



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**G.805**

(03/2000)

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

Réseaux numériques – Généralités

---

**Architecture fonctionnelle générique des  
réseaux de transport**

Recommandation UIT-T G.805

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

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
EQUIPEMENTS DE TEST	G.500–G.599
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
<b>Généralités</b>	<b>G.800–G.809</b>
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
Objectifs de qualité et de disponibilité	G.820–G.829
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Gestion du réseau de transport	G.850–G.859
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.860–G.869
Réseaux de transport optiques	G.870–G.879
SECTION NUMÉRIQUE ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

## **Recommandation UIT-T G.805**

### **Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport**

#### **Résumé**

La présente Recommandation décrit l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport d'une manière indépendante de la technologie. L'architecture fonctionnelle générale peut servir de base à un ensemble harmonisé de Recommandations sur l'architecture fonctionnelle pour les réseaux de transport ATM, SDH, PDH ainsi qu'à un ensemble correspondant de Recommandations sur la gestion, l'analyse des performances et la spécification des équipements.

#### **Source**

La Recommandation G.805 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 13 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 10 mars 2000 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de la CMNT.

## 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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), 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 la CMNT.

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.

## 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 responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2001

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>	
1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Termes et définitions .....	1
4	Abréviations.....	5
5	Architecture fonctionnelle des réseaux de transport.....	5
5.1	Introduction.....	5
5.2	Composants architecturaux.....	6
5.2.1	Composants topologiques.....	6
5.2.2	Entités de transport .....	10
5.2.3	Fonctions de traitement de transport.....	11
5.2.4	Points de référence.....	12
5.3	Subdivision et stratification .....	14
5.3.1	Introduction.....	14
5.3.2	Concept de subdivision.....	15
5.3.3	Concept de stratification .....	19
5.4	Surveillance des connexions .....	25
5.4.1	Techniques de contrôle des connexions .....	25
5.4.2	Applications du contrôle des connexions .....	28
5.5	Interfonctionnement de couches de réseau .....	32
6	Application des concepts aux topologies et structures de réseau.....	33
6.1	Prise en charge de PDH sur des couches de réseau SDH .....	33
6.2	Prise en charge de ATM sur des couches de réseau SDH.....	35
6.3	Prise en charge de ATM par le multiplexage inverse ATM .....	37
7	Techniques d'amélioration de la disponibilité du réseau de transport .....	38
7.1	Introduction.....	38
7.2	Protection .....	39
7.2.1	Protection de chemin .....	39
7.2.2	Protection de connexion de sous-réseau.....	40
	Appendice I – Description formelle de l'architecture .....	43
I.1	Introduction.....	43
I.2	Généralités .....	43
I.3	Points de référence.....	44
I.4	Autres.....	45
I.5	Composants topologiques .....	45

	<b>Page</b>
I.6 Entités de transport .....	47
I.7 Fonctions de traitement de transport.....	48
I.8 Bibliographie.....	48
Annexe I.A – Brève introduction à la notation $Z$ .....	48
I.A.1 Introduction.....	48
I.A.2 Exemple #1 .....	49
I.A.3 Exemple #2 .....	49

## Recommandation UIT-T G.805

### Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport

#### 1 Domaine d'application

Un réseau de télécommunication est un réseau complexe qui peut être décrit de plusieurs manières selon le but particulier de la description. La présente Recommandation décrit le réseau comme un réseau de transport du point de vue de la capacité de transfert de l'information. Plus particulièrement, l'architecture fonctionnelle et structurelle des réseaux de transport est décrite d'une manière indépendante de la technique de gestion des réseaux.

La présente Recommandation décrit l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport d'une manière indépendante de la technologie. L'architecture fonctionnelle générique doit servir de base à un ensemble harmonisé de Recommandations sur l'architecture fonctionnelle des réseaux ATM, SDH, PDH et à un ensemble correspondant de Recommandations sur la gestion, l'analyse des performances et la spécification des équipements.

#### 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.

- UIT-T G.702 (1988), *Débits binaires de la hiérarchie numérique*.
- UIT-T G.703 (1998), *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions numériques hiérarchiques*.
- UIT-T G.707 (1996), *Interface de nœud de réseau pour la hiérarchie numérique synchrone*.
- UIT-T I.320 (1993), *Modèle de référence du protocole RNIS*.
- UIT-T I.321 (1991), *Modèle de référence pour le protocole du RNIS large bande et son application*.
- UIT-T I.324 (1991), *Architecture du RNIS*.
- UIT-T I.340 (1988), *Types de connexion de RNIS*.
- UIT-T I.361 (1999), *Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande*.
- UIT-T X.200 (1994) | ISO/CEI 7498-1:1994, *Technologies de l'information – Interconnexion des systèmes ouverts – Modèle de référence de base: le modèle de référence de base*.

#### 3 Termes et définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

NOTE 1 – Les termes utilisés ci-après sont propres à la présente Recommandation et ne doivent pas être confondus avec les mêmes termes utilisés, par exemple, dans UIT-T I.320, I.321, I.324 et I.340.

NOTE 2 – Lorsqu'une définition contient un terme lui-même défini, ce terme est indiqué entre guillemets.

NOTE 3 – On peut qualifier d'une manière encore plus précise les termes utilisés par référence à une couche de réseau spécifique en ajoutant le qualificatif de couche de réseau approprié (par exemple, terminaison de conduit de niveau supérieur SDH, terminaison de conduit PDH à 44 736 kbit/s, connexion de conduit virtuel ATM).

NOTE 4 – Tous les composants architecturaux sont bidirectionnels, sauf s'ils sont qualifiés par le terme "collecteur", "source" ou "unidirectionnel".

**3.1 groupe d'accès:** groupe de fonctions de "terminaison de chemin" situées au même endroit et reliées au même "sous-réseau" ou à la même "liaison".

**3.2 point d'accès:** "point de référence" constitué d'une paire de "points d'accès unidirectionnels" situés au même emplacement; il représente donc le rattachement entre les fonctions de terminaison de chemin et d'adaptation.

**3.3 adaptation:** "fonction de traitement de transport" constituée d'une paire formée par une source d'adaptation et un collecteur d'adaptation situés au même emplacement.

**3.4 collecteur d'adaptation; puits d'adaptation:** "fonction de traitement de transport" qui présente les informations caractéristiques de la couche de réseau cliente à sa sortie en traitant les informations présentées à son entrée par le chemin de la couche de réseau serveuse.

**3.5 source d'adaptation:** "fonction de traitement de transport" qui accepte les informations caractéristiques de la couche de réseau cliente à son entrée et les traite pour permettre leur transfert sur un chemin (dans la couche de réseau serveuse).

**3.6 information adaptée:** signal transféré par des "chemins". Les formats spécifiques seront définis dans les Recommandations relatives à la technologie.

**3.7 domaine administratif:** dans la présente Recommandation, un domaine administratif représente l'ensemble des ressources qui appartiennent à un seul acteur, par exemple un opérateur de réseau, un fournisseur de services ou un utilisateur final. Les domaines administratifs de différents acteurs ne se chevauchent pas.

**3.8 composant architectural:** tout élément utilisé dans la présente Recommandation pour décrire de façon générique la fonction de réseau de transport.

**3.9 rattachement:** relation directe entre une "fonction de traitement de transport" ou "entité de transport" et une autre "fonction de traitement de transport" ou "entité de transport" représentant une connectivité statique qui ne peut être modifiée directement par une action de gestion.

**3.10 information caractéristique:** signal de format spécifique transféré sur des "connexions de réseau". Les formats spécifiques seront définis dans les Recommandations relatives à la technologie.

**3.11 relation client/serveur:** association entre couches de réseau réalisée par une fonction d'"adaptation" pour permettre à la connexion de liaison dans la couche de réseau cliente d'être prise en charge par un chemin dans la couche de réseau serveuse.

**3.12 connexion:** "entité de transport" constituée d'une paire associée de "connexions unidirectionnelles" capables de transférer simultanément des informations dans des sens opposés entre leurs entrées et leurs sorties respectives.

**3.13 point de connexion:** "point de référence" constitué d'une paire de "points de connexion unidirectionnels" situés au même emplacement; il représente donc le rattachement de deux "connexions" bidirectionnelles appariées.

**3.14 surveillance de connexion:** processus de contrôle de l'intégrité d'une "connexion" ou d'une "connexion en cascade" faisant partie d'un "chemin".

**3.15 protection spécialisée:** architecture de protection qui fournit des moyens consacrés à la protection de la capacité d'écoulement du trafic (structure en 1 + 1).

- 3.16 intervention aux deux extrémités:** méthode d'intervention en secours assurant la commutation aux deux extrémités de l'entité protégée (par exemple, "connexion", "conduit"), même en cas de défaillance unidirectionnelle.
- 3.17 couche de réseau:** "composant topologique" qui représente l'ensemble complet de groupes d'accès du même type pouvant être associés pour le transfert d'informations (voir 5.2.1.1).
- 3.18 liaison:** "composant topologique" qui décrit une relation fixe entre un "sous-réseau" ou un "groupe d'accès" et un autre "sous-réseau" ou "groupe d'accès".
- 3.19 connexion de liaison:** "entité de transport" qui transfère des informations entre des "accès" par l'intermédiaire d'une liaison.
- 3.20 domaine de gestion:** un domaine de gestion définit un ensemble d'objets gérés regroupés de manière à répondre à des prescriptions d'ordre organisationnel selon la géographie, la technique, la politique ou autre structure et pour un certain nombre de zones fonctionnelles telles que configuration, sécurité (FCAPS) en vue d'une gestion cohérente. Les domaines de gestion peuvent être disjoints ou contenus ou peuvent se chevaucher. En tant que telles, les ressources d'un domaine administratif peuvent être réparties entre plusieurs domaines de gestion qui se chevauchent. La même ressource peut donc appartenir simultanément à plusieurs domaines de gestion, mais un domaine de gestion ne devra pas franchir la limite d'un domaine administratif.
- 3.21 matrice:** représente la limite de subdivision récurrente d'un sous-réseau.
- 3.22 connexion matricielle:** "entité de transport" qui transfère des informations à travers une matrice; elle est formée par l'association d'"accès" à la limite de la matrice.
- 3.23 réseau:** ensemble des entités (équipements, installations, systèmes) qui, réunies, permettent d'assurer des services de communication.
- 3.24 connexion de réseau:** entité de transport formée d'une série de "connexions de liaison" et/ou de "connexions de sous-réseau" contiguës entre des "points de connexion de terminaison".
- 3.25 appariement:** relation entre des "fonctions de traitement de transport" de collecteur et de source, entre deux "entités de transport" unidirectionnelles en sens opposé ou entre des "points de référence unidirectionnels" qui ont été associés en vue d'un transport bidirectionnel.
- 3.26 couche de réseau conduit:** "couche de réseau" qui est indépendante du support de transmission et est chargée du transfert d'informations entre des "points d'accès" de la couche de réseau conduit.
- 3.27 accès:** constitué d'une paire d'accès unidirectionnels.
- 3.28 point de référence:** composant architectural formé par le rattachement entre les entrées et les sorties des fonctions de traitement de transport et/ou des entités de transport.
- 3.29 protection partagée:** architecture de protection utilisant m entités de protection réparties entre n entités actives (structure m:n). Les entités de protection peuvent aussi servir à transporter du trafic supplémentaire lorsqu'elles ne sont pas utilisées pour la protection.
- 3.30 intervention à une seule extrémité:** méthode d'intervention en secours n'assurant la commutation qu'à l'extrémité affectée de l'entité protégée (par exemple, "chemin", "connexion de sous-réseau"), en cas de défaillance unidirectionnelle.
- 3.31 protection de connexion de sous-réseau:** type de protection représenté par une sous-couche qui est construite par extension du "point de connexion" de "sous-réseau".
- 3.32 sous-couche:** ensemble de fonctions de traitement de transport et de points de référence additionnels encapsulés dans une couche de réseau. Une sous-couche est créée par la décomposition de fonctions de traitement de transport ou de points de référence.

- 3.33 sous-réseau:** composant topologique utilisé pour effectuer le routage d'une information caractéristique particulière.
- 3.34 connexion de sous-réseau:** "entité de transport" qui transfère des informations dans un sous-réseau: elle est formée par l'association d'"accès" à la limite du sous-réseau.
- 3.35 connexion en cascade:** série arbitraire de "connexions de liaison" et/ou de "connexions de sous-réseau" contiguës.
- 3.36 point de connexion de terminaison:** point de référence constitué d'une paire de points de connexion de terminaison unidirectionnels situés au même emplacement; il représente donc le rattachement d'une terminaison de chemin avec une connexion bidirectionnelle.
- 3.37 composant topologique:** composant architectural décrivant le réseau de transport en termes de relations topologiques entre des ensembles de points situés dans la même couche de réseau.
- 3.38 chemin:** "entité de transport" constituée d'une paire associée de "chemins unidirectionnels" capables de transférer simultanément des informations dans des sens opposés entre leurs entrées et leurs sorties respectives.
- 3.39 protection de chemin:** type de protection représenté par une sous-couche qui est construite par extension de la "terminaison de chemin".
- 3.40 processus de gestion de chemin:** configuration des ressources du réseau, en cours d'exploitation, pour l'attribution, la réattribution et l'aiguillage des "chemins" assurant le "transport" vers les réseaux clients.
- 3.41 terminaison de chemin:** "fonction de traitement de transport" constituée d'une paire formée par une source de terminaison de chemin et un collecteur de terminaison de chemin situés au même emplacement.
- 3.42 collecteur de terminaison de chemin:** "fonction de traitement de transport" qui accepte les informations caractéristiques de la couche de réseau à son entrée, supprime les informations relatives au contrôle du "chemin" et présente les informations restantes à sa sortie.
- 3.43 source de terminaison de chemin:** "fonction de traitement de transport" qui accepte les "informations caractéristiques" adaptées d'une couche de réseau cliente à son entrée, ajoute des informations pour permettre de contrôler le "chemin" et présente les informations caractéristiques de la couche de réseau à sa sortie. La source de terminaison de chemin peut fonctionner sans entrée en provenance d'une couche de réseau cliente.
- 3.44 couche de réseau support de transmission:** "couche de réseau" pouvant dépendre du support et chargée du transfert d'informations entre des "points d'accès" de la couche de réseau support de transmission en appui à une ou plusieurs "couches de réseau conduit".
- 3.45 transport:** processus fonctionnel de transfert d'informations entre différents emplacements.
- 3.46 entité de transport:** composant architectural qui transfère des informations entre ses entrées et ses sorties dans une couche de réseau.
- 3.47 réseau de transport:** ressources fonctionnelles du réseau acheminant les informations d'utilisateur entre des emplacements.
- 3.48 fonction de traitement de transport:** composant architectural défini par le traitement de l'information effectué entre ses entrées et ses sorties. L'entrée ou la sortie doit être située à l'intérieur d'une couche de réseau; la sortie ou l'entrée correspondante peut être située dans le réseau de gestion (par exemple, sortie d'une fonction de contrôle).
- 3.49 point d'accès unidirectionnel:** "point de référence" au niveau duquel la sortie d'un "collecteur de terminaison de chemin" est corrélée à l'entrée d'un "collecteur d'adaptation" ou au niveau duquel la sortie d'une "source d'adaptation" est corrélée à l'entrée d'une "source de terminaison de chemin".

**3.50 connexion unidirectionnelle:** entité de transport qui transfère des informations en transparence entre une entrée et une sortie.

**3.51 point de connexion unidirectionnel:** "point de référence" qui représente le rattachement de la sortie d'une "connexion unidirectionnelle" avec l'entrée d'une autre "connexion unidirectionnelle".

**3.52 accès unidirectionnel:** représente la sortie d'une source de terminaison de chemin ou d'une connexion de liaison unidirectionnelle, ou l'entrée d'un collecteur de terminaison de chemin ou d'une connexion de liaison unidirectionnelle.

**3.53 point de connexion de terminaison unidirectionnel:** point de référence qui représente les rattachements suivants: sortie d'une source de terminaison de chemin avec l'entrée d'une connexion unidirectionnelle ou sortie d'une connexion unidirectionnelle avec l'entrée d'un collecteur de terminaison de chemin.

**3.54 chemin unidirectionnel:** "entité de transport" chargée du transfert d'informations de l'entrée d'une source de terminaison de chemin à la sortie d'un collecteur de terminaison de chemin. L'intégrité du transfert d'informations est contrôlée. Le chemin unidirectionnel est formé par la combinaison de fonctions de terminaison de chemin et d'une connexion de réseau.

## 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AIS	signal d'indication d'alarme ( <i>alarm indication signal</i> )
APS	secours par commutation automatique ( <i>automatic protection switch</i> )
ATM	mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
PDH	hiérarchie numérique plésiochrone ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
STM-N	module de transport synchrone (de niveau) N [ <i>synchronous transport module (level) N</i> ]
TCP	point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point</i> )
VC-n	conteneur virtuel (de niveau) n [ <i>virtual container (level) n</i> ]

## 5 Architecture fonctionnelle des réseaux de transport

### 5.1 Introduction

Les diverses fonctions qui composent un réseau de télécommunication peuvent être classées en deux groupes fonctionnels principaux. Le premier est le groupe fonctionnel de transport qui couvre le transfert de toutes les informations de télécommunication d'un point à un autre. L'autre, le groupe fonctionnel de commande, gère divers systèmes et services auxiliaires ainsi que les fonctions de maintenance. La présente Recommandation porte sur le groupe fonctionnel de transport.

Un réseau de transport assure le transfert d'informations d'utilisateur d'un point à un autre, dans les deux sens ou dans un seul sens. Un réseau de transport peut également transférer divers types d'information de commande du réseau (signalisation, exploitation et maintenance) pour le groupe fonctionnel de commande.

Le réseau de transport est un système vaste et complexe, comportant une grande diversité de composants: c'est dire qu'il est essentiel de disposer d'un modèle adéquat, dans lequel les entités fonctionnelles soient définies avec précision, pour concevoir et gérer un tel réseau. Le réseau de transport peut être décrit par la définition des associations entre les points qui le composent. Pour simplifier la description, un modèle reprenant le double concept de la stratification et de la

subdivision de chaque couche de réseau permettra de disposer d'un degré de récurrence important. Il est recommandé d'utiliser cette méthode pour décrire le réseau de transport.

## **5.2 Composants architecturaux**

L'analyse du réseau de transport permet d'identifier des fonctions génériques indépendantes des techniques de réalisation et de décrire les fonctions du réseau de façon abstraite en les ramenant à un petit nombre de composants architecturaux, définis par la fonction qu'ils assurent dans le traitement de l'information ou par les relations qu'ils décrivent entre d'autres composants architecturaux. En général, les fonctions décrites ici agissent sur des informations présentées à une ou plusieurs entrées et présentent les informations traitées à une ou plusieurs sorties. Ces fonctions sont définies et caractérisées par le traitement de l'information effectué entre leurs entrées et leurs sorties respectives. Les composants architecturaux sont associés de manière spécifique et constituent des éléments de réseau à partir desquels sont réalisés des réseaux réels. Les points auxquels sont corrélées les entrées et les sorties des fonctions de traitement et des entités de transport sont les points de référence de l'architecture du réseau de transport.

Quelques conventions relatives aux schémas ont été mises au point afin de compléter les descriptions qui suivent. Ces conventions font l'objet des Figures 1 à 4 et sont récapitulées dans le Tableau 1.

### **5.2.1 Composants topologiques**

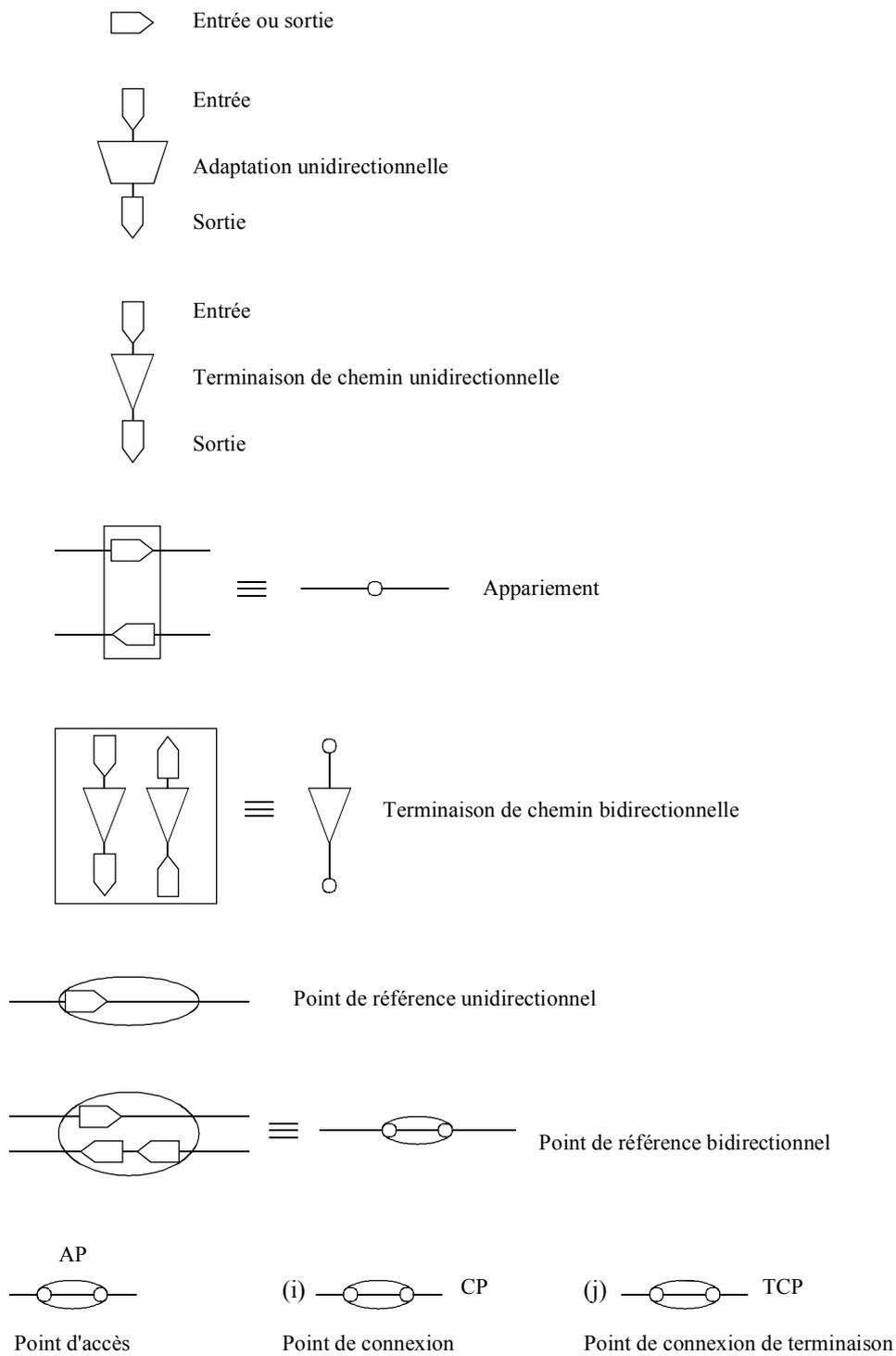
Les composants topologiques fournissent les descriptions les plus abstraites d'un réseau en termes de relations topologiques entre ensembles de points de référence identiques. On distingue quatre composants topologiques: la couche de réseau, le sous-réseau, la liaison et le groupe d'accès. A l'aide de ces composants, il est possible de décrire intégralement la topologie logique d'une couche de réseau.

#### **5.2.1.1 Couche de réseau**

Une couche de réseau est définie par l'ensemble complet de groupes d'accès du même type qui peuvent être associés en vue d'un transfert d'information. L'information transférée est caractéristique de la couche de réseau considérée et l'on parle alors "d'informations caractéristiques". Dans une couche de réseau, une association de terminaisons de chemin (qui forment un chemin) peut être établie et rompue par un processus de gestion de couche qui modifie alors la connectivité. Une couche de réseau distincte, logiquement spécifique, existe pour chaque type de terminaison de chemin. La topologie d'une couche de réseau est décrite par les groupes d'accès, les sous-réseaux et les liaisons d'interconnexion. Les structures apparaissant dans les couches de réseau et entre ces couches sont décrites par les composants définis ci-après.

#### **5.2.1.2 Sous-réseau**

Un sous-réseau existe dans une seule couche de réseau. Il est défini par l'ensemble d'accès qui sont disponibles pour le transfert d'informations caractéristiques. Les associations entre les accès à la limite d'un sous-réseau peuvent être établies et rompues par un processus de gestion de couche de réseau qui modifie ainsi la connectivité de ce sous-réseau. Lorsqu'une connexion de sous-réseau est établie, les points de référence sont également créés par un rattachement d'accès avec l'entrée et la sortie de la connexion de sous-réseau. En général, les sous-réseaux peuvent être subdivisés en sous-réseaux plus petits interconnectés par des liaisons, comme indiqué au 5.3.2. La matrice est un cas particulier de sous-réseau qui ne peut plus être subdivisé.



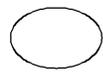
T1304450-95

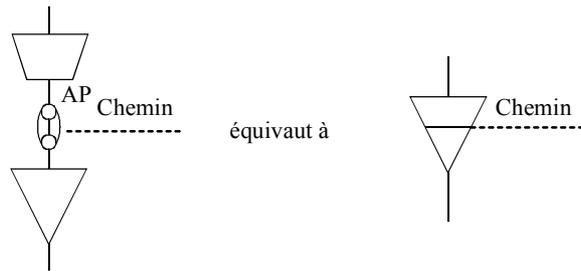
**Figure 1/G.805 – Conventions schématiques pour les fonctions de traitement et les points de référence**

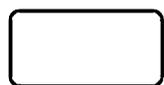
----- Liaison

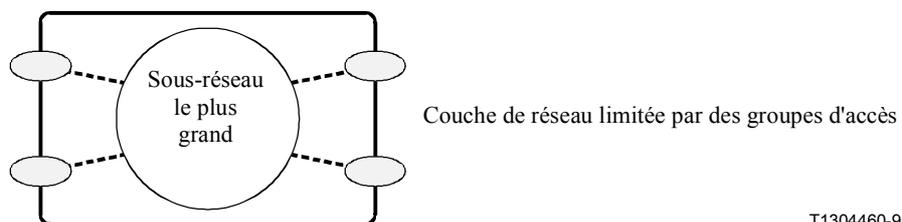
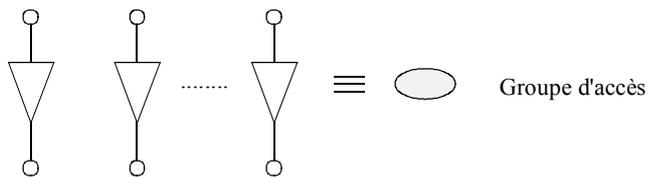
..... Connexion

----- Chemin

 Sous-réseau

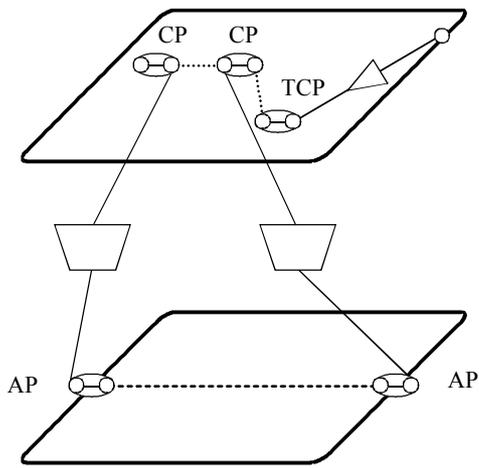


 Couche de réseau

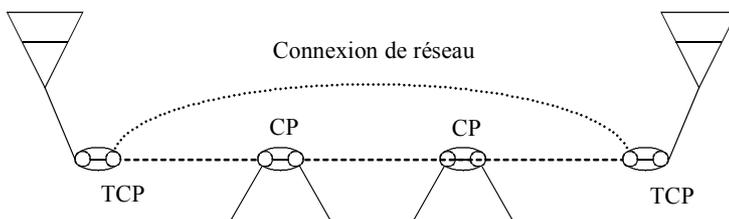
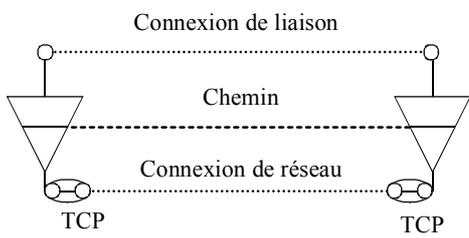


T1304460-95

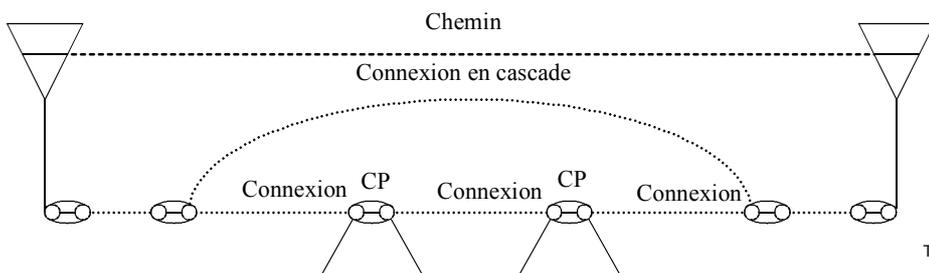
**Figure 2/G.805 – Autres conventions schématiques**



Association entre couches de réseau



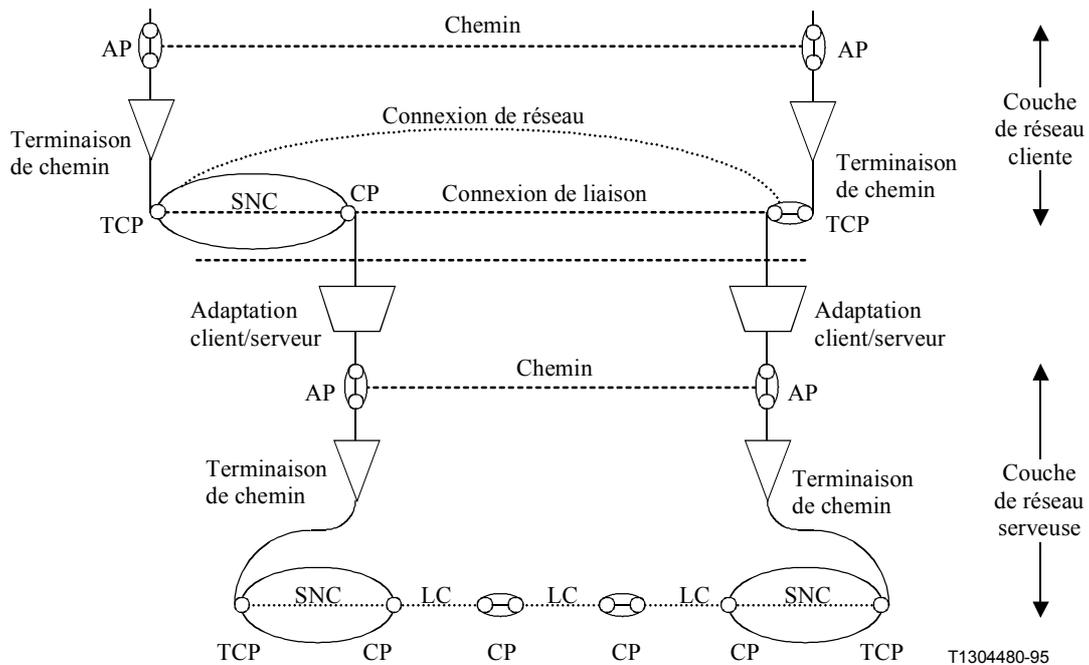
Connexion de réseau



Connexion en cascade

T1304470-95

Figure 2/G.805 – Autres conventions schématiques (fin)



**Figure 3/G.805 – Exemple de modèle fonctionnel**

### 5.2.1.3 Liaison

Une liaison est constituée d'un sous-ensemble d'accès à la limite d'un sous-réseau ou d'un groupe d'accès associés à un sous-ensemble correspondant d'accès à la limite d'un autre sous-réseau ou groupe d'accès pour le transfert d'informations caractéristiques. La liaison représente la relation topologique et la capacité de transport disponible entre une paire de sous-réseaux, ou un sous-réseau et un groupe d'accès, ou une paire de groupes d'accès. Il peut exister de multiples liaisons entre un sous-réseau et un groupe d'accès, ou entre deux sous-réseaux ou entre deux groupes d'accès. Les liaisons sont établies et maintenues à l'échelle temporelle de la couche de réseau serveuse, mais elles ne sont pas limitées à être assurées par un chemin serveur, elles peuvent aussi être assurées par des connexions de la couche de réseau cliente.

### 5.2.1.4 Groupe d'accès

Un groupe d'accès est un groupe de fonctions de terminaison de chemin situées au même emplacement et connectées au même sous-réseau ou à la même liaison.

## 5.2.2 Entités de transport

Les entités de transport assurent le transfert d'informations en transparence entre les points de référence d'une couche de réseau. Il n'y a pas de modification de l'information entre l'entrée et la sortie, mises à part les modifications résultant d'une dégradation dans le processus de transfert.

On distingue deux entités de base selon que l'information transférée fait l'objet d'un contrôle d'intégrité ou non. Il s'agit des connexions et des chemins. Les connexions sont subdivisées en connexions de réseau, en connexions de sous-réseau et en connexions de liaison selon le composant topologique auquel elles appartiennent.

### 5.2.2.1 Connexion de liaison

Une connexion de liaison est capable de transférer des informations en transparence sur une liaison. Elle est délimitée par des accès et représente une relation fixe entre les extrémités d'une liaison. Une connexion de liaison représente une paire de fonctions d'adaptation et un chemin dans la couche de réseau serveuse.

L'accès à l'entrée d'une connexion de liaison unidirectionnelle représente également l'entrée d'une source d'adaptation; l'accès à la sortie d'une connexion de liaison unidirectionnelle représente également la sortie d'un collecteur d'adaptation. Les connexions de liaison unidirectionnelles et les accès associés ainsi que le collecteur et la source d'adaptation peuvent être appariés pour assurer le transfert bidirectionnel d'informations.

#### 5.2.2.2 Connexion de sous-réseau

Une connexion de sous-réseau est capable de transférer des informations en transparence dans un sous-réseau. Elle est délimitée par des accès à la limite du sous-réseau et représente une association entre ces accès. En général, une connexion de sous-réseau est constituée par la concaténation de connexions de sous-réseau et de connexions de liaison. La connexion matricielle est un cas particulier de connexion de sous-réseau formé par une seule connexion de sous-réseau (indivisible).

#### 5.2.2.3 Connexion de réseau

Une connexion de sous-réseau est capable de transférer des informations en transparence dans une couche de réseau. Elle est délimitée par des points de connexion de terminaison (TCP). Elle est constituée par la concaténation de connexions de sous-réseau et/ou de connexions de liaison. Le point TCP est formé par rattachement de l'accès de la terminaison de chemin avec une connexion de sous-réseau ou de l'accès d'une connexion de liaison. On ne dispose pas de données explicites pour pouvoir contrôler l'intégrité de l'information transférée. Certaines techniques qui permettent de contrôler l'intégrité sont décrites au 5.4.

#### 5.2.2.4 Chemin

Un chemin correspond au transfert d'informations caractéristiques adaptées contrôlées de la couche de réseau cliente entre des points d'accès. Il est délimité par deux points d'accès, un à chaque extrémité du chemin. Il représente l'association entre les extrémités du chemin. Un chemin est formé par l'association de terminaisons de chemin et d'une connexion de réseau.

### 5.2.3 Fonctions de traitement de transport

Dans la description de l'architecture des couches de réseau, on établit une distinction entre deux fonctions génériques de traitement: adaptation et terminaison de chemin.

#### 5.2.3.1 Fonction d'adaptation

**Source d'adaptation:** fonction de traitement de transport qui adapte les informations caractéristiques de la couche de réseau cliente pour les présenter sous une forme appropriée au transport sur un chemin dans la couche de réseau serveuse.

**Collecteur d'adaptation:** fonction de traitement de transport qui convertit les informations de chemin de couche de réseau serveuse en informations caractéristiques de couche de réseau cliente.

**Adaptation bidirectionnelle:** fonction de traitement de transport constituée d'une paire formée par une source d'adaptation et un collecteur d'adaptation situés au même emplacement.

Le codage, la modification du débit, l'alignement, la justification, le multiplexage sont des exemples de processus qui peuvent intervenir isolément ou en combinaison dans une fonction d'adaptation.

**Cardinalité de la fonction d'adaptation:** la relation entrée/sortie de la fonction de source d'adaptation est une relation de plusieurs à 1 ou de 1 à plusieurs. Dans le premier cas, une ou plusieurs entrées de couche de réseau cliente sont adaptées dans un seul flux d'informations adaptées convenant au transport sur un chemin dans la couche de réseau serveuse et cette relation est couramment utilisée pour représenter le multiplexage de plusieurs clients dans un seul serveur. Dans le deuxième cas, un flux composite est subdivisé en plusieurs sorties, ce qui permet de décrire le traitement commun intervenant dans le multiplexage inverse. La relation inverse est applicable à la fonction de collecteur d'adaptation entre une seule entrée et une ou plusieurs sorties.

### 5.2.3.2 Fonction de terminaison de chemin

**Source de terminaison de chemin:** fonction de traitement de transport qui accepte les informations caractéristiques adaptées provenant d'une couche de réseau cliente à son entrée, ajoute des informations pour permettre le contrôle du chemin et présente les informations caractéristiques de la couche de réseau à sa sortie. La source de terminaison de chemin peut fonctionner sans entrée en provenance d'une couche de réseau cliente.

**Collecteur de terminaison de chemin:** fonction de traitement de transport qui accepte les informations caractéristiques de la couche de réseau à son entrée, supprime les informations relatives au contrôle du chemin et présente les informations restantes à sa sortie. Le collecteur de terminaison de chemin peut fonctionner sans sortie vers une couche de réseau cliente.

**Terminaison de chemin bidirectionnelle:** fonction de traitement de transport constituée d'une paire de fonctions de source et de collecteur de terminaison de chemin situées au même emplacement.

**Cardinalité de la fonction de terminaison de chemin:** la relation entrée/sortie de la fonction de source de terminaison de chemin est une relation de 1 à plusieurs. L'unique flux d'informations adaptées d'entrée est réparti sur une ou plusieurs connexions de réseau dans la couche serveuse. Cette relation est très couramment utilisée dans la forme 1 à 1 pour représenter cette adjonction du préfixe de chemin aux informations adaptées transportées par une seule connexion de réseau. Dans sa forme la plus générale, la relation peut servir à représenter le multiplexage inverse dans lequel un seul flux de grande capacité est divisé entre plusieurs connexions de réseau de plus faible capacité.

La relation inverse s'applique à la fonction collecteur entre une ou plusieurs entrées et une seule sortie.

### 5.2.4 Points de référence

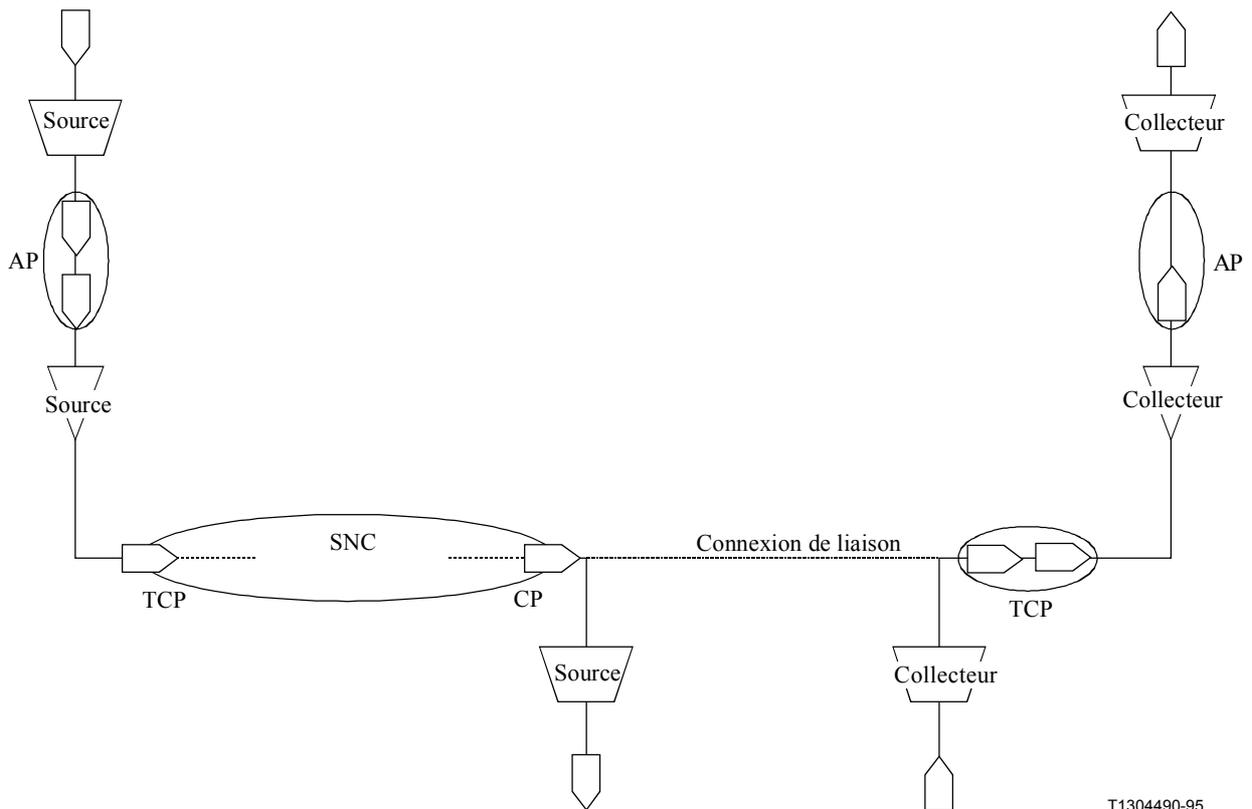
Les points de référence sont constitués par le rattachement entre les entrées et les sorties de fonctions de traitement de transport et/ou d'entités de transport. Les rattachements autorisés et les types spécifiques de points de référence qui en résultent sont indiqués dans le Tableau 1.

**Tableau 1/G.805 – Rattachements autorisés et points de référence en résultant**

Composant architectural				Point de référence	
Adaptation	Sortie de la source	Term. chemin	Entrée de la source	AP	uni
	Entrée du collecteur		Sortie du collecteur		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi
Term. chemin	Sortie de la source	LC	Entrée uni	TCP	uni
	Entrée du collecteur		Sortie uni		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi
Term. chemin	Sortie de la source	SNC	Entrée uni	TCP	uni
	Entrée du collecteur		Sortie uni		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi

**Tableau 1/G.805 – Rattachements autorisés et points de référence en résultant (*fin*)**

Composant architectural				Point de référence	
LC	Entrée uni	SNC	Sortie uni	CP	uni
	Sortie uni		Entrée uni		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi
LC	Entrée uni	LC	Sortie uni	CP	uni
	Sortie uni		Entrée uni		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi
Adaptation	Entrée de la source	Adaptation	Sortie du collecteur	CP	uni
	Sortie du collecteur		Entrée de la source		uni
	Paire source/ collecteur paire		Paire source/ collecteur paire		bi
AP	point d'accès ( <i>access point</i> )		TCP	point de connexion de terminaison ( <i>termination connection point</i> )	
bi	bidirectionnel		Term chemin uni	terminaison de chemin unidirectionnel	
LC	connexion de liaison ( <i>link connection</i> )				
SNC	connexion de sous-réseau ( <i>subnetwork connection</i> )				



**Figure 4/G.805 – Rattachements et types de point de référence**

## 5.3 Subdivision et stratification

### 5.3.1 Introduction

Un réseau de transport peut être décomposé en un certain nombre de couches de réseau de transport indépendantes avec une association client/serveur entre couches de réseau adjacentes. Chaque couche de réseau peut être subdivisée séparément afin de refléter la structure interne de cette couche ou la façon dont elle sera gérée. Les concepts de subdivision et de stratification sont donc orthogonaux, comme on peut le constater sur la Figure 5.

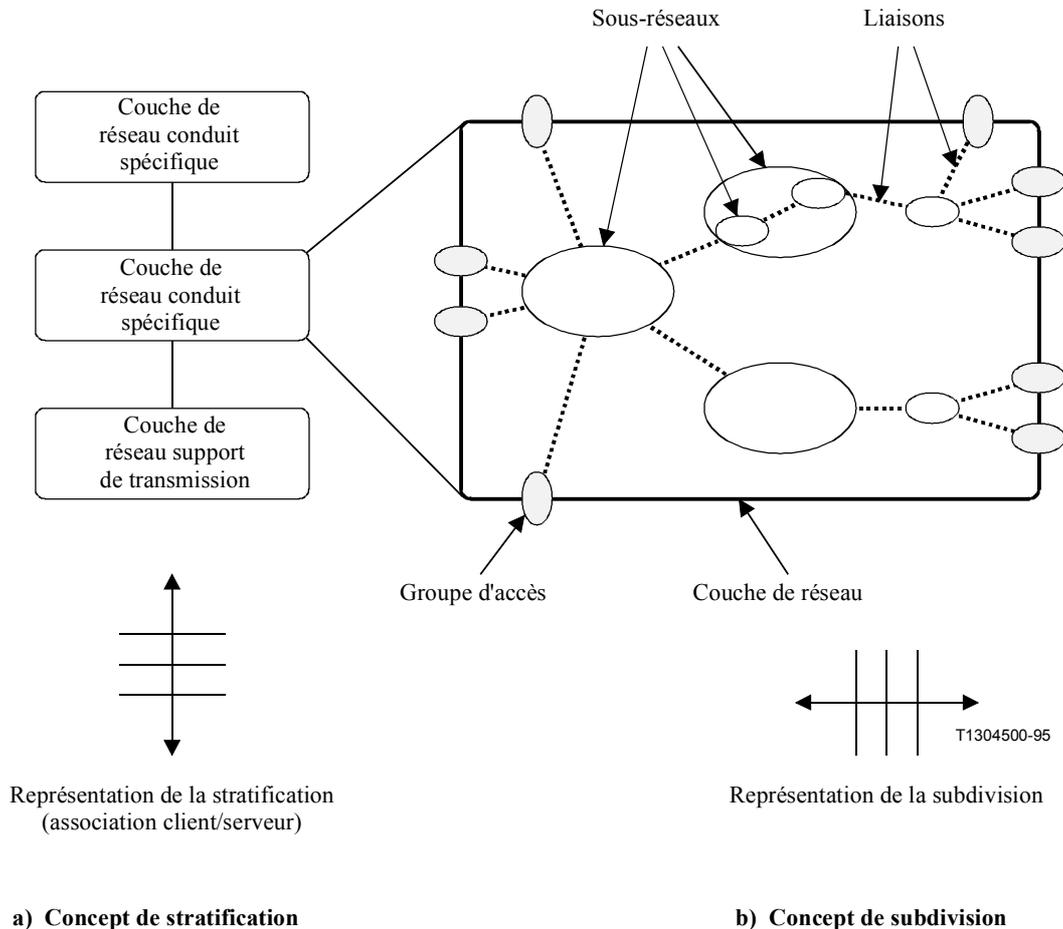


Figure 5/G.805 – Représentations orthogonales de la stratification et de la subdivision

#### 5.3.1.1 Application du concept de subdivision

Le concept de subdivision revêt une grande importance dans la mesure où il permet de définir:

- la structure de réseau à l'intérieur d'une couche de réseau;
- les frontières administratives entre les exploitants de réseaux fournissant en commun des connexions dans une même couche de réseau;
- des limites de domaine dans une couche de réseau d'un même exploitant, ce qui permet de répartir les objectifs de qualité de fonctionnement entre les composants architecturaux;
- des limites de domaine de routage dans la couche de réseau d'un même exploitant;
- la partie d'une couche de réseau ou d'un sous-réseau qui relève d'un tiers pour le routage (par exemple, gestion de réseau d'abonné).

### 5.3.1.2 Application du concept de stratification

Le concept de stratification du réseau de transport offre les possibilités suivantes:

- a) description de chaque couche de réseau à l'aide de fonctions similaires;
- b) conception et exploitation indépendantes de chaque couche de réseau;
- c) chaque couche de réseau est dotée de ses propres capacités d'exploitation, de diagnostic et de rétablissement automatique en cas de défaillance;
- d) adjonction ou modification d'une couche de réseau sans aucune incidence sur les autres couches de réseau du point de vue de l'architecture;
- e) modélisation simple des réseaux qui utilisent de multiples techniques de transport.

### 5.3.2 Concept de subdivision

#### 5.3.2.1 Subdivision de sous-réseau

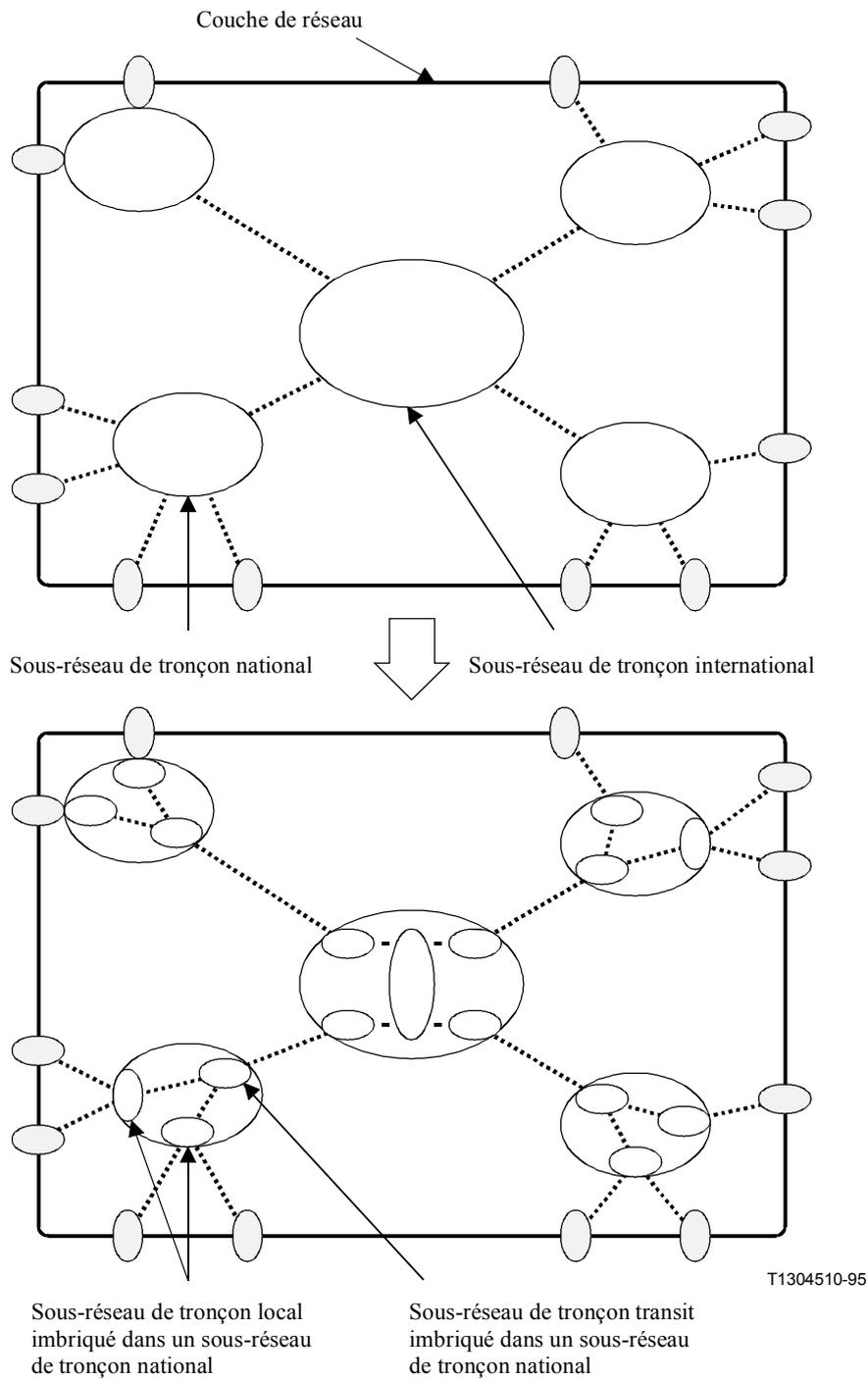
En général, on construit un sous-réseau en représentant la mise en œuvre physique sous forme de liaisons et de sous-réseaux et en commençant par la matrice qui est le plus petit sous-réseau (indivisible). Un ensemble de sous-réseaux et de liaisons peut être représenté d'une manière abstraite comme un sous-réseau (contenant) de niveau supérieur. Le mode d'interconnexion, par des liaisons, des sous-réseaux contenus indique la topologie du sous-réseau contenant. Les accès à la limite du sous-réseau contenant et la capacité d'interconnexion doivent représenter totalement mais non étendre la connectivité prise en charge par les sous-réseaux contenus et les liaisons. Un sous-réseau de niveau supérieur peut donc être subdivisé de manière à correspondre au niveau de détail nécessaire.

Ainsi, en général, tout sous-réseau peut être subdivisé en un certain nombre de sous-réseaux (contenus) plus petits interconnectés par des liaisons. La subdivision d'un sous-réseau ne peut étendre ni restreindre sa connectivité, c'est-à-dire que:

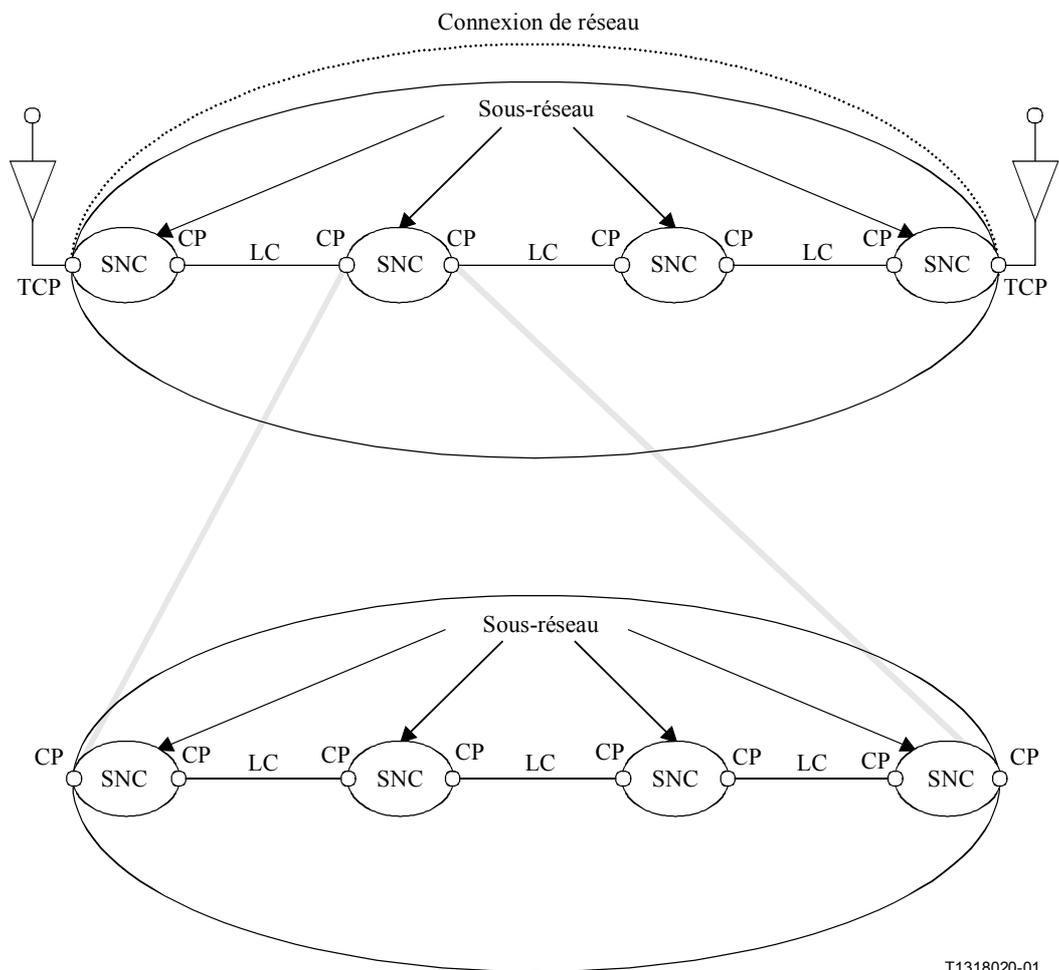
- les accès à la limite du sous-réseau contenant et la capacité d'interconnexion doivent être représentés par les sous-réseaux contenus et les liaisons;
- les sous-réseaux contenus et les liaisons ne peuvent assurer la connectivité qui n'existe pas dans le sous-réseau contenant.

A titre d'exemples de sous-réseau, on peut citer le tronçon international et les tronçons nationaux d'une couche de réseau qui peuvent encore être subdivisées en tronçons de transit et tronçons d'accès, etc., comme indiqué sur la Figure 6.

Une connexion de réseau ou une connexion de sous-réseau peut se décomposer en une concaténation d'autres entités de transport (connexion de liaison ou de sous-réseau) qui reflète la subdivision d'un sous-réseau. Ce cas est illustré sur les Figures 7 et 8.



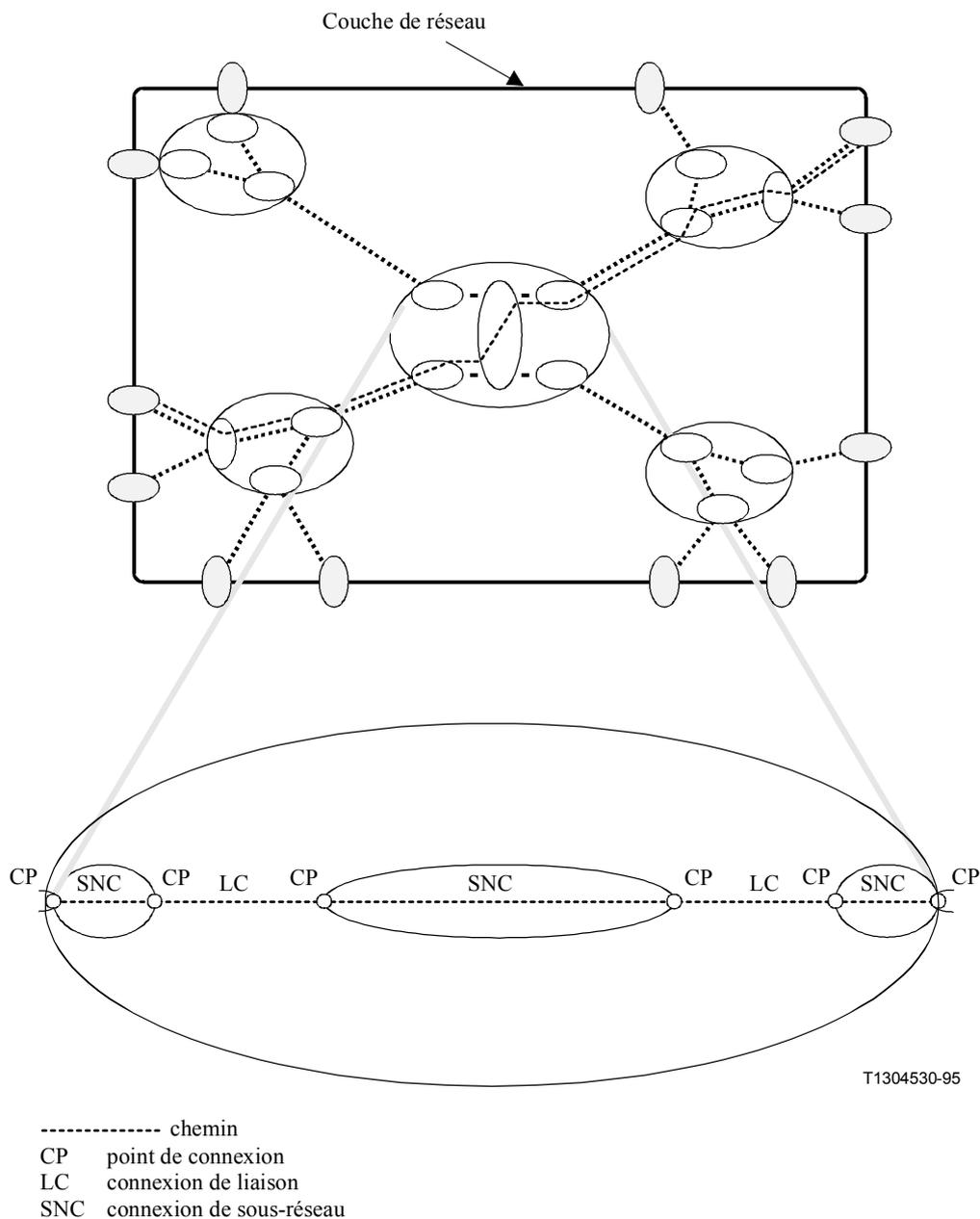
**Figure 6/G.805 – Subdivision des couches de réseau et des sous-réseaux**



T1318020-01

CP point de connexion  
 LC connexion de liaison  
 SNC connexion de sous-réseau  
 TCP point de connexion de terminaison

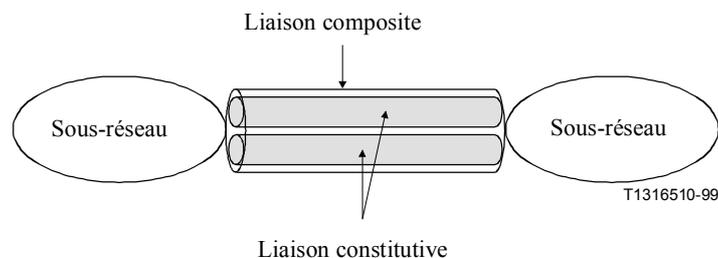
**Figure 7/G.805 – Décomposition d'une connexion de réseau**



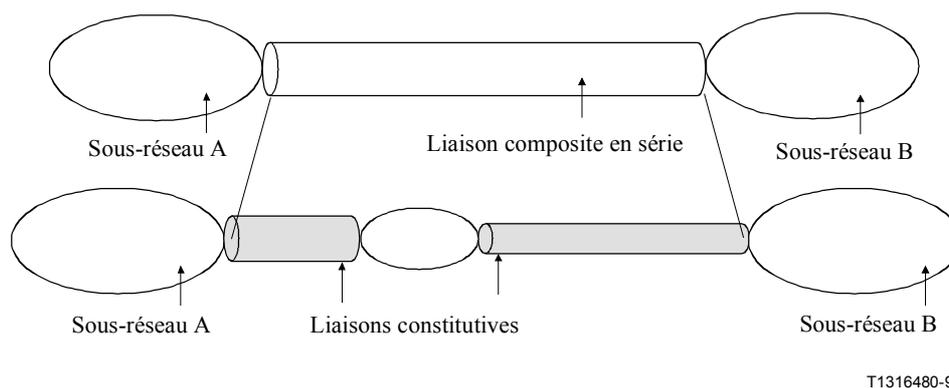
**Figure 8/G.805 – Relation entre la subdivision des sous-réseaux  
 et la décomposition des connexions**

### 5.3.2.2 Subdivision de liaison

En règle générale, une liaison est créée par regroupement d'un ensemble de connexions de liaison (la plus petite unité dont la capacité puisse être gérée), qui sont équivalentes à des fins de routage. Les liaisons peuvent également être à nouveau regroupées en vue d'assurer une visibilité de capacité souhaitée. Les liaisons peuvent être subdivisées en un ensemble de liaisons parallèles (ou connexions de liaison) ou en un arrangement en série de type connexion de liaison – sous-réseau – connexion de liaison comme illustré sur les Figures 9 et 10. Les liaisons subdivisées mêmes peuvent à nouveau être subdivisées de manière récurrente.



**Figure 9/G.805 – Subdivision d'une liaison en plusieurs liaisons parallèles**



**Figure 10/G.805 – Subdivision en série d'une liaison**

### 5.3.3 Concept de stratification

Un réseau de transport peut être décomposé en un certain nombre de couches de réseau indépendantes, avec une relation client/serveur entre couches de réseau adjacentes. Une couche de réseau inclut les fonctions de création, de transport et de terminaison d'une information caractéristique particulière.

Les couches de réseau qui ont été identifiées dans le modèle fonctionnel de réseau de transport ne doivent pas être confondues avec les couches du modèle OSI (UIT-T X.200). Une couche OSI offre un service particulier en utilisant un protocole choisi entre différents protocoles. Au contraire, chaque couche de réseau (la présente Recommandation) offre le même service en utilisant un protocole particulier (information caractéristique).

#### 5.3.3.1 Relation client/serveur

La relation client/serveur entre couches de réseau adjacentes est une relation dans laquelle une connexion de liaison dans la couche de réseau cliente est assurée par un chemin dans la couche de réseau serveuse.

On introduit le concept d'adaptation pour indiquer comment les informations caractéristiques de la couche de réseau cliente sont modifiées afin de pouvoir être transportées sur un chemin dans la couche de réseau serveuse. Du point de vue fonctionnel du réseau de transport, la fonction d'adaptation est donc placée entre les couches de réseau. Tous les points de référence appartenant à une même couche de réseau peuvent être visualisés comme se situant dans un seul et même plan, comme l'illustre la Figure 2 (exemple de couche de réseau limitée par des groupes d'accès). C'est pourquoi il n'y a pas, dans le modèle de réseau de transport, le même concept de frontières de couches contiguës que dans le modèle de référence du protocole OSI.

La relation client/serveur peut être de 1 à 1, de plusieurs à 1 ou de 1 à plusieurs. La relation de 1 à 1 représente le cas d'une seule connexion de liaison de couche cliente assurée par un seul chemin de couche serveuse.

### 5.3.3.1.1 Multiplexage

La relation de plusieurs à 1 représente le cas de plusieurs connexions de liaison de couche de réseau cliente prises en charge par un seul chemin de couche serveuse à la fois, comme illustré sur la Figure 11. On utilise des techniques de multiplexage pour combiner les signaux de couche cliente. Ces signaux peuvent être du même type ou de types différents. La fonction d'adaptation peut être constituée de processus spécifiques pour chaque signal de client et de processus communs associés au signal de couche serveuse.

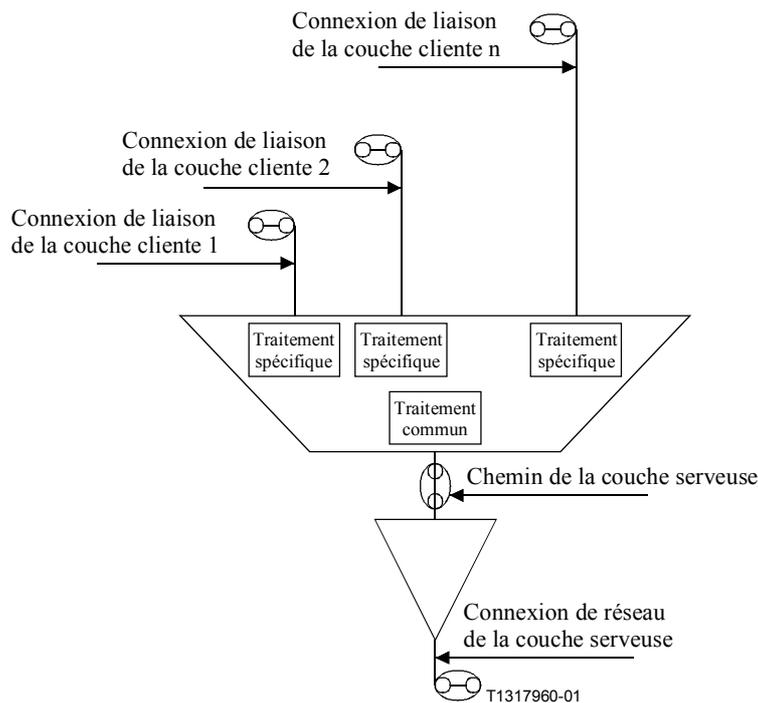


Figure 11/G.805 – Relation client/serveur de plusieurs à 1 (multiplexage)

### 5.3.3.1.2 Multiplexage inverse

La relation de 1 à plusieurs représente le cas d'une connexion de liaison de couche cliente prise en charge par plusieurs chemins de couche serveuse en parallèle, comme illustré sur la Figure 12. On utilise des techniques de multiplexage inverse (par exemple multiplexage inverse ATM, concaténation virtuelle) pour répartir le signal de couche cliente. Les signaux de serveur peuvent être du même type ou de types différents.

Le modèle fonctionnel relatif au multiplexage inverse général est décrit sur la Figure 12. Le multiplexage inverse est effectué par une sous-couche de multiplexage inverse comprenant une fonction de terminaison de chemin de multiplexage inverse (I\_TT) et une fonction d'adaptation de multiplexage inverse (X[Y,Z]/I). La première fonction représente la surveillance de chemin pour le signal composite. La deuxième fonction réalise le désentrelacement du signal composite vers les n chemins de couche serveuse ou l'entrelacement à partir de ces n chemins. Ces deux fonctions de sous-couche et les n fonctions de terminaison de couche de réseau serveuse (X[Y,Z]\_TT) constituent la fonction composite de terminaison de chemin de multiplexage inverse (Ic\_TT).

Il est à noter que les  $n$  chemins de couche serveuse peuvent appartenir à différentes couches de réseau.

Comme les  $n$  chemins de couche serveuse peuvent avoir des routes différentes (routes diverses), le temps de transmission des signaux peut être différent pour chaque chemin. La fonction de collecteur d'adaptation de multiplexage inverse doit compenser ces différences de temps de transmission (temps de transmission différentiel) pour entrelacer les différents signaux pour recréer le signal composite. Le temps de transmission différentiel maximal dépend de l'application. Un opérateur peut limiter le temps de transmission différentiel maximal traité par le collecteur d'adaptation (par exemple si tous les chemins de couche serveuse utilisent la même route dans le réseau) afin de réduire le temps de transfert de la fonction de collecteur d'adaptation. La plage de détection du temps de transmission différentiel devrait être beaucoup plus large que la valeur maximale qui peut être compensée pour éviter que des effets d'escalier se produisent, qui altèreraient le transport sans être détectés. Un temps de transmission différentiel supérieur à la valeur maximale qui peut être compensée doit se traduire par une alarme.

La qualité de service du chemin de sous-couche de multiplexage inverse est définie par la qualité de service de chacun des chemins de couche serveuse assurée par les fonctions de terminaison de chemin de couche serveuse et les défauts détectés par le processus de réentrelacement effectué par la fonction de terminaison de chemin de sous-couche de multiplexage inverse. Aux points de mesure intermédiaires (par exemple contrôleurs sans intrusion), seule la qualité de service de chacun des chemins de couche serveuse est disponible.

La mise en œuvre du multiplexage inverse ne doit pas se traduire par une fonctionnalité de surveillance additionnelle pour les chemins de couche serveuse.

Dans le cas d'un signal de client avec largeur de bande fixe, le nombre de chemins de couche serveuse est également fixe. Dans ce cas, l'interfonctionnement de couches comme défini au 5.5 est possible entre un seul chemin de couche serveuse qui prend en charge tout le signal du client et les  $n$  chemins de couche serveuse du signal de multiplexage inverse si les deux couches de réseau serveuses ont des informations caractéristiques analogues.

Dans le cas d'un signal de client avec largeur de bande variable, le nombre de chemins de couche serveuse peut aussi être variable. Le nombre de chemins de couche serveuse peut changer sur demande (par exemple demande de l'opérateur de réseau, demande de la couche cliente) ou en cas de défaillance. Dans le premier cas, la modification ne doit pas affecter le service. Dans le second cas, il est possible qu'un ou plusieurs chemins de couche serveuse ne soient pas disponibles en raison d'une défaillance dans le réseau. Il convient d'utiliser un routage différent pour chacun des chemins de couche serveuse afin de réduire au minimum la possibilité pour qu'une seule défaillance affecte tous les chemins de couche serveuse. La diminution de largeur de bande due à un chemin défaillant affectera le service tandis que l'augmentation de largeur de bande due à la reprise d'un chemin défaillant peut ne pas affecter le service. Dans le cas d'une connexion bidirectionnelle, le nombre de chemins de couche serveuse peut être différent dans chaque sens.

Si le multiplexage inverse est mis en œuvre dans un réseau existant, il ne devrait pas imposer de prescriptions additionnelles à ce réseau.

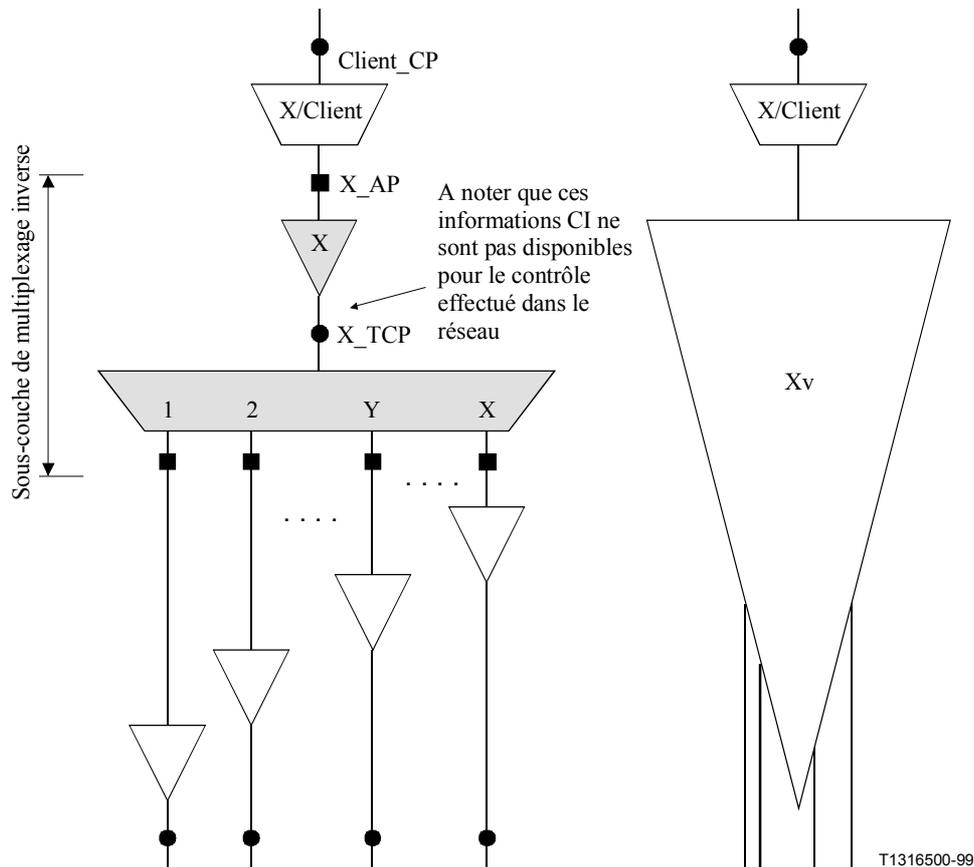


Figure 12/G.805 – Relation client/serveur de 1 à plusieurs (multiplexage inverse)

### 5.3.3.2 Couches de réseau de transport

Le groupe fonctionnel de transport peut, d'une manière générale, être divisé en deux classes de couche de réseau, à savoir une couche de réseau conduit et une couche de réseau support de transmission.

- couche de réseau conduit: offre la capacité de transfert d'information nécessaire pour prendre en charge divers types de service. Les couches de réseau conduit sont indépendantes des couches de réseau support de transmission. La description de la couche de réseau conduit est la principale application de la présente Recommandation.
- couche de réseau support de transmission: prise en charge par les chemins et les connexions de liaison; les connexions de sous-réseau ne sont pas assurées. Une couche de réseau support de transmission peut dépendre du support physique utilisé pour la transmission (par exemple, fibres optiques ou ondes hertziennes).

### 5.3.3.3 Décomposition des couches de réseau

#### 5.3.3.3.1 Principes généraux de décomposition des couches

Il est possible de décomposer une couche de réseau par extension des terminaisons de chemin ou des points de connexion (de terminaison) de la couche.

#### 5.3.3.3.2 Décomposition de la couche de réseau conduit en couches de réseau conduit spécifiques

Il est possible d'identifier, dans la couche de réseau conduit, un ensemble de couches de réseau conduit spécifiques susceptibles d'être gérées de façon indépendante par un exploitant de réseau.

Chaque couche de réseau conduit spécifique peut avoir, d'une part, la capacité de transfert d'information nécessaire pour prendre en charge divers types de service ainsi que d'autres couches de réseau conduit spécifiques comme clientes et avoir, d'autre part, la couche de réseau support de transmission ou d'autres couches de réseau conduit spécifiques comme serveuses. Le mode de décomposition effectivement utilisé pour créer les couches de réseau conduit spécifiques dépend de la technique appliquée. Chaque couche de réseau conduit spécifique peut avoir une topologie indépendante et, en général, l'établissement de conduits dans une couche de réseau conduit spécifique sera indépendant de l'établissement de conduits dans d'autres couches de réseau conduit spécifiques. Des exemples de décomposition d'une couche de réseau conduit sont donnés au § 6.

#### **5.3.3.3.3 Décomposition de la couche de réseau support de transmission en couches support de transmission spécifiques**

Il est possible d'identifier, dans la couche de réseau support de transmission, un ensemble de couches de réseau susceptibles d'être gérées de façon indépendante par un exploitant de réseau en décomposant la couche de réseau support de transmission. La connectivité d'une couche de réseau support de transmission ne peut être directement modifiée par des actions de gestion. Les couches de réseau support de transmission sont divisées en couches de réseau section et en couches de réseau support physique.

Les couches de réseau section correspondent à toutes les fonctions qui assurent le transfert d'informations entre des emplacements situés dans des couches de réseau conduit. La couche de réseau section peut être décomposée en couches de réseau section spécifiques, comme indiqué dans les exemples du § 6.

Les couches de réseau support physique correspondent aux fibres optiques, aux conducteurs métalliques ou aux voies hertziennes servant de support à une couche de réseau section. La couche de réseau support physique peut être décomposée en couches de réseau support physique spécifiques pour représenter, par exemple, le multiplexage par répartition en longueur d'onde. Etant donné qu'il n'existe pas de couche de réseau serveuse pour la couche de réseau du niveau le plus bas (par exemple, la couche de réseau support physique), la connexion de réseau est directement prise en charge par le support et non par un chemin.

Les progrès réalisés dans les techniques de mise en œuvre de la couche de réseau support de transmission pourront permettre ultérieurement de modifier la connectivité de la couche support de transmission par des actions de gestion. La modélisation de cette capacité nécessite un complément d'étude.

#### **5.3.3.3.4 Décomposition des couches de réseau spécifiques en sous-réseaux**

Il est souvent utile d'identifier les sous-couches dans une couche de réseau spécifique afin d'identifier des fonctions de traitement de transport et des points de référence additionnels. Pour le faire, on décompose la fonction de terminaison de chemin ou le point de connexion d'une couche de réseau spécifique. Une sous-couche est encapsulée dans la couche de réseau spécifique.

La distinction entre une couche de réseau et une sous-couche est qu'une sous-couche n'est pas directement accessible aux clients situés en dehors de sa couche de réseau encapsulante et n'offre pas de service de transport à un réseau client.

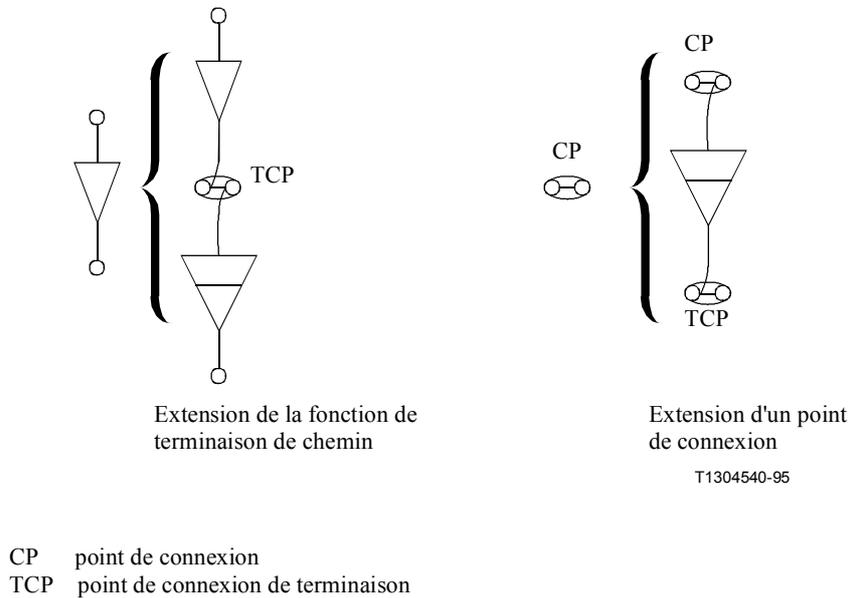
Des exemples d'application sont donnés ci-dessous:

- identification de systèmes de protection de chemin par extension de la terminaison de chemin (voir 7.2.1);
- identification de systèmes de protection de sous-couche par extension du point de connexion (voir 7.2.2);
- identification d'une sous-couche décrivant un chemin qui contrôle une connexion en cascade;

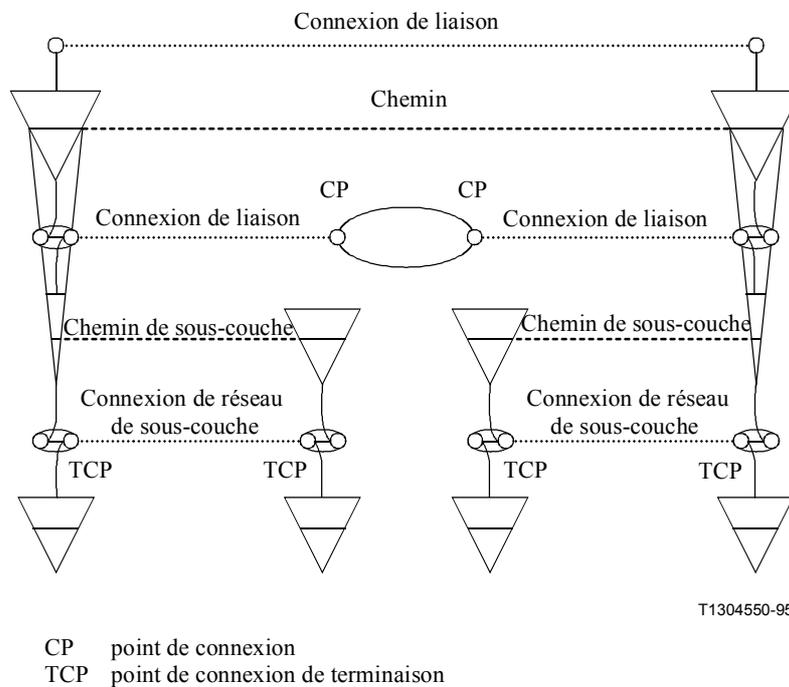
- extension du point de connexion (voir 5.4.2.2).

L'extension de la fonction de terminaison de chemin et du point de connexion est illustrée sur la Figure 13. Le concept de sous-couches est illustré sur la Figure 14.

Les sous-couches peuvent encore être sous-stratifiées.



**Figure 13/G.805 – Création de sous-couches**



**Figure 14/G.805 – Concept de sous-stratification**

## **5.4 Surveillance des connexions**

### **5.4.1 Techniques de contrôle des connexions**

#### **5.4.1.1 Contrôle intrinsèque**

[Voir la Figure 15 a).]

Les connexions peuvent être indirectement contrôlées à l'aide des données obtenues intrinsèquement à partir de la couche de réseau serveuse. Si le chemin d'une couche de réseau serveuse est défaillant [par exemple le premier chemin de couche serveuse dans une connexion en cascade sur la Figure 15 a)], il peut fournir une indication (par exemple signal AIS) à la sortie des connexions de liaison qui sont prises en charge. Cette indication est transmise sur la prochaine (série de) connexion(s) de liaison qui est prise en charge par d'autres chemins dans la couche serveuse et la sortie de la dernière connexion de liaison dans la connexion en cascade peut fournir l'indication de la défaillance du signal.

NOTE – La sortie de chaque connexion de liaison SDH VC-n est en mesure de détecter l'indication AIS qui montre que le transport par l'un des chemins de la couche serveuse en amont de ce point a été défectueux. La sortie des connexions de liaison en mode ATM et PDH ne peut pas détecter ces indications de défaillance.

Le chemin dans la couche de réseau serveuse peut également fournir certaines informations de qualité en termes d'erreur sur une connexion de liaison individuelle. Lorsque la fonction d'adaptation inclut le multiplexage, les statistiques de qualité en termes d'erreur pour chacune des connexions de liaison prises en charge par le chemin de couche serveuse, ne seront pas disponibles individuellement et devront être estimées à partir de la qualité en termes d'erreur du chemin. Les informations provenant de chaque connexion de liaison qui forme la connexion globale considérée peuvent être recueillies et corrélées par l'intermédiaire d'un réseau de gestion. L'état global de la connexion ne peut être établi par cette technique car les fonctions d'adaptation et les connexions matricielles ne sont pas incluses dans le système de contrôle.

#### **5.4.1.2 Contrôle sans intrusion**

[Voir la Figure 15 b).]

La connexion peut être contrôlée directement par "écoute" seulement (sans intrusion) des informations caractéristiques initiales. Les informations obtenues au moyen de ce contrôle reflètent l'état de la connexion depuis la source de terminaison de chemin initiale jusqu'au point de connexion auquel l'appareil de contrôle est relié. On peut déterminer l'état d'une partie d'une connexion en corrélant, par l'intermédiaire du réseau de gestion, les résultats obtenus à l'aide des appareils de contrôle sans intrusion reliés aux points de connexion qui délimitent le segment. L'état en question peut inclure la qualité en termes d'erreur et la connectivité du segment si le signal initial a été émis avec un identificateur unique. Cette technique de rattachement autorise des imbrications ou des recouvrements arbitraires des segments de connexion.

#### **5.4.1.3 Contrôle avec intrusion**

[Voir la Figure 15 c).]

Une connexion peut être contrôlée directement par rupture du chemin initial et introduction d'un chemin d'essai s'étendant sur la partie de la connexion considérée pendant la durée de l'essai.

De cette manière, tous les paramètres peuvent être contrôlés directement, mais le chemin d'utilisateur est interrompu si bien que ce contrôle ne peut se faire qu'au tout début de l'établissement du chemin ou, éventuellement, d'une manière intermittente.

Cette technique autorise des imbrications ou des recouvrements arbitraires des connexions mais sans essais simultanés.

#### 5.4.1.4 Contrôle de sous-couche

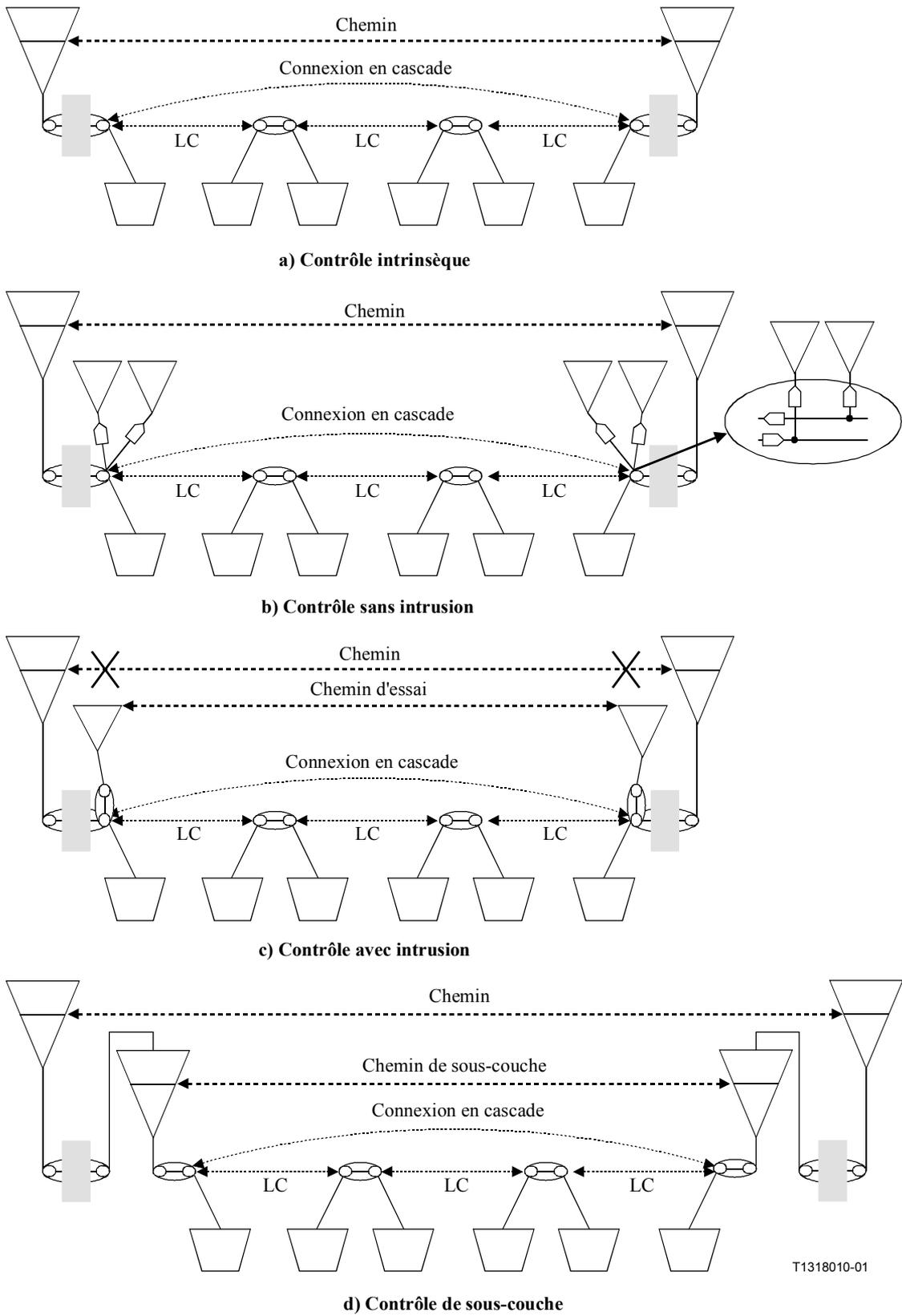
[Voir la Figure 15 d).]

Une certaine partie de la capacité du chemin initial<sup>1</sup> est effacée par superposition, de telle sorte que la partie de la connexion considérée puisse être contrôlée directement par un chemin créé dans une sous-couche.

Avec cette technique, tous les paramètres peuvent être testés directement, à condition qu'une largeur de bande suffisante puisse être effacée, comme indiqué ci-dessus, dans la capacité initiale. Ce système peut assurer une imbrication des connexions contrôlées par un chemin de sous-couche, à supposer que le préfixe soit suffisant pour pouvoir prendre en charge l'imbrication. Cette capacité dépend de la technique.

---

<sup>1</sup> Dans les réseaux fondés sur la hiérarchie SDH ou PDH, la capacité effacée par superposition doit faire partie du préfixe du chemin; dans les réseaux fondés sur le mode ATM, des cellules OAM peuvent être insérées.



T1318010-01

**Figure 15/G.805 – Techniques de contrôle des connexions**

## 5.4.2 Applications du contrôle des connexions

### 5.4.2.1 Contrôle des connexions inutilisées

Une connexion est inutilisée si l'un des accès qui délimitent la connexion n'est pas rattaché à un autre accès. Une connexion inutilisée peut être contrôlée par utilisation d'une source de terminaison de chemin de surveillance (qui fournit le préfixe de couche cliente minimal requis pour le contrôle) en combinaison avec un collecteur de terminaison de chemin de surveillance, comme indiqué sur la Figure 16.

NOTE – Toute fonction normale de source/collecteur de terminaison de chemin peut servir de fonction de terminaison de chemin de surveillance si elle peut être appliquée sans signal de charge utile.

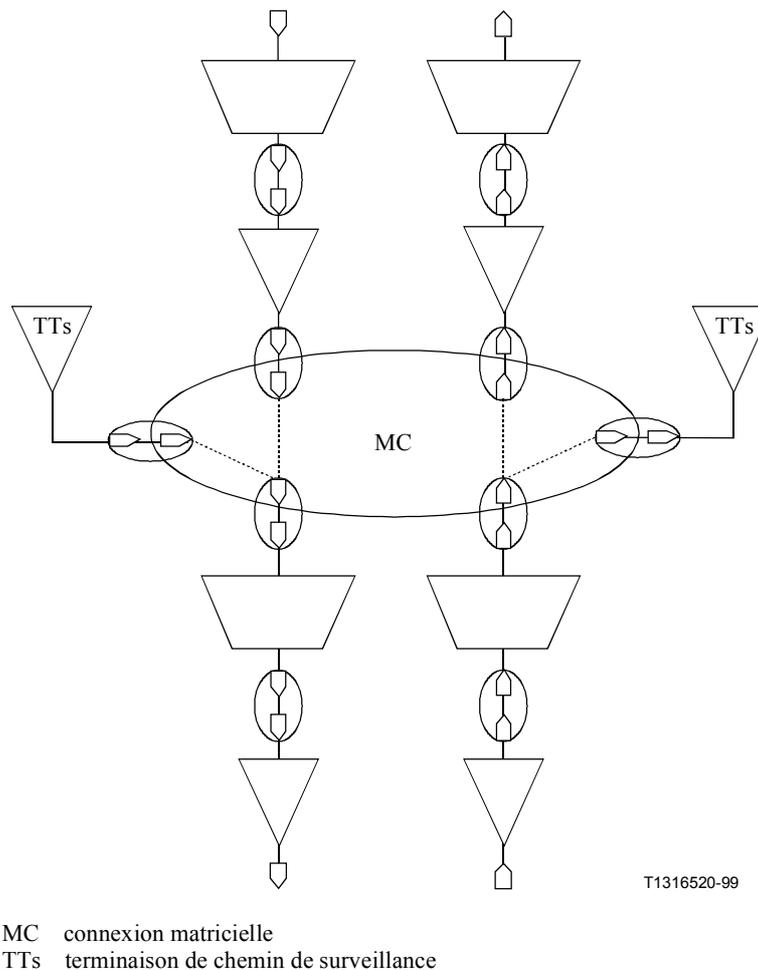


Figure 16/G.805 – Contrôle des connexions inutilisées

### 5.4.2.2 Contrôle des connexions en cascade

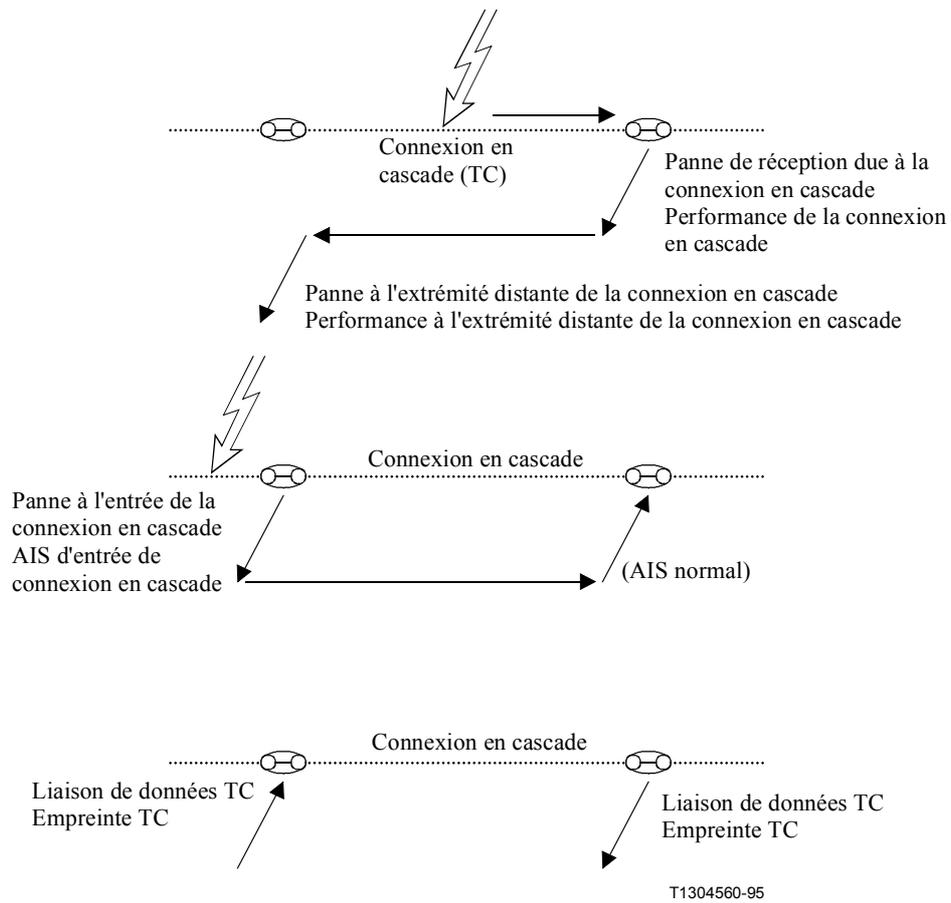
Une connexion en cascade représente la partie d'un chemin qui nécessite un contrôle, indépendamment du contrôle de l'ensemble du chemin. Dans ce rôle, les fonctions suivantes peuvent être nécessaires pour la connexion en cascade (voir Figure 17):

- gestion des pannes à l'extrémité proche d'une connexion en cascade et contrôle de la qualité (qualité en termes d'erreur et conditions de défaillance/alarme);
- gestion des pannes à l'extrémité distante d'une connexion en cascade et contrôle de la qualité (qualité en termes d'erreur et conditions de défaillance/alarme);

- contrôle d'une connexion en cascade indépendant de l'indication de défaillance du signal de serveur entrant (AIS, FDI);
- indication de défaillance du signal entrant d'une connexion en cascade (défaillance du signal avant la connexion en cascade);
- vérification de la connectivité d'une connexion en cascade (analyse des états entre les extrémités de la connexion en cascade);
- vérification de la continuité de la connexion en cascade (perte de signal, pas d'équipement, perte de continuité) (entre les extrémités de la connexion en cascade);
- contrôle du signal sortant de l'extrémité proche d'une connexion en cascade en vue de permettre la localisation des pannes et des erreurs dans les zones constituant des taches blanches entre deux domaines de connexions en cascade successifs;
- contrôle du signal sortant de l'extrémité distante d'une connexion en cascade en vue de permettre la localisation des pannes et des erreurs dans les zones constituant des taches blanches entre deux domaines de connexion en cascade successif;
- signal d'état de repos d'une connexion en cascade (y compris l'identification de ce signal).

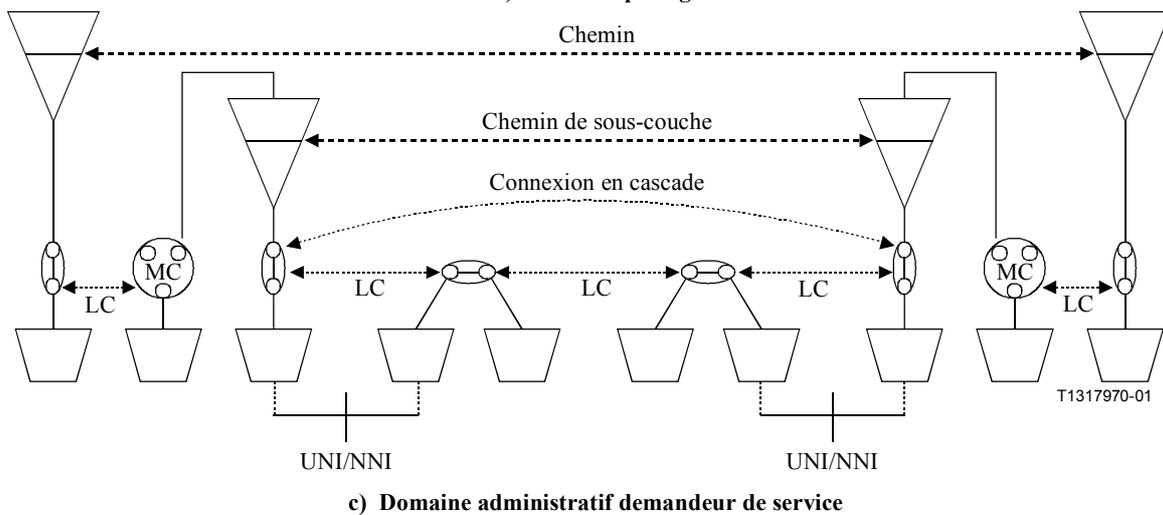
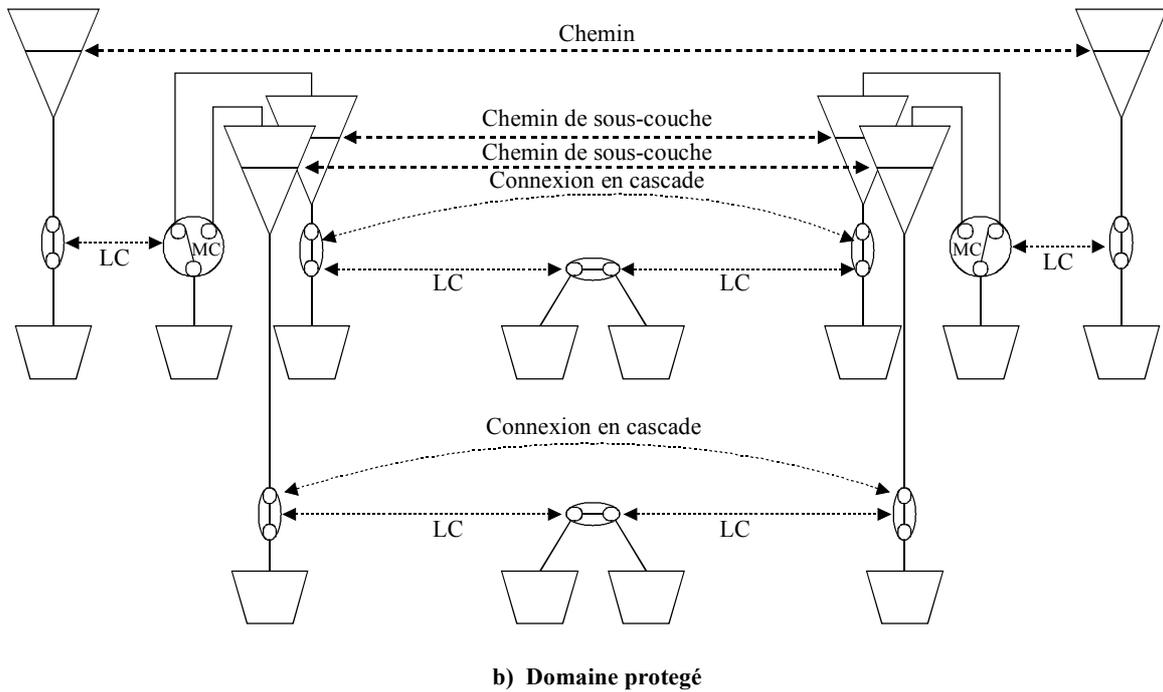
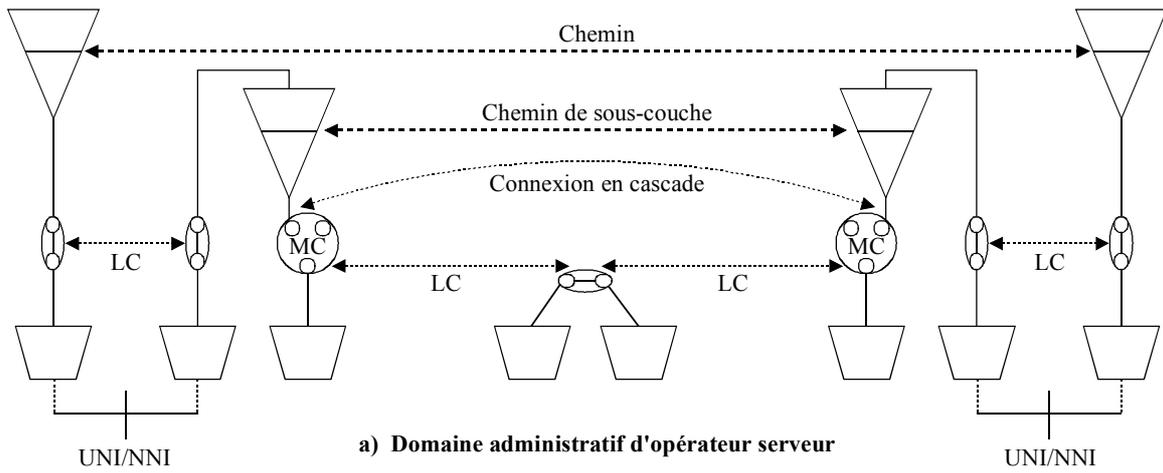
Il est possible d'identifier trois applications de connexions en cascade:

- *domaine administratif d'opérateur serveur* (par exemple domaine de réseau public, domaine d'opérateur de réseau, domaine de sous-réseau d'opérateur de réseau) [voir Figure 18 a)]. Une connexion en cascade qui mesure la qualité du service fourni au client. Un domaine administratif d'opérateur serveur prenant en charge une connexion en cascade a sa source située le plus près possible derrière l'interface NNI/UNI et son collecteur situé le plus près possible devant l'interface NNI/UNI;
- *domaine protégé* (par exemple protection de connexion de sous-réseau contrôlée par une sous-couche) [voir Figure 18 b)]. Une connexion en cascade qui mesure l'état de défaillance des connexions actives et de protection. Un domaine protégé prenant en charge une connexion en cascade a sa source située derrière le pont de commutation de protection et son collecteur situé devant les fonctions de sélection de commutation de protection;
- *domaine administratif demandeur de service* (par exemple domaine d'utilisateur) [voir Figure 18 c)]. Une connexion en cascade qui mesure la qualité du service reçu de l'opérateur. Un domaine administratif demandeur de service prenant en charge une connexion en cascade a sa source située aussi près que possible devant l'interface UNI/NNI et son collecteur situé aussi près que possible derrière l'interface NNI/UNI.



TC connexion en cascade (tandem connection)

**Figure 17/G.805 – Explication des termes relatifs à la connexion en cascade**



**Figure 18/G.805 – Applications des connexions en cascade**

## 5.5 Interfonctionnement de couches de réseau

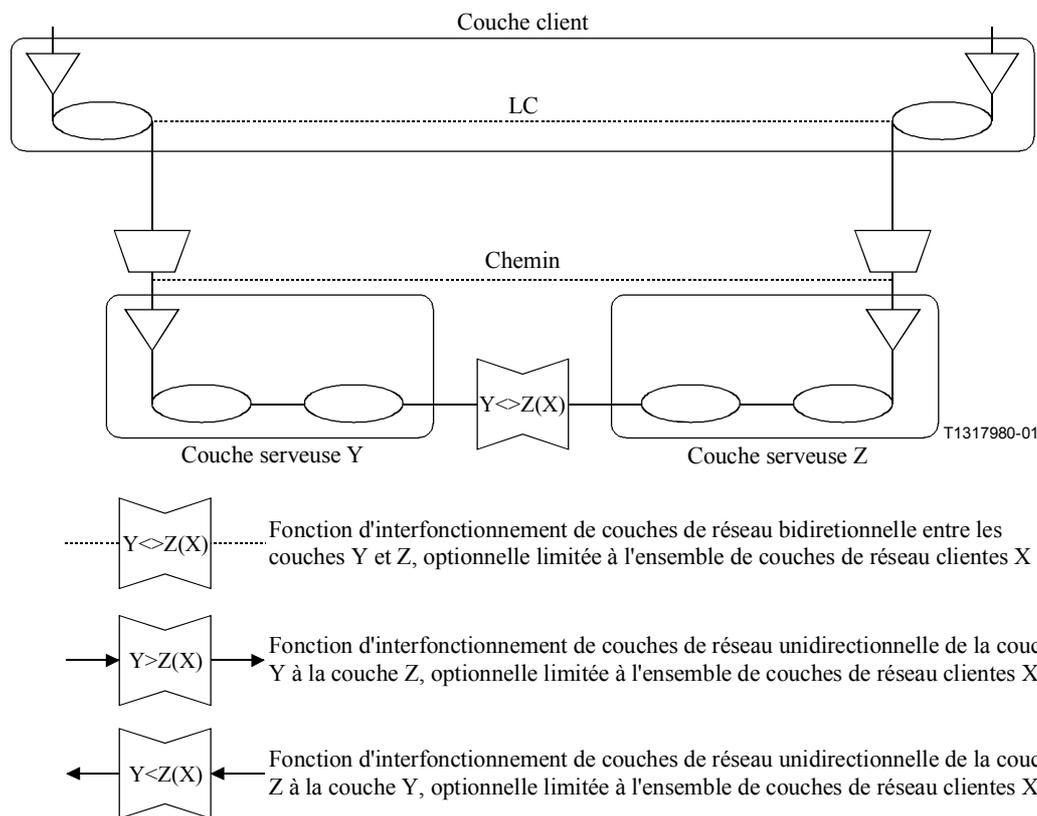
L'interfonctionnement de couches de réseau vise à fournir un chemin de bout en bout entre différents types de terminaisons de chemin de couche de réseau. Pour cela, il faut un interfonctionnement des informations caractéristiques étant donné que des couches de réseau différentes ont, par définition, des informations caractéristiques différentes. En général, les informations adaptées de différentes couches de réseau pour la même couche de réseau cliente sont également différentes, bien que ce ne soit pas nécessairement le cas. L'interfonctionnement de couches de réseau peut donc nécessiter l'interfonctionnement d'informations adaptées.

Le préfixe de chemin d'une couche de réseau peut être défini en termes de sémantique et de syntaxe. Sous réserve que la même sémantique existe dans deux couches de réseau, le préfixe de chemin peut faire l'objet d'un interfonctionnement par la transmission de la sémantique d'une couche de réseau à l'autre dans la syntaxe appropriée, comme défini par les informations caractéristiques. Autrement dit, l'interfonctionnement de couches de réseau doit être transparent pour la sémantique du préfixe de chemin. Si les deux couches de réseau ont un ensemble sémantique différent, l'interfonctionnement de couches de réseau est restreint à l'ensemble sémantique commun. La fonction d'interfonctionnement de couches de réseau doit terminer (insérer, superviser) la sémantique ne faisant pas l'objet de l'interfonctionnement.

L'interfonctionnement de couches de réseau est réalisé grâce à une fonction de traitement d'interfonctionnement, comme décrit sur la Figure 19. Cette fonction prend en charge une connexion de liaison d'interfonctionnement entre deux connexions de couche de réseau. La connexion de liaison d'interfonctionnement est particulière dans le sens où elle est asymétrique, délimitée par différents types d'accès. Elle est aussi particulière car, en général, elle n'est transparente que pour un ensemble spécifié de couches clientes. Une liaison d'interfonctionnement est un composant topologique qui représente un pont entre deux couches de réseau. La liaison d'interfonctionnement crée une "super couche de réseau", définie par l'ensemble complet de groupes d'accès qui peuvent faire l'objet d'un interfonctionnement pour un ensemble spécifié de couches de réseau clientes.

**Fonction d'interfonctionnement de couches de réseau unidirectionnelle:** fonction de traitement de transport qui convertit les informations caractéristiques d'une couche de réseau en informations caractéristiques d'une autre couche de réseau. L'intégrité des informations de maintenance et de qualité de fonctionnement de bout en bout est maintenue. La fonction peut être limitée à un ensemble de couches de réseau clientes.

**Fonction d'interfonctionnement de couches de réseau bidirectionnelle:** fonction de traitement de transport qui est composée d'un couple de fonctions d'interfonctionnement de service unidirectionnelles situées au même endroit, l'une pour l'interfonctionnement de la couche de réseau X à la couche de réseau Y et l'autre pour l'interfonctionnement de la couche de réseau Y à la couche de réseau X.



**Figure 19/G.805 – Interfonctionnement de couches de réseau**

## 6 Application des concepts aux topologies et structures de réseau

NOTE 1 – Les systèmes de dénomination utilisés dans les exemples peuvent ne pas correspondre aux systèmes de dénomination utilisés dans les spécifications d'équipement associées.

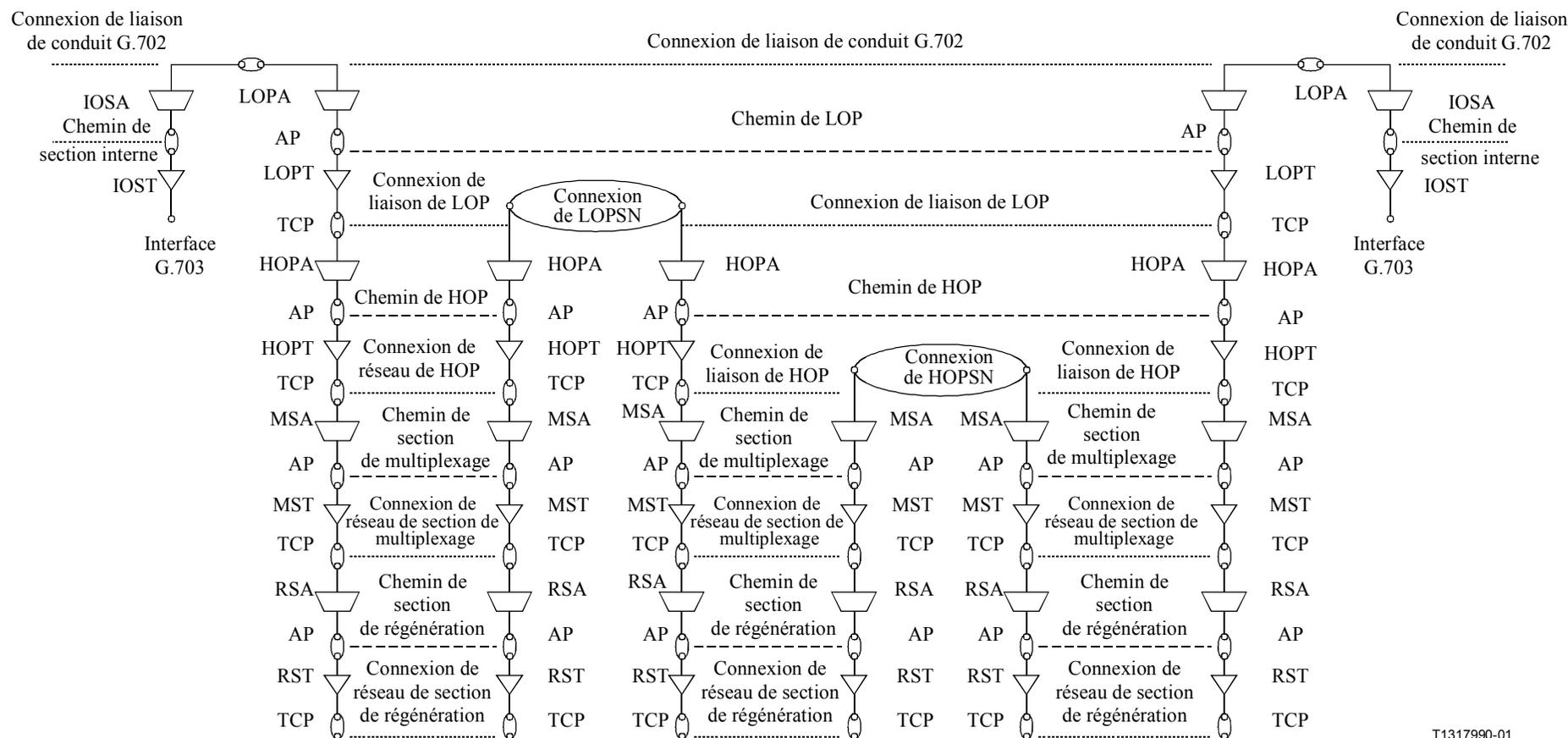
NOTE 2 – Les exemples montrent uniquement les topologies et structures du réseau de base. Une fonctionnalité additionnelle (par exemple protection, contrôle) est fournie dans les spécifications d'équipement associées.

### 6.1 Prise en charge de PDH sur des couches de réseau SDH

La Figure 20 illustre une configuration dans laquelle des signaux PDH sont transmis sur SDH. Six couches de réseau sont représentées:

- couche de réseau conduit PDH G.702 (par exemple à 2048 kbit/s);
- couche de réseau section interne PDH G.703;
- couche de réseau conduit de niveau inférieur (par exemple à VC-12) SDH G.707;
- couche de réseau conduit de niveau supérieur (par exemple à VC-4) SDH G.707;
- couche de réseau section de multiplexage SDH G.707;
- couche de réseau section de régénération SDH G.707.

L'exemple illustre deux multiplexeurs SDH avec affluents aux débits du conduit PDH interconnectés avec un équipement de brassage SDH de conduits de niveau inférieur et un équipement de brassage SDH de conduits de niveau supérieur en des points intermédiaires. Toutes les interfaces (à l'exception des affluents aux débits du conduit PDH) utilisent la couche section à modules STM-N SDH.



T1317990-01

AP	point d'accès ( <i>access point</i> )	IOSA	adaptation de section interne ( <i>intra-office section adaptation</i> )	MSA	adaptation de section de multiplexage ( <i>multiplex section adaptation</i> )
CP	point de connexion ( <i>connection point</i> )	IOST	terminaison de section interne ( <i>intra-office section termination</i> )	MST	terminaison de section de multiplexage ( <i>multiplex section termination</i> )
HOP	conduit de niveau supérieur (par ex. VC4) [ <i>higher-order path (e.g. VC-4)</i> ]	LOP	conduit de niveau inférieur (par ex. VC12) [ <i>lower-order path (e.g. VC12)</i> ]	RSA	adaptation de section de régénération ( <i>regenerator section adaptation</i> )
HOPA	adaptation de conduit de niveau supérieur ( <i>higher-order path adaptation</i> )	LOPA	adaptation de conduit de niveau inférieur ( <i>lower-order path adaptation</i> )	RST	terminaison de section de régénération ( <i>regenerator section termination</i> )
HOPSN	sous-réseau de conduit de niveau supérieur ( <i>higher-order path subnetwork</i> )	LOPSN	sous-réseau de conduit de niveau inférieur ( <i>lower-order path subnetwork</i> )	TCP	point de connexion de terminaisons ( <i>termination connection point</i> )
HOPT	terminaison de conduit de niveau supérieur ( <i>higher-order path termination</i> )	LOPT	terminaison de conduit de niveau inférieur ( <i>lower-order path termination</i> )		

**Figure 20/G.805 – Application de l'architecture fonctionnelle au cas de la prise en charge de PDH sur SDH**

## 6.2 Prise en charge de ATM sur des couches de réseau SDH

La Figure 21 illustre une configuration dans laquelle des cellules ATM sont transportées sur SDH. Cinq couches de réseau sont représentées:

- a) couche de réseau canal virtuel ATM I.361;
- b) couche de réseau conduit virtuel ATM I.361;
- c) couche de réseau conduit de niveau supérieur (par exemple à VC-4) SDH G.707;
- d) couche de réseau section de multiplexage SDH G.707;
- e) couche de réseau section de régénération SDH G.707.

L'exemple illustre deux transmissions de canal virtuel ATM interconnectées par un équipement de commutation/brassage de canaux virtuels ATM et deux terminaisons de conduit virtuel ATM interconnectées par un équipement de commutation/brassage de conduits virtuels ATM et un équipement de brassage de conduits SDH de niveau supérieur en des points intermédiaires. Toutes les interfaces utilisent la couche section à modules STM-N SDH.

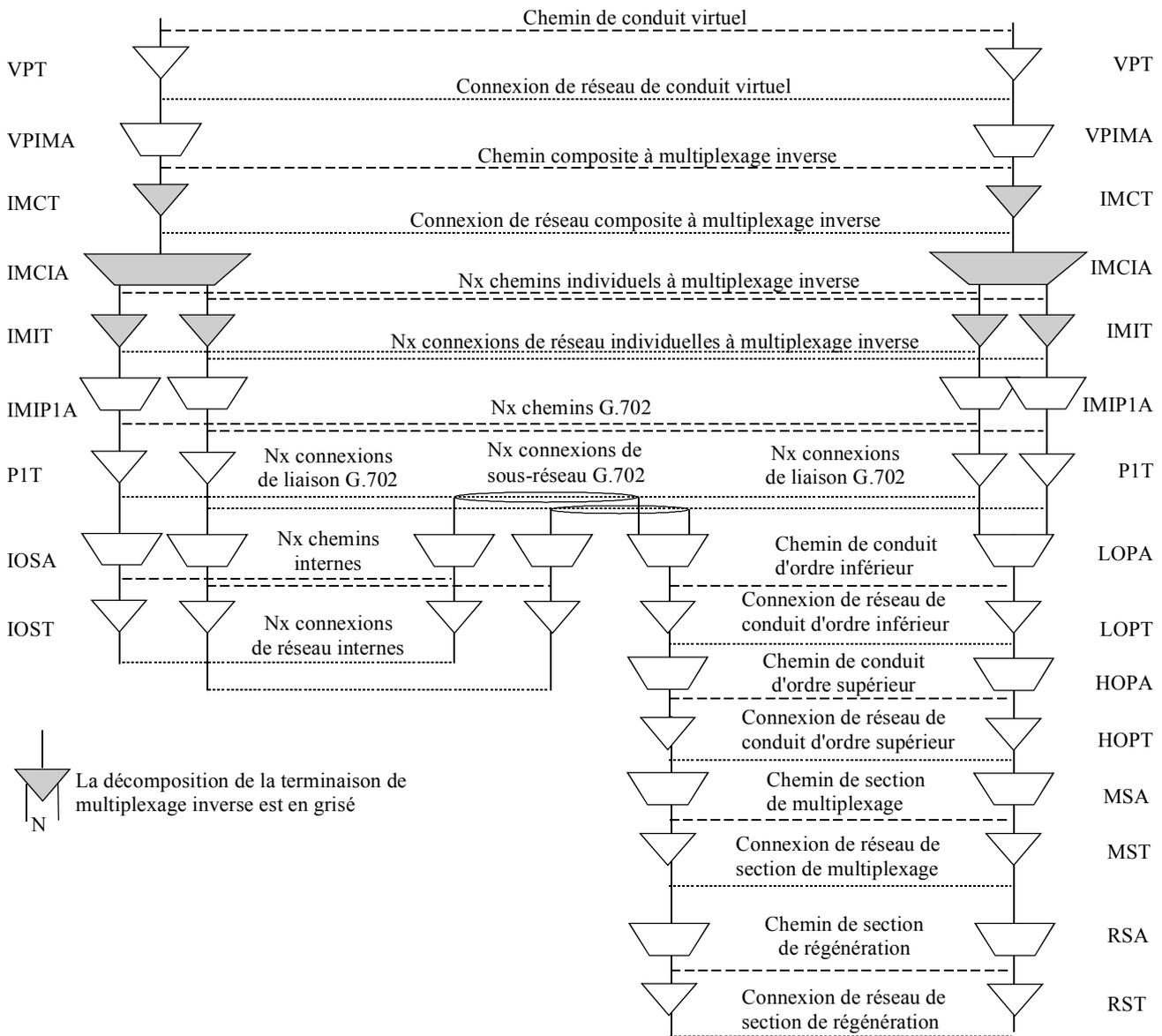


### 6.3 Prise en charge de ATM par le multiplexage inverse ATM

La Figure 22 illustre une configuration dans laquelle un train de cellules ATM regroupé est pris en charge par le multiplexage inverse ATM sur un certain nombre de conduits parallèles au débit primaire G.702, qui à leur tour sont pris en charge sur PDH et SDH. Neuf couches de réseau sont représentées:

- a) couche de réseau conduit virtuel ATM I.361;
- b) couche de réseau à multiplexage inverse ATM composite;
- c) couche de réseau à multiplexage inverse ATM individuelle;
- d) couche de réseau au débit primaire PDH G.702;
- e) couche de réseau section interne PDH G.703;
- f) couche de réseau conduit d'ordre inférieur SDH G.707;
- g) couche de réseau conduit d'ordre supérieur SDH G.707;
- h) couche de réseau section de multiplexage SDH G.707;
- i) couche de réseau section de régénération SDH G.707.

Cet exemple montre deux terminaisons de conduit virtuel ATM interconnectées par un multiplexage inverse ATM par le biais d'un certain nombre de conduits PDH parallèles au débit primaire. L'un des équipements de terminaison de conduit virtuel ATM a une interface au débit PDH avec un multiplexeur SDH. L'autre est doté d'une interface SDH intégrée. Sur la Figure 22, la terminaison de chemin de multiplexage inverse ATM a été décomposée pour décrire les différents chemins de multiplexage inverse ATM qui prennent en charge la connexion de réseau de conduits virtuels.



T1318110-01

**Figure 22/G.805 – Application de l'architecture fonctionnelle au cas du multiplexage inverse ATM**

## 7 Techniques d'amélioration de la disponibilité du réseau de transport

### 7.1 Introduction

Le présent paragraphe décrit les caractéristiques architecturales des principales stratégies pouvant servir à améliorer la disponibilité d'un réseau de transport. On obtient une telle amélioration en remplaçant les entités de transport tombées en panne ou de qualité dégradée. Ce remplacement est normalement déclenché par la détection d'un défaut, d'une dégradation de qualité ou par une demande extérieure (par exemple pour la gestion du réseau).

La protection fait appel à une ressource attribuée au préalable entre certains nœuds. L'architecture la plus simple possède une entité de secours et une seule pour chaque entité active (structure en 1 + 1). L'architecture la plus complexe a m entités de secours en partage entre n entités actives (structure m:n). La commutation de protection peut être unidirectionnelle ou bidirectionnelle. Pour la

commutation de protection bidirectionnelle, les mesures de commutation sont prises dans les deux sens de trafic, même si la panne est unidirectionnelle. Pour la commutation de protection unidirectionnelle, les mesures de commutation ne sont prises que dans le sens de trafic affecté en cas de panne unidirectionnelle.

Le rétablissement fait appel à toute ressource disponible entre des nœuds. Les algorithmes utilisés pour le rétablissement mettront généralement en œuvre un reroutage. Lors d'un rétablissement, un certain pourcentage de la capacité du réseau de transport est réservé au reroutage du trafic utile. Une description plus détaillée du rétablissement n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

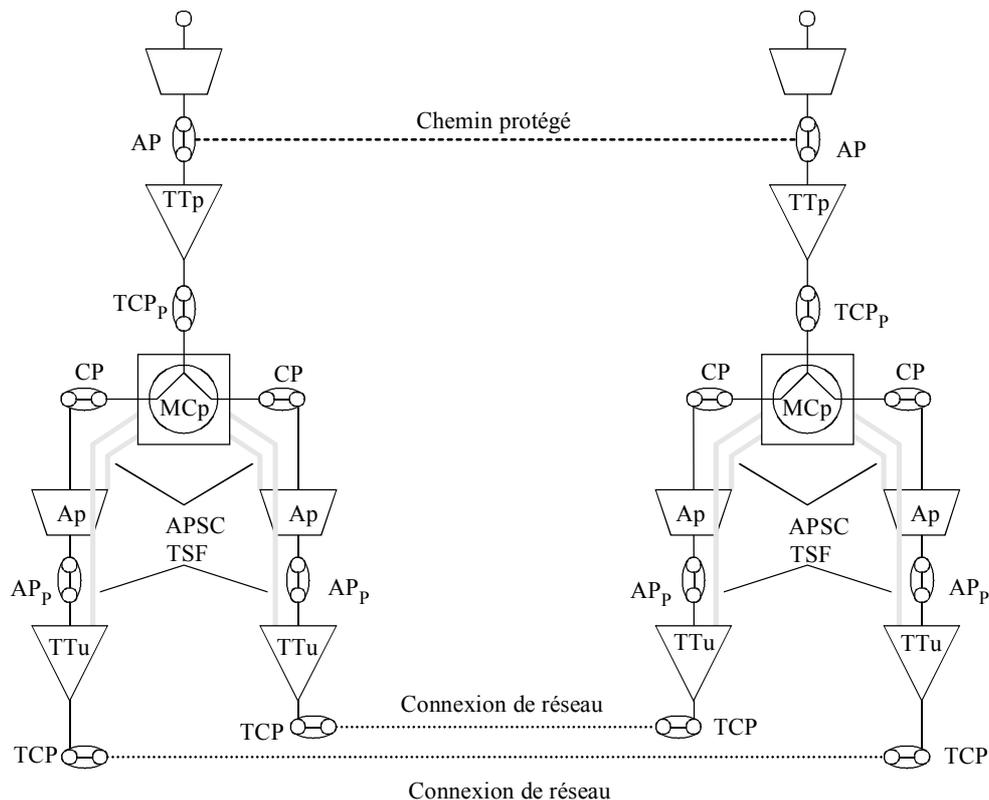
## **7.2 Protection**

Deux types d'architecture ont été distingués pour la protection.

### **7.2.1 Protection de chemin**

Un signal choisi dans un chemin actif (SNC) est remplacé par le signal choisi dans le chemin de protection (SNC) si le chemin actif est défaillant ou si sa qualité baisse au-dessous du niveau prescrit. Cette opération est représentée par l'introduction d'une sous-couche de protection, comme indiqué sur la Figure 23. La terminaison de chemin est étendue, conformément aux règles indiquées sur la Figure 13, par introduction de la fonction d'adaptation de protection, de la fonction de terminaison de chemin non protégé et de la fonction de terminaison de chemin protégé. On utilise une matrice de protection pour représenter la commutation entre les connexions de protection et les connexions actives. L'état des chemins dans la sous-couche de protection est communiqué à la matrice de protection (défaillance du signal du chemin sur la Figure 23) par la terminaison de chemin non protégé. Si la communication entre les fonctions de commande des matrices de protection est nécessaire, la fonction d'adaptation de protection peut assurer l'accès à un canal de commutation de protection automatique (APS). La terminaison de chemin protégé indique l'état du chemin protégé.

La protection de chemin est une méthode de protection appliquée dans une couche de réseau de transport lorsqu'une défaillance est détectée dans la même couche de réseau (c'est-à-dire que la commutation est activée dans la même couche de réseau de transport).



T1304610-95

Ap	adaptation de protection ( <i>protection adaptation</i> )
APp	point d'accès de protection ( <i>protection access point</i> )
APSC	canal de commutation de protection automatique ( <i>automatic protection switch channel</i> )
MCp	connexion de matrice de protection ( <i>protection matrix connection</i> )
TCPp	TCP de protection ( <i>protection TCP</i> )
TSF	défaillance du signal de chemin ( <i>trail signal fail</i> )
TTp	terminaison de chemin protégé ( <i>protected trail termination</i> )
TTu	terminaison de chemin non protégé ( <i>unprotected trail termination</i> )

**Figure 23/G.805 – Protection de chemin**

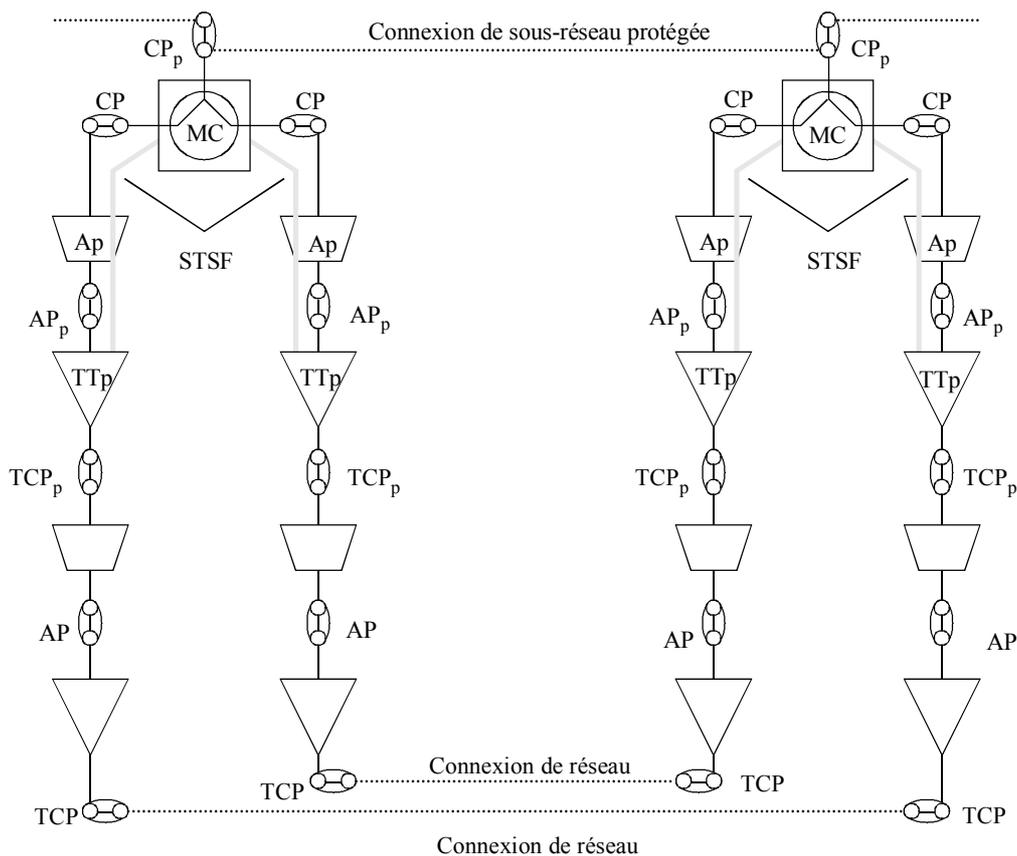
### 7.2.2 Protection de connexion de sous-réseau

Le signal choisi dans une connexion de (sous-)réseau active est remplacé par le signal choisi dans une connexion de (sous-)réseau de protection si la connexion de (sous-)réseau active est défaillante ou si sa qualité baisse au-dessous du niveau prescrit. Il s'agit d'une méthode de commutation de protection appliquée dans la couche de réseau cliente lorsqu'une défaillance est détectée dans une couche de réseau serveuse, une sous-couche ou un autre couche de réseau de transport.

Il convient de noter que la protection de connexion de (sous-)réseau peut être appliquée à toute couche de réseau et que la connexion de (sous-)réseau protégée peut être constituée d'une séquence de connexions de sous-réseau de niveau inférieur et de connexions de liaison. Les systèmes de protection de connexion de (sous-)réseau peuvent être caractérisés par la méthode de contrôle utilisée pour définir les critères de commutation:

- contrôle de chemin de sous-couche – La protection de connexion de (sous-)réseau peut être représentée par une sous-couche de protection créée par extension des points de connexion de sous-réseau, conformément aux règles indiquées sur la Figure 13. L'introduction d'une sous-couche a pour effet de protéger le chemin de sous-couche, comme l'illustre la Figure 24;

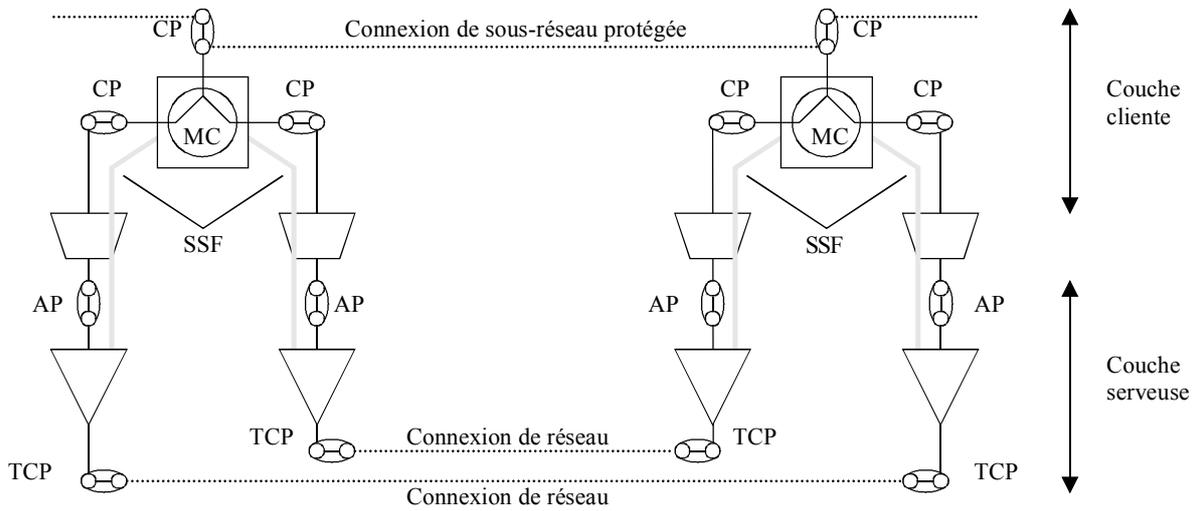
- contrôle intrinsèque – Les informations obtenues par la couche de réseau serveuse, conformément au 5.4.1.1, sont utilisées pour déclencher la commutation de protection, comme indiqué sur la Figure 25. L'état des chemins dans la couche de réseau serveuse est communiqué à la matrice (défaillance du signal de serveur sur la Figure 25);
- contrôle sans intrusion – La connexion de (sous-)réseau est contrôlée directement par utilisation du contrôle par écoute seulement (sans intrusion) des informations caractéristiques de couche cliente, comme indiqué sur la Figure 26;
- contrôle avec intrusion – L'utilisation de ce type de contrôle n'est pas recommandée dans le cadre d'un système de protection.



T1304620-95

Ap	adaptation de protection ( <i>protection adaptation</i> )
AP <sub>p</sub>	point d'accès de protection ( <i>protection access point</i> )
CP <sub>p</sub>	point de connexion de protection ( <i>protection connection point</i> )
MC	connexion matricielle ( <i>matrix connection</i> )
STSF	défaillance du signal de chemin de sous-réseau ( <i>sublayer trail signal fail</i> )
TCP <sub>p</sub>	TCP de protection ( <i>protection TCP</i> )
TTp	termination de chemin protégé ( <i>protected trail termination</i> )

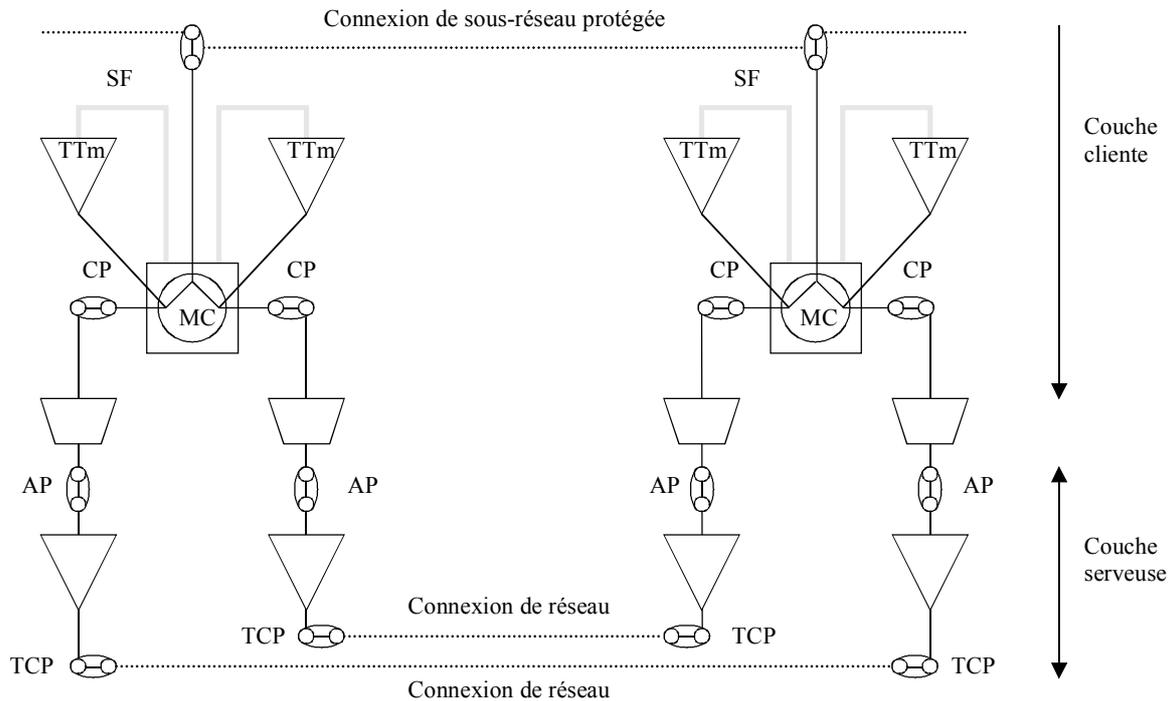
**Figure 24/G.805 – Protection de connexion de sous-réseau avec sous-stratification**



T1304630-95

- AP point d'accès
- CP point de connexion
- MC connexion matricielle
- SSF défaillance de signal de serveur
- TCP point de connexion de terminaison

**Figure 25/G.805 – Protection de connexion de sous-réseau avec contrôle intrinsèque**



T1304640-95

- AP point d'accès
- CP point de connexion
- MC connexion matricielle
- SF défaillance du signal
- TCP point de connexion de terminaison
- TTm terminaison de chemin de contrôle

**Figure 26/G.805 – Protection de connexion de sous-réseau avec contrôle sans intrusion**

## APPENDICE I

### Description formelle de l'architecture

#### I.1 Introduction

Le présent appendice définit formellement, à l'aide de la notation Z, les composants architecturaux décrits dans la présente Recommandation. Un bref aperçu de la notation Z est donné dans l'Annexe I.A au présent appendice. Pour la notation Z, on pourra se reporter aux documents de référence dans la bibliographie.

L'outil fuZZ (également de Spivey) permet de vérifier la syntaxe et le type d'une spécification Z.

#### I.2 Généralités

Le format, l'emplacement et le point sont considérés comme des types atomiques.

Le sens est défini ici par énumération de ses valeurs permises ainsi que par le paramètre BindingDone.

Le composant architectural est un type général qui n'est défini que par l'information caractéristique du composant architectural. Il sera précisé ultérieurement.

Un réseau de transport est défini par les paramètres suivants:

- layerNetworks: ensemble fini de couches de réseau qui le composent;
- chInfo: association entre toutes ses couches de réseau et leurs informations caractéristiques propres;
- internal: association entre ses couches de réseau et leur ensemble de composants architecturaux;
- clientsServers: association (relation n à m) entre ses couches de réseau.

Les entités de transport (TransportEntity), les composants topologiques (TopologicalComponent), les fonctions de traitement de transport (TransportProcessingFunction) et les points de référence (ReferencePoint) sont des types particuliers de composants architecturaux (ArchitecturalComponent). En tant que tels, ils ont toutes les caractéristiques des composants architecturaux (partie déclaration) et ils vérifient tous les prédicats des composants architecturaux (partie prédicat). En outre, une entité de transport a un sens; une fonction de traitement de transport a un nom d'emplacement (LocationName); un point de référence a un nom d'emplacement, un sens et ses deux points constitutifs peuvent être corrélés ou non. La partie prédicat du composant ReferencePoint indique que, à l'intérieur d'un point de référence, un point est corrélé à un autre point ou non mais ne peut être corrélé à plusieurs points.

[Format, Location, Point]

Direction ::= source | sink | bid

BindingDone ::= yes | no

CharacteristicInformation

---

format: Format

---

ArchitecturalComponent

---

characInfo: CharacteristicInformation

---

### TransportNetwork

layerNetworks: F LayerNetwork  
chInfo: LayerNetwork >--->> CharacteristicInformation  
internal: LayerNetwork >-++-> F<sub>1</sub> ArchitecturalComponent  
clientsServers: LayerNetwork <----> LayerNetwork

### TransportEntity

ArchitecturalComponent  
direction: Direction

### TopologicalComponent

ArchitecturalComponent

### TransportProcessingFunction

ArchitecturalComponent  
locationName: Location

### ReferencePoint

ArchitecturalComponent  
locationName: Location  
binding: Point >-++--> Point  
boundReferencePoint: BindingDone  
direction: Direction

#binding ≤ 1

#binding = 0 ⇔ boundReferencePoint = no

#binding = 1 ⇔ boundReferencePoint = yes

Some useful classifications:

sourceReferencePoint \_\_, sinkReferencePoint \_\_, bidirReferencePoint \_\_ : ReferencePoint

∀ p: ReferencePoint •

sourceReferencePoint p ⇔ p.direction = source

^

sinkReferencePoint p ⇔ p.direction = sink

^

bidirReferencePoint p ⇔ p.direction = bid

### I.3 Points de référence

Les points d'accès (AccessPoint) et les points de connexion (ConnectionPoints) sont des types particuliers de points de référence (ReferencePoint).

Un groupe d'accès (AccessGroup) est un ensemble dénommé setOfTtfs de fonctions de terminaison de chemin (TrailTerminationFunction) qui sont toutes situées au même emplacement, c'est-à-dire que, pour toute paire de fonctions de terminaison de chemin de cet ensemble, la valeur d'attribut de nom d'emplacement de ces fonctions est identique.

AccessPoint

---

ReferencePoint

---

ConnectionPoint

---

ReferencePoint

---

#### I.4 Autres

AccessGroup

---

setOfTtfs: P TrailTermination<sup>2</sup>

$\forall \{tff1, tff2\} \subseteq \text{setOfTtfs} \cdot$

$tff1.locationName = tff2.locationName$

---

#### I.5 Composants topologiques

Une liaison peut se terminer par un sous-réseau ou un groupe d'accès.

La définition de "Acyclic" est générique afin de pouvoir s'appliquer à toute relation. Pour toute relation R, "Acyclic R" est vrai si, x étant relié à y, y n'est jamais relié à x par clôture transitive de la relation.

Le terme "AnyNetwork" (tout réseau) est un terme général qui s'applique aux couches de réseau et aux sous-réseaux. Il est défini par:

- l'ensemble fini de sous-réseaux intérieurs (subnetworks);
- l'ensemble fini non vide de liaisons intérieures (links);
- sa topologie, c'est-à-dire l'ensemble d'associations entre les extrémités de liaison (topology);
- sa subdivision (partitioning);
- l'ensemble fini de connexions dans le réseau (connections).

En outre, la partie prédicat indique:

- que la subdivision est acyclique, c'est-à-dire qu'un sous-réseau ne peut être situé à l'intérieur de lui-même;
- que les sous-réseaux contiennent l'ensemble de sous-réseaux intérieurs, y compris tous les niveaux de subdivision.

Une couche de réseau (LayerNetwork) est un cas particulier de réseau (AnyNetwork). En outre, elle est définie par un ensemble fini non vide de groupes d'accès (accessGroup) qui délimitent la couche de réseau et par l'ensemble fini de chemins (trails) qui la traversent.

Le terme LayerNetworkInit indique que, à l'état initial, c'est-à-dire juste après la mise en service, l'ensemble de chemins qui traversent une couche de réseau ainsi que l'ensemble de connexions sont vides.

Un sous-réseau (Subnetwork) est un type particulier de réseau qui est également défini par l'ensemble fini de points de connexion (setOfCPs) qui le délimitent.

---

<sup>2</sup> P power set.

Le terme SubnetworkInit indique que, à l'état initial, un sous-réseau donné est délimité par des points de connexion dans lesquels le rattachement entre les points n'est pas réalisé.

Une matrice (Matrix) est un type particulier de sous-réseau (SubNetwork) dans lequel les points de connexion servant de limite sont tous situés au même emplacement.

Une extrémité de liaison (LinkEnd) est un sous-réseau (SubNetwork) ou un groupe d'accès (AccessGroup).

LinkEnd ::= subNetworkLE << SubNetwork >>  
 | accessGroupLE << AccessGroup >>

[X]

Acyclic \_: P (X <----> X)

$\forall R: X <----> X \bullet$

Acyclic R  $\Leftrightarrow R^+ \cap \text{id } X = \emptyset$

AnyNetwork

subNetworks: F SubNetwork

links: F<sub>1</sub> Link

topology: LinkEnd <----> LinkEnd

\_\_ partitions \_\_: SubNetwork --++-> SubNetwork

connections: F Connection

Acyclic partitions

$\forall \text{sn}: \text{SubNetwork} / \text{sn} \in \text{subNetworks} \bullet$

sn.subNetworks  $\subseteq$  subNetworks

LayerNetwork

AnyNetwork

accessGroups: F<sub>1</sub> AccessGroup

trails: F Trail

LayerNetworkInit

LayerNetwork

trails =  $\emptyset$

connections =  $\emptyset$

SubNetwork

AnyNetwork

setOfCPs: F ConnectionPoint

### SubNetworkInit

SubNetwork

$\forall \text{ snp} \notin \text{ setOfCPs} \bullet$   
 $\text{ snp.boundReferencePoint} = \text{ no}$

### Matrix

SubNetwork

$\forall \{ \text{ snp1}, \text{ snp2} \} \subseteq \text{ setOfCPs} \bullet$   
 $\text{ snp1.locationName} = \text{ snp2.locationName}$

### Link

TopologicalComponent

## I.6 Entités de transport

Une connexion (Connection) est un type particulier d'entité de transport. En outre, on définit les connexions unidirectionnelles et bidirectionnelles en indiquant explicitement que la valeur de leur attribut de sens est égale à "bidir" ou non.

Une connexion de liaison (LinkConnection) est une relation entre deux points de connexion.

Une connexion de réseau (NetworkConnection) est une relation entre deux points de connexion. Cette relation peut être obtenue par un nombre non nul d'itérations de (0 connexion de sous-réseau point à point ou plus suivie(s) de 0 connexion de liaison ou plus).

Un chemin (Trail) est une relation entre deux points d'accès. En outre, la partie prédicat indique que, si deux points d'accès donnés ap1 et ap2 sont reliés par un chemin, le point ap1 est relié à une terminaison de chemin, puis à une connexion de réseau, puis à l'inverse d'une terminaison de chemin et finalement au point ap2.

### Connection

TransportEntity

### UniDirectionalConnection

Connection

$\text{ direction} \neq \text{ bidir}$

### BiDirectionalConnection

Connection

$\text{ direction} = \text{ bidir}$

\_\_LinkConnection\_\_ : ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

\_\_NetworkConnection\_\_ : ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

$\forall (\text{ cp1}, \text{ cp2}) \in (\text{ __NetworkConnection__ } ) \bullet$   
 $\text{ cp1} ( \text{ PointToPointSubNetworkConnection}^*; \text{ LinkConnection}^* )^+ \text{ cp2}$

\_\_ PointToPointMatrixConnection \_\_:

ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

\_\_ Trail \_\_: AccessPoint >-++-> AccessPoint

ap1 Trail ap2

⇔

ap1 Ttf; NetworkConnection; Ttf~ ap2

\_\_ MonitoredPointToPointTandemConnection \_\_:

ConnectionPoint >-++-> ConnectionPoint

$\forall (cp1, cp2) \in ( \_ \text{MonitoredPointToPointTandemConnection} \_ ) \bullet$

$cp1 ( \text{PointToPointSubNetworkConnection}^*; \text{LinkConnection}^* )^+ cp2$

## I.7 Fonctions de traitement de transport

\_\_ Tff \_\_: AccessPoint >----> ConnectionPoint

\_\_ Adaptation \_\_: F1 ConnectionPoint >----> AccessPoint

## I.8 Bibliographie

- SPIVEY (J.M.): Notation Z – Manuel de référence (2<sup>e</sup> édition), *Prentice Hall International Series in computer science*, ISBN 0-13-978529-9.

### ANNEXE I.A

#### Breve introduction à la notation Z (à l'Appendice I de la Recommandation G.805)

##### I.A.1 Introduction

La notation Z est une notation formelle fondée sur la théorie des ensembles et la logique de prédicat de premier ordre. Le concept de modélisation de base dans la notation Z est l'ensemble. Comme en mathématique, un ensemble peut être défini par extension (énumération de ses éléments) ou par compréhension (indication d'un prédicat que tous les éléments potentiels doivent vérifier); dans ce dernier cas, cela équivaut à définir un type. Un moyen commode de définir un type par compréhension dans la notation Z est de définir un schéma. Un schéma peut être dénommé ou non. On peut utiliser un schéma dénommé pour définir un type ou une opération. Ce schéma a la forme suivante:

## Nom du schéma

Déclaration
-------------

Prédicat
----------

où

- la "Déclaration" est composée d'une liste de caractéristiques du schéma;
- le "Prédicat" est une liste (éventuellement vide) de prédicats qui spécifient des invariants, des conditions a priori ou des conditions a posteriori.

Le lecteur d'une spécification  $Z$  doit garder présent à l'esprit le fait que, même si les spécifications sont relativement complexes en raison des conventions notationnelles, les concepts de modélisation de base sont simples. Pour des raisons de lisibilité, la spécification ci-après n'utilise aucune des astuces qui existent dans la notation  $Z$  pour abrégé une spécification mais utilise au contraire des constructions simples de notation  $Z$  afin de rester compréhensible aux profanes.

### I.A.2 Exemple #1

La définition d'un ensemble de points (à savoir Point), défini par ses coordonnées  $x$  et  $y$  à l'aide d'un schéma dénommé, pourrait être la suivante:

#### Point

$x$ : Integer
---------------

$y$ : Integer
---------------

En outre, cette définition indique que  $x$  et  $y$  sont des caractéristiques d'un point et sont du type entier "Integer" (censé être prédéfini).

Un exemple de spécification d'une opération à l'aide d'un schéma est donné ci-dessous:

#### MoveToCenter

$\Delta$ Point
----------------

$x' = 0$
----------

$y' = 0$
----------

Ce schéma MoveToCenter définit une opération qui modifie le point auquel l'opération s'applique (le symbole  $\Delta$  indique que l'état du Point est modifié par l'opération) et indique que les valeurs de  $x$  et  $y$  (respectivement  $x'$  et  $y'$ ) à la fin de l'opération sont toutes deux égales à 0.

### I.A.3 Exemple #2

Un schéma peut également contenir des définitions globales, par exemple des relations entre d'autres ensembles. Par exemple, "Square" est une fonction dont les ensembles "source" et "cible" sont  $\mathbb{N}$  (ensemble des entiers naturels). Le caractère  $\_$  placé après le nom de la fonction indique que la notation postfixée est nécessaire. En outre, la partie prédicat spécifie que, pour tous les entiers naturels  $n$ , on obtient la valeur square( $n$ ) en multipliant l'entier  $n$  par lui-même.

Square  $\_$  :  $N \rightarrow N$

$\forall n: N \bullet$

$$\text{square}(n) = n * n$$

Par ailleurs, les symboles suivants sont utilisés dans la présente spécification (il convient de noter que tous les types de relations binaires peuvent être modélisés).

- 1)  $\langle \text{----} \rangle$ : relation binaire. Si X et Y sont des ensembles,  $X \langle \text{----} \rangle Y$  est l'ensemble de relations binaires entre X et Y. Chacune de ces relations est un sous-ensemble de  $X \times Y$  (produit cartésien).
- 2)  $\text{--}+\text{--} \rangle$ : fonction partielle. Si X et Y sont des ensembles,  $X \text{--}+\text{--} \rangle Y$  est l'ensemble de fonctions partielles de X à Y. Il s'agit de relations qui établissent un lien entre chaque membre x de X et au plus un membre de Y.
- 3)  $\text{-----} \rangle$ : fonction totale (ou application). Si X et Y sont des ensembles,  $X \text{-----} \rangle Y$  est l'ensemble de fonctions totales de X à Y. Il s'agit de fonctions partielles avec domaine X; elles établissent un lien entre chaque membre x de X et exactement un membre de Y.
- 4)  $\rangle+\text{--} \rangle$ : injection partielle. Si X et Y sont des ensembles,  $X \rangle+\text{--} \rangle Y$  est l'ensemble d'injections partielles de X à Y. Il s'agit de fonctions partielles. L'inverse d'une injection partielle établit un lien entre chaque membre de Y et au plus un membre de X.
- 5)  $\rangle\text{----} \rangle$ : injection totale, c'est-à-dire injection partielle qui est également une fonction totale.
- 6)  $\text{-}+\text{--} \rangle \rangle$ : surjection partielle. Si X et Y sont des ensembles,  $X \text{-}+\text{--} \rangle \rangle Y$  est l'ensemble de surjections partielles de X à Y. Il s'agit de fonctions partielles de X à Y qui ont l'ensemble de Y comme champ.
- 7)  $\text{----} \rangle \rangle$ : surjection totale, c'est-à-dire fonction qui a l'ensemble de X comme domaine et l'ensemble de Y comme champ.
- 8)  $\rangle\text{----} \rangle \rangle$ : bijection, c'est-à-dire à la fois surjection et injection. Elle met les éléments de X en correspondance biunivoque avec les éléments de Y.
- 9)  $\_$ : inégalité.
- 10)  $\in$ : appartenance.
- 11)  $\_$ : ensemble vide.
- 12)  $\cup$ : union d'ensembles.
- 13)  $\cap$ : intersection d'ensembles.
- 14)  $\setminus$ : différence d'ensemble.
- 15) dom, ran: domaine et champ d'une relation. Si R est une relation binaire entre X et Y, le domaine de R (dom R) est l'ensemble de tous les membres de X qui sont reliés à au moins un membre de Y par R. Le champ de R (ran R) est l'ensemble de tous les membres de Y auquel au moins un membre de X est relié par R.
- 16)  $\text{;}$ : composition relationnelle. La composition R; S de deux relations  $R: X \langle \text{---} \rangle Y$  et  $S: Y \langle \text{----} \rangle Z$  relie un membre x de X à un membre z de Z si, et seulement si, il y a au moins un membre y de Y auquel x est relié par R et qui est lui-même relié à z par S.
- 17)  $\sim$ : inversion relationnelle. Un objet y est relié à un objet x par l'inversion relationnelle  $R \sim$  si, et seulement si, x est relié à y par R.
- 18)  $*$ : clôture réflexive-transitive: si R est une relation entre un ensemble X et lui-même,  $R^*$  est la plus forte relation contenant R qui est réflexive et transitive.
- 19)  $\#$ : nombre de membres d'un ensemble.

- 20) subdivision: une famille  $S$  subdivise un ensemble  $T$  si, et seulement si,
- chaque paire d'ensembles  $S(i)$  et  $S(j)$  pour  $i \neq j$  a une intersection vide;
  - l'union de tous les ensembles  $S(i)$  est  $T$ .
- 21)  $\cup$ : disjonction.
- 22)  $\cap$ : conjonction.
- 23)  $\Leftrightarrow$ : équivalence.
- 24)  $\forall$ : quantificateur universel.
- 25)  $\exists$ : quantificateur existentiel.
- 26)  $\exists!$ : quantificateur unique.
- 27)  $\mathcal{P}S$ : ensemble de puissance. Si  $S$  est un ensemble,  $\mathcal{P}S$  est l'ensemble de tous les sous-ensembles de  $S$ .
- 28)  $\times$ : produit cartésien. Si  $S_1, \dots, S_n$  sont des ensembles,  $S_1 \times \dots \times S_n$  est l'ensemble de tous les  $n$ -uplets  $(x_1, \dots, x_n)$  où  $x_i \in S_i$  pour chaque  $i$  avec  $1 \leq i \leq n$ .

## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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