



Réseaux

ASR3 Réseaux

Novembre 2013

Patrick FELIX

patrick.felix@iut.u-bordeaux1.fr

Dhouha GRISSA

dgrissa@isima.fr

Département INFO – IUT Bordeaux 1

Planning prévisionnel

1. Mercredi 6 novembre
[Cours "Architecture de réseaux - Modèle OSI - Architecture TCP/IP"](#)
2. Semaine du 11 novembre.
TD "Analyse de trace Ethernet/IP/TCP"
3. Semaine du 18 novembre
TD "Routage IP"
4. Semaine du 25 novembre
TD-Machine "Routage IP - mise en œuvre avec UML »
5. Mercredi 4 décembre.
[Cours "Interface Socket"](#)
6. Semaine du 9 décembre.
Machine "Client pop3" [Distribuer TM, à rendre le samedi ?? janvier 2013]
7. Semaine du 9 décembre
Machine "Exemples de protocoles 'application': FTP »
8. Mercredi 18 décembre.
Cours « Protocoles 'application' »
9. Semaine du 6 janvier
Machine "Exemples de protocoles 'application': FTP"

DS ASR3 Réseaux :
10/01/2014 à 14h
Durée : 1h30

COURS 1: ARCHITECTURE DE RÉSEAUX

1. Logiciel de réseau
2. Modèle OSI
3. Architecture TCP/IP

ARCHITECTURE DE RÉSEAUX

1. Logiciel de réseau
2. Modèle OSI
3. Architecture TCP/IP

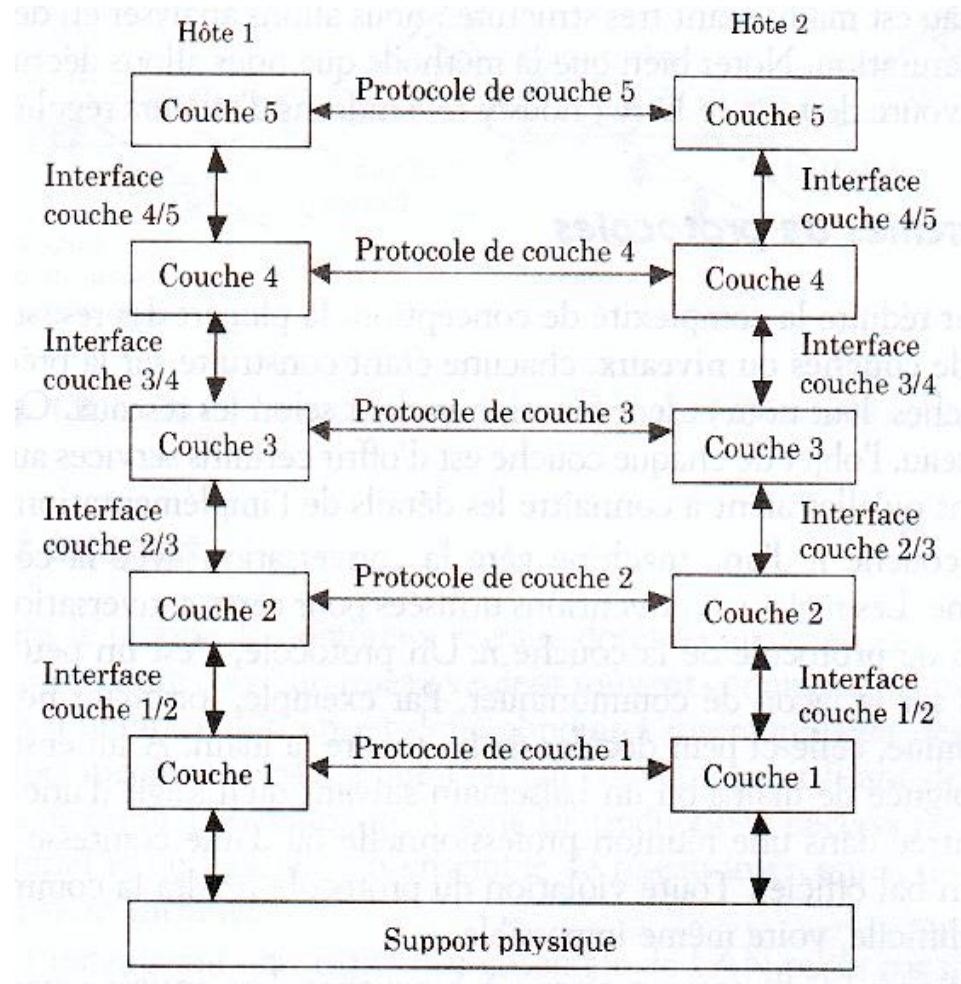
Fonctions d'un logiciel de réseau

- Le dialogue entre processus distant,
- Le choix d'un chemin pour l'acheminement de l'information,
- L'utilisation d'un réseau local,
- Détection d'erreur,
- Les reprises en cas d'erreur,
- etc.

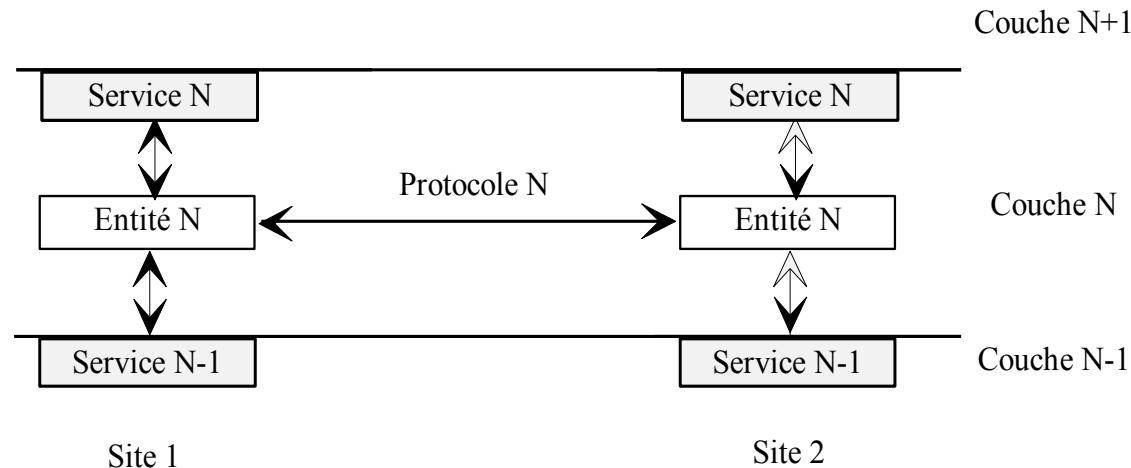
Découpage en couches

- Créer des couches distinctes pour traiter les fonctions différentes
- Créer une couche lorsque le traitement se fait à un niveau d'abstraction différent
- Permettre des changements dans une couche sans affecter les autres couches.

Couches, protocoles & interfaces



Service - Entité - Protocole



- SDU(N) :

unité de données spécifique au service(N).

- PDU(N) :

unité de données spécifique au protocole(N), adaptée à la transmission, constituée par les informations de contrôle du protocole (PCI(N)) et éventuellement par des données issues du SDU(N) (Exemple : une trame, un paquet, etc.)

ARCHITECTURE DE RÉSEAUX

1. Logiciel de réseau
2. **Modèle OSI**
3. Architecture TCP/IP

Objectifs du modèle OSI* de l'ISO**

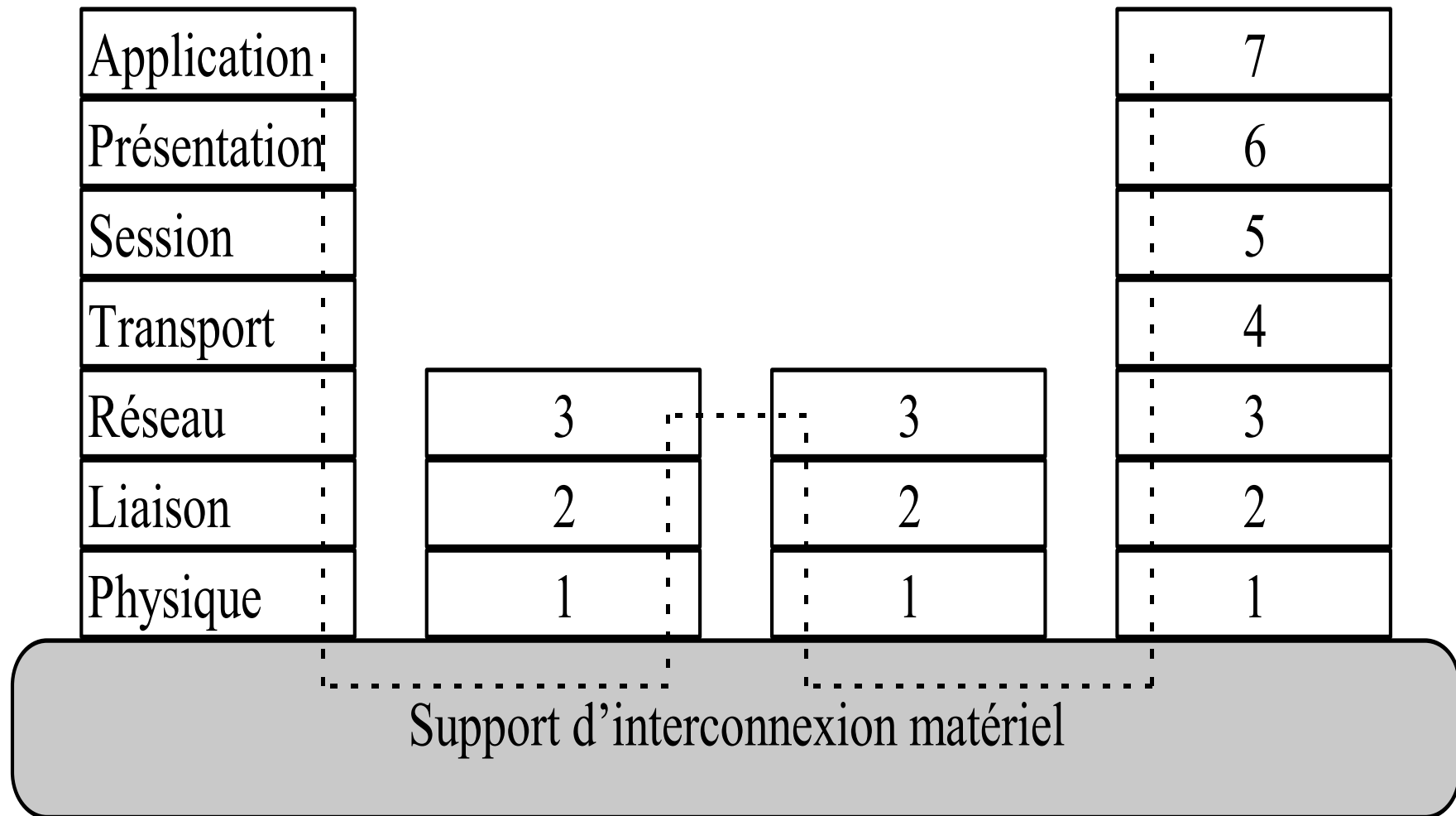
- Permettre l'interconnexion de systèmes hétérogènes (systèmes ouverts)
- Définir une norme
- Faciliter l'implémentation
- Fournir une Spécification

(un ensemble de spécifications)

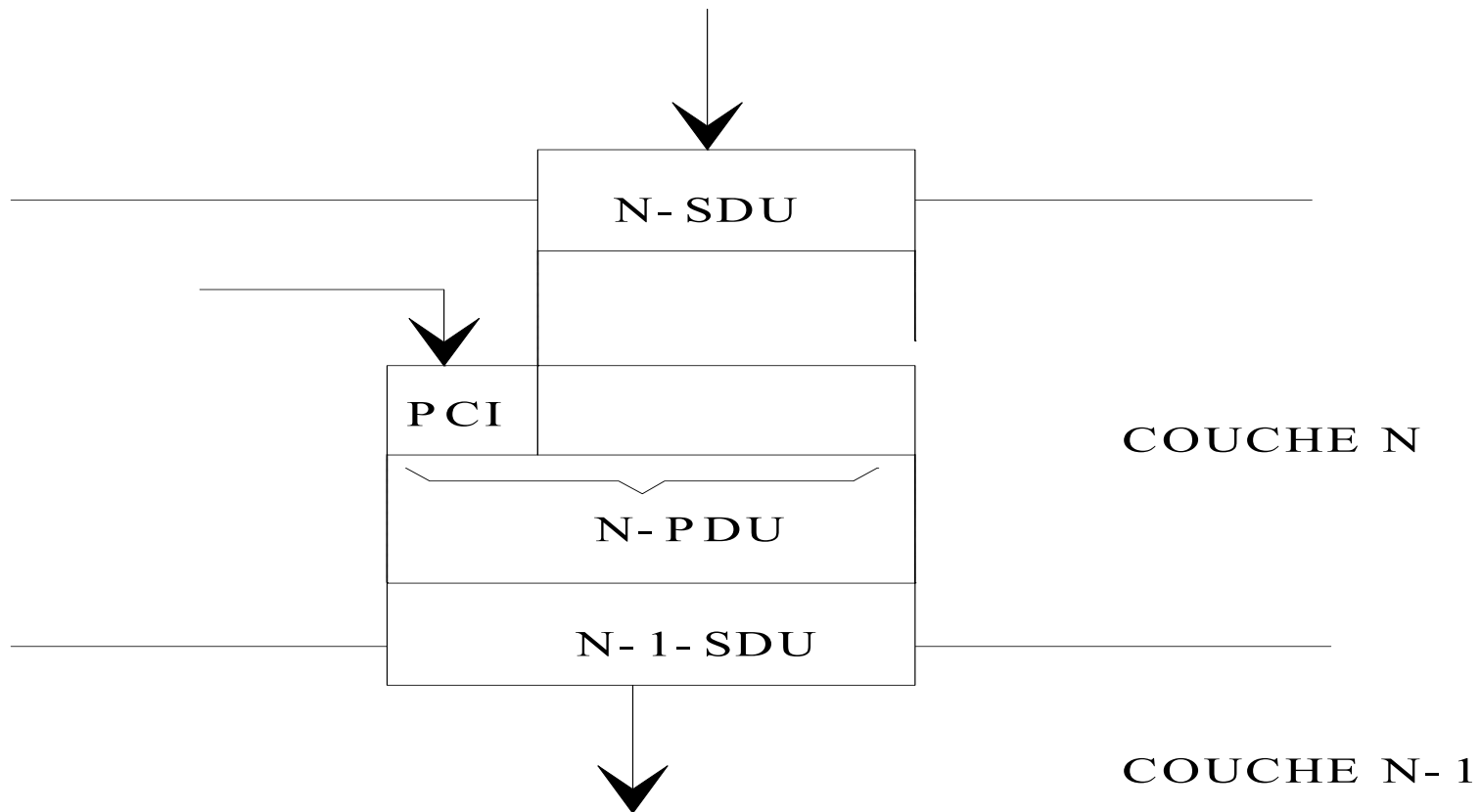
(*) : Open Systems Interconnection

(**) : International Standard Organization

Résultats: 7 couches



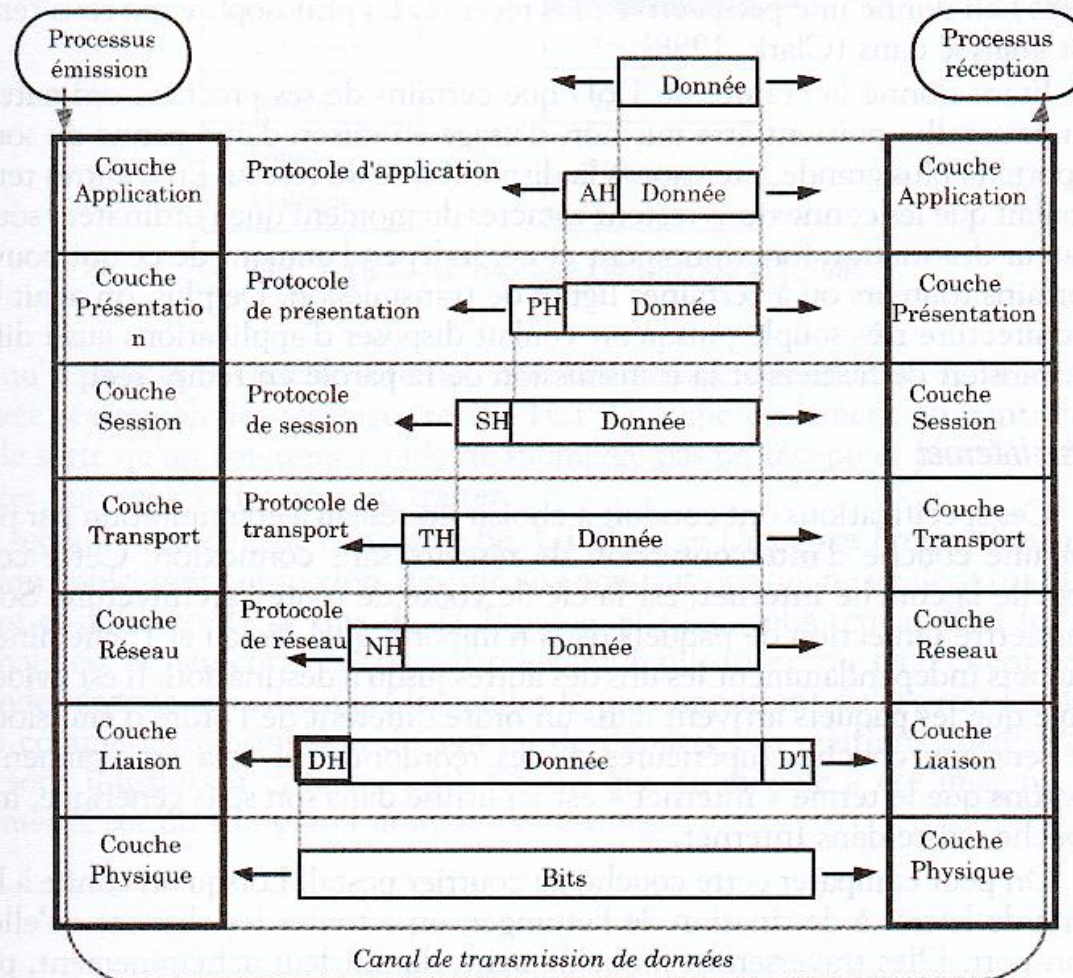
Echange d'informations entre entités



Dialecte du modèle OSI...

- T = Transport (couche transport),
- N = Network (couche réseau),
- L = Link (couche liaison),
- Exemples
 - N_SDU (paquet pour X25.3)
 - L_SDU (trame pour HDLC)
 - P_SDU (suite de bits)

Principe d'encapsulation



AH : En-tête d'application
PH : En-tête de présentation
SH : En-tête de session
TH : En-tête de transport

NH : En-tête de réseau
DH : En-tête de liaison de données
DT : Délimiteur de fin de trame

Les Couches Physique, Liaison et Réseau

- **Physique** : transmission de séquences de bits
- **Liaison** : transfert sans erreur de trames
- **Réseau** : acheminement et routage de paquets à travers différents réseaux

La Couche Transport

Offre un réel service bout-en-bout avec :

- Détection d'erreurs
- Reprise sur erreur
- Contrôle de flux
- Multiplexage/Démultiplexage:
- ...

La Couche Session

- Etablissement et maintien des connexions entre processus,
- Synchronisation,
- Gestion du droit de parole,
- Pas de contrôle d'erreur,
- Etc.

La Couche Présentation

Syntaxe et sémantique des informations.

- le code utilisé (EBCDIC, ASCII, ...)
- la taille des mots : (16, 32, ...)
- la représentation des valeurs négatives (complément à 1, complément à 2).
- la numérotation des bits
- cryptage / compression des données

La Couche Application

Des services utiles aux utilisateurs avec des protocoles précis.

- Les messageries (X400).
- Le transfert de fichiers (FTAM).
- Le terminal virtuel (VTS: Virtual Terminal Service).
- Etc.

Deux caractéristiques des protocoles OSI

- Mode connecté
- Transfert fiable

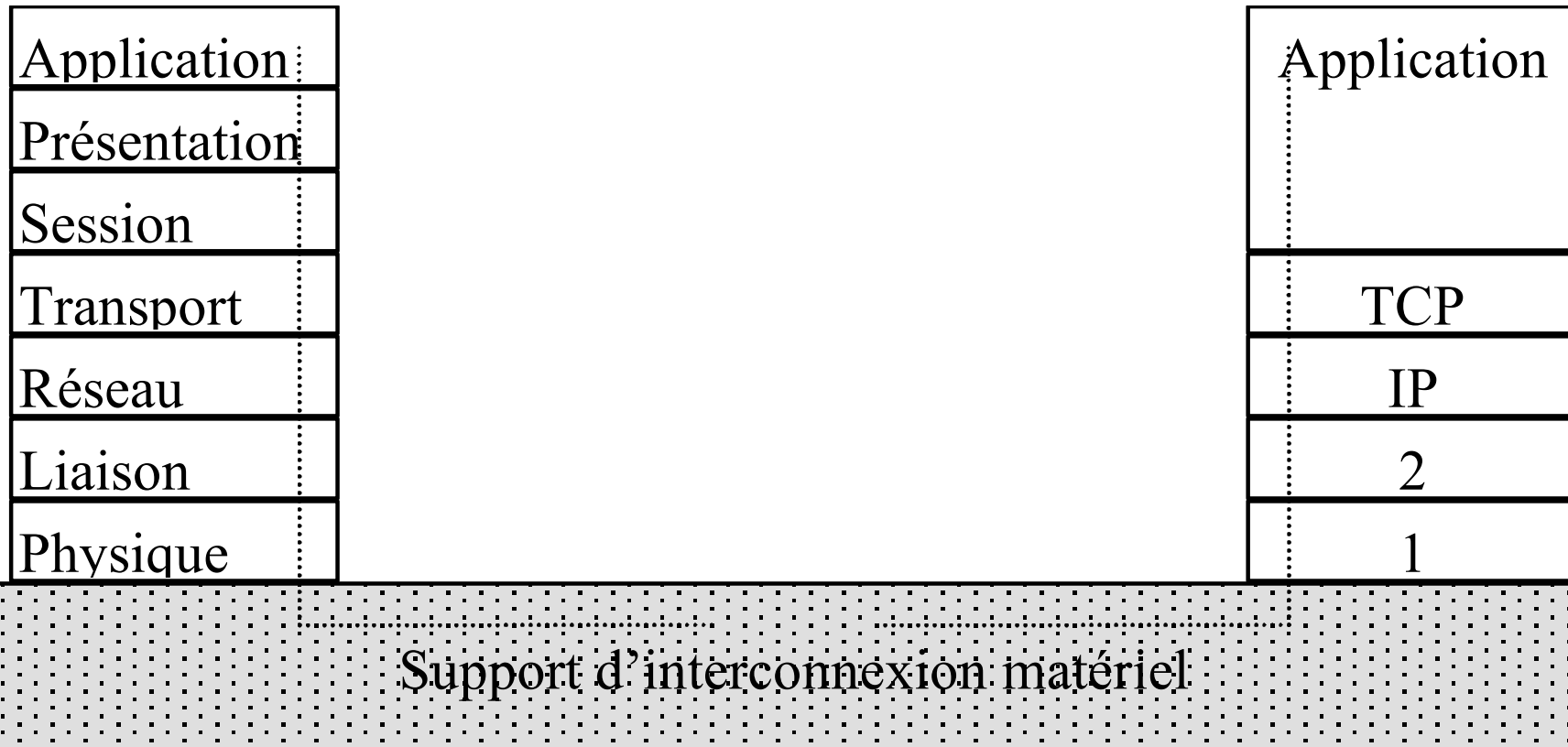
ARCHITECTURE DE RÉSEAUX

1. Logiciel de réseau
2. Modèle OSI
3. Architecture TCP/IP

Protocoles TCP/IP

- Historique
 - 1972: spécifications de TCP/IP.
 - 1980: TCP/IP fait partie d'UNIX BSD 4.1.
- Internet/Intranet/etc.
- Couches 3 et 4 du modèle OSI
 - TCP : couche Transport
 - IP : couche Réseau

Correspondance OSI et TCP/IP



Les protocoles TCP et IP

- Protocole IP
 - protocole réseau
 - remise non fiable
 - mode non connecté
- protocole TCP
 - protocole de transfert fiable en mode connecté
 - utile car IP est un protocole de remise non fiable
 - du style de la couche transport ISO (classe 4)

IP : INTERCONNECTION PROTOCOL

Protocole routé et protocole de routage

- Un **protocole routé** transporte les données d'une source vers une destination
 - Exemple : **IP** (Internet Protocol), IPX (Internetwork Packet Exchange) de Novell, AppleTalk, etc.
- Un **protocole de routage** partage dynamiquement des informations entre routeurs pour maintenir les tables de routage de ces routeurs. La table de routage va permettre de choisir un chemin optimum pour l'acheminement de données
 - Exemples de protocoles de routage prenant en charge IP : RIP (Routing Information Protocol), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol), EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) et OSPF (Open Shortest Path First)

Protocoles de routage dynamique

Système autonome : ensemble « homogène » de réseaux sous la responsabilité d'une autorité administrative.

2 catégories de protocoles de routage dynamique

- **Protocoles IGP** (Interior Gateway Routing) : utilisés pour router à l'intérieur d'un système autonome (RIP, EIGRP - Protocole de routage propriétaire Cisco, OSPF)
 - Protocoles de routage à états de lien (algorithme de Dijkstra)
 - Protocoles de routage à vecteur de distance,
- **Protocoles EGP** (Exterior Routing Protocols) : utilisés pour échanger les informations entre les systèmes autonomes (BGPv4).

Adressage IP

- IP V4 : Adressage sur 4 octets (147.210.94.1)
- Différentes parties d'une adresse IP
 - Partie réseau (avec une partie sous-réseau optionnelle)
 - Partie hôte
- **Classes** de réseau (**Classful**)
 - A : 0.0.0.0 → 127.255.255.255 (grand)
 - [0 Id. Réseau (7bits) Id. Machine (24bits)]
 - B : 128.0.0.0 → 191.255.255.255 (moyen)
 - [1 0 Id. Réseau (14bits) Id. Machine (16bits)]
 - C : 192.0.0.0 → 223.255.255.255 (petit)
 - [1 1 0 Id. Réseau (21bits) Id. Machine (8bits)]
 - D : 224.0.0.0 → 239.255.255.255 (diffusion)
 - E : 240.0.0.0 → 255.255.255.255 (divers)

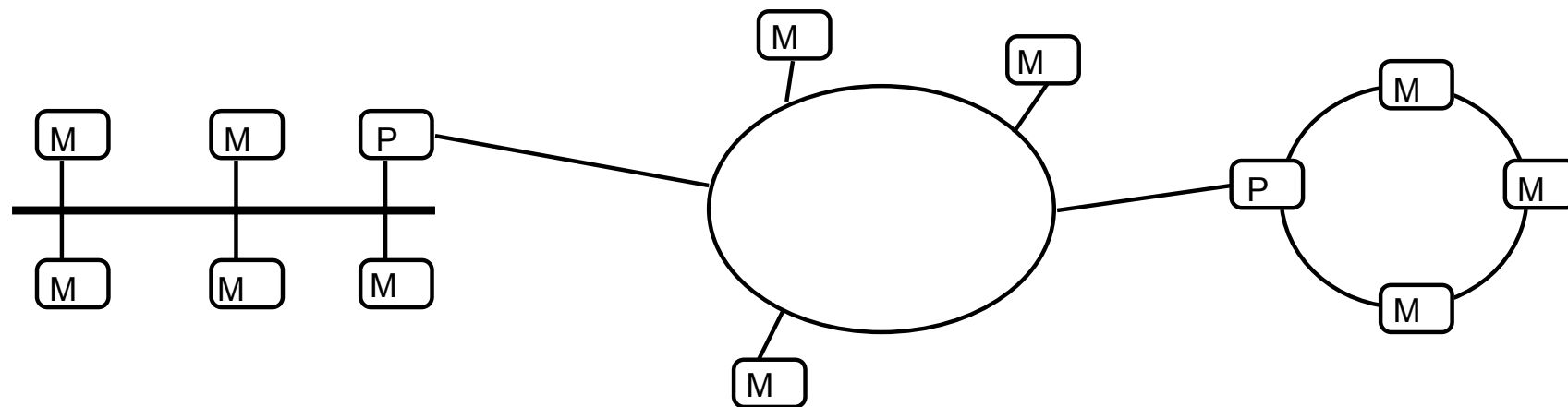
Adressage IP

- **Masque** de sous-réseau
 - Permet de connaître les 2 parties d'une adresse IP
 - En particulier : le réseau associé à une adresse
 - Exemple : 147.210.94.100
 - Classe B : 128.0.0.0 → 191.255.255.255 (moyen)
 - [1 0 Id. Réseau (14bits) Id. Machine (16bits)]
 - Masque 255.255.0.0
 - 11111111.11111111.00000000.00000000
 - 16 bits pour l'adresse du réseau (et 16 bits pour l'adresse de l'hôte)
 - 147.210.94.100/16
- But : Subdivision d'un réseau en plusieurs **sous-réseaux**

Adressage IP

- Depuis 1990 : pénurie des adresses IP d'où :
 - Abolition du découpage en « classe » :
 - **Classless Inter-Domain Routing (CIDR)** : le découpage ne peut plus être déduit de l'adresse IP
 - Découpage plus fin de l'espace d'adressage **Classless** par rapport à l'adressage **Classful**
 - **Adresses privées**
 - 10.0.0.0/8 : 10.0.0.1 à 10.255.255.254 (16 777 216 adresses)
 - 172.16.0.0/12 : 172.16.0.1 à 172.31.255.254 (1 048 576 adresses)
 - 192.168.0.0/16 : 192.168.0.1 à 192.168.255.254 (65 536 adresses)
 - **Traduction d'adresse réseau (NAT)**
 - **Attribution dynamique** des adresses
 - IP V6 (128 (16x8) bits au lieu de 32 (4x8) bits)

Schéma d'une interconnexion



Réseau de type ETHERNET

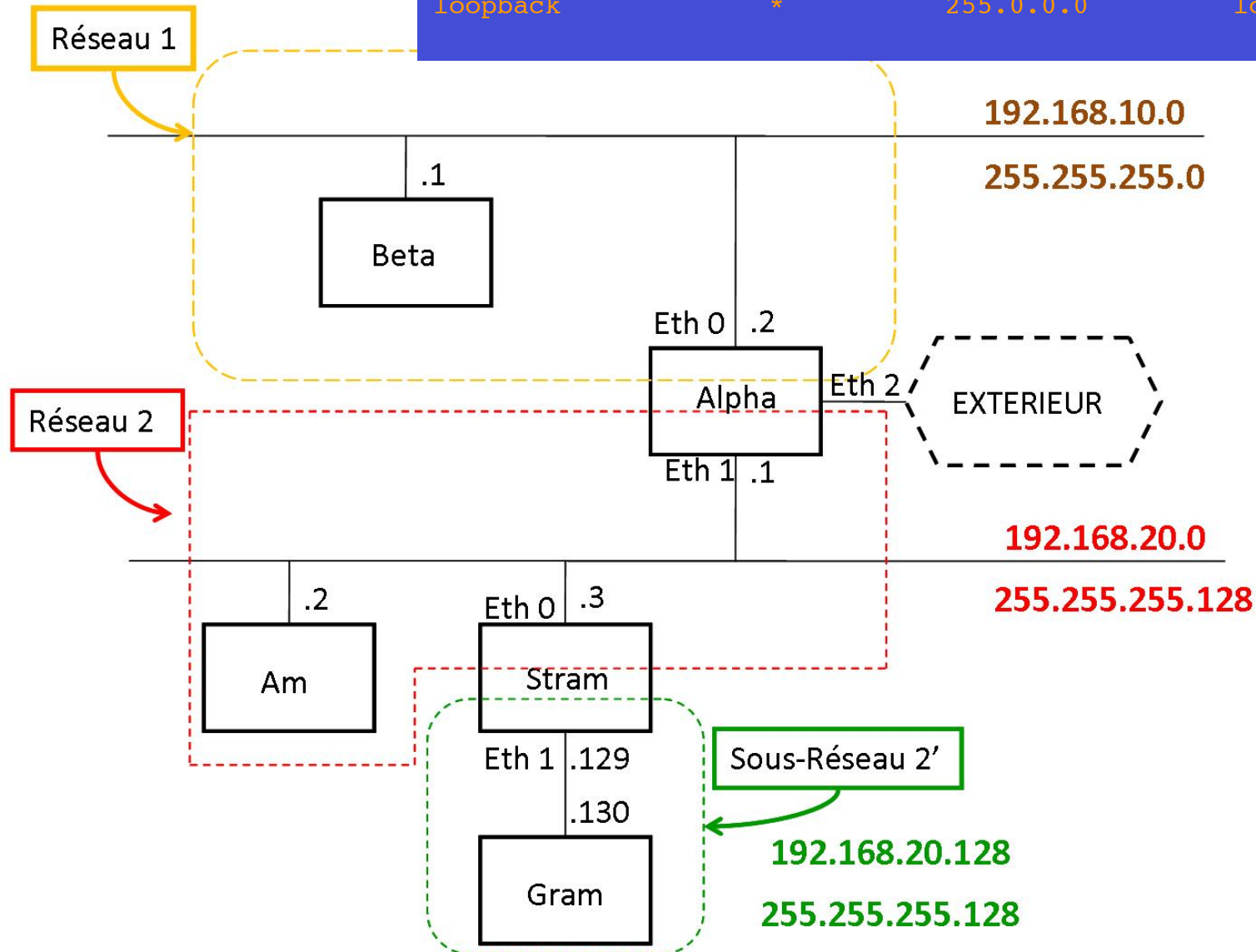
Réseau de type X25

Réseau de type
Anneau à jeton

Sché

Machine alpha : IP routing table

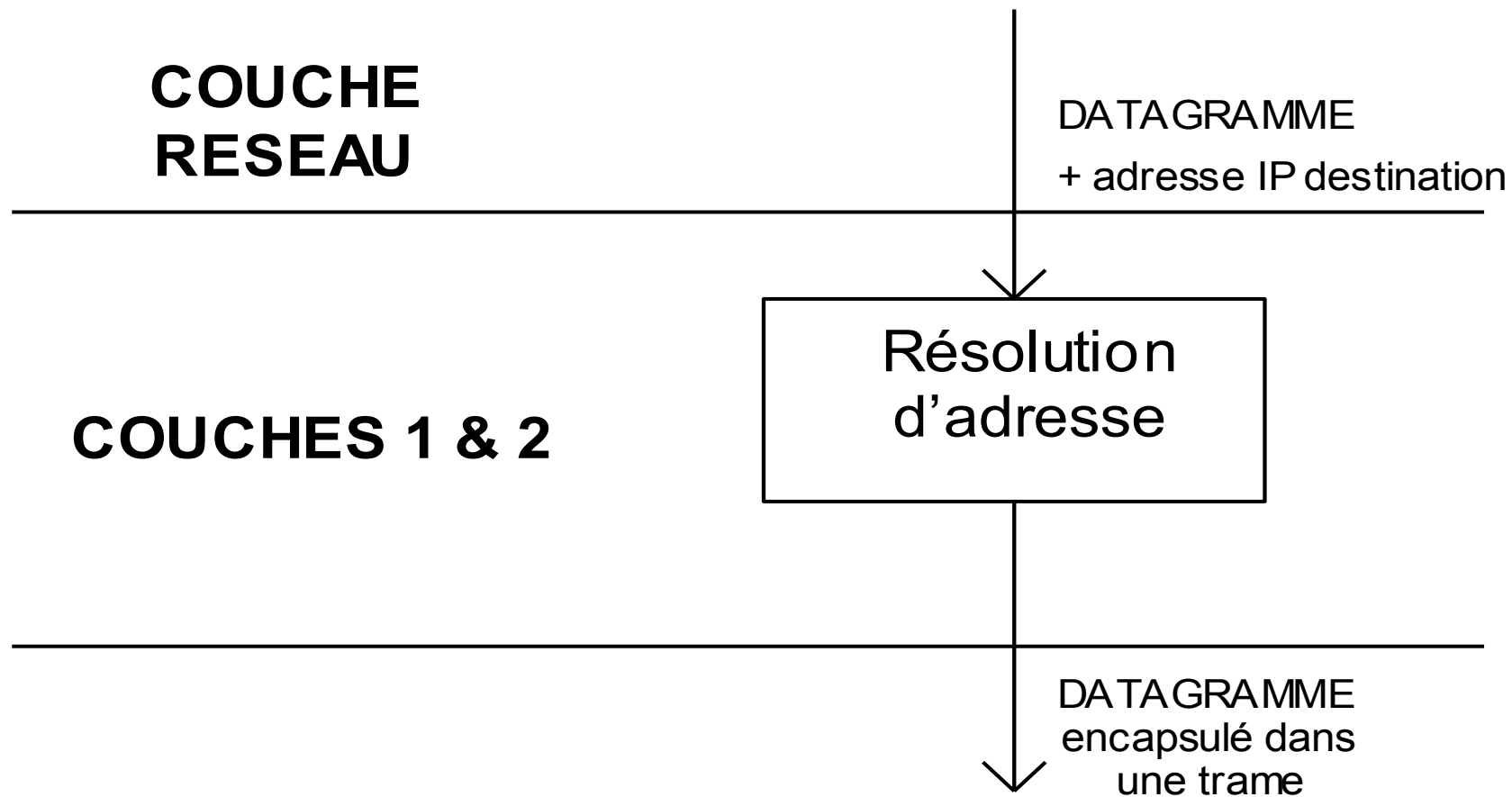
Destination	Gateway	Mask	Interface
192.168.20.128	192.168.20.3	255.255.255.128	eth1
192.168.20.0	*	255.255.255.128	eth1
192.168.10.0	*	255.255.255.0	eth0
loopback	*	255.0.0.0	lo



Résolution d'adresse

- Chaque machine a :
 - Une adresse physique (MAC) dans son réseau
 - Une adresse IP au niveau interconnexion
- Correspondance entre les 2 adresses
 - protocole ARP
 - Address Resolution Protocol
 - Adresse physique -> Adresse IP
 - protocole RARP
 - Reverse Address Resolution Protocol
 - Adresse IP -> Adresse physique

Résolution d'adresse



Protocole IP

Datagramme IP

0	4	8	16	24	31
VERS.	L G E N T	TYPE SERVICE		L G R T O T A L E	
IDENTIFICATION			DRAP	DEPL-FRAG	
DUREE DE VIE		PROTOCOLE	TOTAL DE CONTROLE EN-TETE		
ADRESSE IP SOURCE					
ADRESSE IP DESTINATION					
OPTIONS IP EVENTUELLES				BOURRAGE	
DONNEES					
* * *					

Datagramme IP

- VERS
 - numéro de version du protocole utilisé (4)
- LGENT
 - longueur de l'entête du datagramme
- TYPE SERVICE
 - définit comment le datagramme doit être acheminé
 - priorité (0 à 7)
 - priorité au délai
 - priorité au débit
 - priorité à la fiabilité
- LGR
 - longueur total

Datagramme IP

- IDENTIFICATION, DRAP, DEPL-FRAG
 - contrôle la fragmentation
 - IDENTIFICATION permet de connaître le datagramme auquel appartient le fragment.
 - DEPL-FRAG donne la position du fragment courant dans le datagramme initial en multiples de 8 octets.
 - DRAP indique si le fragment est le dernier du datagramme.
- DUREE DE VIE
 - décrémenté à chaque traversée, détruit si égal à 0.
- PROTOCOLE
 - protocole de la couche supérieure qui a créé le datagramme,

Numéros de protocole

- \$ more /etc/protocols

The form for each entry is:

<official protocol name><protocol number><aliases> #

Internet (IP) protocols

icmp	1	ICMP	# internet control message protocol
------	---	------	-------------------------------------

tcp	6	TCP	# transmission control protocol
-----	---	-----	---------------------------------

udp	17	UDP	# user datagram protocol
-----	----	-----	--------------------------

TCP: TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL

Protocole TCP

- Principes
 - message est un flot de octets (UNIX !)
 - Connexion non structurée : les applications connaissent la 'structure' du flot.
 - Numéros de séquence
 - mode bidirectionnel simultané (technique dite de *superposition* : piggybacking)
 - mécanisme d'anticipation (fenêtre glissante): mise en œuvre complexe.
 - taille de la fenêtre d'émission variable (contrôle de flux)
 - on acquitte sur le dernier octet d'une "séquence sans trou"
 - retransmission si temporisateur expire
 - port et circuit virtuel
 - Numéros réservés : 20/ftp-data, 21/ftp, 23/telnet...
 - ouverture passive/active
 - segment et taille maximale de segment
 - gestion de la congestion
 - Pour en savoir plus : rfc793, rfc1122...

Segment TCP

0	4	8	16	24	31
PORT TCP SOURCE			PORT DESTINATION		
NUMERO DE SEQUENCE					
NUMERO D'ACCUSE DE RECEPTION					
LGR ENT.	RESERVE	BITS CODE		FENETRE	
TOTAL DE CONTROLE			POINTEUR D'URGENCE		
OPTIONS EVENTUELLE				BOURRAGE	
DONNEES					
* * *					

Segment TCP

- PORT SOURCE, PORT DESTINATION
 - indiquent les numéros de port qui identifient les programmes d'application aux deux extrémités.
- NUMERO D'ACCUSE DE RECEPTION
 - indique le numéro du prochain octet attendu par le récepteur.
- NUMERO DE SEQUENCE
 - est celui du premier octet du segment.
- LGR ENT.
 - contient la longueur de l'en-tête en multiple de 32 bits.
- FENETRE
 - permet d'interagir sur la taille de la fenêtre émission de l'autre extrémité.

Segment TCP

- champ BITS CODE
 - permet de préciser la ou les fonctions du segment:
 - URG: Le pointeur de données urgentes est valide
 - ACK: Le champ accusé de réception est valide
 - RST: Réinitialise la connexion
 - SYN: Synchronise le numéro de séquence
 - FIN: L'émetteur a atteint la fin de son flot de données
 - PSH: oblige TCP-émetteur à envoyer toutes les données même si le tampon n'est pas plein et TCP-récepteur à donner immédiatement les données à l'application
 - exemple:
 - lors de la connexion (bit SYN), les extrémités déterminent les numéros de séquence initiaux

Segment TCP

- POINTEUR D'URGENCE
 - permet de repérer dans le flot de données la position de données urgentes (qui doivent "doubler" les autres données) lorsque le bit URG est positionné.
- OPTION
 - permet entre autres la négociation de la taille de segment à la connexion.