

Eléments d'architecture des réseaux : Modèle OSI

Notes de cours de réseaux : Partie II (Novembre 1999, 01/2001, 01/2004)

Christian Attiogbé
Faculté des sciences et des techniques de Nantes
Christian.Attiogbe@lina.univ-nantes.fr



Bibliographie

- A. Tanenbaum. *Réseaux : Architectures Protocoles Applications*. InterEditions, 1995.
- L. Toutain. *Réseaux Locaux et Internet*. Hermès, 1996
- K-L. Thai, V. Vèque, S. Znaty. *Architecture des réseaux haut débit*. Hermès, 1995
- D. Comer. *TCP/IP : Architecture, Protocoles, Applications*. InterEditions, 1992
- G. Pujolle. *Les réseaux*. Eyrolles 1995
- M. Maiman. *Télécoms et réseaux*. Masson ,1994.



Éléments d'architecture des réseaux : Modèle OSI

- Les organismes de normalisation
- Le modèle OSI de l'ISO
 - le modèle des 7 couches :
 - concepts de **base des systèmes ouverts**,
 - communication entre entités des couches
 - communications **effective et virtuelle**
 - **mode connecté, mode non connecté**
 - **segmentation/fragmentation**,
 - services et primitives.



Le modèle de référence OSI : Le modèle des 7 couches



Le modèle de référence OSI de l'ISO

Modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts (**OSI : Open Systems Interconnection**).

L'**objectif de la normalisation OSI** est de :
permettre la constitution de réseaux informatiques dans lesquels peut venir s'intégrer tout système informatique capable d'effectuer des traitements et/ou des transferts d'information.



Les normes OSI

Les normes OSI se limitent à **spécifier** :

- les **fonctions à réaliser** par chaque système et
- les **protocoles à mettre en œuvre entre** les systèmes à interconnecter.

Elles **n'imposent pas de technologie particulière** ou de mode de réalisation pour ces fonctions et protocoles.

Le **modèle OSI définit l'architecture en sept couches** conjointement adoptée par l'ISO et le CCITT (maintenant UIT) en 1983.



Modèle des 7 couches

Les sept couches sont :

1. Physique,
2. Liaison de données,
3. Réseau,
4. Transport,
5. Session,
6. Présentation,
7. Application.

Cette structuration en sept couches, résultant d'un compromis, a l'avantage non seulement de simplifier la compréhension globale de l'architecture de communication, mais également de simplifier sa mise en œuvre : les interfaces entre couches ont été choisies aussi simples que possibles.



Modèle des 7 couches

– Couche physique (1) :

interface entre les systèmes et le support physique de transmission, assure le transport sous forme de **bits**.

Elle fournit les **moyens physiques** (électriques, mécanique, électronique) nécessaires à la connexion, le maintien et la désactivation entre les entités de liaisons de données.

Des équipements réseaux sont positionnés dans cette couche.

Exemple : **lignes, les modems, répéteur, connecteurs, interfaces (cartes) réseaux.**



Modèle des 7 couches

– Couche Liaisons de Données (2) :

elle fournit les moyens nécessaires à l'établissement, au maintien et à la libération des connexions de liaison de données, ainsi qu'au transfert de **LSDU (SDU de niveau Liaison)** entre entités de réseau.

La couche 2 est **responsable de la transmission, de la structuration en trames (LPDU) et du contrôle d'erreur** sur une seule ligne de communication.

Elle effectue le **contrôle de flux**

Exemple d'équipements : **pont, concentrateur, commutateur**



Modèle des 7 couches

– Couche Réseaux (3) :

Elle fournit les moyens d'établir, de maintenir et de libérer les connexions de réseau entre entités de transport, ainsi que les moyens d'échanger des **NSDU** entre ces entités.

Ses principales fonctionnalités sont :

- l'**adressage**,
- le **contrôle de congestion** et
- le **routage de paquets (NPDU)**.



Modèle des 7 couches

– Couche Réseaux (3) ... :

Elle assure à la *couche transport* son indépendance vis à vis des problèmes de routage et de relais dans les sous-réseaux utilisés et

Elle masque à la couche transport la façon dont les ressources des couches inférieures sont utilisées pour obtenir des connexions réseaux.

A partir de cette couche les équipements physiques sont les **routeurs (ou passerelles)**



Modèle des 7 couches

– Couche Transport (4) :

assure le **transport de l'information de bout en bout**, fiable, transparent, efficace, selon un niveau de qualité demandé par l'utilisateur.

Elle décharge les couches supérieures des moyens mis en œuvre pour la transmission des données.

Elle assure en particulier des **fonctions de reprise sur erreur, de contrôle de flux, de multiplexage ou d'éclatement des connexions** pour rendre le transport fiable et efficace.



Modèle des 7 couches

– Couche Session (5) :

Elle fournit les services nécessaires à l'**établissement, au maintien et à la libération de connexion de session** entre entités de présentation.

Elle fournit donc aux entités de présentation coopérantes les moyens nécessaires pour organiser et synchroniser leur dialogue et gérer leur échange de données.

Les services de *session* assurent la **délimitation, le groupement logique et la synchronisation des données.**



Modèle des 7 couches

– Couche Présentation (6) :

présente les informations que les entités d'application se communiquent ou auxquelles elles se réfèrent au cours de leur communication.

Elle **ne traite que de la syntaxe des données et non pas de leur sémantique,**

elle **comporte des fonctions de traduction des données échangées.**

elle **assure la compression et le chiffrement.**



Modèle des 7 couches

- Couche Application (7) :

Elle **fournit à l'utilisateur l'ensemble des services** qui lui permettent d'**accéder et d'exploiter le système téléinformatique**.

Elle est responsable de la gestion des communications entre applications.

Les **services offerts sont l'authentification et l'identification des partenaires, les facilités de synchronisation, le choix des règles du dialogue.**

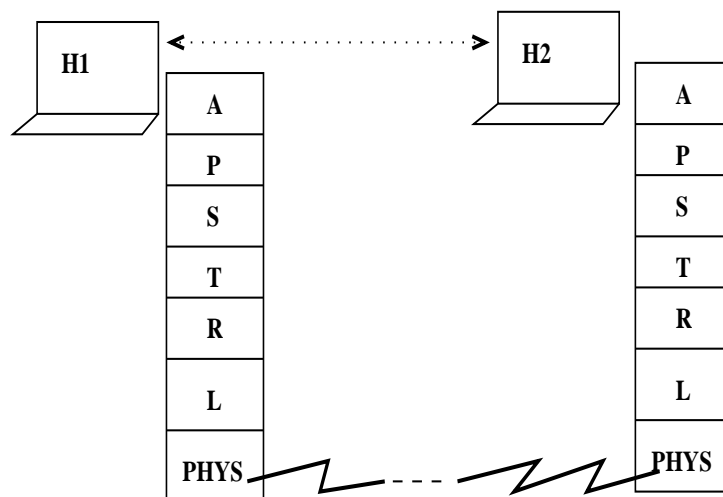


FIG. 1 – Liaison avec les 7 couches



Concepts de base de la structuration en couches

Ils peuvent être classés en deux catégories :

- ceux portant sur l'**organisation des communications** et
- ceux portant sur le **transfert des données**.

Organisation des communications

Chaque couche de rang N , dite couche (N), **utilise les services (N-1)** de la couche immédiatement inférieure de rang $N-1$, **pour offrir les services (N)** à la couche immédiatement supérieure de rang $(N+1)$.

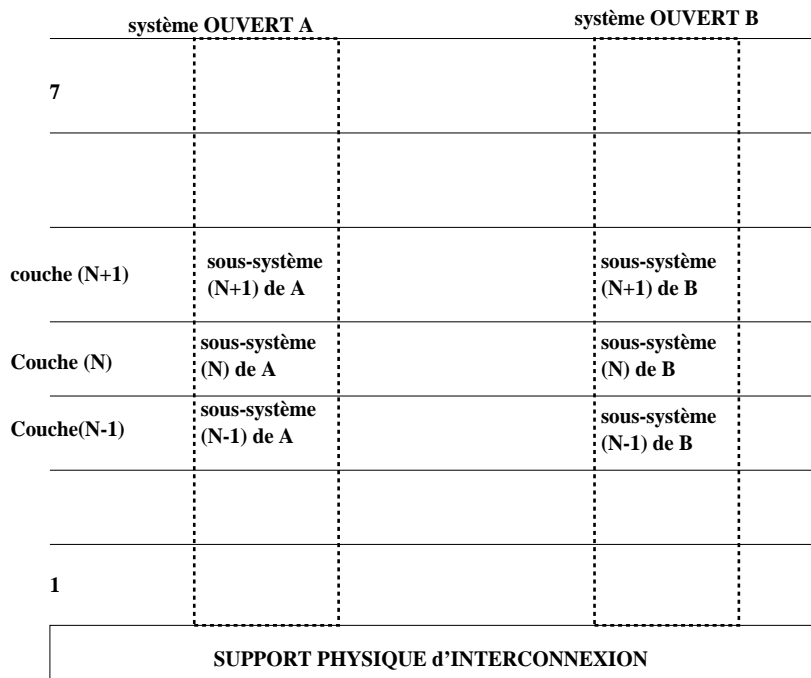


FIG. 2 – Modèle de service en couches



Concepts de base - organisation des communications

La couche (N-1) est dite **fournisseurs des services (N-1)**
la couche (N) est dite **utilisateur des services (N-1)**.

Une couche (N) peut comporter **plusieurs sous-systèmes (N)**, chacun d'eux peut à son tour se décomposer en **plusieurs entités (N)**.

Les **entités représentent les éléments actifs** du sous-système ; elles qui réalisent les fonctions du sous-système.



Concepts de base - organisation des communications

Le **service(N)** est assuré par les entités (N), dites **entités homologues**.

Les entités (N) communiquent et coopèrent entre elles selon un **protocole (N)** au travers de l'ensemble des services fournis par la couche (N-1).

Les entités accèdent aux services (N-1) à partir des **points d'accès à des services (N-1)** appelés (n-1) **SAP (Service Access Point)**.



Concepts de base - organisation des communications

Chaque point d'accès (N) est identifié par une **adresse de (N)SAP**.

Chaque (N)SAP ne peut être servi que par une seule entité (N) et ne peut servir qu'une seule entité (N+1).

Une entité (N) peut servir plusieurs (N)SAP et peut être servie à partir de plusieurs (N-1)SAP.

Une entité (N) est chargée de fournir des services aux entités (N+1) de la couche (N+1) via un ou plusieurs (N)SAP.



Concepts de base de la structuration en couches

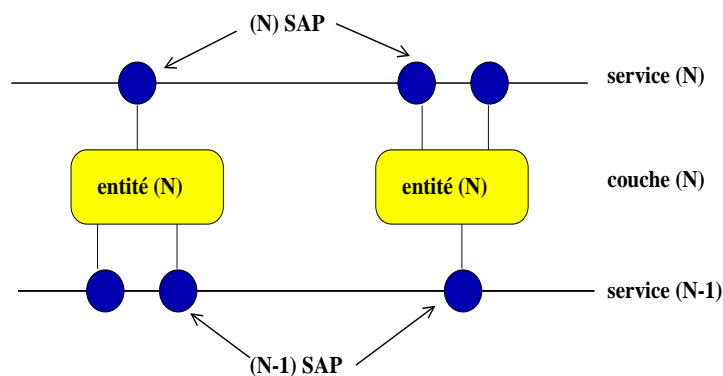


FIG. 3 – Modèle général d'une couche



Concepts de base de la structuration en couches

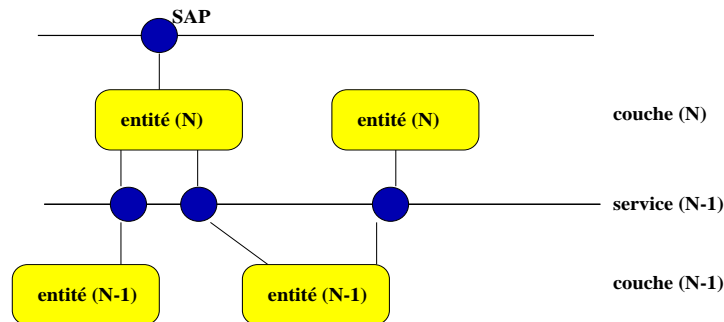


FIG. 4 – Les points d'accès au service

bases de la structuration en couches : service et protocole

La notion de **service** correspond à une *vision verticale* du modèle OSI.

Elle met en œuvre des couches adjacentes.

On parle de **flot de services**.

La notion de **protocole** correspond à une *vision horizontale* ; elle s'applique aux échanges entre entités de même couche.

On parle de **flot de protocoles**.

bases de la structuration en couches : service et protocole

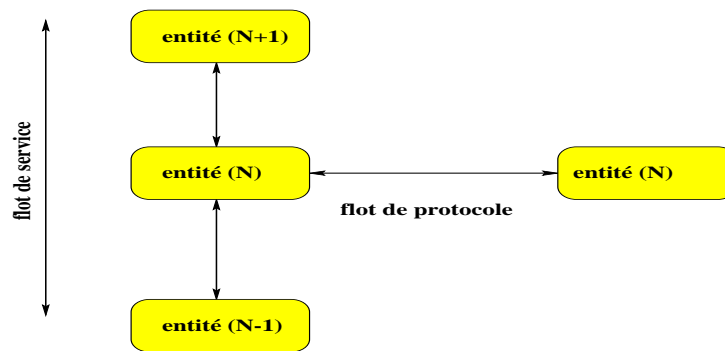


FIG. 5 – Service et protocole

On parle aussi de

communication virtuelle (flot de protocole) et de **communication réelle** (flot de service).

bases de la structuration en couches : service et protocole

Les entités (N+1) peuvent communiquer en **établissant une connexion (N)** ;

Une **connexion est terminée par des points d'extrémité de connexion (N)** appelés (N)CEP (Connection End-Point).

Les **points d'extrémité sont situés chacun dans un (N)SAP**.

Communication en mode connecté

Le modèle OSI est initialement conçu pour le mode connecté.

L'échange d'information entre les entités (N+1) est régi par un protocole (N+1) et la communication est dite en *mode connecté*.



Communication en mode connecté

Selon l'approche du mode connecté, pour que deux utilisateurs distants puissent communiquer,

il faut commencer par établir une connexion au niveau le plus bas, le niveau physique,

puis établir une connexion au niveau suivant (liaison) de données et

ainsi de suite jusqu'au niveau application.



Communication en mode connecté

La **phase de connexion** consiste en une **négociation** entre deux entités (N+1) et un service (N).

Elle fixe les caractéristiques de la communication :

- identité des correspondants,
- protocole (N) à suivre,
- etc

Communication en mode connecté

Après la phase de connexion,

il y a la **phase de transfert des données** pendant laquelle l'information utile est échangée entre les deux entités.

L'**information est structurée en blocs de données** d'après le protocole (N).

La communication s'achève par une **phase de libération de la connexion**.

Le système téléphonique est un service en mode connecté.

Communication en mode non connecté

Le **mode non connecté ou datagramme** est arrivé à la suite du mode connecté.

La **principale différence** entre les deux modes repose sur le fait que :

- il n'y a **pas de phase d'établissement de connexion**,
- les **blocs de données sont acheminés entre les entités de façon indépendante les uns des autres**.
- Le **transfert n'est pas toujours fiable**.

Le système postal est un service en mode non connecté.



Transfert des données

Deux **entités (N)** communiquent en utilisant un service (N-1) avec un protocole (N).

Le **protocole (N)** spécifie l'ensemble des règles et des formats utilisés pour la communication.

Le service (N-1) assure le transfert d'*unités de données de service* (N-1), appelées (N-1)**SDU** (Service Data Unit) entre (N-1)SAP.



Transfert des données

Les entités (N) peuvent alors s'échanger des *unités de données de protocole* (N) appelées (N)**PDU** (Protocol Data Unit), en les plaçant dans des (N-1)SDU.

Chaque (N)PDU contient,

- d'une part les *informations de contrôle du protocole* (N) appelées (N)**PCI**, et
- d'autre part, les *données utilisateurs* (N)UD (User Data) provenant des (N)SDU soumises par les entités (N+1).



Transfert des données

Pour que deux couches échangent,

- il doit y avoir un ensemble de règles admises en ce qui concerne l'interface.

Pour une interface donnée,

- l'entité (N+1) passe une *Unité de donnée d'interface* appelée **IDU** (Interface Data Unit) à l'entité (N) via le SAP.

l'**IDU** est composé d'une SDU et de certaines informations de contrôle (**ICI** : Interface Control Information ou entête).

Le SDU est l'information passée par le réseau à l'entité paire.



Transfert des données

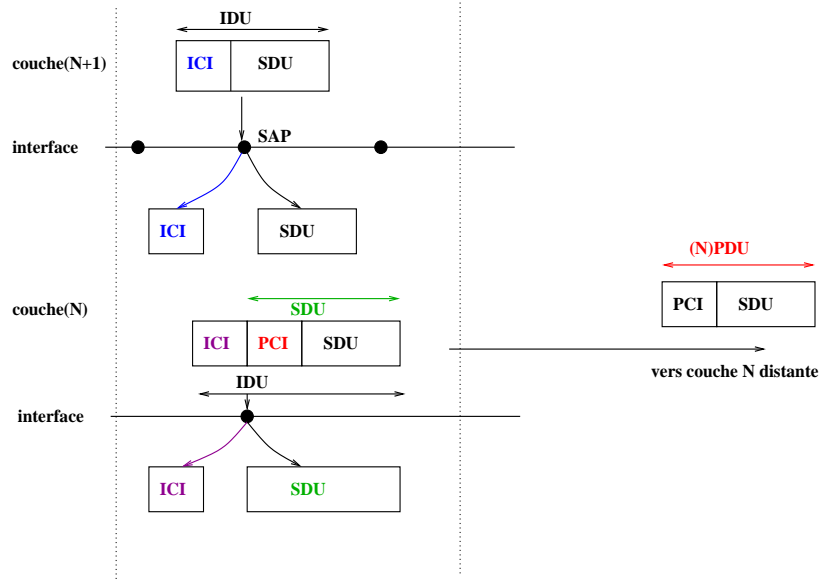


FIG. 6 – Echanges entre entités paires



Transfert des données

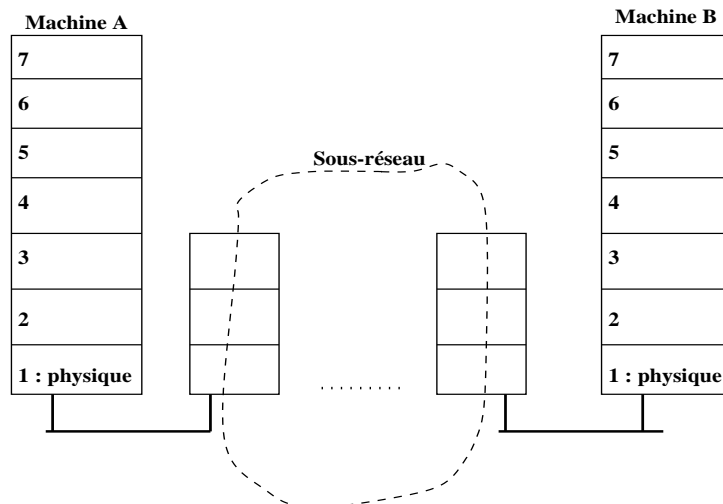


FIG. 7 – Principe des échanges entre machines distantes



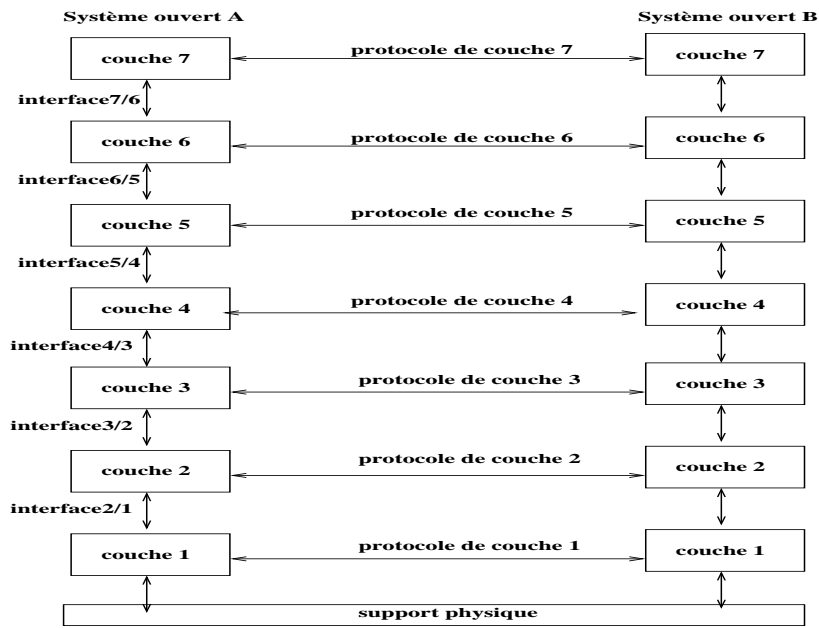


FIG. 8 – Couches, protocoles et interfaces

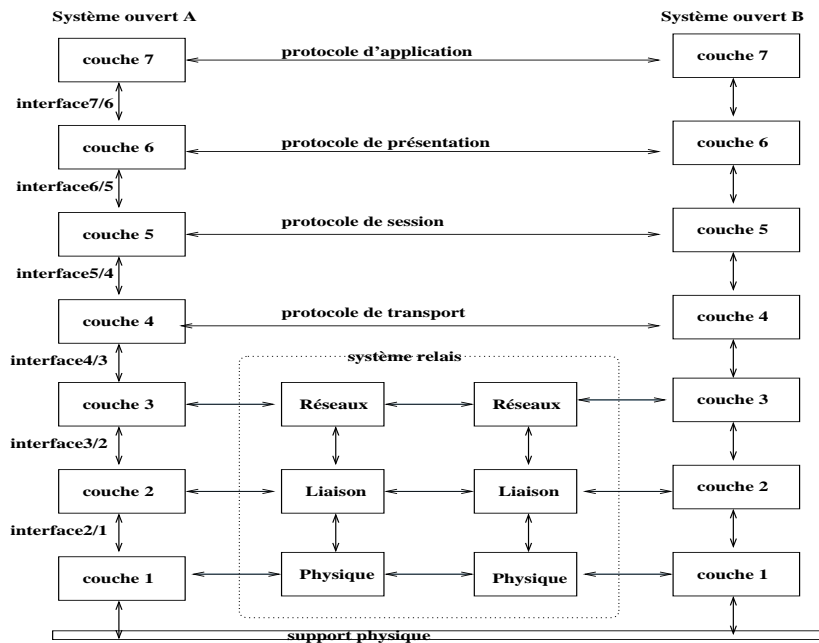


FIG. 9 – Sous-réseau entre machines distantes



La segmentation

Une couche (N) peut **fragmenter une (N)SDU** (trop grande pour le protocole(N)), reçue d'une couche supérieure, en **plusieurs segments acceptables par le protocole(N)** : C'est l'opération ISO de **segmentation**.

Chaque fragment du (N)SDU porte une en-tête de **protocole(N)** qui permet de l'identifier en (N)PDU.

L'opération inverse de la fragmentation est le **reassemblage**.

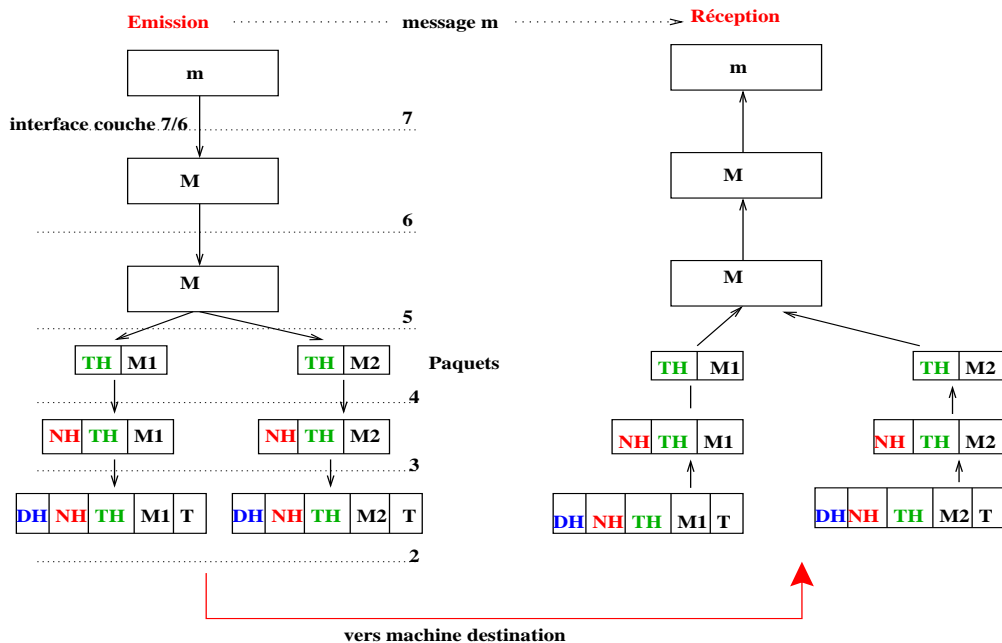


FIG. 10 – Décomposition des données à travers les couches



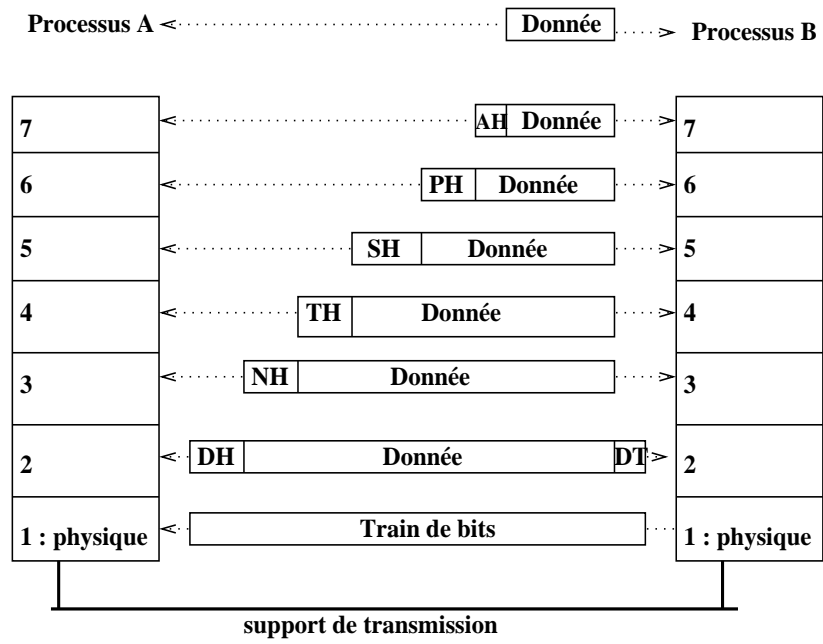


FIG. 11 – Couches, protocoles et encapsulation



Services en mode connexion

ou orientée connexion

Services	Exemples
Transfert fiable de messages	Suite de pages
Transfert fiable de données	Transfert de fichier
Transfert sans contrôle d'erreur	Voix numérisée



Services sans connexion

Services	Exemples
Transfert de datagrammes sans acquittement	Messagerie électronique
Transfert de datagrammes avec acquittement	Messagerie electro. avec accusé de réception
Requêtes / Réponses	Consultation de base de données



Primitives de service

Un **service** est défini formellement par un ensemble de **primitives** (ou opérations) disponibles pour un utilisateur ou d'autres entités pour l'accès au service.

Ces **primitives** disent au service de réaliser telle action ou de rendre compte d'une action prise par l'entité paire.



Primitives de service

Dans le modèle OSI, on peut répartir les primitives de service en quatre classes :

Request	Requêtes : une entité sollicite un service pour faire une activité
Indication	Indication : une entité est informée d'un événement
Response	Réponse : une entité répond à un événement
Confirm	Confirmation : une entité est informée de sa demande de service

Types de service

– Connexion

Une connexion (*canal* entre deux entités) est toujours un service confirmé car la partie distante doit être d'accord sur la connexion

– Déconnexion

– Transfert de données

Un transfert de données peut être confirmé ou non selon que l'émetteur a besoin ou non d'un acquittement

Les primitives de services

Elles sont relatives aux couches concernées (**Application, Présentation, Session, Transport, Réseau, Liaison de données**).

Elles sont formées de la façon suivante :

- l'initiale de la couche (**A, P, S, T, N, DL**) suivie du
- nom du service (**connect, disconnect, data, ...**) mis en œuvre,
- types de la primitive (**request, indication, response, confirmation**)

Exemples de primitives dans un dialogue

- **DL-DATA.indication(...)**
- **N-CONNECT.request(...)**
- **DL-DATA.confirmation(...)**

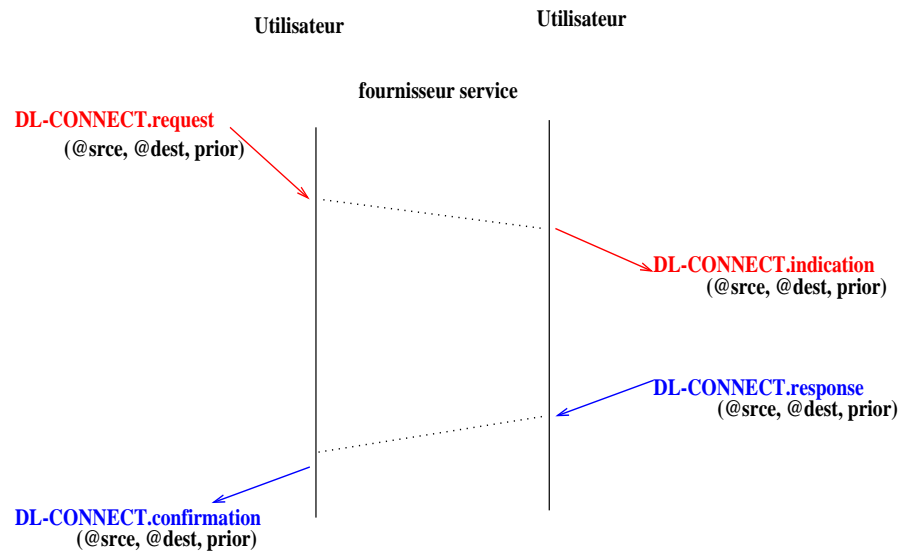


FIG. 12 – Etablissement d'une connexion

Exemple de dialogue(Tannenbaum)

Appel de Mamie Nova au téléphone pour l'inviter à goûter.

1. **CONNECT.request** : *faire le numéro de Mamie Nova*
2. **CONNECT.indication** : *ça sonne chez Mamie Nova*
3. **CONNECT.response** : *elle décroche le combiné*
4. **CONNECT.confirm** : *vous attendez l'arrêt de la sonnerie*

...

Exemple de dialogue...(Tannenbaum)

...

5. DATA.request : *vous l'invitez pour le goûter*
6. DATA.indication : *elle entend votre invitation*
7. DATA.response : *elle dit qu'elle serait ravie de venir*
8. DATA.indication : *vous entendez qu'elle accepte*
9. DISCONNECT.request : *vous raccrochez le combiné*
10. DISCONNECT.indication : *elle l'entend et raccroche également*



Conclusion : un plan d'étude des réseaux (pour la suite ...)

- Les réseaux locaux (avec les couches basses : physique, liaison de données, à peine réseaux)
- L'interconnexion des réseaux (avec les couches hautes : réseaux, transport)
- Les applications/programmation réseaux (avec les couches hautes : réseaux, transport, session, présentation, application).

