau de couche cl-ps aussi facilement étant donné que les réseaux de couche cl-ps ne sont pas structurés sous forme de chemin et qu'ils peuvent par conséquent présenter des fluctuations bien plus importantes en termes de ce qu'on peut considérer comme étant un mode de fonctionnement dégradé par opposition à un état de dérangement.

Dans un réseau à la conception technique bien étudiée, les défauts et les dégradations de la performance devraient être rares. Néanmoins, des pannes et/ou des problèmes de performance se produiront de temps à autre, d'où la nécessité d'une fonction OAM pour détecter et gérer ces problèmes. Il y a deux grandes catégories de fonction OAM: la fonction OAM proactive (activée en permanence) de détection des dérangements et la fonction OAM réactive (activée sur demande) de localisation/diagnostic des dérangements.

La fonction OAM proactive a généralement pour but de détecter rapidement les défauts (au moyen de flux de vérification de connectivité (CV, *connectivity verification*), par exemple) et d'engager les

actions consécutives nécessaires pour y remédier. La fonction OAM proactive devrait être aussi simple que possible de manière à réduire au minimum le coût du traitement permanent des flux OAM. Ce coût de traitement inclut les dépenses tant de fonctionnement que d'investissement (traditionnellement, les dépenses de fonctionnement nécessaires à la mise en œuvre d'une surveillance OAM permanente ont été très élevées pour certaines technologies d'interconnexion de réseau, ce qui a conduit certains opérateurs à désactiver la fonction OAM proactive dans certains de leurs réseaux de couche). La fonction OAM proactive ne devrait pas être entravée par la complexité inhérente au diagnostic ou à la localisation des dérangements. La fonction OAM proactive a simplement pour but de détecter les défauts dans un réseau de couche et d'exécuter les actions consécutives nécessaires pour remédier à ces défauts (ce qui peut inclure le déclenchement de la fonction OAM réactive).

La fonction OAM réactive a pour but d'offrir et d'exécuter les fonctions OAM plus complexes que la fonction OAM proactive n'assure pas, telles que, par exemple, les fonctions de mesure de gestion de la performance, de diagnostic des défauts ainsi que de localisation et de repérage des défauts. Ces fonctions OAM plus complexes ne sont généralement pas assurées par la fonction OAM proactive pour plusieurs raisons, dont la suivante (entre autres): les fonctions OAM complexes n'ont pas besoin d'être assurées en permanence et le coût additionnel qu'elles entraîneraient pour la composante OAM proactive est jugé trop important.

La surveillance (ou la gestion) de la performance mesure la qualité de transmission d'un chemin donné lorsque ce chemin est à l'état de marche. Comme indiqué précédemment dans le § 6.1, les réseaux de couche client héritent des dégradations de leurs réseaux de couche serveur et cet héritage est récursif jusqu'au conduit. Par conséquent, la performance d'un chemin donné est définie par les dégradations de performance héritées de ses réseaux de couche serveur, plus les dégradations additionnelles introduites par les dégradations héritées de ses réseaux de couche serveur, plus les dégradations additionnelles introduites par le chemin proprement dit (en provenance du réseau de couche dont il fait partie). Cet héritage entre réseaux de couche client et de couche serveur entraîne comme obligation que les critères de performance d'un réseau de couche serveur sont censés être au moins aussi rigoureux que les critères de performance de son réseau de couche client le plus rigoureux afin que le réseau de couche serveur soit en mesure de satisfaire aux critères de performance exigés par ses réseaux de couche client.

La disponibilité d'un réseau de couche donné est essentiellement une mesure de la capacité de ce réseau de couche à maintenir la connectivité en dépit d'un (ou de plusieurs) défauts ou dérangements. Comme indiqué précédemment, du fait qu'une connexion de liaison (ou un flux de liaison) dans un réseau de couche client est pris en charge par un chemin (ou un chemin sans connexion) dans le réseau de couche serveur de ce client, un réseau de couche client hérite de certaines caractéristiques (la diversité de liaison, par exemple) de son réseau de couche serveur et cet héritage est récursif jusqu'au conduit. Cela signifie que, quel que soit l'emplacement où un réseau de couche donné se situe dans la pile de réseau, la capacité de ce réseau à effectuer un routage disjoint est étroitement liée à la topologie des conduits physiques disponibles. Par conséquent, il est impossible de réaliser des routages, dans un réseau de couche client, dont la diversité soit supérieure à la topologie des conduits physiques.

Pour gérer efficacement un réseau de couche, la fonctionnalité OAM, la gestion de la performance et la disponibilité de ce réseau de couche doivent être conçues et traitées dans un ordre logique de manière que les mécanismes OAM, de gestion de la performance et de disponibilité de ce réseau de couche puissent être étendus sans inconvénients pour ce réseau de couche ou pour l'opérateur propriétaire de ce réseau de couche.

L'ordre logique recommandé est le suivant. Il convient de bien comprendre les différences entre les besoins et exigences de la fonction OAM proactive et ceux de la fonction OAM réactive, puis d'identifier le mode de fonctionnement du réseau (c'est-à-dire cl-ps ou co-ps dans le cas de réseaux FPBN) qui sera appliqué à la fonction OAM, étant donné que chacun des deux modes

d'interfonctionnement de réseau à commutation de paquets a ses propres caractéristiques, ses propres défauts et par conséquent ses propres exigences en termes de fonction OAM.

Pour chaque mode, il est nécessaire de définir une fonction OAM pertinente et adaptée à la détection et au traitement des défauts (c'est-à-dire une fonction OAM proactive), qui définisse notamment les défauts qui peuvent se produire dans ce mode d'interfonctionnement de réseau. Par exemple, les deux modes d'interfonctionnement de réseau à commutation de paquets ont l'un et l'autre l'obligation d'offrir un mécanisme de vérification de connectivité (CV, *connectivity verification*) et par conséquent les deux modes d'interfonctionnement de réseau à commutation de paquets doivent offrir un mécanisme qui permette au puits de terminaison d'un chemin d'identifier la source de terminaison de ce chemin. Dans le mode cl-ps, la fonction CV dans la pratique est assurée gratuitement du fait que chaque paquet contient une adresse source. Toutefois, la vérification de la connectivité d'un réseau de couche cl-ps qui ne prend en charge que des flux de transit exige une fonctionnalité OAM proactive complémentaire. En plus de ses autres fonctions, un flux CV périodique entre deux points de terminaison de flux ou de chemin peut être utilisé pour déterminer si un flux ou un chemin est à l'état de repos ou en dérangement.

Pour chaque défaut identifié dans un mode d'interfonctionnement de réseau donné, il est nécessaire de définir un ensemble de critères d'entrée et de sortie (pour les états de disponibilité et d'indisponibilité) selon la persistance du défaut, ainsi qu'un ensemble d'actions consécutives permettant de remédier à ce défaut. La nature exacte des critères d'entrée et de sortie et des actions consécutives dépendra de la nature du défaut et du mode d'interfonctionnement de réseau auquel ce défaut s'applique.

Ce n'est que lorsque les défauts de disponibilité, leurs critères d'entrée et de sortie ainsi que les actions consécutives éventuelles auront été définis (pour le mode d'interfonctionnement de réseau considéré), qu'il sera possible de commencer à s'intéresser aux mécanismes permettant de mesurer la gestion de la performance et d'évaluer un chemin, une connexion, un flux ou un réseau de couche donné en fonction des éventuels accords de niveau de service (SLA, *service level agreement*) conclus en matière de gestion de la performance. Cela s'explique par le fait que les mesures de la performance, du moins pour les besoins des accords SLA, n'ont de sens que lorsque l'entité de réseau considérée est dans l'état de disponibilité.

Il convient de noter que la gestion de la performance n'est pas la seule chose qui dépend de l'ordre logique de traitement évoqué plus haut. En dépendent également, entre autres:

- la spécification des éléments de réseau (en fonction des registres et des rapports signalant les dépassements de seuil anormaux);
- les systèmes de gestion de réseau/systèmes support d'exploitation (NMS, *network management system/OSS, operations support system*) qui doivent traiter les données recueillies par les éléments de réseau sur les défauts, la disponibilité et la gestion de la performance;
- la définition des communications fictives de référence (HRX, *hypothetical reference connection*) et des objectifs appropriés en matière de disponibilité de bout en bout et de disponibilité de chaque tronçon de connexion ainsi qu'en matière de gestion de la performance;
- les définitions de services de réseaux compatibles avec des accords SLA mesurables.

6.5.1 Fonctionnalité OAM, gestion de la performance et disponibilité des réseaux de couche co-ps

Un réseau de couche doit être doté d'un mécanisme (ou de mécanismes) lui permettant de distinguer l'état de marche de l'état d'arrêt pour une connexion point à point (p-t-p) donnée, laquelle à son tour permettra à ce réseau de couche d'évaluer la performance à l'aune des éventuels accords SLA conclus pour une connexion donnée dudit réseau de couche. Il est nécessaire que les états de marche

et d'arrêt aient été clairement identifiés avant de prendre en considération la gestion de la performance car les accords SLA dans ce domaine n'ont de sens que lorsque la connexion à laquelle ils se rapportent est dans l'état de marche.

NOTE 1 – Si un service co-ps est garanti par la strate de transport, cela implique que celle-ci pratique une "politique d'admission des appels" permettant d'éviter le surabonnement et la dégradation de la performance qui en résulterait.

NOTE 2 – Un chemin point à multipoint (p-t-mp) peut être considéré comme étant un ensemble d'instances de connexion point à point (p-t-p) entre une source et tel ou tel puits. Du point de vue d'une instance client donnée, la seule chose qui importe est de savoir si la connexion point à point (p-t-p) source/puits de ce client fonctionne ou non. Par conséquent, la connectivité point à multipoint (p-t-mp) peut être examinée en fonction du comportement de la connectivité point à point (p-t-p).

NOTE 3 – En général, la protection ou le rétablissement du réseau de couche serveur est conçu de manière à permettre le rétablissement de la connexion en cas de panne avant que la connexion soit déclarée comme étant indisponible.

NOTE 4 – En général, un réseau de transport assure la surveillance d'une connexion de transit, c'est-à-dire que les terminaisons du chemin de service ne relèvent pas du réseau de transport.

L'ensemble minimal de défauts possibles que la fonctionnalité OAM proactive co-ps devrait permettre de détecter dans un réseau de couche co-ps s'établit comme suit.

Perte de connectivité – Ce défaut se produit lorsque le trafic en provenance de la source de terminaison de chemin co-ps n'aboutit pas au puits de terminaison de chemin co-ps correspondant. Par exemple, dans le cas d'un chemin co-ps entre la source de terminaison de chemin A (TT_So A) et le puits de terminaison de chemin A (TT_Sk A), le trafic en provenance de TT_So A n'aboutit pas à TT_Sk A.

NOTE 5 – Pour cause d'encombrement ou de perte de paquets, un certain degré de perte de connectivité peut être considéré comme étant acceptable dans un chemin de couche co-ps. En conséquence, un défaut de perte de connectivité ne devrait être signalé qu'en cas de perte de connectivité pendant une période prolongée telle que définie selon les critères d'entrée et de sortie applicables au défaut de perte de connectivité.

Connexion erronée – Ce défaut se produit lorsque, pour quelque raison que ce soit (panne ou configuration d'opérateur incorrecte, par exemple), une source de terminaison de chemin donnée n'est pas connectée au bon puits de terminaison de chemin. Par exemple, un chemin qui devrait connecter TT_So A à TT_Sk A est connecté à la place à TT_Sk B.

Connexions fusionnées par erreur – Ce défaut se produit lorsque, pour quelque raison que ce soit (panne ou configuration d'opérateur incorrecte, par exemple), le trafic dans un chemin "fuit" dans un autre chemin. Par exemple, dans le cas d'un chemin co-ps entre TT_So A et TT_Sk A, le trafic aboutissant à TT_Sk A provient à la fois de TT_So A et TT_So B.

L'architecture FPBN ne définit pas de critères d'entrée et de sortie pour les défauts susmentionnés. Toutefois, il convient de définir des critères d'entrée et de sortie pour les défauts ainsi que les états dans lesquels une connexion est considérée comme étant disponible ou indisponible, afin de spécifier les objectifs de performance à attribuer aux connexions HRX.

[UIT-T Y.1710] définit les prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance dans les réseaux MPLS et [UIT-T Y.1711] définit un mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS. Bien que propres aux réseaux MPLS, les principes contenus dans [UIT-T Y.1710] et [UIT-T Y.1711] peuvent être généralisées et appliquées à n'importe quel réseau de couche co-ps et les mécanismes OAM co-ps dans un réseau FPBN devraient réutiliser les principes généraux [UIT-T Y.1710] et [UIT-T Y.1711] pour les appliquer, au besoin, à telle ou telle technologie de réseau de couche co-ps utilisée.

Pour les services qui assurent une connectivité bidirectionnelle entre deux entités en communication, si un sens de transmission passe à l'état d'arrêt, le service (c'est-à-dire les deux sens de transmission) devrait alors passer à l'état d'arrêt (c'est-à-dire que le service devrait être considéré comme étant indisponible). En conséquence, toutes les mesures de gestion de la performance pour une connexion bidirectionnelle doivent être suspendues dans les deux sens de transmission, même si un seul sens de transmission de la connexion est défectueux (c'est-à-dire à l'état d'arrêt).

La disponibilité d'une connexion donnée est essentiellement une mesure de la capacité de cette connexion (ou plus exactement du réseau de couche dont cette connexion fait partie) à maintenir la connectivité (avec les critères de performance associés que cette connexion a garantis) en dépit d'un (ou de plusieurs) défauts ou dérangements.

6.5.2 Fonctionnalité OAM, gestion de la performance et disponibilité des réseaux de couche cl-ps

En général, il est impossible de surveiller individuellement l'état de tous les flux dans un réseau de couche cl-ps FPBN. En outre, il est également impossible pour un réseau FPBN de surveiller individuellement l'état de toutes les sessions de la strate des services. Cela tient en partie au grand nombre de flux qui peuvent coexister à un moment donné et à la courte durée de vie intrinsèque de beaucoup de ces flux.

Il est toutefois possible de surveiller la connectivité (c'est-à-dire la capacité de transférer des paquets entre deux points) dans un réseau de couche cl-ps. Un réseau de couche cl-ps doit donc être doté d'un mécanisme (ou de plusieurs mécanismes) qui lui permettent de déterminer la présence ou l'absence d'une connectivité entre deux de ses points. Un réseau de couche cl-ps pourra ainsi mesurer les éventuelles garanties de connectivité entre deux de ces points qui lui auront été données. En outre, un réseau FPBN devrait pouvoir détecter les cas de remise de paquets à une ou plusieurs destinations/sorties non voulues.

L'ensemble minimal de défauts possibles que la fonctionnalité OAM proactive cl-ps devrait permettre de détecter dans un réseau de couche cl-ps s'établit comme suit.

Perte de connectivité – Ce défaut se produit lorsque le trafic en provenance de la source de terminaison de flux cl-ps n'aboutit pas au puits de terminaison de flux cl-ps correspondant. Par exemple, dans le cas d'un flux cl-ps entre la source de terminaison de flux A (FT_So A) et le puits de terminaison de flux A (FT_Sk A), le trafic en provenance de FT_So A n'aboutit pas à FT_Sk A.

NOTE – Pour cause d'encombrement ou de perte de paquets, un certain degré de perte de connectivité peut être considéré comme étant acceptable dans un flux de couche cl-ps. En conséquence, un défaut de perte de connectivité ne devrait être signalé qu'en cas de perte de connectivité pendant une période prolongée telle que définie selon les critères d'entrée et de sortie applicables au défaut de perte de connectivité.

Dans un réseau de couche cl-ps, les paquets contiennent toujours une adresse source unique (dans le cadre de ce réseau de couche), ce qui les rend toujours automatiquement identifiables par rapport à leur source. Cela signifie que les réseaux de couche cl-ps se contentent de multiplexer les flux, sans jamais les fusionner, et par conséquent un réseau de couche cl-ps ne peut être exposé à des défauts du type erreur de connexion de flux ou erreur de fusion de flux.

L'architecture FPBN ne définit pas de critères d'entrée et de sortie pour le défaut de perte de connectivité susmentionné. Toutefois, il convient de définir des critères d'entrée et de sortie pour les défauts ainsi que les états dans lesquels un flux est considéré comme étant disponible ou indisponible, afin de spécifier les objectifs de performance à attribuer aux connexions HRX.

Les flux sont toujours unidirectionnels. Toutefois, de nombreux services ont besoin d'une connectivité bidirectionnelle et par conséquent il est souvent nécessaire de surveiller la connectivité des deux sens de transmission entre deux points dans un réseau de couche cl-ps. Pour les services qui assurent une connectivité bidirectionnelle entre deux entités en communication, si un sens de

transmission perd la connectivité, le service (c'est-à-dire les deux sens de transmission) devrait alors passer à l'état d'arrêt (c'est-à-dire que le service devrait être considéré comme étant indisponible). En conséquence, toutes les mesures de gestion de la performance entre deux points dans un réseau de couche cl-ps doivent être suspendues dans les deux sens de transmission, même si la perte de connectivité n'intervient que dans l'un des sens de transmission.

La disponibilité entre deux points dans un réseau de couche cl-ps est essentiellement une mesure de la capacité de ce réseau de couche à maintenir la connectivité avec les critères de performance associés qui ont été garantis.

6.6 Relation entre les réseaux de couche et le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI BRM)

Le modèle X.200 et le modèle G.805/G.809 sont utiles pour décrire les différents éléments de la strate de transport. En général, le modèle X.200 est très utile pour décrire les relations horizontales (entre couches homologues) et les fonctions entre couches d'une même pile. Le modèle G.805/G.809 est très utile pour décrire les relations récursives entre couches dans des réseaux de transport multicouche. Le terme *couche* est utilisé dans les applications du modèle X.200 et le terme *réseau de couche* est utilisé dans les applications du modèle G.805/G.809. La définition de "réseau de couche" figurant dans [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] n'est pas la même que la définition de "couche" figurant dans la Rec. UIT-T X.200. Les Recommandations UIT-T X.200 et G.805/G.809 sont communément utilisées dans le secteur des télécommunications pour décrire les réseaux. Un bref aperçu général du modèle X.200 et du modèle G.805/G.809 est donné dans l'Appendice I.

6.7 Relation avec les autres strates

Voir la Figure 6-3.

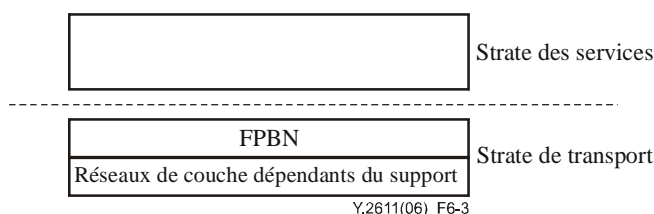


Figure 6-3 – Relation entre un réseau FPBN et les strates de transport et des services

Un réseau FPBN se situe entre la strate des services et la partie inférieure de la strate de transport, d'un point de vue intercouche (comme indiqué dans [UIT-T G.805] et [UIT-T G.809]). Un réseau FPBN peut fournir des services de la strate de transport co-ps et/ou cl-ps. Le réseau FPBN peut être mis en œuvre avec plusieurs réseaux de couche, comme indiqué dans le § 6.1.

Pour des raisons de transparence, un réseau FPBN est indépendant des technologies (dépendantes des supports) d'interconnexion d'un réseau de couche (serveur) inférieur. Le réseau de couche (serveur) inférieur assure les fonctions d'adaptation et les services de transport nécessaires pour interconnecter les nœuds FPBN.

Les paquets FPBN peuvent être adaptés aux technologies d'interfonctionnement de réseau de couche serveur actuelles et futures (c'est-à-dire encapsulés dans celles-ci).

6.7.1 Relation entre un réseau FPBN et son (réseau de service ou de couche) client

Selon [UIT-T Y.2001] un réseau FPBN devrait agir comme un réseau de couche serveur et par conséquent être indépendant de ses couches client. Les paquets de couche client, qu'il s'agisse de paquets d'utilisateur, de paquets de gestion ou de paquets de commande, sont tous traités comme la charge utile du plan utilisateur d'un réseau FPBN.

Les couches client peuvent être transmises en mode cl-ps ou en mode co-ps, ou dans ces deux modes de transport, pour autant que les exigences de service des couches client soient satisfaites.

Un service peut être mappé dans une ou plusieurs classes de service.

6.7.2 Relation entre un réseau FPBN et son réseau de couche serveur

Un réseau FPBN devrait agir comme un client de son réseau de couche serveur sous-jacent et par conséquent le réseau de couche serveur doit être indépendant du réseau FPBN.

6.8 Relation entre un réseau FPBN et les réseaux existants

Selon les prescriptions du § 6 de [UIT-T Y.2601], un réseau FPBN est censé *interfonctionner et coexister avec les réseaux en mode paquet cl-ps et co-ps actuels*. Pour qu'un réseau FPBN interfonctionne avec les réseaux cl-ps et co-ps actuels, il peut être nécessaire de mettre en œuvre en bordure de celui-ci des fonctions de traduction d'adresse, entre autres.

6.9 Interfaces dans un réseau FPBN

Un réseau FPBN peut tenir lieu de réseau central et/ou de réseau d'accès, le cas échéant d'opérateurs différents. Un réseau FPBN peut être connecté à distance à un autre réseau FPBN et/ou connecté à d'autres réseaux de transport hétérogènes.

Examinons les scénarios d'interconnexion de réseau représentés sur la Figure 6-4, § 6.10 ci-dessous, sur laquelle les points de référence d'un réseau FPBN sont indiqués. Sur cette figure, le réseau de transport central peut être connecté à un ou plusieurs réseaux de transport d'accès, et chaque réseau de transport d'accès peut être connecté à un ou plusieurs réseaux d'utilisateur.

Le réseau FPBN A est connecté au réseau FPBN B adjacent, d'une part, et au réseau FPBN C, d'autre part. Le réseau FPBN D appartient à un opérateur différent de l'opérateur propriétaire des réseaux FPBN A, B et C. Le réseau FPBN D est connecté au réseau FPBN A, mais n'est pas sécurisé par celui-ci. Un autre réseau de transport hétérogène (appelé "Autre TN" sur la Figure 6-4) est connecté au réseau FPBN A et n'est pas non plus sécurisé par celui-ci.

6.10 Points de référence dans un réseau FPBN

On distingue six types de points de référence pour un réseau de couche dans un réseau FPBN, à savoir les types a, b, c, d, e, ou f. Les interfaces de réseau incluent les interfaces utilisateur-réseau (UNI, *user-to-network interface*), les interfaces NNI internes (I-NNI, *internal network-to-network interface*) et les interfaces NNI externes (E-NNI, *external network-to-network interface*).

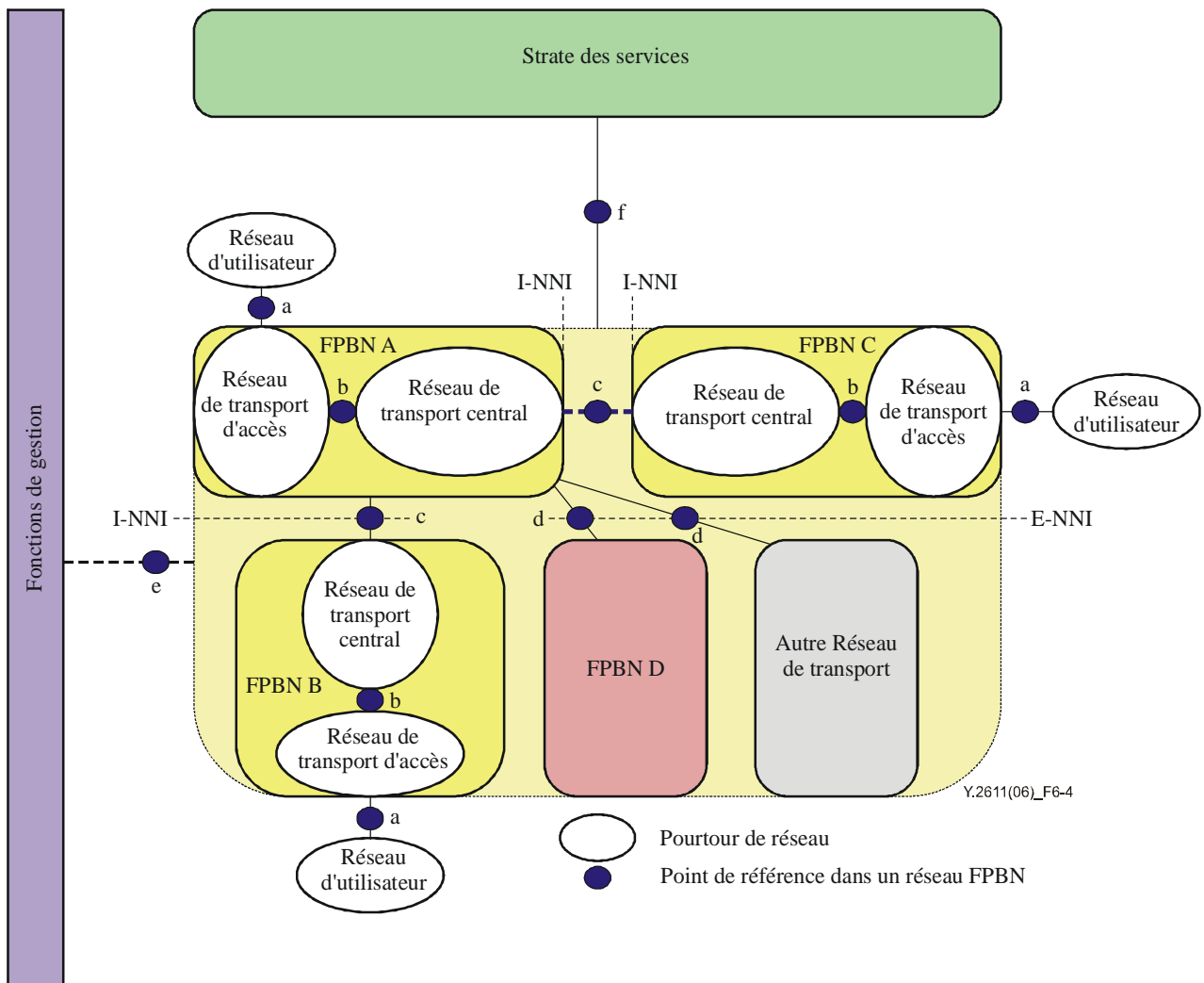


Figure 6-4 – Points de référence dans un réseau FPBN

Chaque réseau FPBN représenté sur la Figure 6-4 comprend un réseau de transport d'accès et un réseau de transport central. Toutefois, le réseau de transport d'accès ou le réseau de transport central peut être inopérant. En d'autres termes, un réseau FPBN peut uniquement prendre en charge un réseau de transport d'accès ou un réseau de transport central, mais pas les deux.

Un réseau d'utilisateur pourrait être un réseau domestique, un réseau d'entreprise ou un autre réseau.

Un type de point de référence (RPT, *reference point type*) existe entre un réseau d'utilisateur et un réseau de transport d'accès FPBN. Il permet à l'utilisateur de transférer et de recevoir des données d'utilisateur ainsi que des informations OAM et de signalisation.

Un RPT a peut prendre en charge plusieurs instances de service dans un réseau NGN.

Un RPT b se situe entre un réseau de transport d'accès FPBN et un réseau de transport central FPBN. Il fait office de point d'agrégation pour le réseau de transport central FPBN.

Un RPT c représente une interface I-NNI FPBN et est situé entre deux réseaux de transport centraux FPBN adjacents. Une même interface I-NNI FPBN peut prendre en charge plusieurs instances de service vers différentes destinations.

Un RPT d représente une interface E-NNI FPBN et est situé entre deux réseaux FPBN relevant d'opérateurs différents, ou entre un réseau FPBN et un réseau de transport hétérogène. Une même interface E-NNI FPBN peut prendre en charge plusieurs instances de service FPBN vers différentes destinations dans le réseau de l'un ou l'autre opérateur.

Le RPT e représente l'interface de gestion entre le plan de gestion d'un réseau de couche faisant partie de la strate de transport et toute fonction de gestion de réseau extérieure au plan de gestion dudit réseau de couche.

Le point RPT f représente le point d'interconnexion entre la strate de transport et la strate des services dans un réseau NGN.

6.11 Nommage et adressage dans un réseau FPBN

Un réseau FPBN a besoin d'un mécanisme d'adressage pour identifier un nœud, une liaison, une interface ou d'autres entités.

L'identification doit être effectuée dans chaque réseau de couche de la strate de transport du réseau NGN. Selon la fonction qu'elle assure, une entité donnée se verra attribuer un ou plusieurs identifiants. Les identifiants de réseau de couche FPBN sont indépendants des identifiants de réseau de couche client (ou serveur), même s'ils partagent la même syntaxe ou la même structure. En limite d'un réseau de couche, des mécanismes de mappage et/ou de traduction sont nécessaires afin d'établir les relations nécessaires entre l'identifiant utilisé par le réseau de couche client et l'identifiant utilisé par le réseau de couche serveur.

NOTE – Les identifiants pourraient être déterminés à partir de plusieurs champs discontinus. Le caractère unique d'un identifiant au plan mondial peut être garanti par le contexte ainsi que par l'identifiant proprement dit.

Le fait de considérer un identifiant donné comme un nom ou comme une adresse dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels le point de vue (et l'emplacement) de l'entité qui utilise cet identifiant (ou procède à son mappage). Le même identifiant peut être considéré comme une adresse par une entité et comme un nom par une autre entité, du fait qu'elles ont des points de vue différents.

Un réseau FPBN peut avoir besoin de plusieurs espaces d'identifiant, par exemple, l'espace d'identifiant de l'utilisateur, l'espace d'identifiant de gestion et l'espace d'identifiant du plan de commande. Chaque espace d'identifiant peut être indépendant des autres espaces d'identifiant (même s'ils utilisent la même syntaxe ou la même structure). D'autres espaces d'identifiant peuvent aussi être utilisés, par exemple afin d'identifier de manière indépendante les composants qui implémentent les fonctions du plan de commande.

Chaque ressource en limite du plan utilisateur de chaque réseau de couche aura un nom (choisi dans l'espace de nom du plan utilisateur de ce réseau de couche), visible depuis l'extérieur du réseau. Ces noms pourront devoir être traduits dans des adresses topologiquement significatives (à partir de l'espace d'adresse du plan utilisateur de ce réseau de couche) à l'intérieur des limites du réseau de couche. En d'autres termes, les ressources internes d'un réseau de couche donné utilisent des adresses. Lorsque ces ressources deviennent visibles pour des entités extérieures à ce réseau de couche, un nom peut leur être attribué au lieu de l'adresse interne.

Les identifiants à l'intérieur d'un réseau de couche sont gérés par le propriétaire de ce réseau de couche et doivent être uniques dans ce contexte. Les identifiants qui sont rendus visibles à l'extérieur sont gérés à l'intérieur des limites du réseau constituant un espace clos pour faire en sorte qu'ils restent uniques dans ce contexte.

6.12 Considérations relatives à la sécurité

Un réseau FPBN doit être doté de mécanismes permettant de le rendre sûr ou "sécurisé" par sa couche client.

Une entité peut être déclarée comme faisant confiance à une seconde entité si la première entité part du principe que la seconde entité se comportera comme la première entité le prévoit. Un tel postulat de confiance repose sur l'authentification de l'identité de la seconde entité.

Appendice I

Relation entre les réseaux de couche et le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI BRM)

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

Le présent appendice souligne et précise les principales différences entre le modèle G.805/G.809 et le modèle X.200 afin d'aider un spécialiste d'un des modèles à acquérir les rudiments de l'autre modèle. Le présent appendice n'est pas censé décrire par le menu aucun de ces deux modèles.

I.1 Modèle OSI BRM (X.200)

Le modèle de référence de base pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI BRM) [UIT-T X.200] est normalement appliqué pour décrire une seule "pile de réseau" depuis la couche d'application jusqu'à la couche de transport physique. L'[UIT-T X.200] décrit un réseau unique du point de vue des fonctions logiques qui forment le réseau et de la hiérarchie qui existe entre ces fonctions logiques aux différents niveaux du réseau.

Lorsqu'elle décrit un réseau, [UIT-T X.200] part du principe qu'il n'y a qu'une seule "pile de réseau" (un seul système ouvert), et que cette pile contient une hiérarchie de différentes couches (jusqu'à sept) dont le nom et l'organisation découlent directement de leur fonction: Application, Présentation, Session, Transport, Réseau, Liaison de données et Physique. En règle générale, la strate de transport dans l'architecture NGN pourrait être représentée par les trois couches inférieures du modèle OSI BRM, c'est-à-dire les couches Réseau, Liaison de données et Physique.

La couche Réseau joue un rôle important dans la mise en œuvre de l'interface entre la strate des services et la strate de transport. La fonction centrale de la couche Réseau est le routage et le relaiage. Elle fournit à la strate des services des services de réseau de couche en mode connexion (co-ps) ou en mode sans connexion (cl-ps). La structuration en couches de la strate de transport, selon le modèle X.200, est représentée sur la Figure I.1.

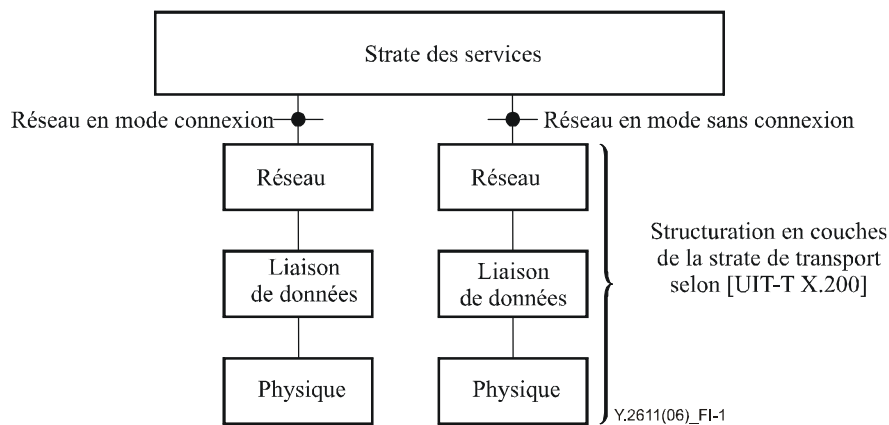


Figure I.1 – Structuration en couches de la strate de transport selon le modèle X.200

I.2 Modèle G.805/G.809

Le modèle G.805/G.809 est utilisé pour décrire les "réseaux de couche" dans la strate de transport. En conséquence, le modèle G.805/G.809 inclut le concept de récursion, c'est-à-dire qu'un réseau de couche peut être le client d'un autre réseau de couche. C'est ce qu'on appelle une relation d'interfonctionnement client/serveur. Le modèle G.805/G.809 définit un ensemble d'outils et de règles qui nous permettent de visualiser des réseaux de transport complexes multi-opérateurs et à technologies multiples.

I.3 Comparaison des deux modèles

Contrairement au modèle X.200, le modèle G.805/G.809 part du principe qu'un réseau de couche unique peut contenir toutes les fonctions décrites dans le modèle X.200. Dans le modèle G.805/G.809, un réseau de couche peut être l'un des nombreux réseaux de couche qui coexistent en parallèle (qu'ils soient entièrement indépendants les uns des autres ou qu'ils soient imbriqués dans les relations client/serveur), chacun d'entre eux ayant leur propre ensemble de fonctions correspondant aux fonctions qui sont décrites par le modèle OSI BRM (appelées "couches" dans le modèle X.200). Les [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] ne limitent pas les fonctions qui peuvent exister dans un réseau de couche, ce qui permet au modèle G.805/G.809 de décrire un réseau de couche (ou une pile de réseaux de couche) au niveau d'abstraction le plus approprié, quel qu'il soit. De même, les [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] ne limitent pas le nombre de réseaux de couche qui peuvent exister dans une "pile de réseau", ce qui permet aux modèles G.805/G.809 de décrire un nombre éventuellement infini de relations client/serveur entre les réseaux de couche de la "pile de réseau".

Un réseau de couche unique tel que décrit dans les [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] ne correspond pas directement à une couche unique telle que décrite dans [UIT-T X.200]. En fait, les relations client/serveur entre réseaux de couche G.805/G.809 permettent à ceux-ci de fonctionner de manière indépendante, et chaque réseau de couche a son propre mode d'instanciation du modèle OSI BRM qui est différent de tout autre mode d'instanciation du modèle OSI BRM dans tout autre réseau de couche parallèle, qu'il s'agisse d'un réseau de couche parallèle dans le sens horizontal ou dans le sens vertical. Cependant, les réseaux de couche (décrits dans [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]) n'ont pas besoin d'instancier les sept couches du modèle OSI BRM.

Cela ne veut pas dire qu'une fonctionnalité analogue à celle qui est décrite dans le modèle OSI BRM n'est pas présente dans les réseaux de couche (tels que définis dans [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]), mais plutôt que cette fonctionnalité peut être répartie assez différemment entre un nombre plus petit ou plus grand de fonctions, par exemple – ou simplement être répartie différemment, et ne pas être "structurée en couches" de façon hiérarchique rigide, comme dans le modèle OSI BRM.

Les architectures de réseaux NGN nécessitent une souplesse plus grande que celle qui avait été envisagée lors de l'élaboration de [UIT-T X.200]. On trouvera de plus amples précisions dans le § 6 de [UIT-T Y.2011], où la relation entre les réseaux NGN et le modèle X.200/OSI BRM est examinée de façon plus détaillée. L'Annexe A de [UIT-T Y.2011] indique certaines parties de la Rec. UIT-T X.200 qui sont soit trop restrictives soit insuffisantes pour s'adapter aux technologies récentes, émergentes ou envisagées pour l'avenir. En outre, l'Annexe B de [UIT-T Y.2011] contient une liste détaillée des points de [UIT-T X.200] qui ont été retenus (en raison de leur applicabilité aux réseaux NGN) et une liste des points qui n'ont pas été retenus (du fait qu'ils ne sont pas applicables aux réseaux NGN), extraite de [UIT-T X.200].

La Figure I.2 indique le mode d'instanciation du modèle OSI BRM propre à chaque réseau de couche (décrit dans [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809]), qui diffère de tout autre mode d'instanciation du modèle OSI BRM qui existe dans tout autre réseau de couche parallèle. La Figure I.2 illustre un scénario dans lequel un réseau de couche Ethernet est pris en charge par un réseau de couche MPLS, lui-même pris en charge par un réseau de couche SDH. Chaque réseau de couche est représenté au moyen des conventions schématiques définies dans [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809].

En regard de chaque réseau de couche, un mode d'instanciation du modèle X.200/OSI BRM est indiqué pour appeler l'attention sur le fait que les trois réseaux de couche (Ethernet, MPLS et SDH) coexistent (imbriqués dans les relations client/serveur) et que chacun d'entre eux à son propre ensemble de fonctions qui correspondent aux fonctions qui sont décrites dans le modèle X.200/OSI BRM.

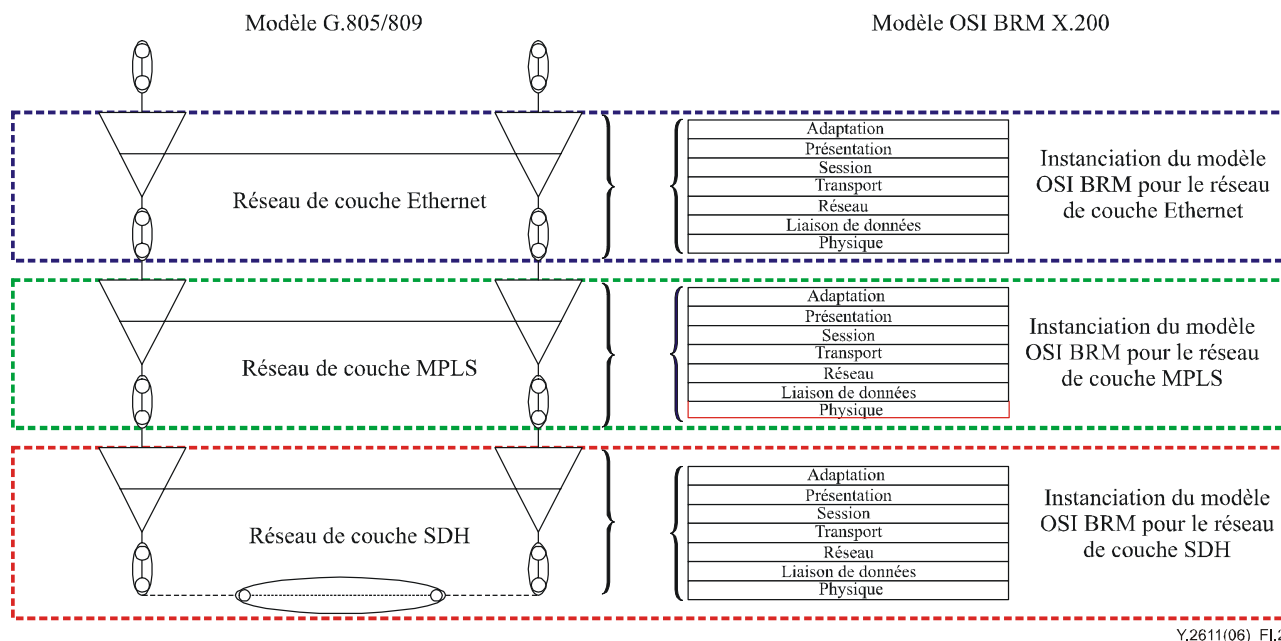


Figure I.2 – Mode d'instanciation du modèle OSI BRM propre à chaque réseau de couche G.805/G.809

A noter qu'un réseau de couche n'instancie pas nécessairement la totalité des sept couches du modèle OSI BRM (par exemple, le réseau de couche MPLS n'instanciera pas la couche physique du modèle OSI BRM). Il convient également de noter que la Figure I.2 représente une hiérarchie de réseaux de couche à un niveau d'abstraction donné. Le modèle G.805/G.809 permet de décrire un réseau de couche à n'importe quel niveau d'abstraction. Ainsi, par exemple, le schéma pourrait être développé afin de décomposer le réseau de couche SDH en ces différents réseaux de couche (VC-4, section multiplex, section de régénération, etc.).

Outre qu'il permet de décrire les réseaux de couche (leur structuration en couches et les interactions entre eux), le modèle G.805/G.809 peut aussi être mappé dans des spécifications détaillées d'équipements (par exemple [b-UIT-T I.732] spécifie les caractéristiques fonctionnelles des équipements ATM et [b-UIT-T G.783] spécifie les caractéristiques des équipements SDH) ainsi que dans des modèles d'information de gestion (par exemple, les spécifications du TeleManagement Forum (TMF) relatives à la gestion de réseau multitechnologies (MTNM, *multi-technology network management*) (spécifications TMF 513, TMF 608 et TMF 814) et relatives à l'interface pour systèmes d'exploitation multitechnologies (MTOSI, *multi-technology operations systems interface*) (spécifications TMF 517 et TMF 608)).

Les constructeurs d'équipements accordent de l'importance aux spécifications détaillées d'équipements car elles constituent une publication officielle indiquant les composants qu'un équipement de transport devrait contenir, les modalités d'interaction souhaitées entre ces composants et le comportement que l'équipement proprement dit devrait avoir. Les opérateurs de réseau (et les organismes de normalisation de gestion tels que le TeleManagement Forum (TMF)) accordent de l'importance aux modèles d'information de gestion car ceux-ci définissent et décrivent de manière officielle les points de référence avec lesquels le système support d'exploitation (OSS)

de l'opérateur doit agir afin de gérer un équipement de transport (et en fin de compte le réseau de transport proprement dit).

La Figure I.3 ci-dessous représente un réseau de couche de conduit SDH (VC-4, par exemple) au plus haut niveau d'abstraction (niveau de subdivision maximal), c'est-à-dire que ce réseau se présente sous la forme d'un sous-réseau unique borné par ses points d'accès. Ce réseau de couche de conduit SDH est utilisé pour prendre en charge diverses "piles de réseau". A noter que le réseau SDH se décompose lui-même en plusieurs réseaux de couche (par exemple, VC-4, section multiplex, section de régénération, longueur d'onde, etc., jusqu'au niveau du conduit). Le schéma de la Figure I.3 montre que le modèle [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] permet de décrire un réseau de couche serveur unique pouvant prendre en charge plusieurs réseaux de couche client (différents) (ce qu'il est impossible de faire avec le modèle OSI BRM qui présuppose une "pile de réseau" unique). La Figure I.3 indique en outre comment le modèle [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809] prend en charge la récursion (par l'intermédiaire des relations client/serveur) et démontre que les réseaux de couche ne sont pas toujours empilés de la manière rigide préconisée dans le modèle OSI BRM/X.200. Diverses piles de réseau peuvent être modélisées selon le modèle [UIT-T G.805]/[UIT-T G.809], comme le montre la Figure I.3.

De gauche à droite, les piles de réseau représentées sur la Figure I.3 sont les suivantes:

- PPP sur L2TP sur IP sur MPLS sur Ethernet sur SDH;
- IP sur Ethernet sur MPLS sur Ethernet sur SDH;
- IP sur SDH;
- ATM sur MPLS sur SDH.

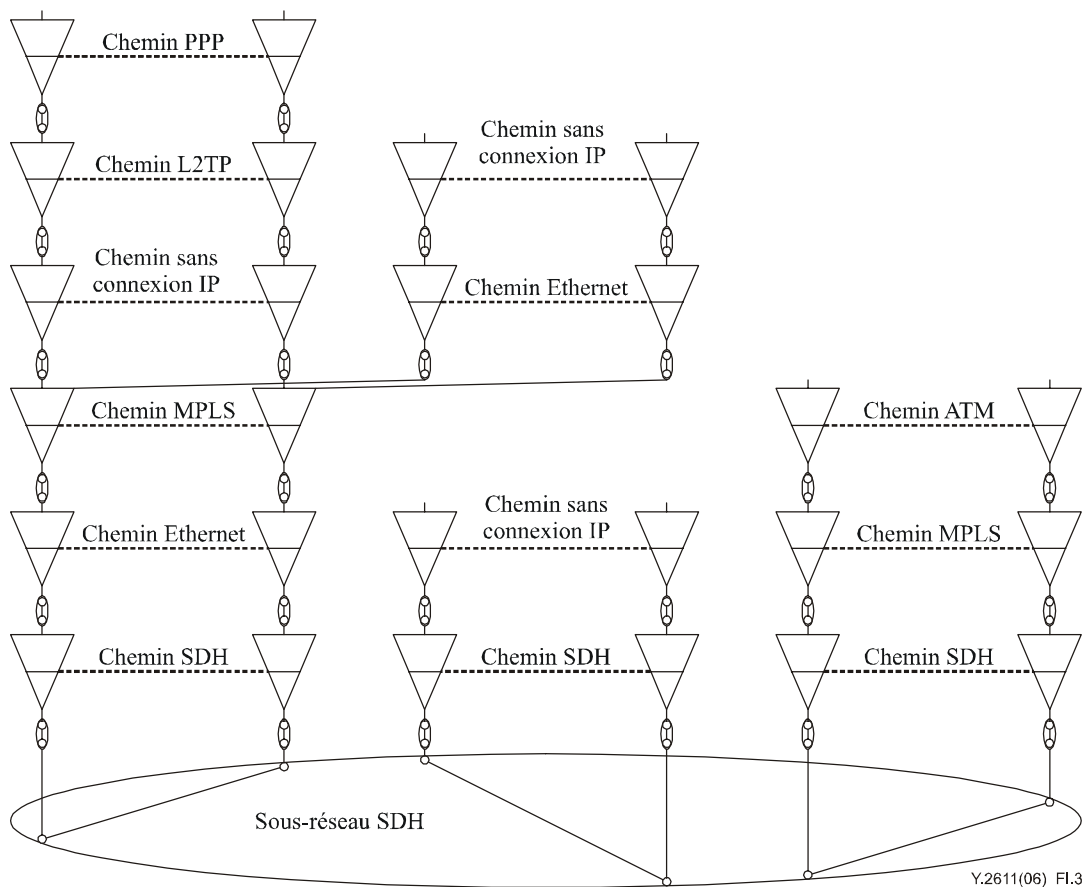


Figure I.3 – Schéma montrant que le modèle G.805/G.809 permet de décrire un réseau de couche serveur pouvant prendre en charge plusieurs réseaux de couche client (différents), y compris la récursion client/serveur

Bibliographie

- [b-UIT-T G.783] Recommendation UIT-T G.783 (2006), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone.*
- [b-UIT-T I.732] Recommendation UIT-T I.732 (2000), *Caractéristiques fonctionnelles des équipements ATM.*

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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