

Architecture Fonctionnelle Générique des Réseaux de Transport : G.805

EFORT

<http://www.efort.com>

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. G.805 est une recommandation qui ne porte que 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. **G.805** permet d'identifier les fonctions des réseaux de transport orientés connexion indépendamment de leur implémentation technologique et de les représenter de manière générique. Ses principes sont applicables à des technologies telles que SDH, D-WDM, PDH ou ATM. G.805 est une recommandation de l'UIT-T largement reconnue comme la base pour la définition de modèles d'information de gestion.

G.805 permet donc de représenter les fonctions de réseau de transport, indépendamment de la technologie, à travers un petit nombre de composants:

- Les composants topologiques: réseau en couche (Layer network), sous-réseau (subnetwork), lien (link), groupe d'accès.
- Les entités de transport (connectivité): Trail, connexion de réseau, connexion de sous-réseau et connexion de lien.
- Les fonctions de traitement de transport: fonction d'adaptation, fonction de terminaison de trail, fonction de connexion.
- Les points de références: point d'accès, point de connexion, point de connexion de terminaison.

Le but de ce tutoriel est de présenter l'ensemble des composants qui constituent une architecture de réseau de transport sur la base de la recommandation G.805.

1 Les composants topologiques

La topologie permet de décomposer un réseau en une suite de liens et de nœuds. Cette décomposition permet de simplifier la représentation des réseaux en séparant les aspects logiques et physiques.

Ce paragraphe décrit les différents composants topologiques ainsi que les deux concepts fondamentaux d'organisation de ces composants: la subdivision (partitioning) et la stratification en couches (layering).

Le concept de **réseau en couche** (Layer network) est utilisé pour identifier un réseau basé sur une seule technologie et qui transporte les informations sous un format spécifique; ATM Virtual Path (VP), ATM Virtual Channel (VC), SDH VC4, ou Frame Relay (FR) sont des exemples de réseaux en couche.

Le concept de réseau en couche repose sur les principes suivants:

- Chaque réseau en couche représente un ensemble homogène d'information caractéristique d'une technologie ou d'un sous-ensemble d'une technologie possédant le même format, le même débit, les mêmes fonctions, etc. comme par exemple SDH VC4, ATM VP ou FR.
- Il est plus simple de définir et de gérer chaque réseau en couche séparément que l'infrastructure entière, composée de multiples couches.
- Chaque réseau en couche possède des capacités d'opération et de maintenance qui lui sont propres.
- Chaque couche de réseau peut être définie de manière indépendante des autres couches.
- Il est possible de modifier la technologie ou la structure d'un réseau en couche sans qu'il y ait d'impact sur les autres couches.

Un réseau en couche se décompose en **sous-réseaux** interconnectés entre eux par des liens comme illustré à la Figure 1.

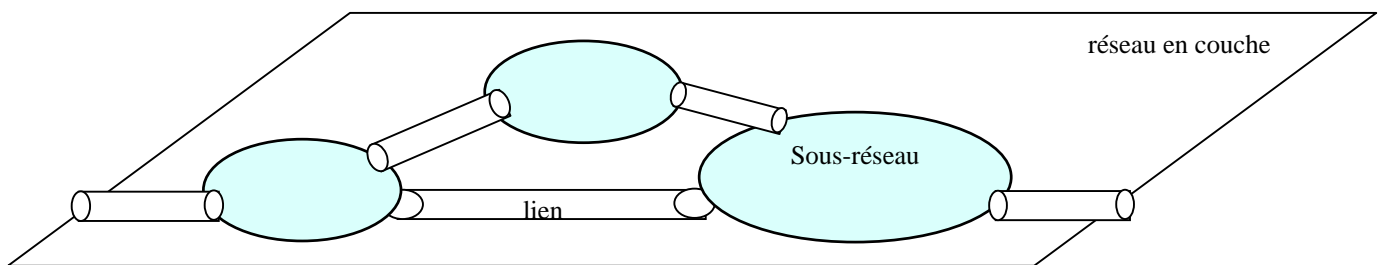


Figure 1 : Le concept de réseau en couche, sous-réseau et lien

Un **domaine de réseau en couche** (LND, Layer network Domain) représente une portion de réseau en couche contrôlé par un domaine administratif. Un domaine administratif représente l'ensemble des ressources d'un opérateur télécom. Ceci n'est pas défini par G.805 mais il est important de pouvoir représenter des services qui font intervenir différents opérateurs.

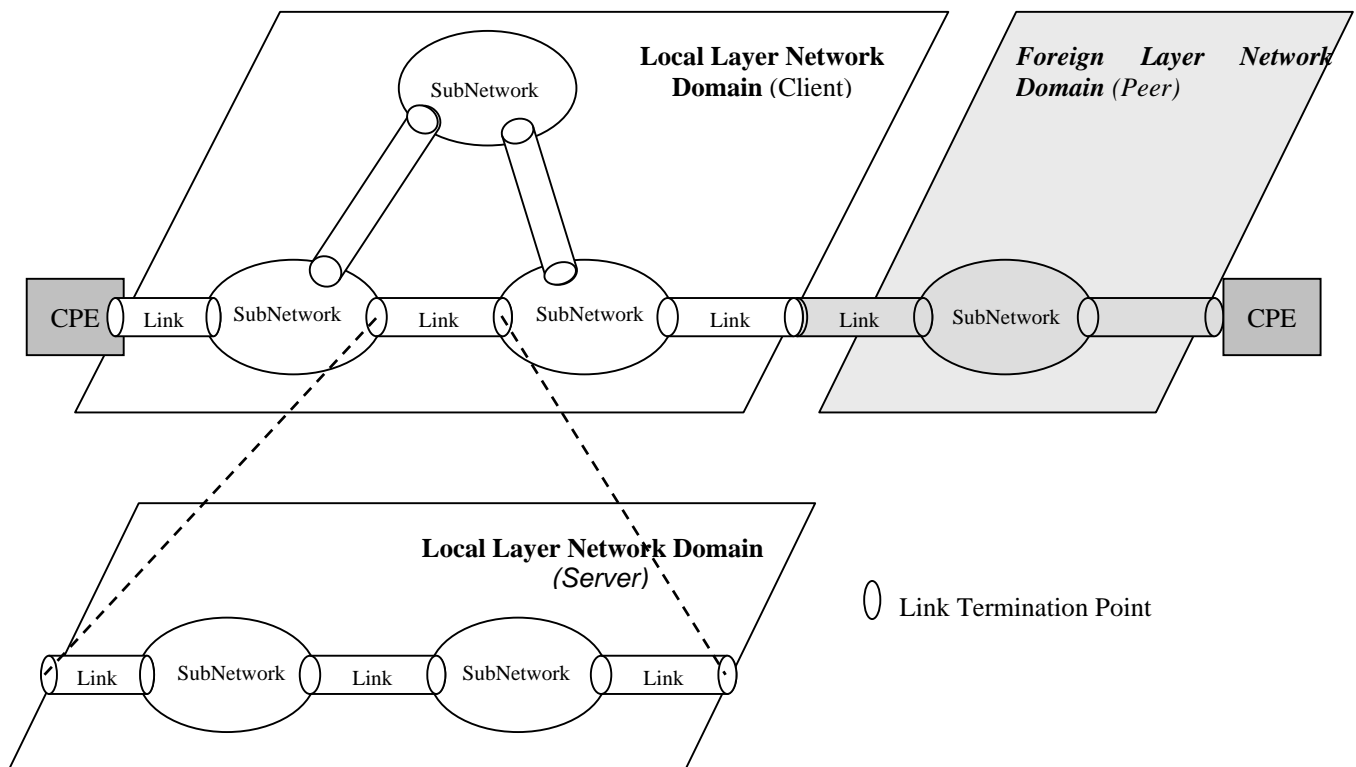


Figure 2 : Réseaux en couche local et externe

- Le **Domaine local de réseau en couche** (LLND, Local Layer Network Domain) dérive de la classe domaine de réseau en couche et représente un réseau en couche contrôlé par le domaine administratif local, c'est-à-dire l'opérateur dont les ressources sont modélisées.
- La classe **Domaine extérieur de réseau en couche** (FLND, Foreign Layer Network Domain) dérive également de la classe domaine de réseau en couche et représente un réseau en couche contrôlé par un domaine administratif extérieur, c'est-à-dire un opérateur dont les ressources ne sont pas modélisées.

Ce concept de domaines, local et extérieur, permet de modéliser le cas où un même réseau en couche est partagé par deux opérateurs différents

Un réseau en couche se décompose lui-même en sous-réseaux interconnectés entre eux par des liens. Un sous-réseau ne peut appartenir qu'à un seul réseau en couche. Il représente un sous-ensemble de ressources de réseau qui partagent des caractéristiques communes telles que le même équipementier, la même fonction ou la même zone géographique.

Chaque sous-réseau peut se décomposer en sous-réseaux plus petits, interconnectés par des liens; cette décomposition est récursive et peut être répétée jusqu'à atteindre le niveau de détail souhaité, en général lorsqu'un sous-réseau est équivalent à un élément de réseau par exemple un commutateur ATM ou FR vu dans ce réseau en couche.

Cette décomposition de sous-réseaux à l'intérieur d'un même réseau en couche s'appelle le partitioning et est représentée à la figure 3.

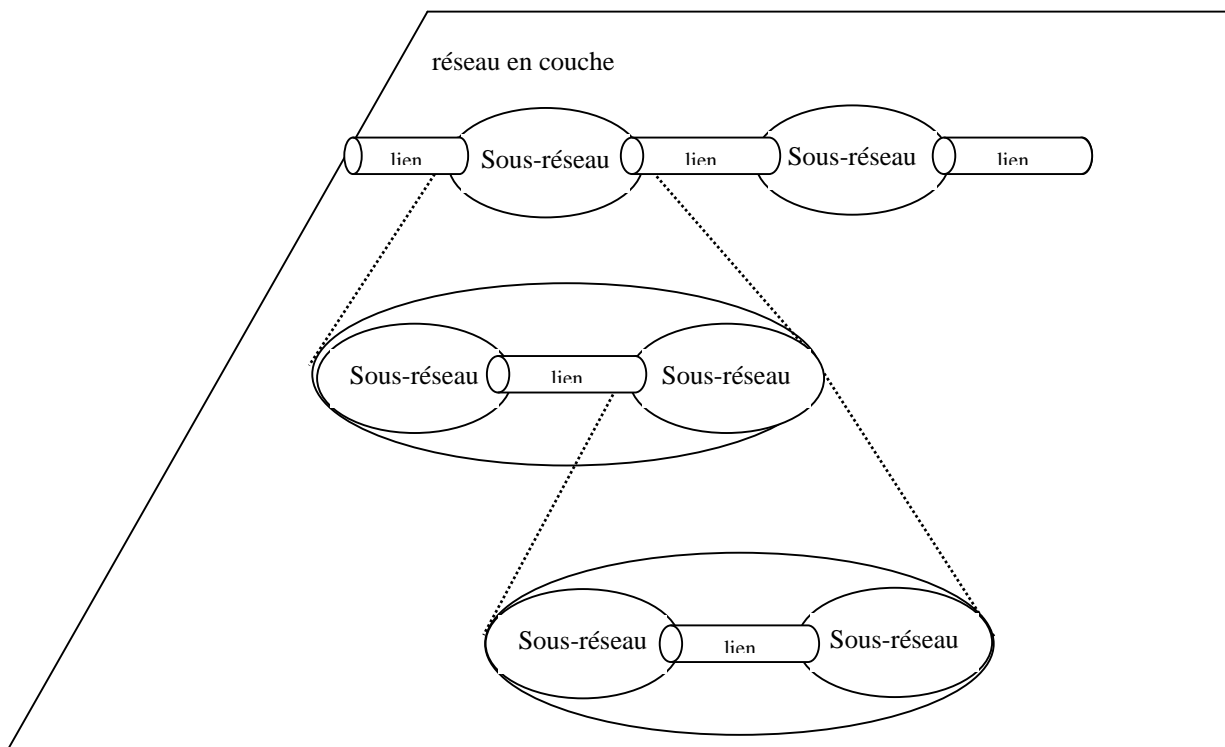


Figure 3 : Le concept de partitioning de sous-réseau

Un **lien** est une entité de transport (décrite au paragraphe suivant) qui représente la capacité entre deux sous-réseaux et supporte la connectivité possible entre les sous-réseaux. Un lien peut supporter des flux orientés connexion ou non-orientés connexion.

On peut également appliquer le concept de partitioning au lien, et ce de deux manières différentes:

- Le partitioning parallèle permet de décomposer un lien en un ensemble de liens dont la somme des capacités est égale à la capacité du lien de plus haut niveau; par exemple un faisceau de liens de signalisation SS7 modélisé comme un lien se décompose en 16 liens de signalisation. Le partitioning parallèle est représenté à la figure 4.

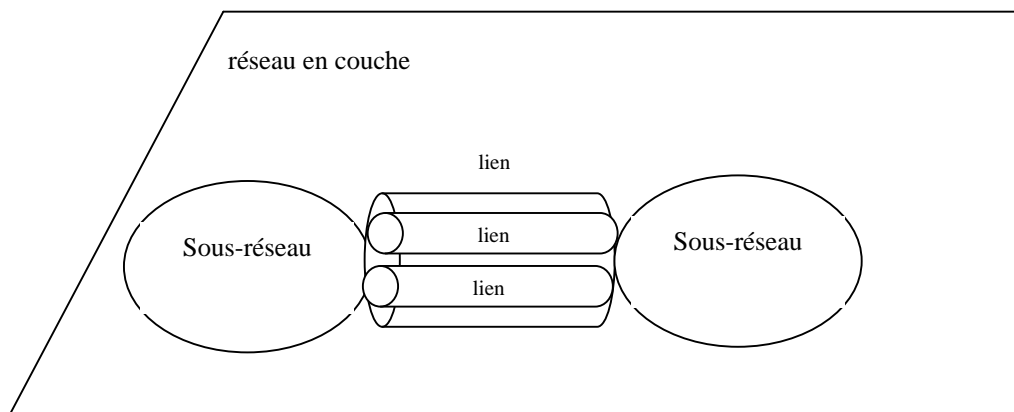


Figure 4 : Le concept de partitioning parallèle de lien

- Le partitioning en série permet de décomposer un lien en une série de lien – sous-réseau – lien comme représenté dans la figure 5.

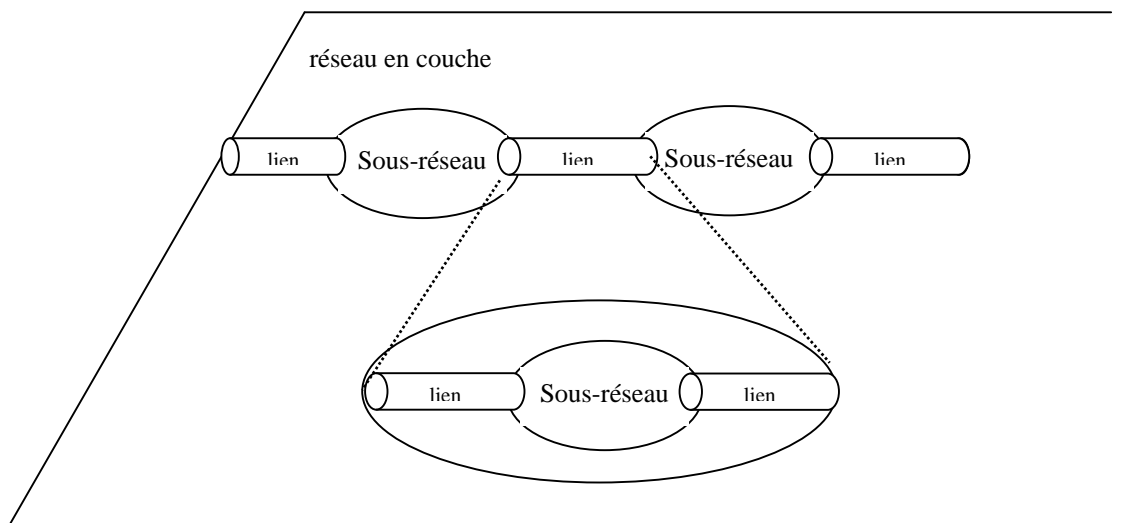


Figure 5 : Le concept de partitioning en série de lien

Le concept de partitioning, de sous-réseaux ou de liens, présenté précédemment, permet donc de structurer et de représenter, grâce à la récursivité, les informations topologiques d'un réseau en couche complexe.

Le concept de layering illustré ci-dessous, permet de structurer et de représenter, également de manière récursive, les informations topologiques d'un réseau multi-technologies.

Un réseau en couche peut être relié à un autre réseau en couche par une relation client-serveur: dans ce cas le flux d'information du réseau en couche client est transporté par le réseau en couche serveur ; par exemple le réseau en couche ATM VP peut être supporté par le réseau en couche SDH VC4. Cette relation, qui s'appelle le layering, est illustrée à la figure 6.

De manière conventionnelle, un réseau en couche client est appelé *lower order* et utilise les services de transport fournis par un réseau en couche serveur. Le réseau en couche serveur est appelé *higher order* car il possède une plus grande capacité que le réseau en couche client (Figure 6).

De manière générale, un réseau de transport peut être représenté sous la forme d'une pile de couches réseau reliées entre elles par des relations client/serveur.

Les extrémités d'un lien sont représentées par les points de terminaison de lien (LTP, Link Termination Point). Un point de terminaison de lien représente également l'extrémité d'un nœud (soit d'un CPE soit d'un sous-réseau, voir les définitions ci-dessous).

- Un nœud est une entité capable d'effectuer des traitements, par exemple un commutateur ATM ou un routeur IP.

On peut distinguer deux types de nœuds:

- Les nœuds appelés CPE (Customer Premises Equipment) représentent des équipements tels que des modems, des PABX ou des routeurs, qui possèdent et gèrent un client. Même si l'opérateur télécom ne gère pas ces équipements il les reconnaît comme équipements terminaux du réseau. Ce type de nœud est modélisé par la classe **CPE**.

- L'autre type de nœud représente tous les équipements que possède et gère l'opérateur. Ce type de nœud est appelé Élément **géré** (Managed Element).

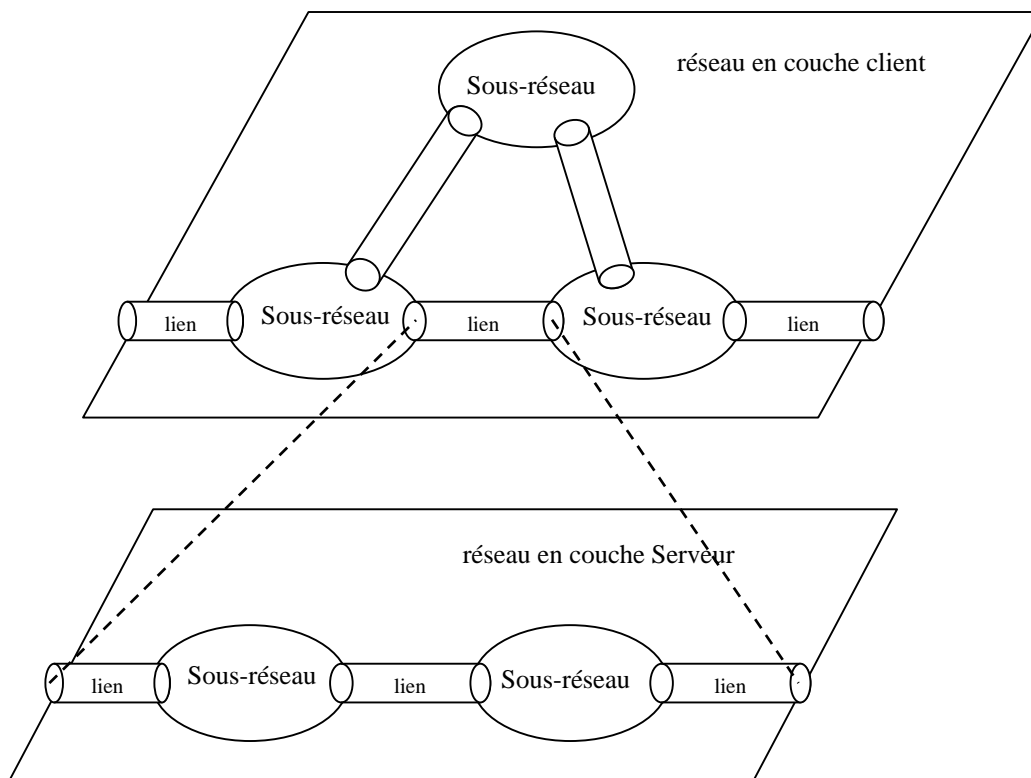


Figure 6 : Le concept de layering

Un Élément géré appartient à un réseau et non à un seul réseau en couche; un nœud traverse donc plusieurs réseaux en couche ;il est composé d'un ensemble de sous-réseaux, un sous réseau par réseau en couche.

2 Les entités de transport

Une entité de transport représente une connexion qui transporte de l'information. L'entité de transport qui transporte l'information dans un lien est appelée **connexion de lien** (link connection).

L'entité de transport qui transporte l'information entre deux (ou plus) points de terminaison d'un sous-réseau est appelée **connexion de sous-réseau** (subnetwork connection).

La concaténation de connexions de lien et de connexions de sous-réseau définit une **connexion de réseau** (network connexion). Une connexion de réseau représente l'entité de transport qui transporte l'information à travers un réseau en couche.

Un **trail** traverse de bout en bout un réseau en couche.

Les différentes entités de transport sont représentées à la figure 7.

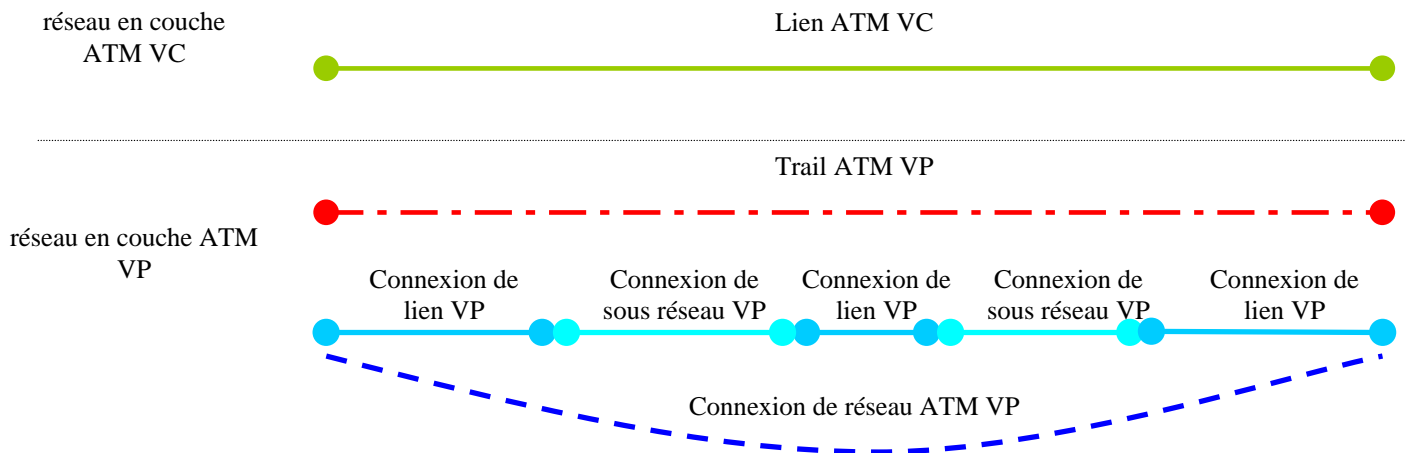


Figure 7 : Les entités de transport G.805

En plus des capacités de transport des informations de l'utilisateur de la couche, il est nécessaire de gérer ce transport, en particulier de fournir des informations d'intégrité et de qualité de ce transport. Ces informations de gestion sont contenues dans l'overhead du protocole de transport.

L'entité de transport en charge de cette gestion dans la couche et dans la bande, propre à un réseau en couche donné, s'appelle un **trail**. Un trail est donc responsable de la supervision des données transportées dans la connexion de réseau (voir définition ci-après). Par exemple les trails ATM VP transportent les cellules de gestion OAM F4 et F5 (Operation, Administration, Maintenance) et les trails SDH transportent les trames de gestion F1 et F2.

La figure 8 illustre la fonction de gestion dans la bande du trail; C1 et C2 sont les cellules ATM contenant le flux d'informations de deux clients différents. F5 représente les cellules de gestion OAM des VP ATM. Le trail ajoute aux flux de cellules d'information des cellules de gestion F5 qui sont retirées à l'autre extrémité du trail.

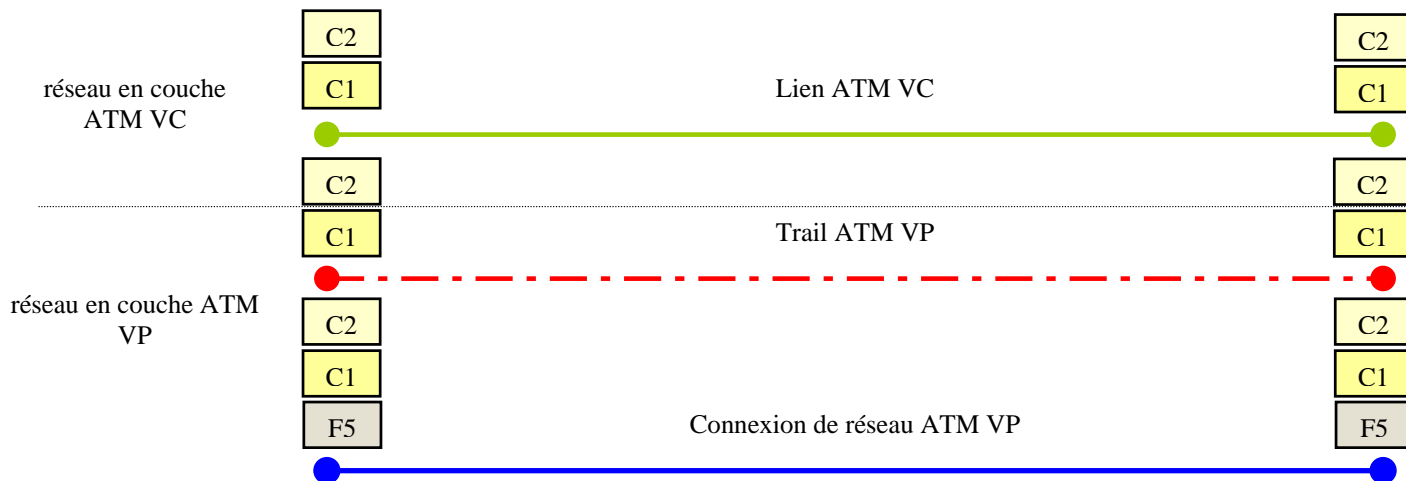


Figure 8 : La fonction de gestion in-band (dans la bande) du trail

A la figure 9, les entités de transport sont représentées en relation avec les composants topologiques

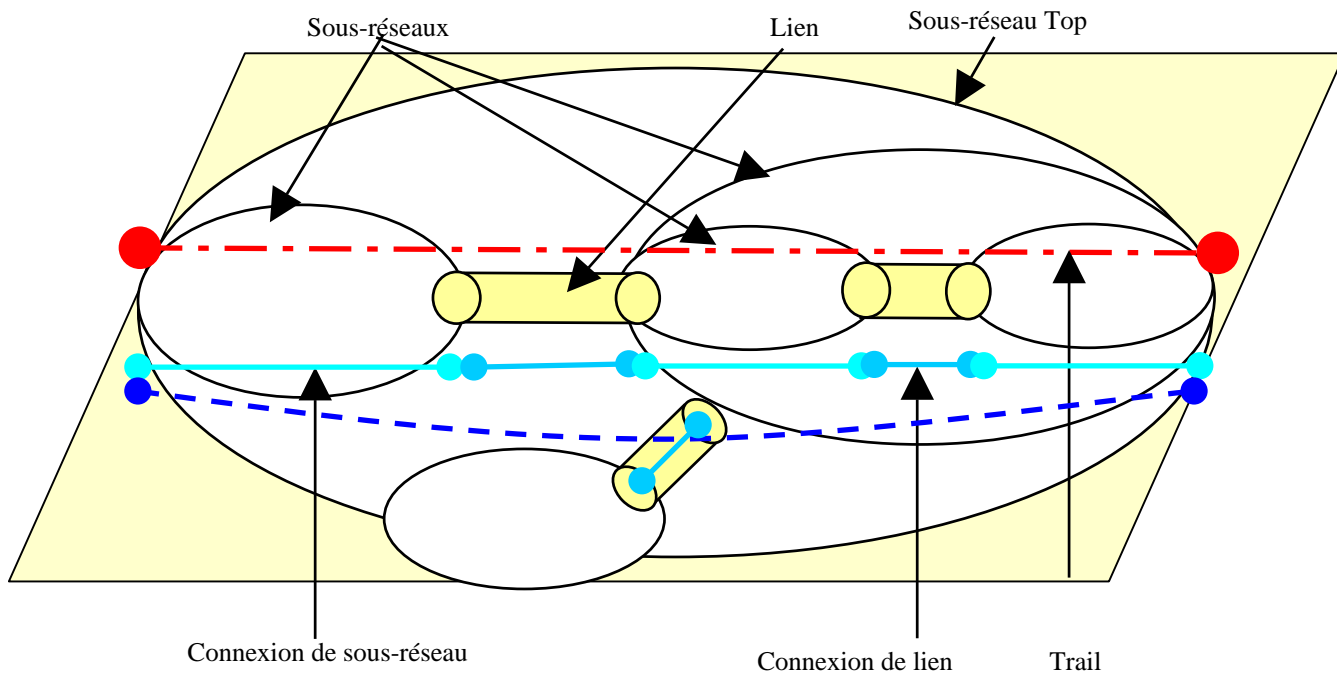


Figure 9 : Correspondance entre entités de transport et entités topologiques

Le concept de partitioning s'applique également aux entités de transport:

- Tout comme un réseau en couche se décompose en sous-réseaux et en liens, la connexion de réseau se décompose en connexions de sous-réseaux et connexions de liens.
- Tout comme un sous-réseau se décompose en sous-réseaux et en liens, une connexion de sous-réseau se décompose en connexions de sous-réseaux et en connexions de liens.

Le concept de partitioning appliqué aux entités de transport est illustré à la figure 10.

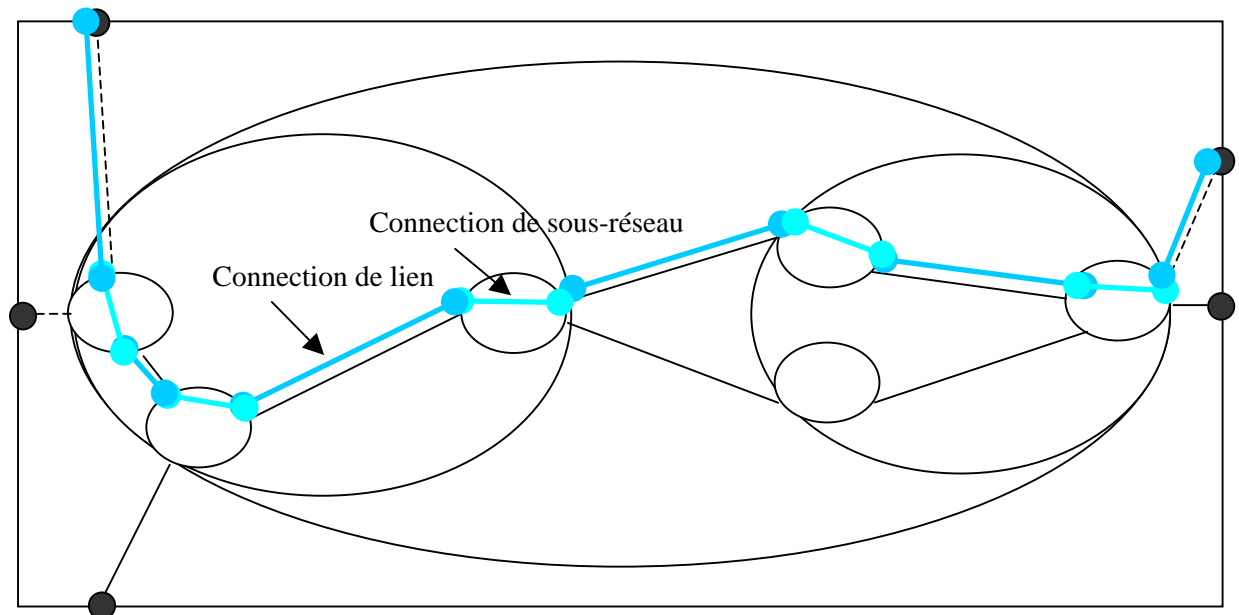


Figure 10 : Le concept de partitioning des entités de transport

Le concept de layering s'applique également aux entités de transport. En effet la relation client/serveur entre deux réseaux en couche signifie que les capacités de transport du réseau en couche serveur sont utilisées par le réseau en couche client. En effet la relation client/serveur entre deux réseaux en couche se traduit par le fait qu'une connexion de lien du réseau en couche client est supportée par un trail du réseau en couche serveur.

Quelques exemples de layering au niveau connectivité sont donnés ci-joint:

- Une connexion de lien dans un réseau en couche ATM VP est fournie par un trail du réseau en couche SDH.
- Une connexion de lien dans un réseau en couche ATM VC est fournie par un trail du réseau en couche ATM VP.
- Une connexion de lien dans un réseau en couche Frame Relay est fournie par un trail E1.
- Une connexion de lien dans un réseau en couche PDH 2Mb/s est fournie par un trail du réseau en couche PDH 8Mb/s.

Le concept de layering appliqué aux entités de transport est illustré à la figure 11.

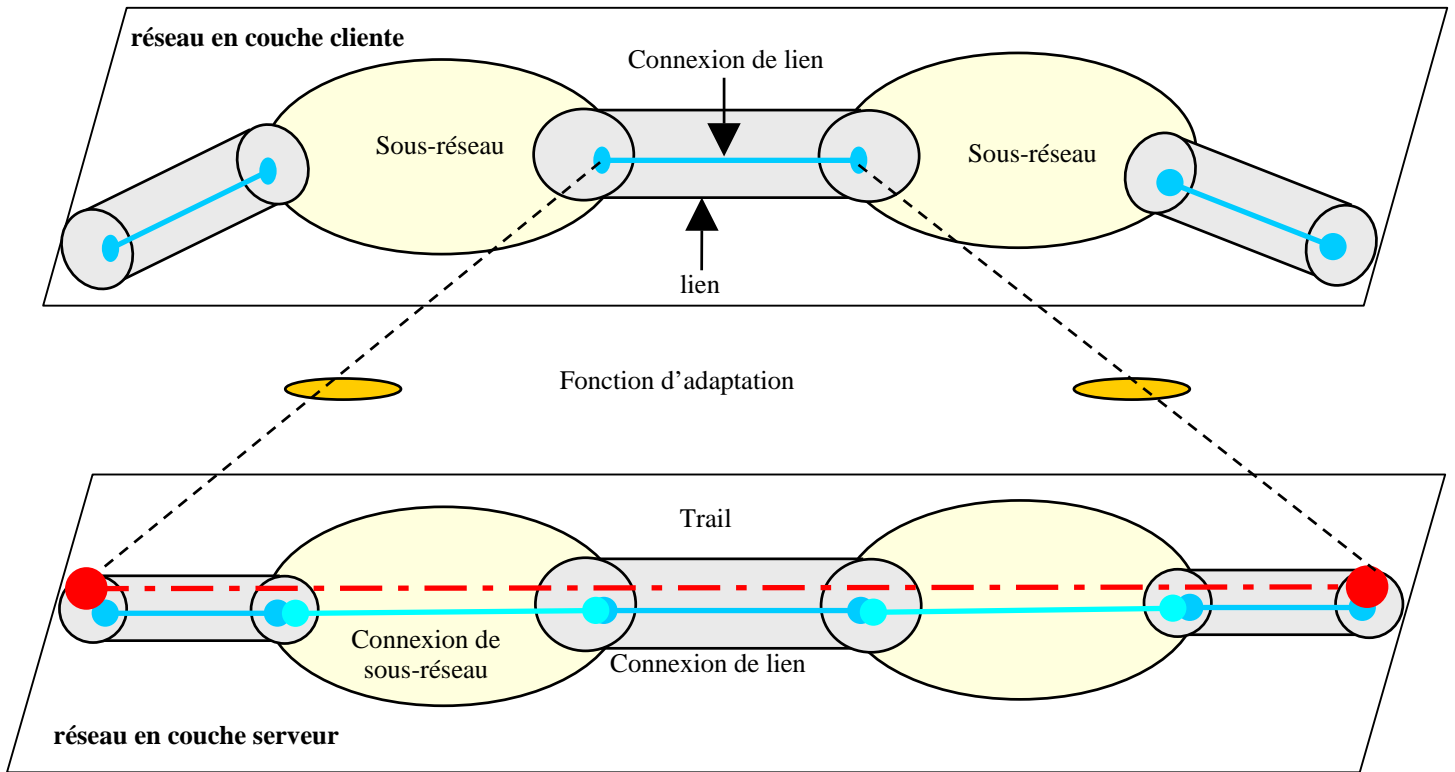


Figure 11 : Le concept de layering des entités de transport

Toutes les connexions de liens qui appartiennent à un lien du réseau en couche (N) sont supportées par le trail du réseau en couche (N-1). La somme des capacités des connexions de lien contenues dans un lien est égale à la capacité de ce lien. La capacité du lien du réseau en couche (N) correspond à la capacité du trail du réseau en couche (N-1). Par exemple un trunk de 2 Mb/s (correspondant à un lien du réseau en couche de commutation de circuit) possède 32 circuits de voix de 64 Kb/s chacun (correspondant à une connexion de lien du réseau en couche de commutation de circuit). Ces 32 connexions de lien sont supportées par un trail de 2 Mb/s du réseau en couche serveur SDH VC 12. Cet exemple est illustré à la figure 12 :

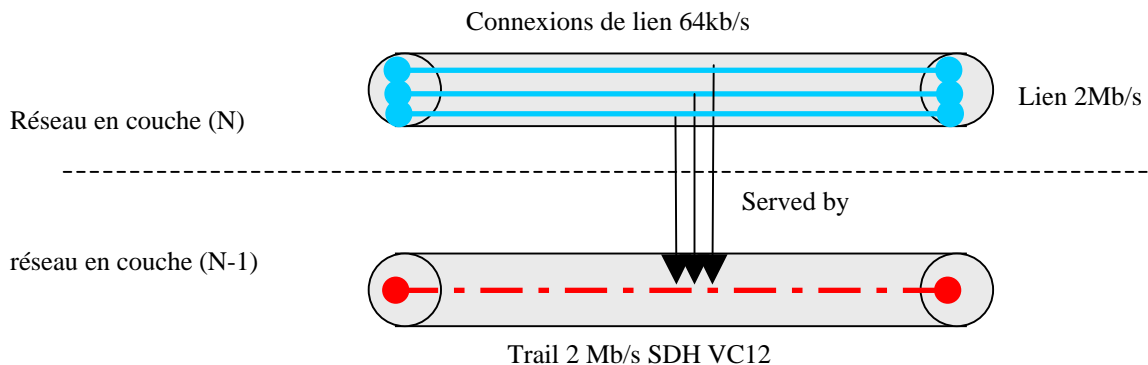


Figure 12 : Capacité des connexions de lien clientes supportée par un trail serveur

Un **trail de service** (entité non présente dans la recommandation G.805) est une connectivité de bout en bout entre deux points de terminaison clients matérialisés par des CPEs (Customer Premises Equipment). Un trail de service peut être supporté par un ou plusieurs trails de réseau.

Un trail de réseau est associé à un réseau en couche qu'il traverse de bout en bout. Une **connexion tandem** est associée à un domaine de réseau en couche (LND). Une connexion tandem est un segment de la connexion de réseau associée au trail. Le concept de connexion tandem permet de modéliser de manière détaillée les scénarios dans lesquels un trail de réseau traverse plusieurs domaines de réseau en couche: dans ce cas le trail de réseau s'appuie sur une connexion de réseau qui se décompose en connexions tandem, une connexion par domaine.

En appliquant le concept de Partitioning aux entités de transport, une connexion de sous-réseau peut se décomposer en un ensemble de connexions de sous-réseau et de connexion de lien. Au plus bas niveau de récursivité, quand un sous-réseau correspond à une fabrique (appelé également Réseau de connexion) qui assure la fonction de brassage et de commutation à l'intérieur d'un équipement, la connexion de sous-réseau correspond à une cross-connexion (point de brassage).

- Une **cross-connexion** est une entité de transport responsable du transfert d'information entre deux points de terminaison entrant et sortant d'un équipement.

La figure 13 illustre les relations entre les différentes connexions et trails décrits dans ce fragment.

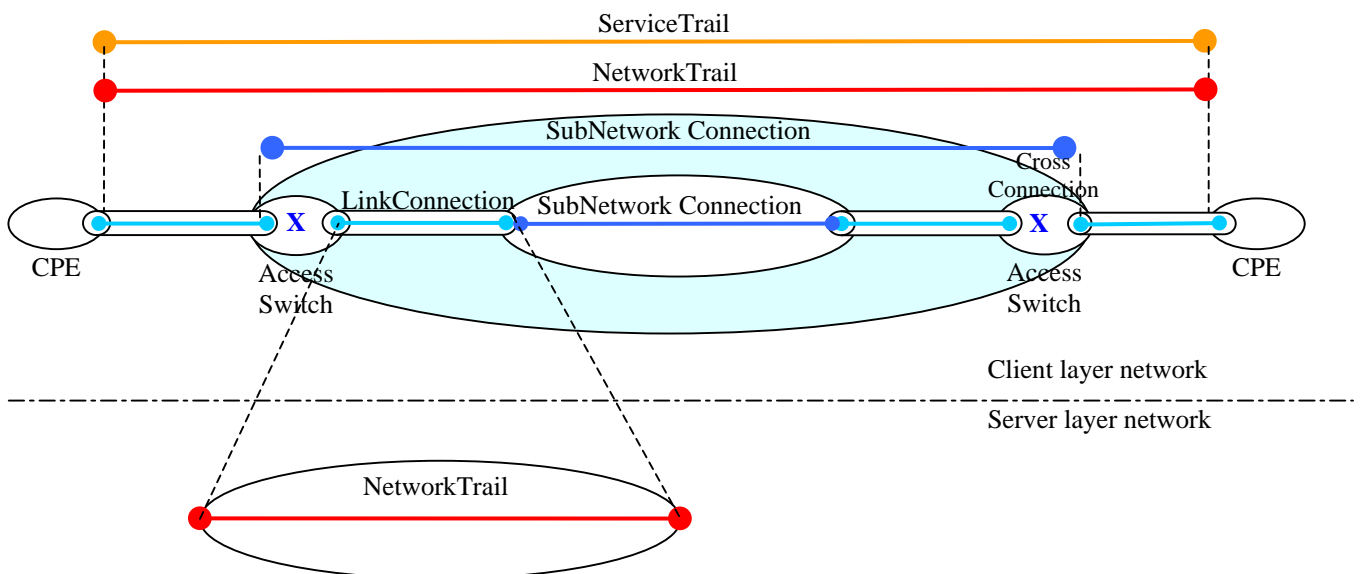


Figure 13 : Les relations entre les différentes connexions et trails du fragment

3 Les points de référence

Un point de référence représente la corrélation entre les entrées et les sorties des fonctions de traitement de transport et/ou des entités de transport.

- Un **point de terminaison de lien** (LTP, link termination point) constitue les extrémités d'un lien et représente les frontières d'un domaine de réseau en couche (LND).

Au niveau logique, un LTP correspond à un port logique. Au niveau physique, lorsqu'un lien modélise un câble physique, un LTP représente un port physique de l'équipement de réseau.

Un point de terminaison de lien constitue également les extrémités des équipements client (CPE) et des sous-réseaux comme l'illustre la figure 14.

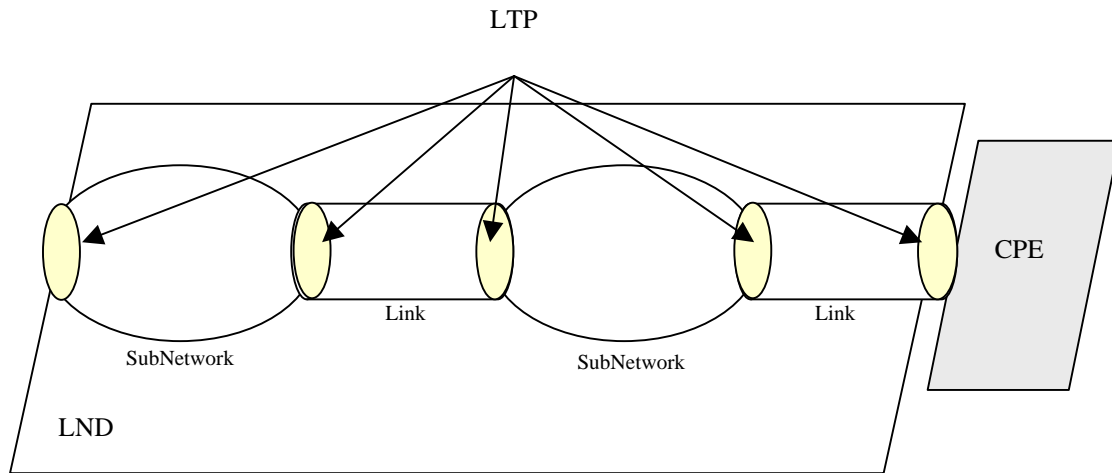


Figure 14 : Un exemple de point de terminaison de lien

- Les **point de terminaison de trail de service** (SvcTTP, Service Trail Termination Point) et **point de terminaison de trail de réseau** (NwTTP, Network Trail Termination Point) établissent et terminent respectivement les entités de transport Trail de service et Trail de réseau.
- Un **point de terminaison de connexion** (NwCTP, Network Connection Termination Point) établit et termine les entités de transport de connexion tels qu'une connexion de sous-réseau (et à son plus bas niveau de récursivité, une cross-connexion) et une connexion de lien.
Une connexion tandem est une séquence de connexions de sous-réseaux et de connexions de liens et correspond au plus bas niveau de récursivité à une connexion de sous-réseau; Les extrémités d'une connexion tandem sont donc également des points de terminaison de connexion.

La relation entre les différents points de terminaison est illustrée à la figure 15. Au niveau logique, un point de terminaison de lien peut contenir des points de terminaison de trail de réseau et des points de terminaison de connexion appartenant à un même réseau en couche.

Le point de terminaison de lien d'un réseau en couche client N (contenant un ou plusieurs points de terminaison de connexion) est supporté par un point de terminaison de trail de réseau du réseau en couche serveur N-1.

Un point de terminaison de connexion d'un réseau en couche client N est supporté par un point de terminaison de trail correspondant à un port physique du réseau en couche de plus bas niveau.

Au niveau physique, un point de terminaison de lien ne peut contenir que des points de terminaison de trail de réseau.

Ces différentes relations sont illustrées à la figure 16.

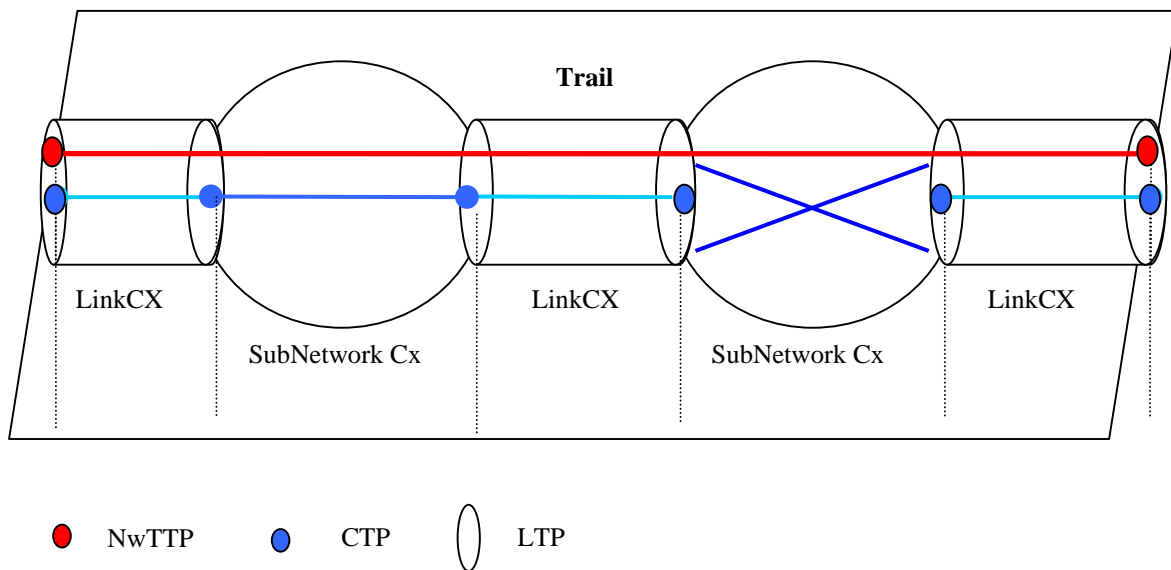


Figure 15 : Les relations entre les différents points de terminaison

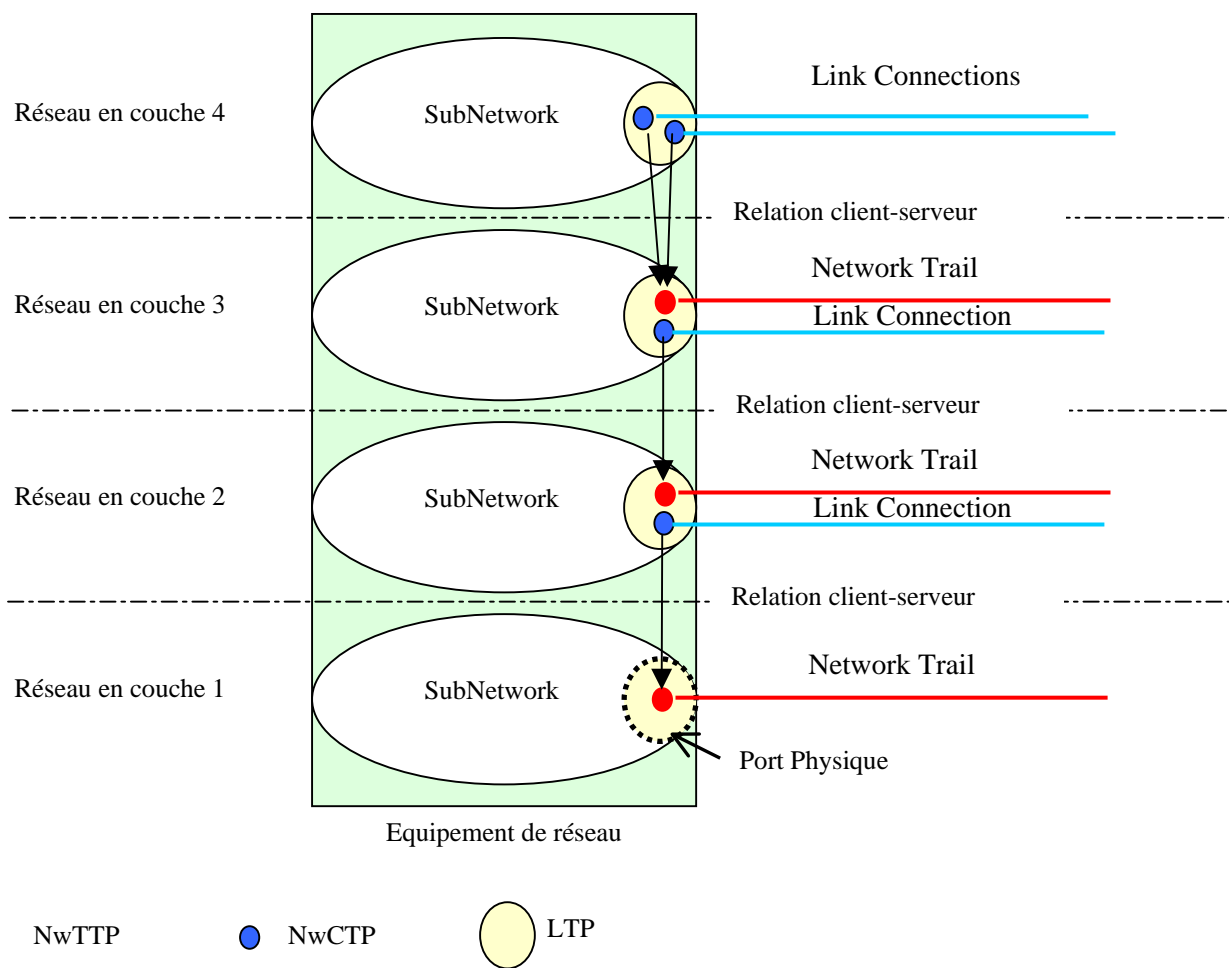


Figure 16 : Les relations entre points de terminaison de différents réseaux en couche

La figure 17 illustre les correspondances entre les points de référence et les entités de transport.

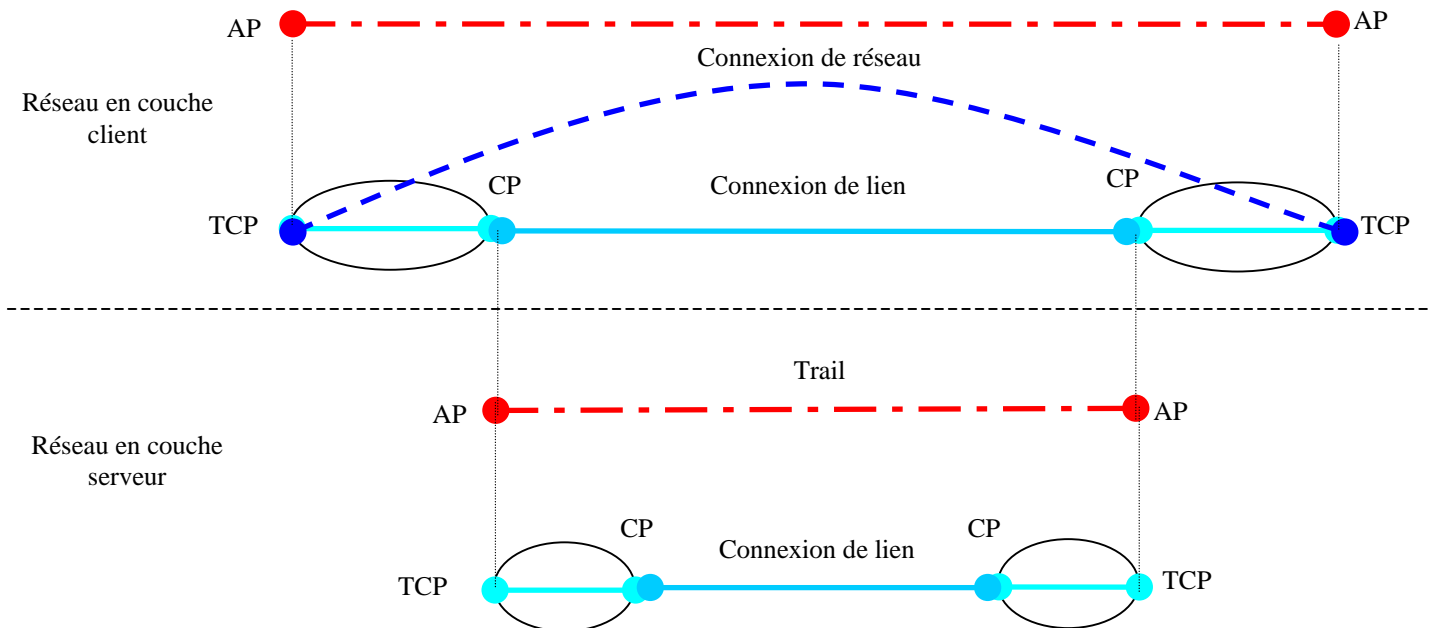


Figure 17 : Correspondance entre les points de référence et les entités de transport

Les points de référence:

AP: point d'accès, TCP: point de connexion de terminaison, CP: point de connexion.

4 Les fonctions de traitement de transport

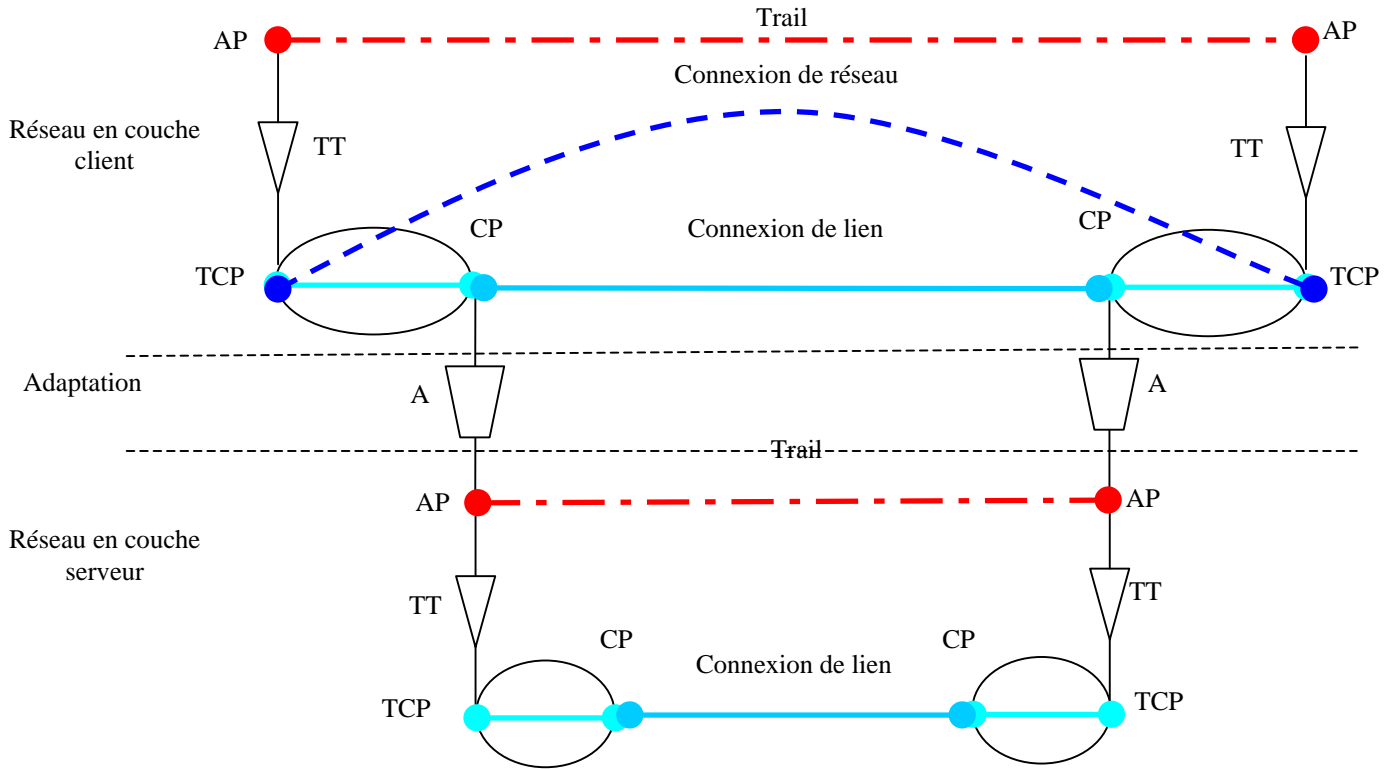
La description d'architecture de réseaux stratifiés (layering) nécessite la définition de deux fonctions génériques de traitement de transport: la fonction d'adaptation et la fonction de terminaison de trail.

Le flux d'information possède une direction, il y a donc des fonctions de traitement de transport d'origine (source) qui appliquent une transformation au signal et des fonctions de traitement de transport de destination (sink) qui retirent cette transformation.

Les informations du réseau en couche client doivent être adaptées avant d'être transmises au réseau en couche serveur; cette adaptation inclut des mécanismes tels que le multiplexage, la modification du débit et l'encodage du signal. Ces mécanismes sont réalisés par la **fonction d'adaptation**: les fonctions d'adaptation indiquent donc de quelle manière est traité le signal dans la relation client/serveur entre réseaux en couche.

La **fonction de terminaison de trail** permet de générer, d'analyser, d'ajouter et de retirer les informations de gestion permettant de superviser l'intégrité du flux d'information adapté. Cette information de gestion ajoutée et retirée par la fonction de terminaison de trail est typiquement considérée comme l'overhead du protocole de transport du réseau en couche serveur.

Les fonctions d'adaptation et de terminaison de trail sont réalisées par les **points d'accès**. Le point d'accès est le point de référence assimilable à un **point de terminaison de trail**. La figure 18 illustre les correspondances entre fonctions de traitement de transport, point de référence et entités de transport.



- Les points de référence:
AP: point d'accès, TCP: point de connexion de terminaison, CP: point de connexion.
- Les fonctions de traitement de transport:
TT: fonction de terminaison de trail, A: fonction d'adaptation.

Figure 18 : Correspondance entre fonctions de traitement de transport, point de référence et entités de transport

Conclusion

La recommandation G.805 décrit l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport d'une manière indépendante de la technologie en utilisant un petit nombre de composants. L'architecture fonctionnelle générique sert de base à un ensemble harmonisé de recommandations sur l'architecture fonctionnelle des réseaux en mode connecté tels que ATM, SDH, PDH, D-WDM, et à un ensemble correspondant de recommandations sur la gestion, l'analyse des performances et la spécification des équipements.

Références

Rec. ITU-T G.805, Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport, Mars 2000.