

Interconnexion des systèmes

⚠ Ce document n'a pas été relu par un expert dans le domaine. Il est donc possible qu'il y ait des erreurs, mauvaises formulations, approximations etc. À vos risques et périls.

Rappel sur Frame Relay

▼ Q.933

Protocole de niveau 3 (réseau) permettant d'établir et de surveiller une connexion permanente ou non entre 2 extrémité d'un réseau Frame Relay.

▼ Q.922

Protocole de niveau 2 (liaison de données) permettant de fiabiliser un lien entre 2 entités dans un réseau Frame Relay.

▼ Q.2931

Protocole de niveau 3 (réseau) cousin de Q.933 permettant d'établir de connexion entre extrémités.

▼ Q.931

Protocole de niveau 3 (réseau) spécifique à la gestion des appels dans les réseaux de télécommunications à commutation de circuits.

▼ Q.921

Protocole de niveau 2 (liaison de données) permettant de véhiculer les messages de Q.931 sur un segment du réseau (2 machines directement connectés).

Introduction

Les systèmes d'information présentent une forte hétérogénéité, (IP, ATM, X25, GSM, Frame Relay, RTC, etc). Un problème se pose donc lorsque nous voulons les faire communiquer entre eux car "ils ne parlent pas la même langue" (protocoles différents, paradigmes différents, supports physiques différents etc.)

Plusieurs solutions ont été envisagées pour résoudre ce problème :

- Le respect du modèle OSI par tous les systèmes. Cela simplifie grandement l'interconnexion car chaque système respecte une architecture commune en couche définie dans le modèle OSI.
- L'interconnexion par encapsulation. Lorsque que l'on veut faire communiquer deux machines d'extrémité qui parlent la même langue mais qu'au milieu il y a un autre système, il faut encapsuler le message afin de le faire traverser le réseau étranger. Pour cela il faut que quand le message arrive sur le réseau étranger, il sache où sortir de ce réseau pour pouvoir arriver à destination. Cela revient à encapsuler le message d'un réseau dans la pile protocolaire d'un autre réseau.
- L'interconnexion par traduction. Si l'on veut discuter avec une machine dans un autre système, il faut pouvoir traduire les messages d'un système à l'autre. Pour cela des passerelles sont placées entre les deux réseaux et se chargent de faire la traduction entre les messages d'un réseau et les messages de l'autre. Cela n'est pas trivial, surtout quand les paradigmes des réseaux sont radicalement différents (commutation de circuit Vs commutation de paquet par exemple).

Interconnexion par traduction

Lorsque deux réseaux que l'on cherche à interconnecter n'utilisent pas la même pile protocolaire, il faut chercher à quel moment ils diffèrent, on appelle ça le plus haut niveau d'hétérogénéité. Par exemple si deux réseaux utilisent IP pour la couche réseau mais pour la couche liaison de données, l'un utilise WiFi et l'autre Ethernet, il va falloir traduire. Ce cas est relativement simple car les deux réseaux respectent le modèle OSI.

De manière générale, plus le paradigme des systèmes est différent, plus la traduction va être compliquée. Par exemple :

- Connecté Vs Non connecté
- Paquet Vs Circuit
- Fonctionnement de l'adressage

Interconnexion par encapsulation

Pour expliquer l'interconnexion par encapsulation, nous allons prendre l'exemple de l'interconnexion de X.25 et Frame Relay. En effet, les opérateurs ont remplacé leur cœur de réseau par un système Frame Relay mais ont laissé le réseau d'accès (les extrémités) en X.25.

Cela veut donc dire que les paquets X.25 seront encapsulés dans des trames Frame Relay. Le problème d'adressage se résout relativement bien étant donné que Frame Relay n'a pas d'adressage spécifique, on peut donc facilement utiliser l'adressage de X.25 (adresse X.121) dans les trames Frame Relay qui achemineront le message X.25 au commutateur de raccordement du destinataire. X.25 et Frame Relay sont toutes deux des technologies avec connexion, cela a pour effet de faire du connecté sur du connecté. Cela n'est pas gênant bien que ça puisse ralentir l'établissement de la connexion car il faut établir une connexion FR puis une connexion X.25. Cela dit, les opérateurs ont fait le choix de faire des connexions FR permanentes entre tous les commutateurs de raccordement pour s'affranchir de ce problème. Voici un bel exemple d'interconnexion par encapsulation.

Aujourd'hui, le tout IP s'est imposé dans les cœurs de réseau des opérateurs, cependant il est toujours possible de faire du X.25. Pour cela, le protocole applicatif XOT est utilisé sur TCP/IP. XOT sert à traiter l'hétérogénéité entre les paquets X.25 et le monde IP. Les paquets X.25 sont donc encapsulés dans XOT qui va faire en sorte d'établir des connexions TCP quand il le faut, éventuellement de multiplexer plusieurs connexions X.25 sur une seule connexion TCP, fermer les connexions TCP si aucun paquet X.25 n'est envoyé. En termes d'adressage, au vu du peu d'utilisateurs d'X.25, la correspondance adresse X.121 destination / IP destination est renseignée sur la passerelle de chaque abonné X.25.

Modèle OSI

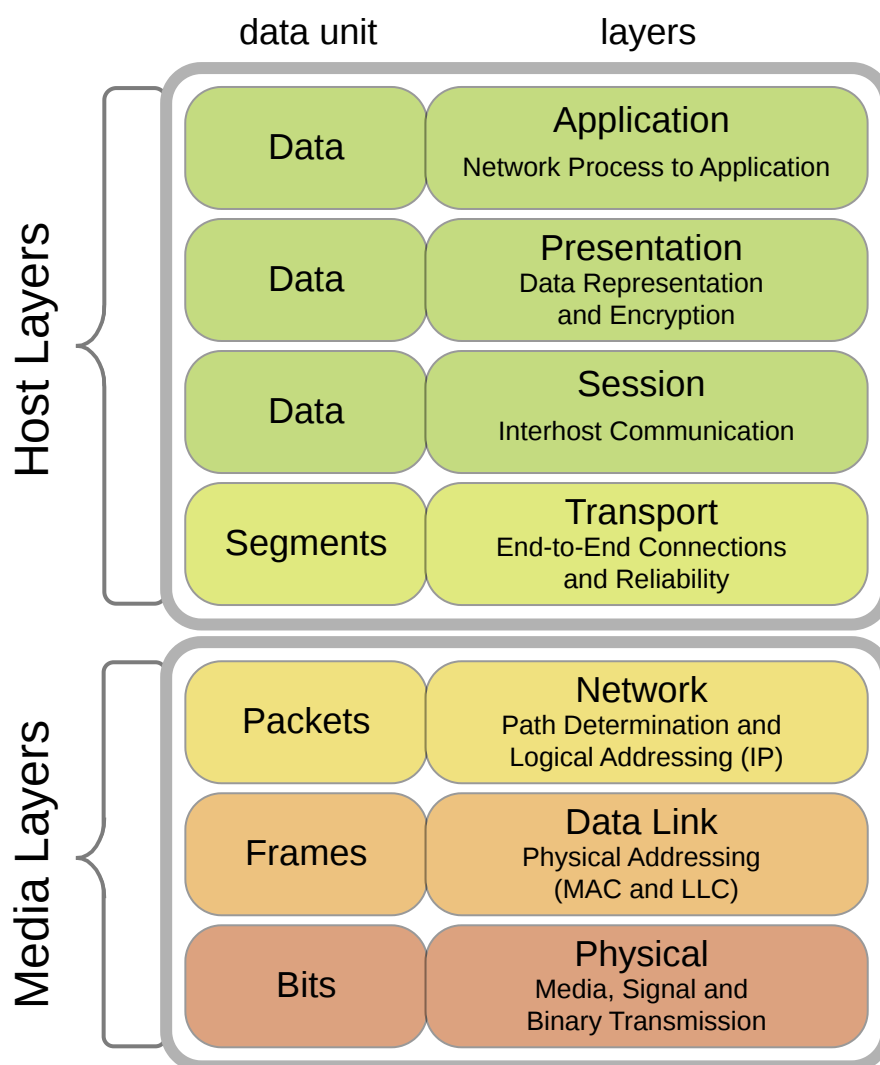
Bien que dans le langage courant on parle de modèle OSI, il s'agit en fait du modèle ISO (Interconnexion de Système Ouvert) établi par OSI (Organisation des Standards Internationaux), organisation rattachée à l'ONU. Par la suite, le terme "modèle OSI" sera utilisé afin de ne pas désorienter.

Le modèle OSI, est donc un modèle de référence pour établir entre des machines à distance. Il se base sur la politique du "Diviser pour mieux régner". En effet, faire communiquer des machines hétérogènes sur une longue

distance est un problème complexe. L'OSI a donc fait le choix de découper se problème complexe en sous problème ayant chacun leurs objectifs propre et n'interférant pas (ou peu) entre eux. Le modèle OSI est très généraliste et n'impose absolument rien quant à l'implémentation des solutions des différentes couches.

L'objectif de ce modèle est de permettre l'interconnexion des systèmes informatiques sans brider la créativité et l'innovation quant à la l'implémentation de l'architecture.

Le modèle OSI est divisé en 7 couches comme suit :



La couche N communique uniquement avec la couche N de la machine distante ainsi que les couches N+1 et N-1 de sa machine. Cela permet de diviser le problème complexe et de le segmenter au sein d'une seule couche. De plus de

modèle permet une forte évolutivité, en effet il est tout à fait possible de changer une seule couche du modèle sans risquer de le voir s'écrouler.

Services et primitives

Une couche de niveau N propose un ensemble de services à la couche $N+1$ (sur la même machine). Parmi ces services on retrouve par exemple la connexion, la déconnexion et l'envoi des données. Chaque service est composé d'un ensemble de primitive de service qui remplissent chacune une fonction précise.



Les services ont lieu uniquement entre les couches d'une même machine.

Il n'y a que 4 primitives de services dans le modèle OSI :

- **Requête** : Du niveau $(N+1)$ vers le niveau N pour demander l'activation d'un service de niveau N
- **Indication** : Du niveau N vers le niveau $N+1$ pour signaler l'activation d'un service de niveau N
- **Réponse** : Du niveau $(N+1)$ vers le niveau N pour répondre à une indication
- **Confirmation** : Du niveau N vers le niveau $N+1$ pour confirmer la réception de la réponse.

Les 3 services fréquemment utilisés sont :

- **CONNECT** : Pour la connexion
- **DATA** : Pour l'envoi de données
- **DISCONNECT** : Pour la déconnexion

Une primitive de service aura la forme :

Niveau-Service.primitive Ex : **N-CONNECT.request** Lorsque la couche $N+1$ appelle le service CONNECT de la couche N avec la primitive request.

Exemple (déconnexion)

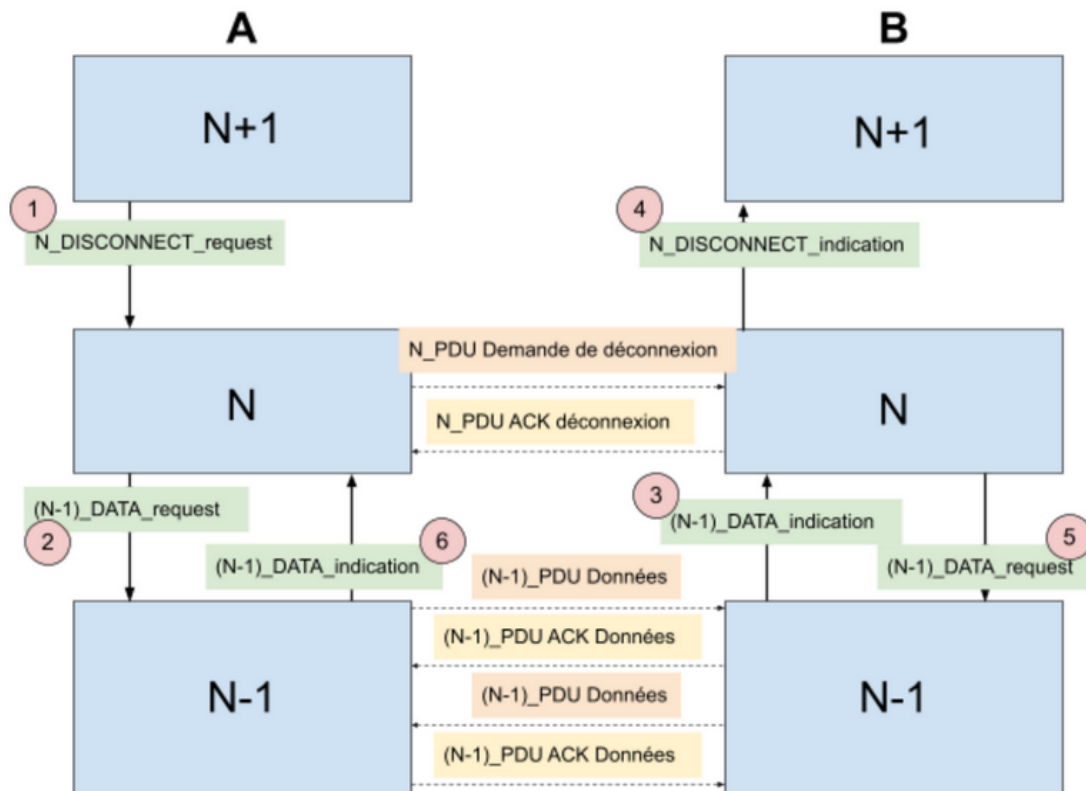


Schéma représentant la déconnexion de la machine A au travers de 3 couches protocolaire.

Source : Correction du TD1, Moodle

Protocoles

Un protocole est un ensemble de règles qui décrivent les messages leur composition leur ordre afin que l'échange soit valide.

Contrairement aux services, les protocoles se déroulent entre la couche N de deux machines différentes.

Les messages échangés entre la couche N de deux machines différentes sont appelé N-PDU, N étant le numéro de la couche et PDU signifie Unité de Donnée de Protocole.

Point d'accès au service (SAP)

Les point d'accès au service de la couche N+1 sont les guichets d'entrée pour les messages de la couche N. On appellera SDU (Service Data Unit) les message circulant entre la couche N et N+1 d'une même machine. En générale une PDU donne lieu à une SDU. Les messages échanger entre le niveau N+1 et le niveau N seront de N-SDU.

Zoom sur les couches

Le modèle OSI a découpé le problème d'interconnexion en 7 couches résolvant chacune un ensemble de problèmes de même nature (ex contrôle de flux et contrôle de congestion). Les couches 1 à 3 sont appelées couche basses car elle sont présentes sur toutes les entités du réseau tandis que les couches 4 à 7 (appelées couches hautes) sont uniquement présentes sur les machines d'extrémité.

1. **La couche Physique (PHY)** : Négocie et échange avec son homologue le paramètre de codage du support (bande de fréquence, longueur d'onde, taille des symboles etc). On peut parler de PHY-PDU dans le cas où la couche physique structure ses données, le plus souvent elle envoie les bits au fil de l'eau.
2. **La couche Liaison de données (L)** : S'occupe de corriger ce que la couche physique a mal fait. Si la couche physique ne provoque aucune erreur de transmission, la couche liaison de données aura seulement pour objectif de structurer les données sous forme de L-PDU également appelées trames.
3. **La couche Réseau (N)** : S'occupe d'acheminer les données entre deux extrémités du réseau. On parle de paquets ou de N-PDU. Selon le modèle OSI, cette couche est *avec connexion* et s'occupe du multiplexage des données sur la couche inférieure. Toujours selon le modèle OSI, c'est la couche réseau qui doit s'occuper de la congestion. Ce n'est pas le choix qu'a retenu Internet, ce dernier a choisi de déléguer le problème de congestion à la couche transport et donc aux machines d'extrémité.
4. **La couche Transport (T)** : Couche uniquement présente sur les machines d'extrémités. S'occupe de fiabiliser les échanges entre extrémités (ex : faire des retransmissions, du contrôle de flux). On parle de segments TCP et de datagrammes UDP même si TCP et UDP sont seulement des implémentations du modèle OSI dans le monde d'Internet.
5. **La couche Session (S)** : Selon le modèle OSI la couche session a pour but de créer des points de synchronisation dans les échanges entre machines d'extrémités afin de reprendre à ces points en cas de défaillance d'une des machines. En pratique elle est rarement implémentée car créer une couche juste pour ça est très coûteux et rajoute de la complexité (le temps de traversée d'une couche n'est pas nul cf. appel des primitives de service)

6. **La couche Présentation (P)** : S'occupe de convertir les données en fonction du type de machine (encodage des entiers sur 4 ou 8 bits par exemple). S'occupe aussi du chiffrement et de la compression. En pratique elle n'est pas utilisée car la compression et le chiffrement dépendent vraiment de l'utilisation et sont donc délégués à d'autres couches. Il reste donc juste la conversion des données ce qui est peu pour une couche. Ce problème est donc renvoyé à la couche application et la couche présentation n'est pas utilisée.
7. **La couche Application (A)** : Fourni un service à l'utilisateur, transfert de fichier avec FTP, échange de page web avec HTTP, connexion à distance avec SSH etc. Étant la couche la plus haute elle ne rend de services à aucune couche.

Voix sur IP (VoIP)

Le RTC est voué à disparaître, il faut donc trouver une solution pour faire de la voix sur un réseau paquets, en l'occurrence IP. C'est là qu'intervient VoIP (Voice over Internet Protocol) qui a pour but de permettre de faire du temps réel pour la voix sur IP qui, à la base, n'est pas prévu pour, en tout cas pas spécialement contrairement au RTC qui a été conçu spécialement pour la voix.

RTP (Real-time Transport Protocol)

Protocole applicatif fonctionnant au dessus de UDP permettant d'estampiller temporellement les messages, de les numéroté et d'indiquer leur type. C'est lui qui se charge de rattraper la gigue induite par la philosophie Best Effort de IP.

RTCP (RTP Control Protocol)

Protocole applicatif fonctionnant au dessus de RTP permettant la synchronisation entre le flux et l'évaluation de la QoS.

SIP (Session Initiation Protocol)

Protocol de signalisation pour faire de la voix sur IP. Il a pour mission la localisation, l'établissement de l'appel, la négociation des paramètres de session, la gestion des participants de l'appel et la fin/transfert d'appel. C'est un protocole transactionnel, une transaction étant une requête avec une ou plusieurs réponses un peu comme HTTP avec des GET et des réponses.

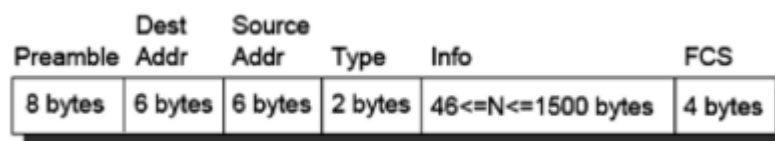
H.323

Ensemble de protocoles de signalisation issu de l'IUT, concurrent de SIP.

Interconnexion niveau 2 (Liaison de données)

Il existe différentes technologies au niveau 2 du modèle OSI (Liaison de données) telles que : Ethernet, IEEE 802.3, Wi-Fi.

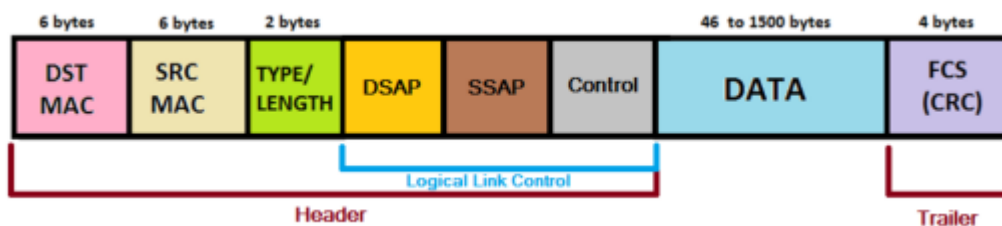
Ethernet



Ethernet

Format d'une trame Ethernet

IEEE 802.3



Format d'une trame IEEE 802.3

On remarque qu'il y a le LLC en plus par rapport à Ethernet

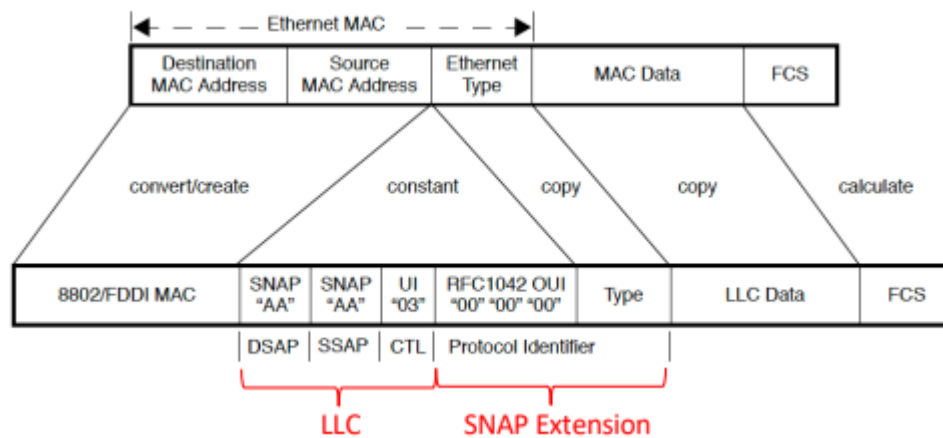
LLC

Logical Link Control, permet de faire du multiplexage, c'est-à-dire faire passer plusieurs protocoles de niveau 3 sur un seul de niveau 2. DSAP étant le protocole de niveau 3 destination et SSAP le protocole de niveau 3 émetteur source. Ces 2 champs ne sont en général pas suffisant pour couvrir tous les cas, c'est pourquoi l'extension SNAP a été ajouté.

SNAP

SubNetwork Access Protocol, permet de faire plus de multiplexage que LLC le permet.

Conversion IEEE 802.3 x Ethernet



Conversion d'une trame Ethernet (en haut) vers une trame IEEE 802.3 (en bas)