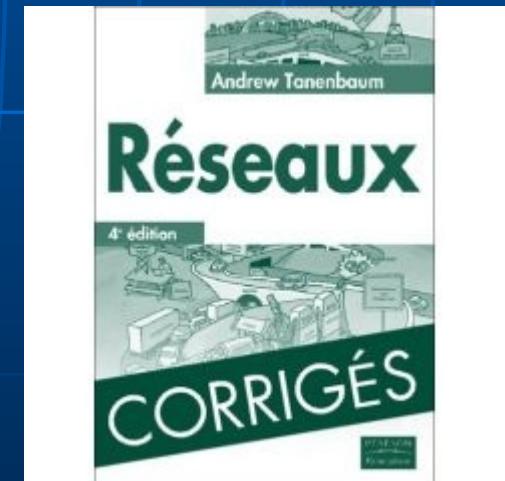
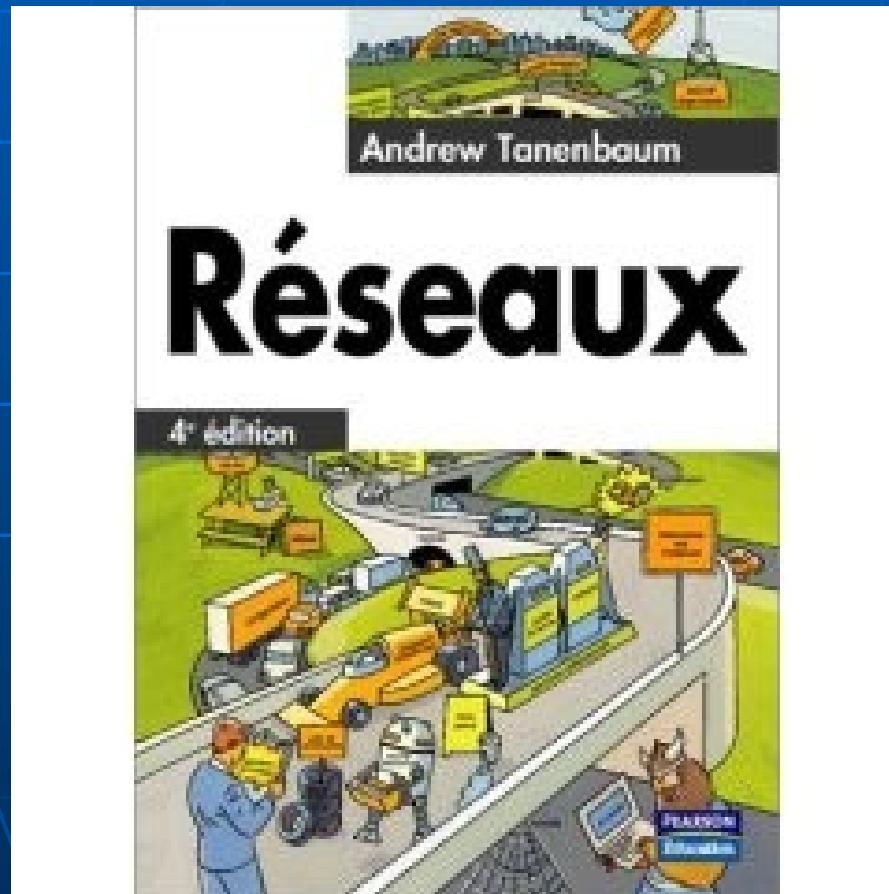


Ce cours est construit à partir d'un certains nombres de support de cours disponibles sur le net. Riveil, Cousin, Grimaud sont les principales sources d'inspiration. L'usage de ce composite ne peut être qu'académique.

Introduction aux réseaux informatiques

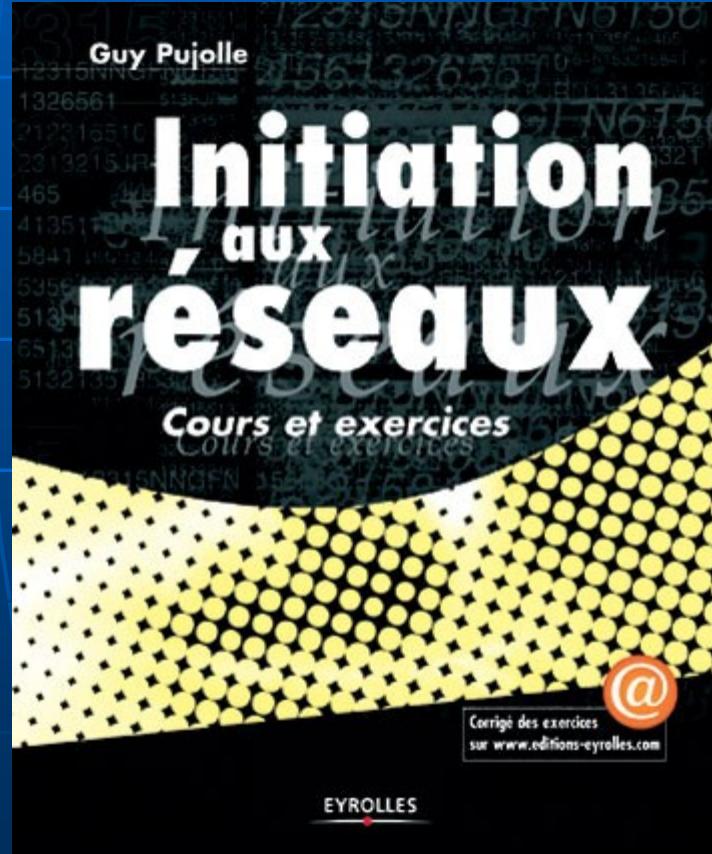
MIAGE 2007

Andrew Tanenbaum

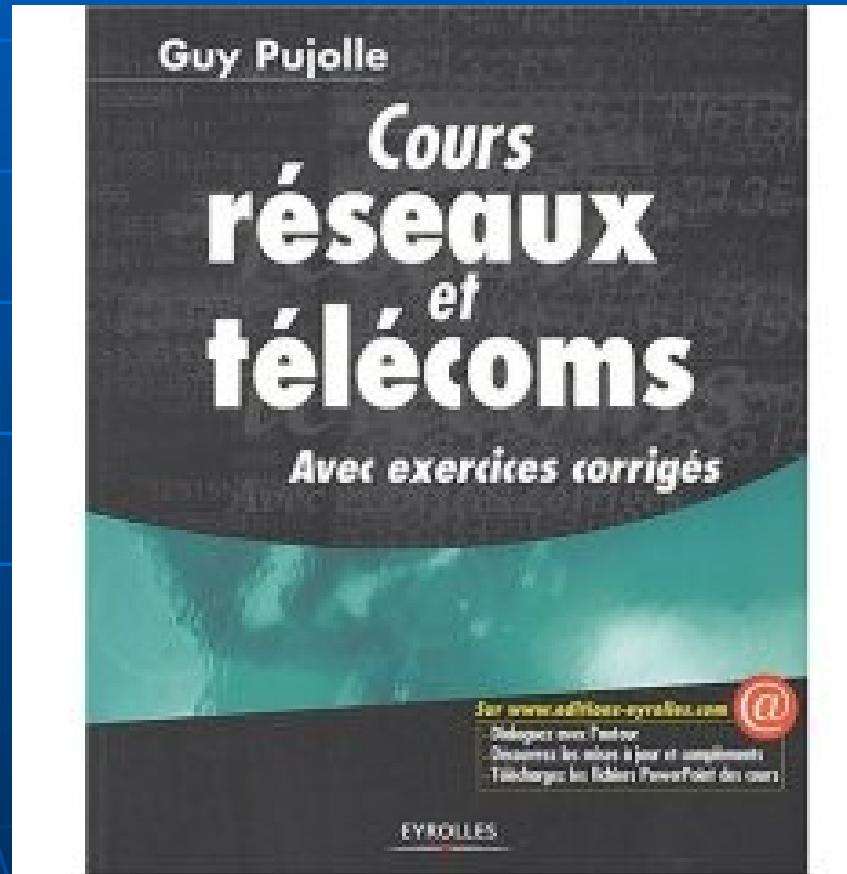


Guy Pujolle

- <http://www.editions-organisation.com/Livre/9782212091557/initiation-aux-reseaux>



Guy Pujolle



Bruno Péan

- <http://www.eisti.fr/~bp/doc/reseaux>



Introduction

- La **téléinformatique** est la science des méthodes, des techniques, des équipements permettant l'échange d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques.
 - des méthodes
 - des techniques
 - des équipements
 - transmission d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques
- Télécommunication :
 - domaine où les systèmes communicants ne sont pas nécessairement informatiques : traitement du signal, transmission analogique, etc.
- Applications informatiques réparties
 - domaine où les caractéristiques des équipements et des techniques de transmission sont ignorées.

Réseaux

- Un réseau numérique est constitué d'un ensemble d'ordinateurs connectés entre eux par des liaisons physiques.
- Un réseau numérique permet l'échange entre machines distantes de données qui sont si nécessaire relayées de liaison en liaison par les machines intermédiaires.

Quelques grandes étapes des communications

- 1810 –Samuel Thomas van Soemmaring–Télégraphe à bulles(26 fils)
- 1816 –Francis Ronalds-première expérience d'un télégraphe électrique
- 1837 –William Cooke, Charles Wheatstone –Télégraphe électrique(angleterre)
- 1837 –Samuel Morse, Alfred Vail –Télégraphe électrique(États-Unis)
- 1850 –William Thomson (Lord Kelvin) Développement technique du câble sous-marin
- 1866 –William Gisborne, Cyrus Field –Premier câble transatlantique fonctionnel
- 1876 –Alexandre Graham Bell –Téléphone (prise de brevet)

SUITE

- 1897 –Guglielmo Marconi –Prise de brevet et transmission télégraphique sans fil sur 16 km
- 1901 –Guglielmo Marconi –Première transmission télégraphique sans fil à travers l'atlantique
- 1906 –Reginald Fessenden–Première transmission sans fil de la parole à travers l'atlantique dans les deux sens
- 1907 –Édouard Belin–Première transmission d'une photographie
- 1915 –Compagnie Marconi –Développement à grande échelle de la radio parlée
- 1923 –John Baird –Première télévision mécanique

Domaines d'utilisation des réseaux

- Finalité des réseaux
 - Permettre le partage des ressources
 - Accroître la résistance aux pannes
 - Diminuer les coûts
- Applications utilisant les réseaux
 - Accès à des services à distance : base de donnée, programmes...
 - Communication : Mail, News, Talk, Téléconférence etc....

Evolution des réseaux et des télécommunications

- Volume du trafic de données vs. conversations téléphoniques
- Augmentation du nombre de sites
- Haut débit pour tous
 - 20 Mbits/s à la maison
 - backbone Tbits/s
- Transport des données multimédia
 - téléphone, télévision, jeu, commerce, enseignement
- Accès mobile, sans fil
- Accès continu à l 'information

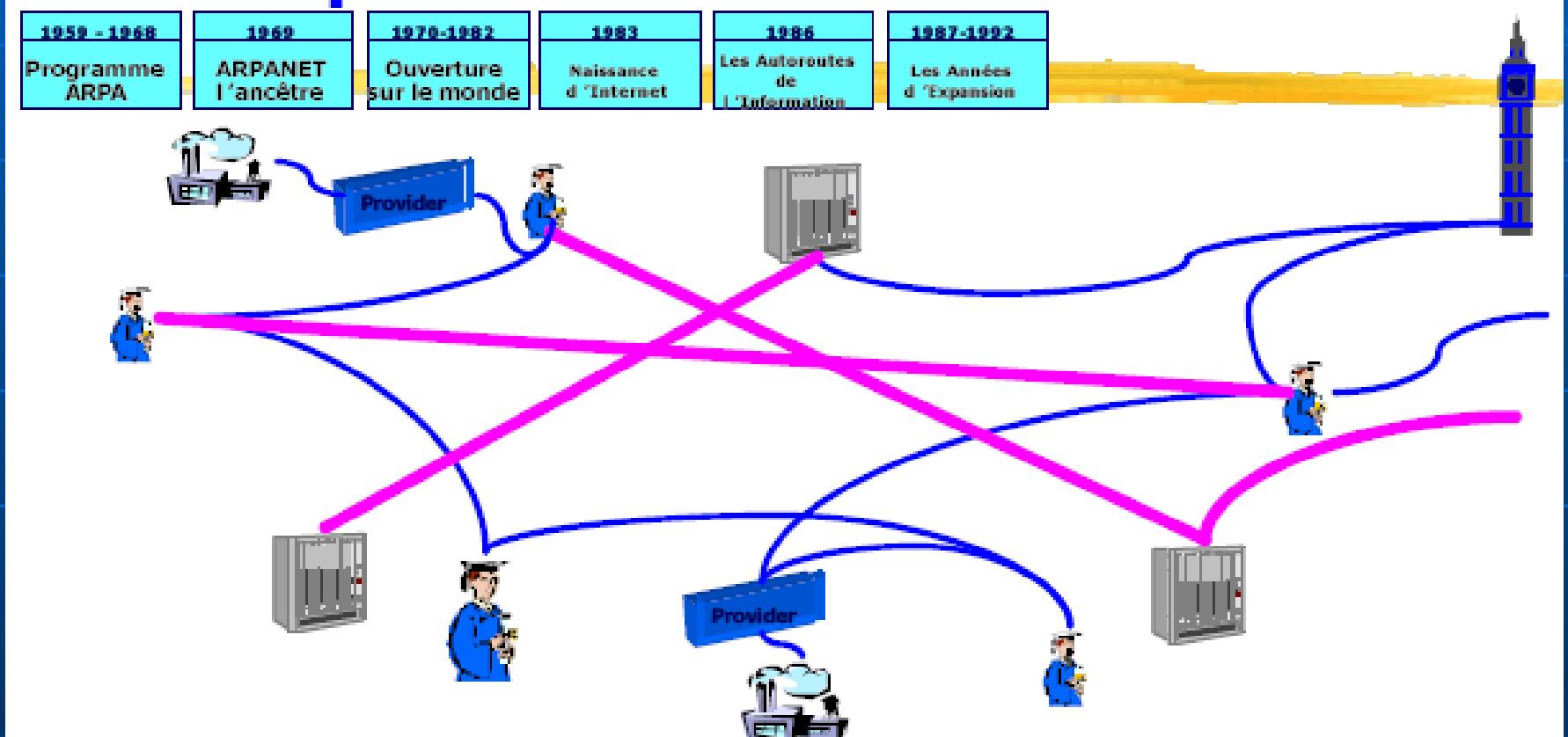
L'internet

- ***Internet est un nom générique signifiant Interconnexion de Réseaux***
- le regroupement d'un ensemble de réseaux:
 - réseaux locaux (universités et entreprises) imag
 - réseaux métropolitain (campus, ville, agglomération) grenet
 - réseaux régionaux aramis
 - réseaux nationaux renater
- le plus grand réseau informatique du monde relie une communauté mondiale en pleine expansion
- géré de manière décentralisée et pragmatique (coopération et réciprocité)

Historique

- 1959 - 1968 : Programme ARPA
 - Le ministère américain de la défense décide de lancer un réseau capable de supporter les conséquences d'un conflit nucléaire
- 1969 : ARPANET, l'Ancêtre
 - Les universités américaines s'équipent de gros ordinateurs. Elles se connectent au réseau ARPANET
- 1970-1982 : Ouverture du le Monde
 - Premières connexions avec la Norvège et Londres. Naissance des réseaux UseNet et BitNet
- 1983 : Naissance d'Internet
 - Avec le protocole TCP/IP, tous les réseaux s'interconnectent. La même année, les militaires s'en détachent
- 1986 : Les autoroutes de l'information
 - La NSF (National Science Foundation) décide de déployer des super-ordinateurs afin d'augmenter le débit d'Internet
- 1987-1992 : Les années d'expansion
 - Les fournisseurs d'accès (routeurs) poursuivent l'expansion du réseau. Par leur biais, les entreprises privées se connectent au réseau

Et le WWW



1993
-
1998

L'Explosion d'Internet :
L'Internet s'ouvre au grand public
avec l'avènement du Web
(World Wide Web)

Architecture des réseaux

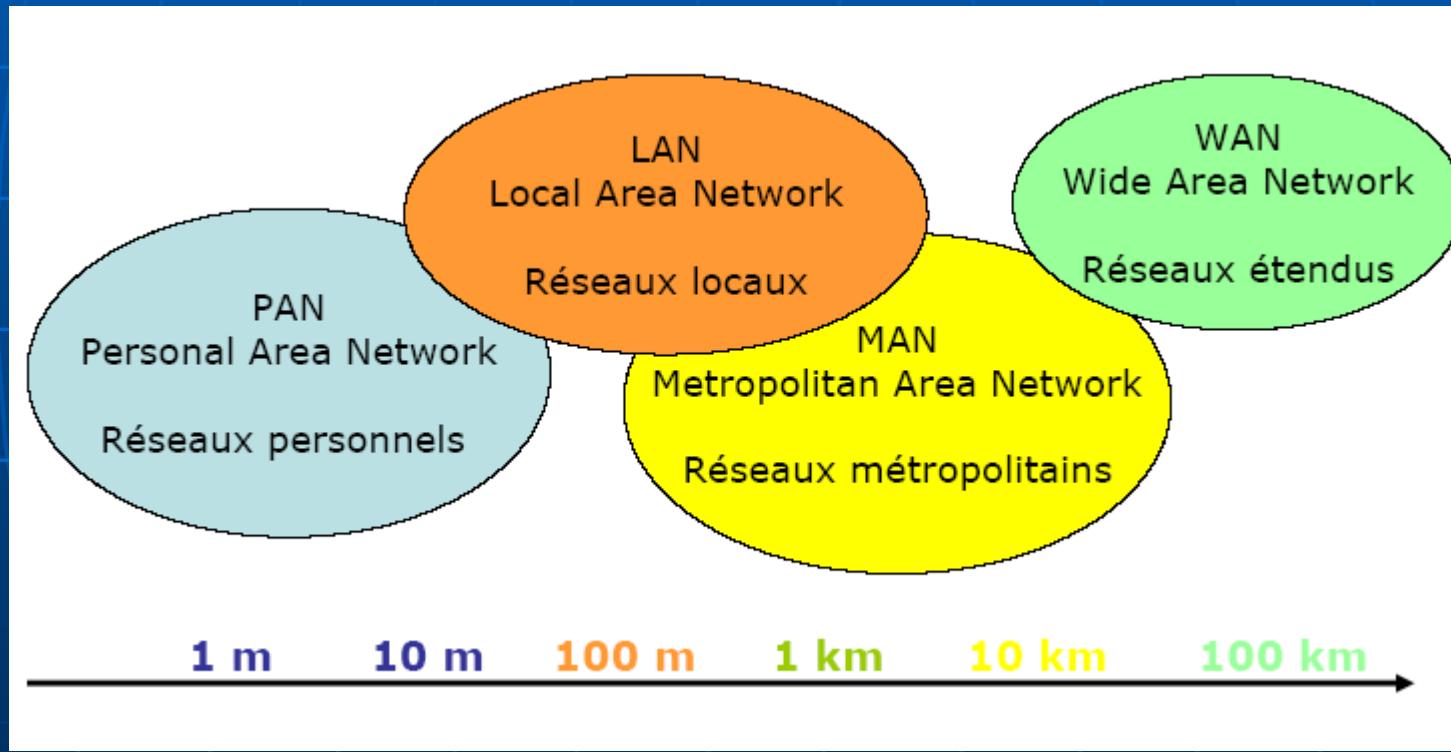
Objectifs recherchés

- La **connectivité**—permettre à plusieurs types d'ordinateurs utilisant des logiciels différents de communiquer entre eux
- La **modularité**—utiliser un ensemble restreint d'appareils généraux
- Une **implantation simple**—solution générale qui peut être installée facilement selon différentes configurations
- Une **utilisation facile**—disponibilité d'outils de communication libérant les utilisateurs de la connaissance de la structure du réseau
- La **fiabilité**—détection et correction des erreurs
- Une **mise à jour aisée**—permettre au réseau d'évoluer et d'être modifiée selon les besoins des utilisateurs et des nouveaux équipements.

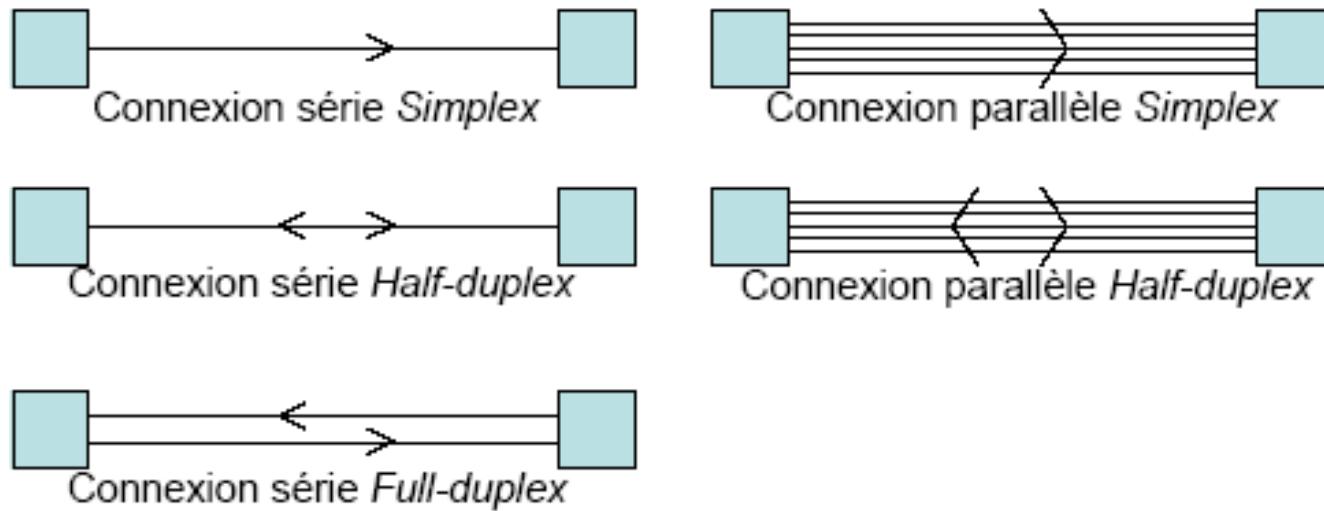
Catégories de réseaux

- Pas facile de classer les réseaux car les critères sont multiples
- Distance
 - Réseaux locaux d'entreprise (Local Area Network ou LAN)
 - Réseaux de Communauté urbaine (Metropolitan Area Network ou MAN)
 - Réseaux Généraux (Wide Area Network ou WAN)
- Topologie
 - Bus (ex. Ethernet)
 - Anneau (ex. Token Ring)
 - Etoile (ex. Switched Ethernet)
 - Arbre (ex. Ethernet 10baseT)
 - Maillé (ex. Internet-IP, ATM)
- Débit
 - réseaux locaux
 - traditionnel : Ethernet 10, 100 Mbits/s
 - haut débit : ATM 155 ou 622 Mbits/s
 - réseau large échelle
 - épine dorsale France-USA : 155 Mbits/s
 - par utilisateur : faible débit (ex. WWW)
 - Modems : 9.6, 33.4 ou 56 Kbits/s
- Mode de transmission
 - filaire (ex. Ethernet)
 - sans fil (ex. GSM, WaveLAN)
 - fibre (ex. FDDI, ATM)

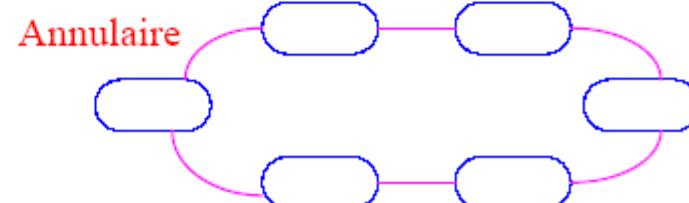
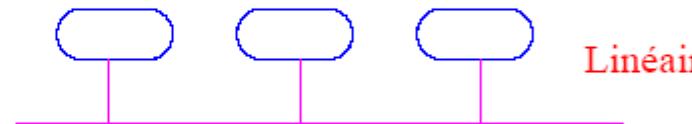
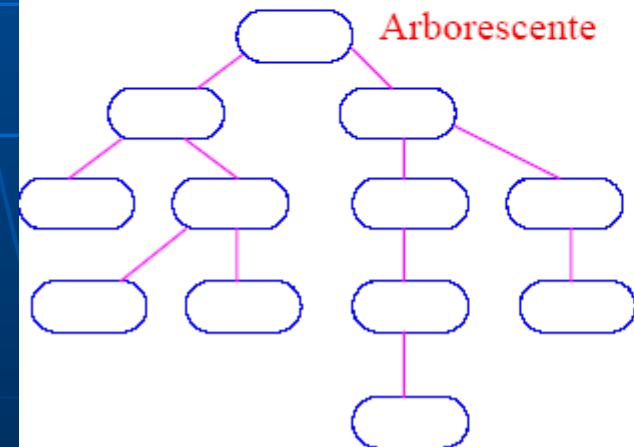
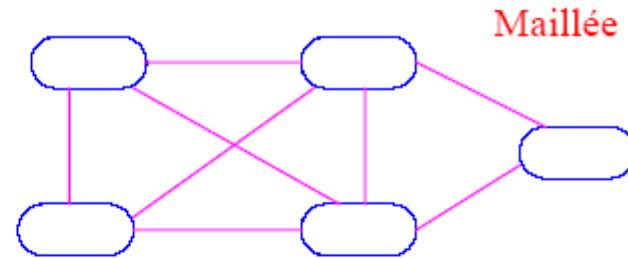
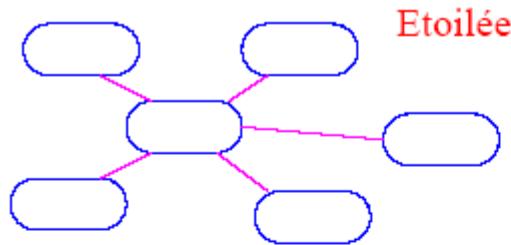
Classification des réseaux selon leur taille



Classification des réseaux selon leur topologie



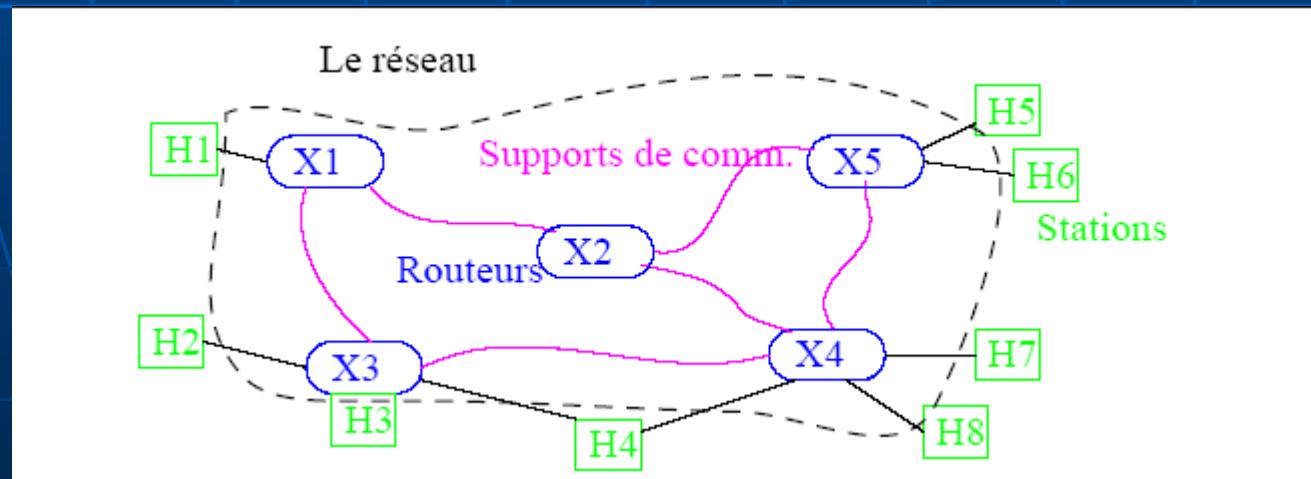
Quelques topologies d'interconnexion



La structuration physique

■ Trois types d'éléments :

- les supports de communication (câbles, fibres, faisceaux, liaisons physiques, lignes de transmission, médium, etc.)
- les équipements d'interconnexion (noeuds, routeurs, ponts, passerelles, etc.)
- les équipements terminaux (ordinateurs, stations, serveurs, périphériques, machines hôtes, stations, etc.)



Canaux de communication

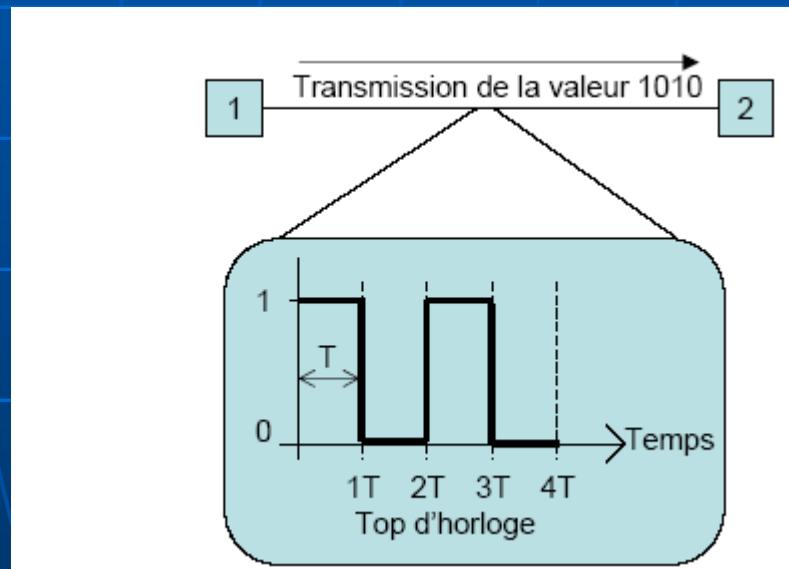
- Canaux de communication point à point
 - Principe de communication : pour aller d'un équipement terminal à un autre un message peut traverser plusieurs noeuds de commutation selon le principe stocker renvoyer.
 - Les noeuds de commutation sont des calculateurs distincts des équipements terminaux.
 - Topologie : étoile, anneau, arbre, complètement ou partiellement maillée.

- Canaux de communication diffusion
 - Principe de communication les noeuds de commutation reçoivent le message un équipement terminal.
 - un noeud de commutation circuit dans l'équipement
 - Exemple : bus, satellite anneau

Performances

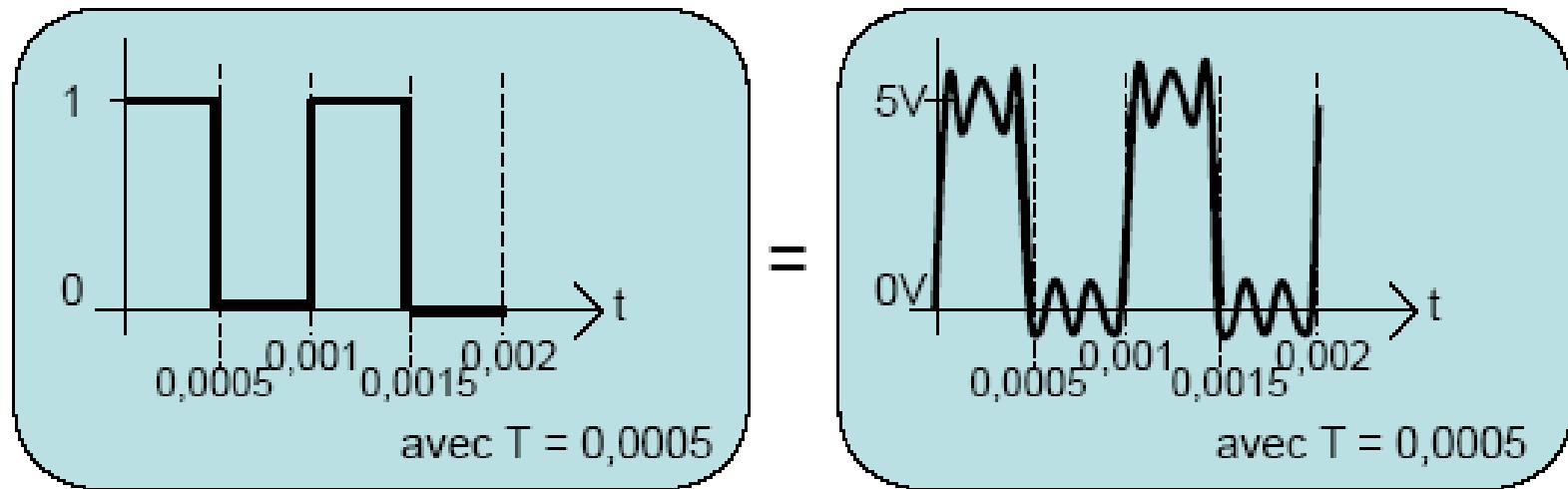
- Débit
 - nombre de bits par unité de temps (Kbits/s, Mbits/s, ...)
 - bandwidth, throughput, bit rate
- Latence
 - temps entre émission et réception d'un bit
 - delay, latency
 - temps aller retour (RTT - Round-Trip Time)

Transmission des bits



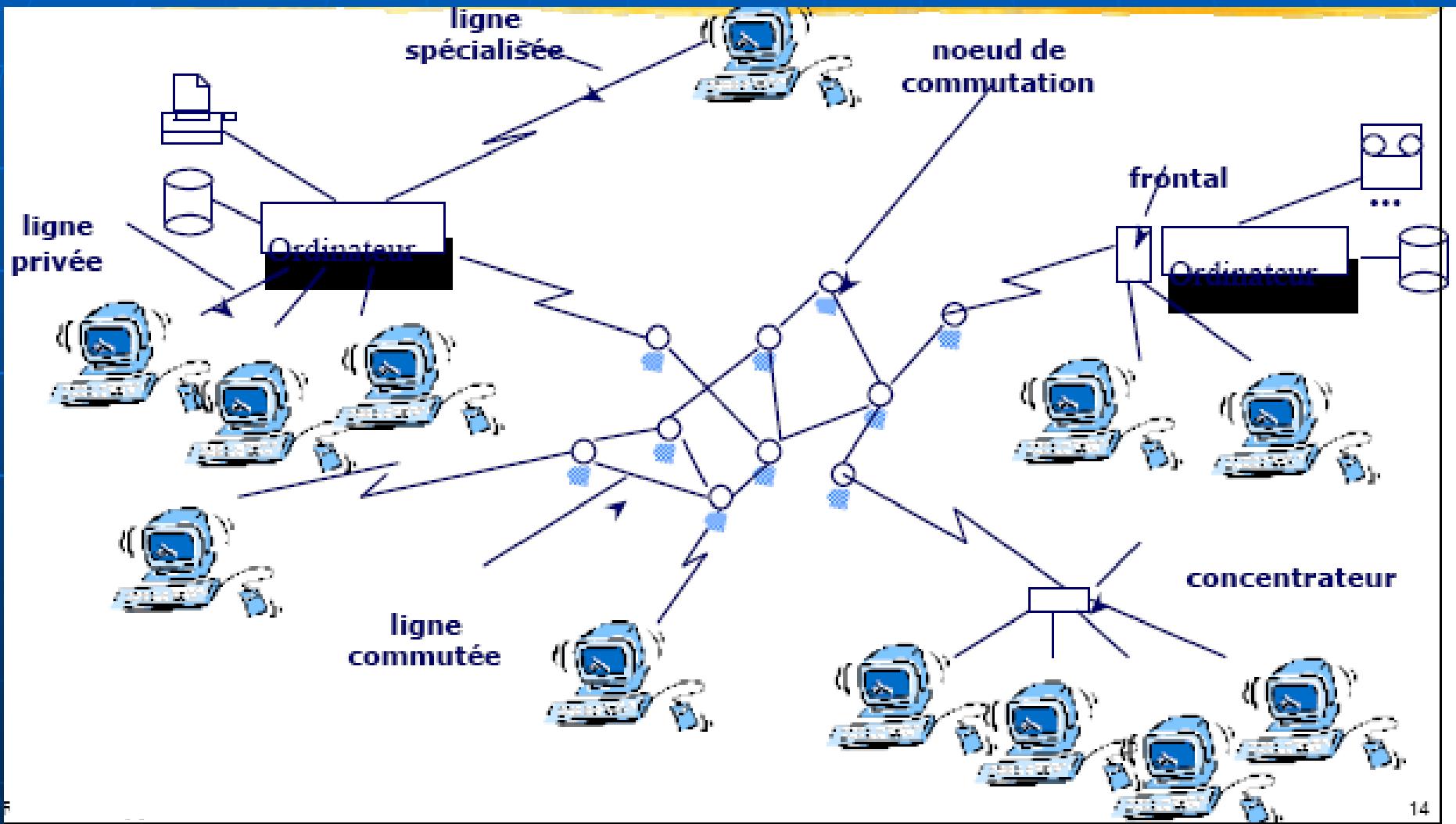
- Sur une liaison série 1 seul bits transmit à chaque Top d'horloge.
 - 1 Bauds = 1 bit/s.
- Sur une liaison parallèle à n bits
 - 1 Bauds = n bits/s.

Mise en oeuvre



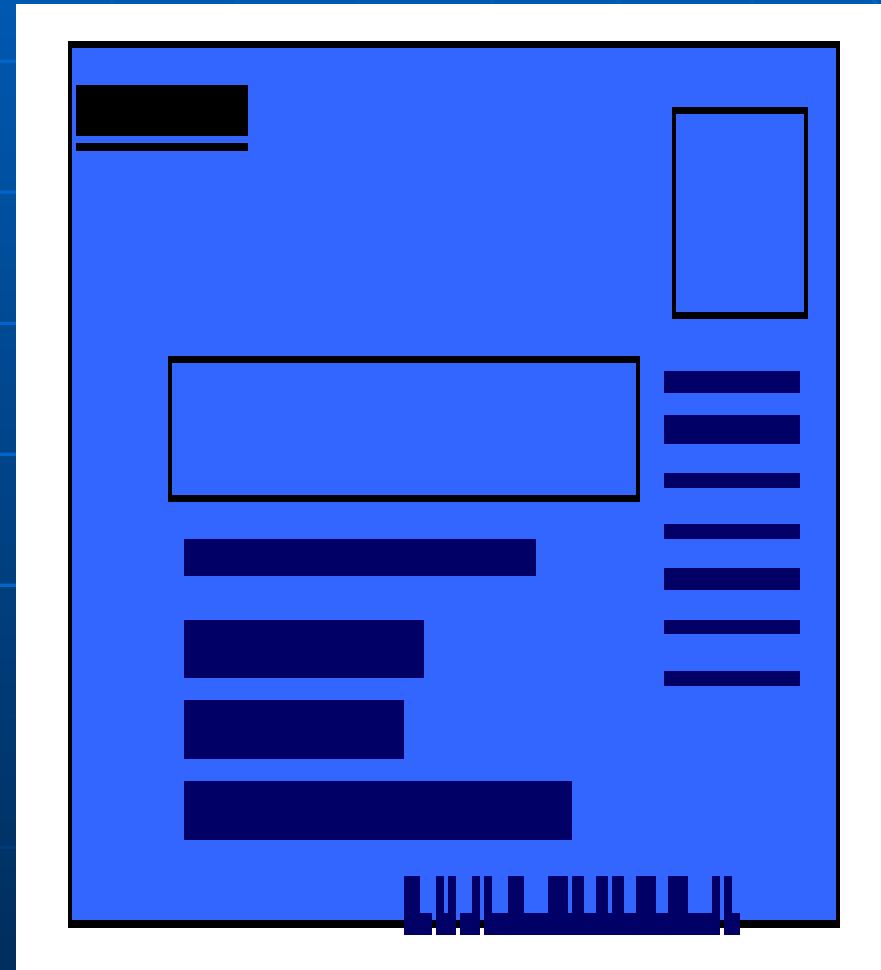
Transporter un signal carré sur un support analogique
(e.g. téléphone)

Principales composantes d 'un réseau



Désignation des ressources

- Identification d'une ressource
 - personne :
 - dekeyser@lifl.fr
 - machine
 - pils.lifl.fr
 - fichier
 - file:///D:/readme.txt
- Plusieurs façons de nommer
 - Something.lifl.fr
 - 194.199.20.170
- Utiliser un nom plutôt qu'une adresse
 - Plan de nommage + service de noms



Detection d'erreurs

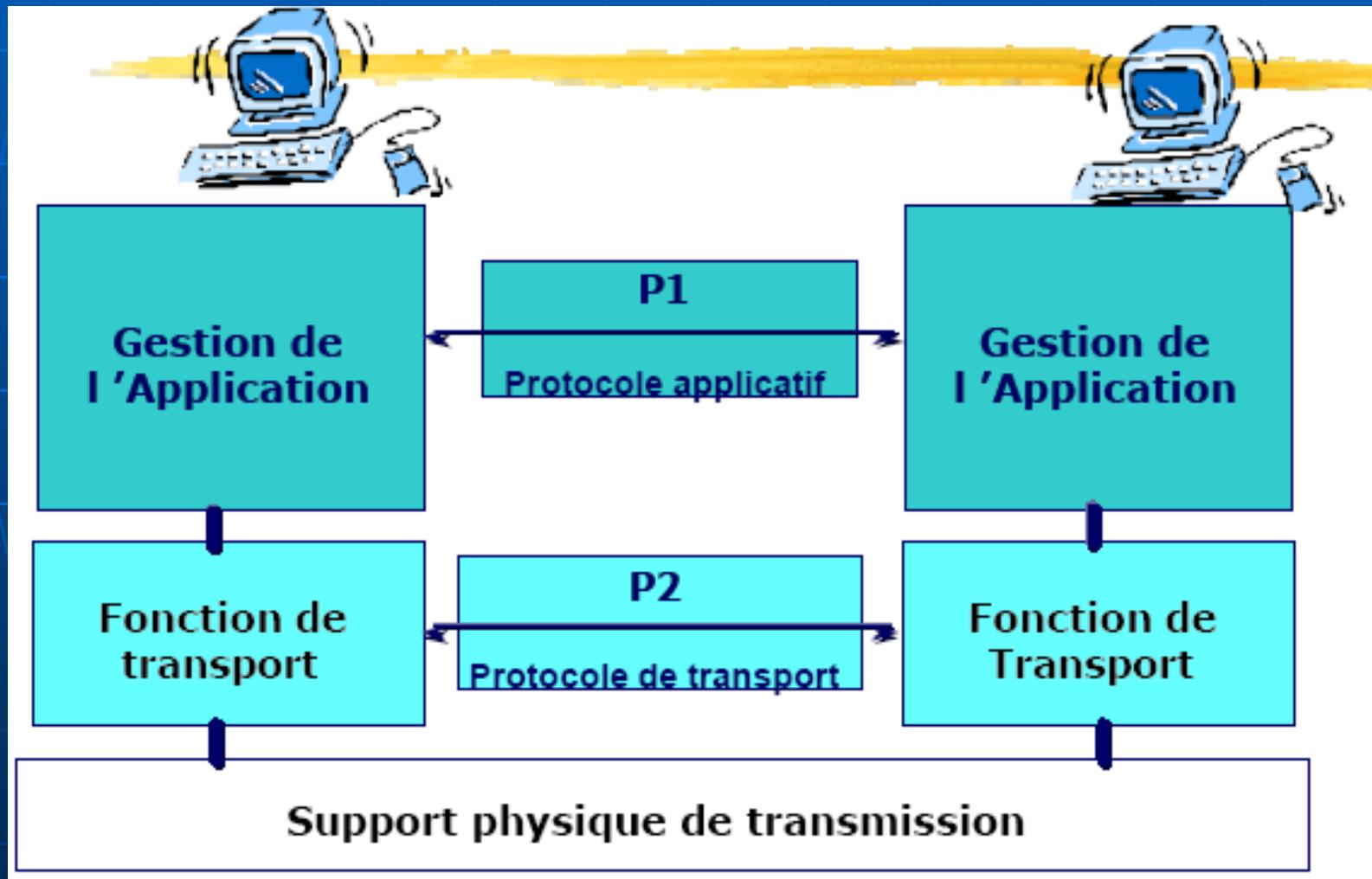
- Convenir d'un codage détecteur d'erreur pour les données transmises.
- L'exemple du bit de parité :

0	01000001	0..0..1..0..0..0..0..0..1	0	01000001	
1	01110000	1..0..1..1..1..0..0..0..0	1	01110000	
1	01100001	1..0..1..1..0..0..0..0..1	1	01100001	
1	01000110	1..0..1..0..0..0..0..1..0	1	01000010	

Echange d'information

- Respecter un PROTOCOLE= Ensemble de règles
- Il y a des protocoles
 - pour les applications
 - pour transporter/router l'information
 - pour émettre de l'information sur un support physique
- Les protocoles doivent gérer
 - les erreurs
 - la fragmentation / l'assemblage des données
- Les protocoles sont normalisés

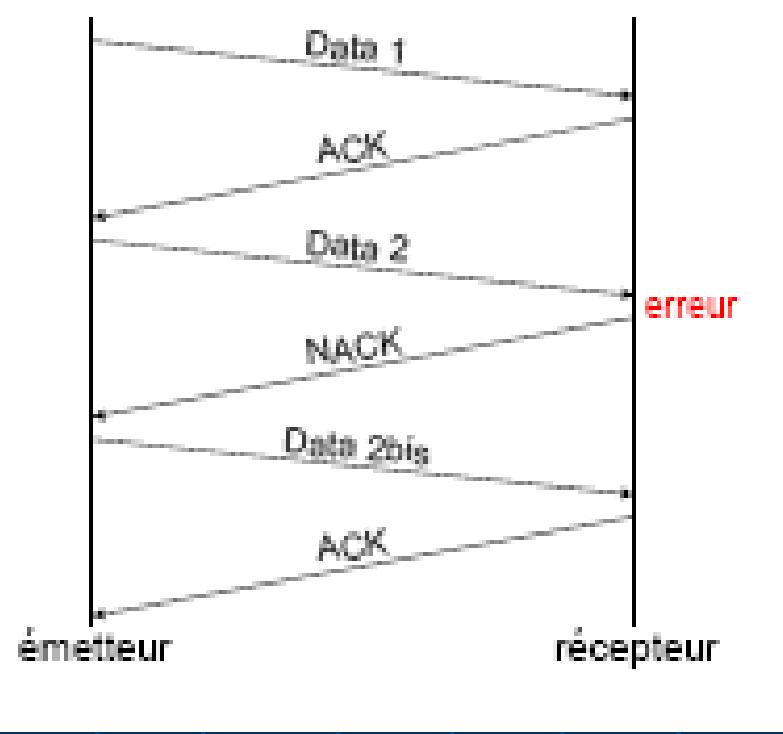
Protocole



Gestion des erreurs

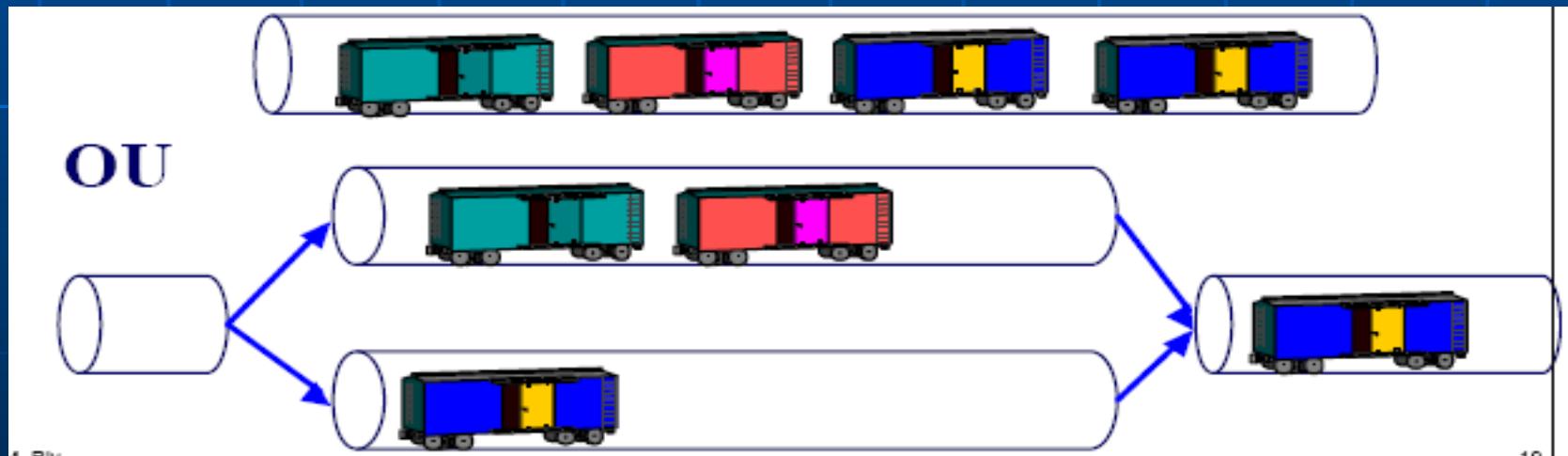
■ Dialogue de liaison de type

send and wait

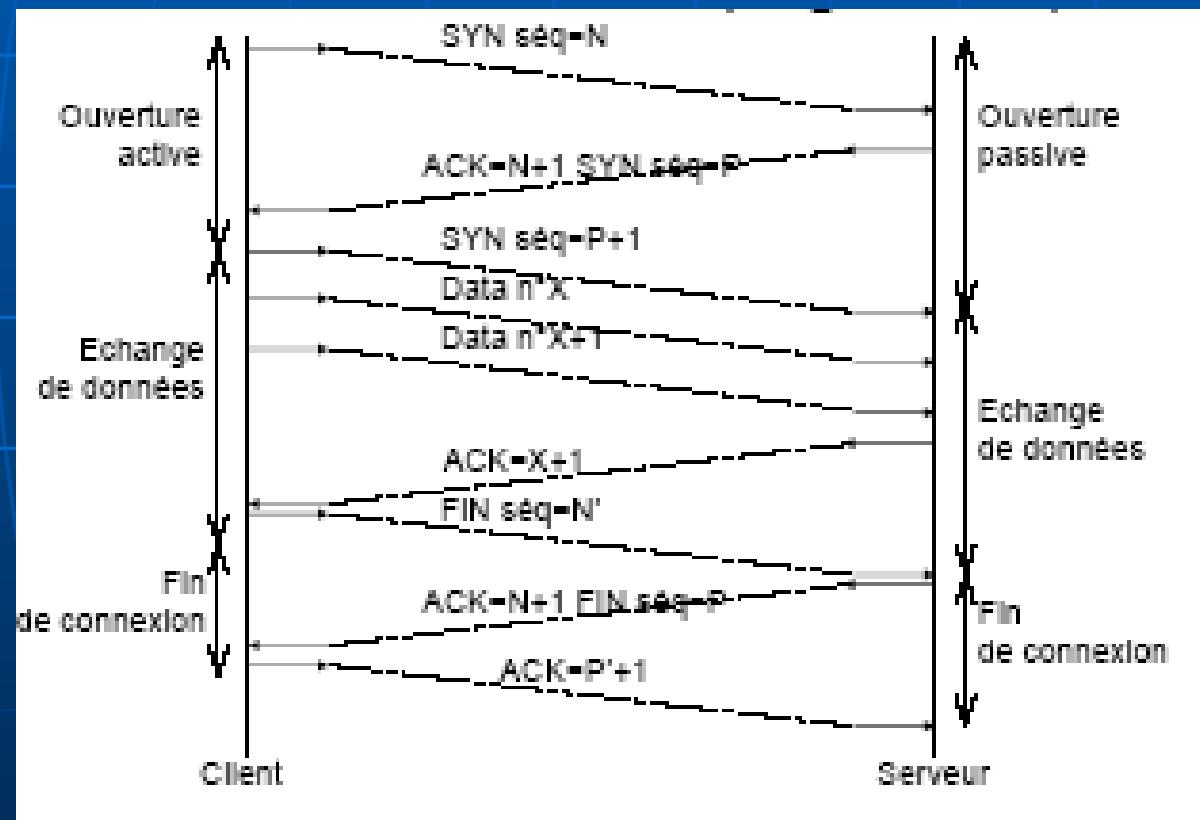


Modes de Communication

- 2 modes de connexion
 - mode connecté -> communication téléphonique
 - mode non connecté -> envoie d'une lettre
- Transmission de l 'information



Mode connecté (e.g. TCP)



Transports des données

- **Commutation:** opération permettant à une information de progresser vers son destinataire par établissement d'une liaison de bout en bout dans un réseau maillé
- **Commutation de circuits:** type de commutation dans lequel un circuit joignant deux interlocuteurs est établi à leur demande par la mise bout à bout des circuits partiels
- **Commutation de paquets:** consiste à découper le message en petits blocs auxquels sont associées des informations sur l'émetteur et le destinataire.
 - ATM (Asynchronous Transfer Mode): paquets très petits de taille fixe
 - IP (Internet Protocol) : paquets de longueur variable-Ethernet: paquets de longueur variable mais différents de ceux de type ATM ou IP

Commutation de circuits

- **Protocole d'acheminement des messages**
- **Découpage des messages?**
- **Blocage en cours de route?**

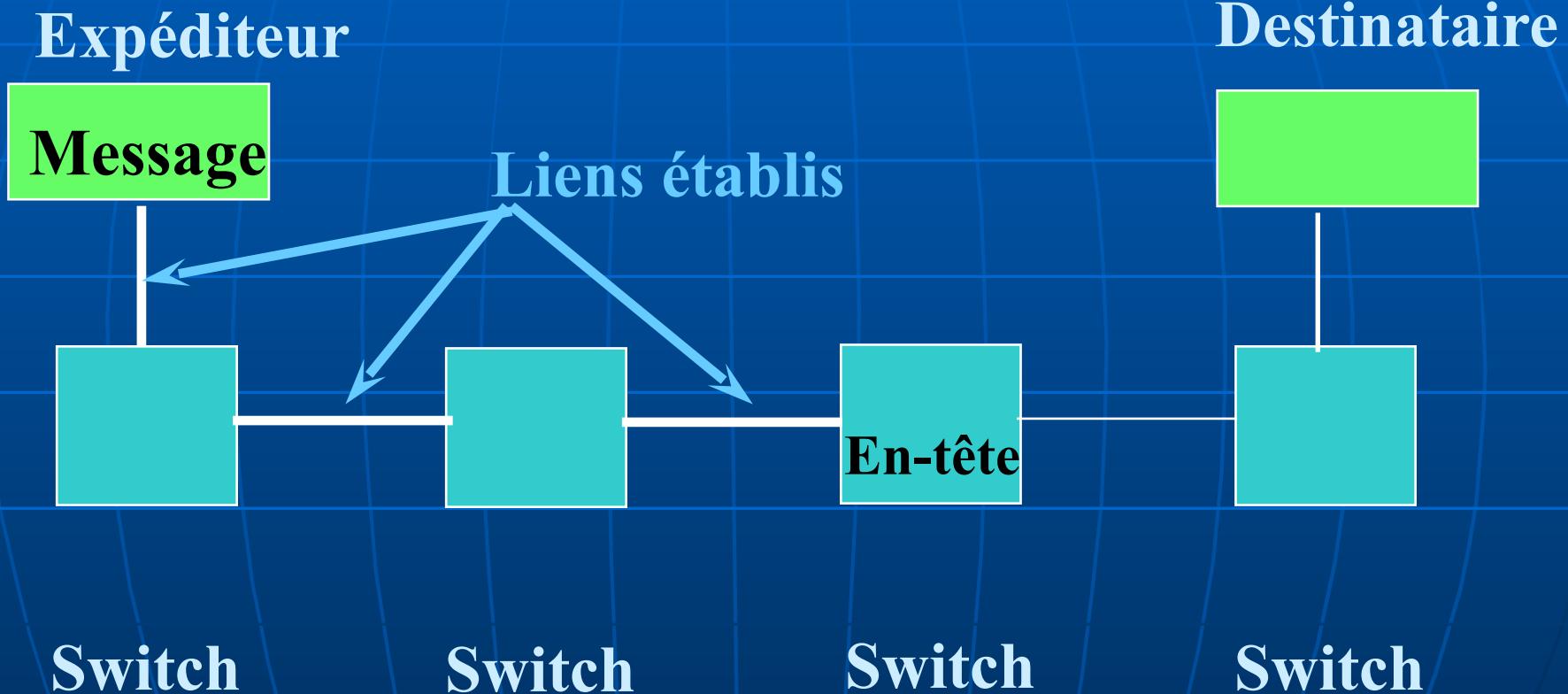
Store and forward

- **Message est stoppé sur chaque noeud, déposé en mémoire locale puis réexpédié vers le processeur suivant**
- **Routage logiciel**
- **Simplicité du circuit d'interconnexion**
- **Temps de traversée proportionnel à la distance**
- **Interruption du processeur**

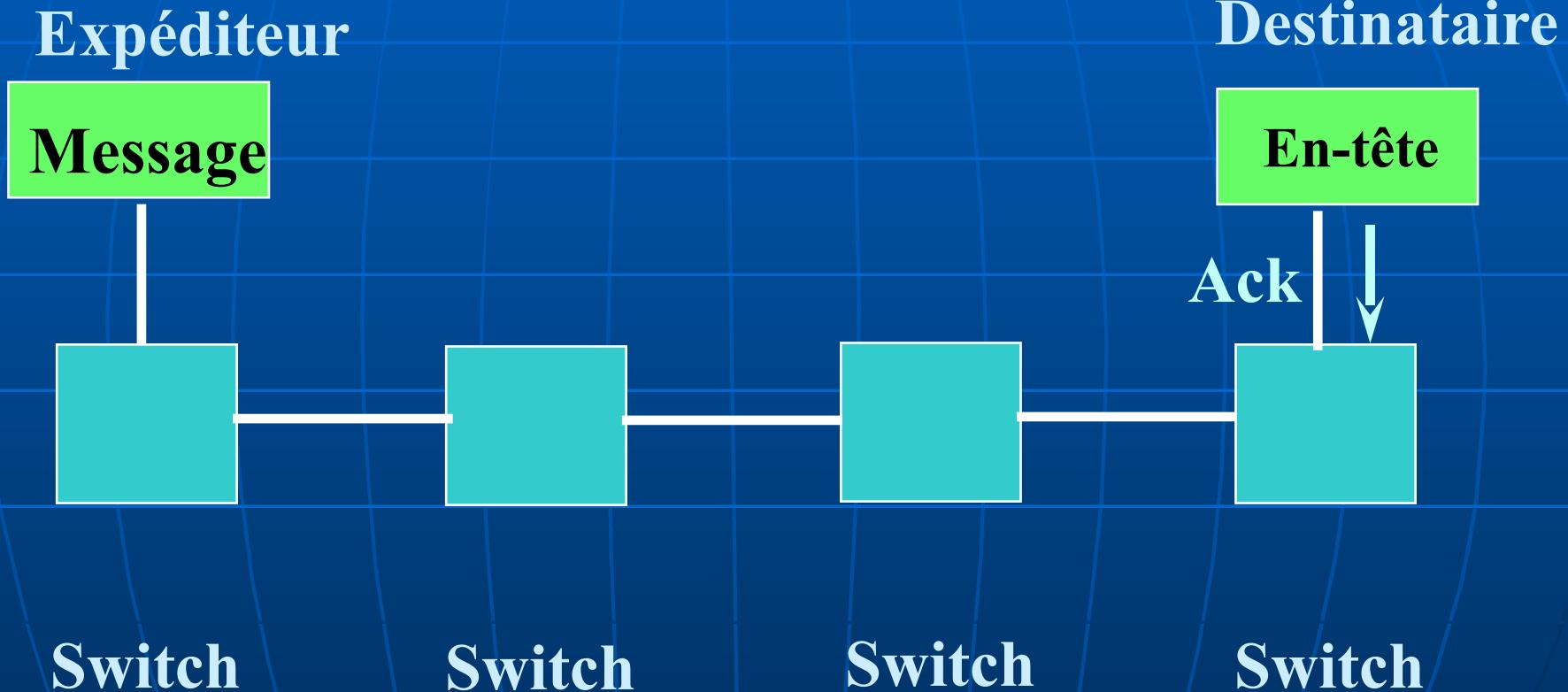
Circuit-Switched

- Emission de l'en-tête du message (numéro du destinataire)
- Etablissement des connexions le long du chemin
- Dès l'arrivée au destinataire, envoi d'un Ack sur ce chemin
- Emission du message sur ce chemin
- Libération du chemin

Circuit-switched

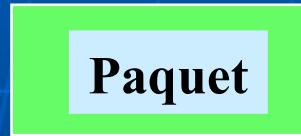


Circuit-switched



Circuit-switched

Expéditeur



Paquet

Paquet

Paquet

Paquet

Paquet

Destinataire



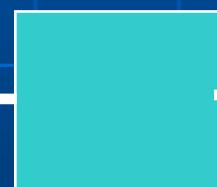
En-tête

Switch

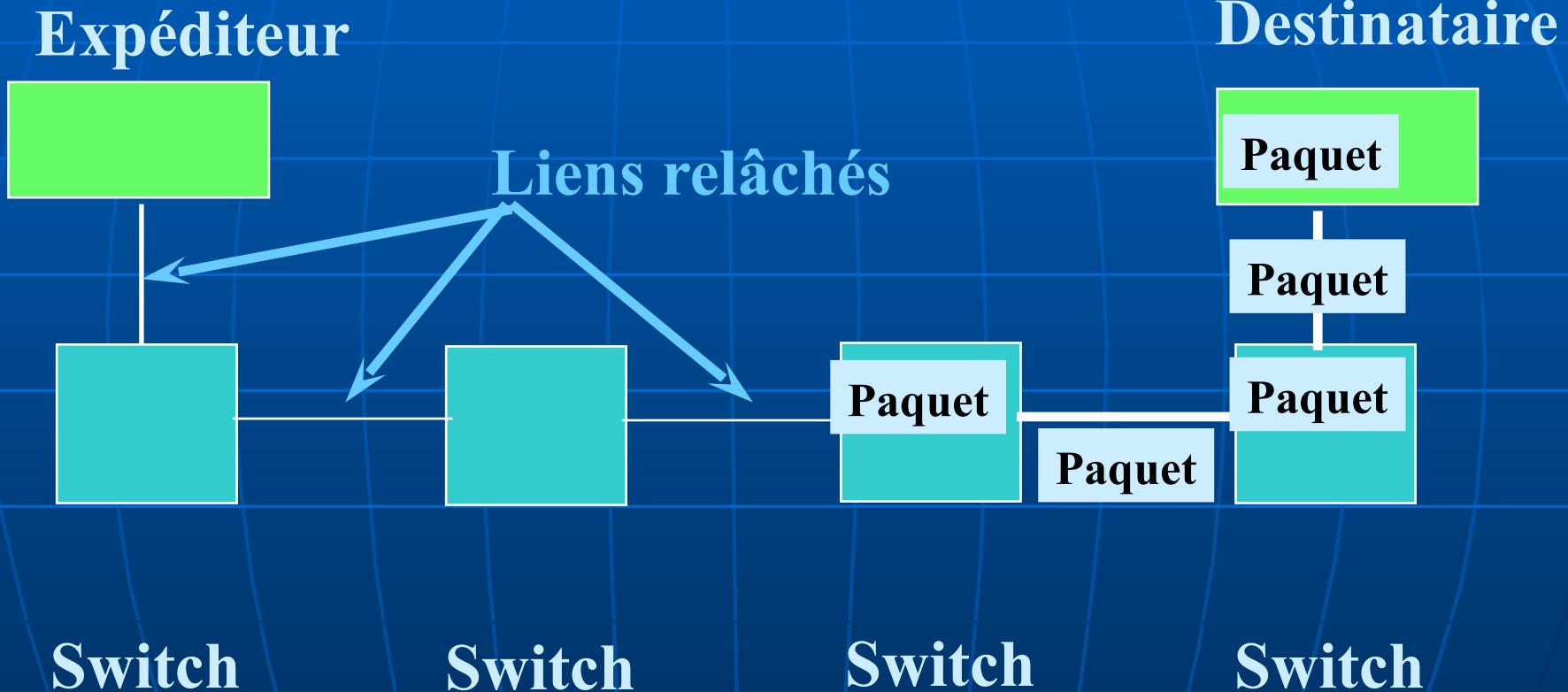
Switch

Switch

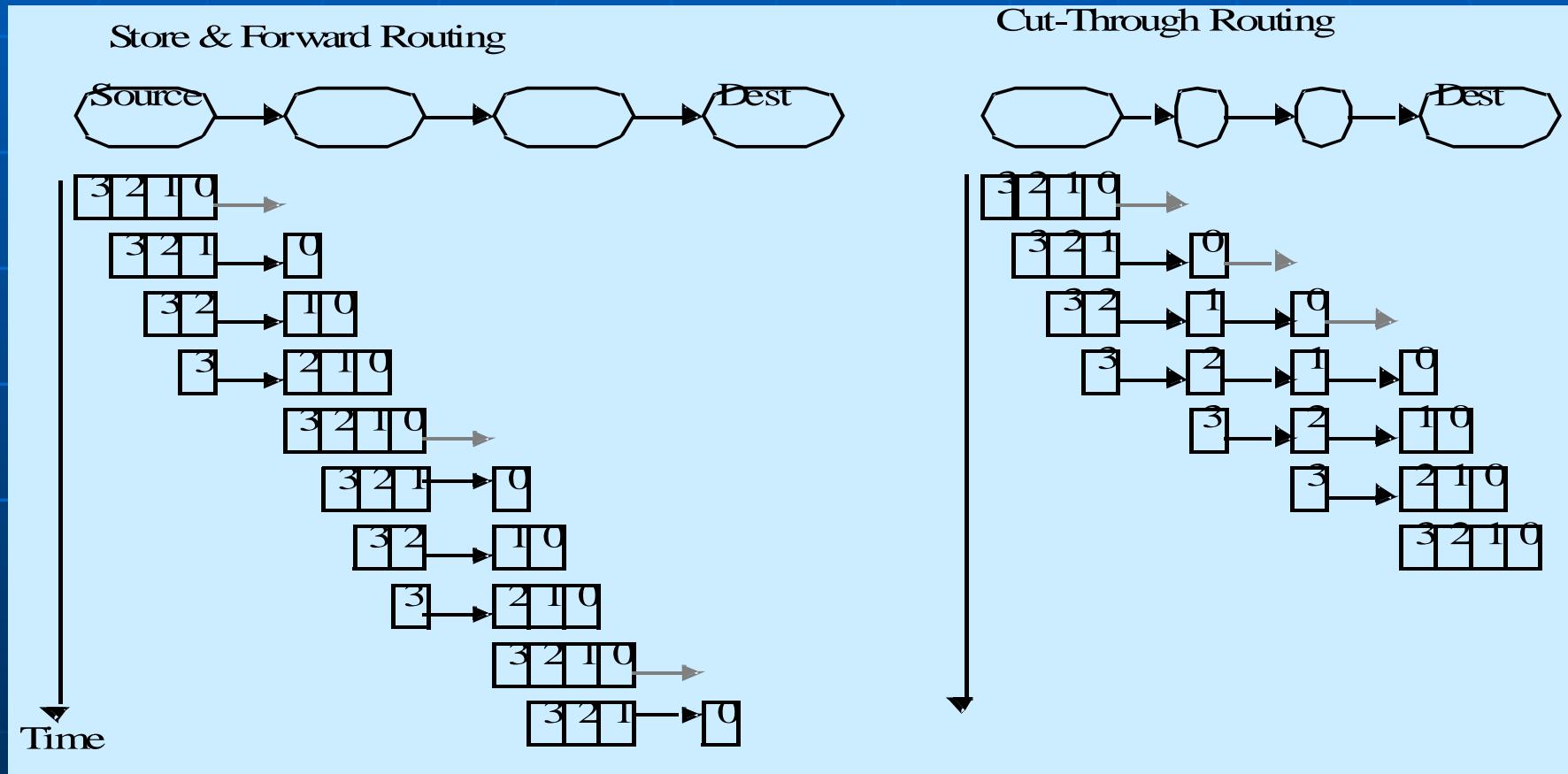
Switch



Circuit-switched



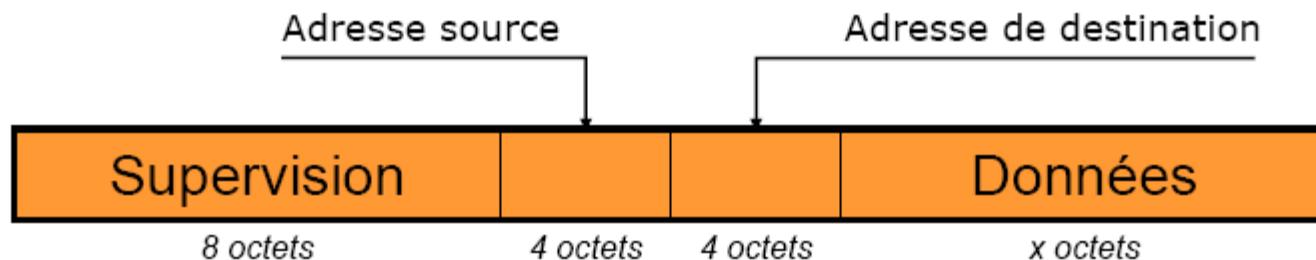
Store&Forward vs Cut-Through Routing



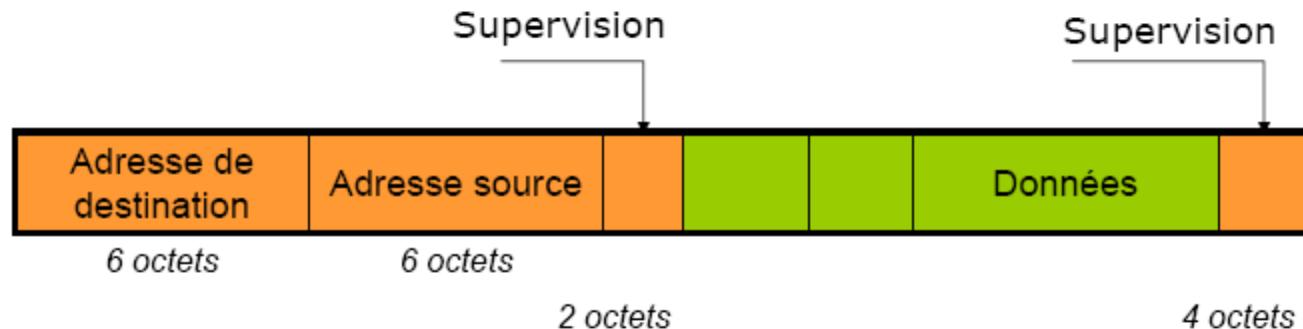
Packet-switched

- **Découpe du message en petits paquets**
- **Un en-tête dans chaque paquet**
- **Chemins différents**
- **Pas de réservation de lien**
- **Risques d'interblocage**

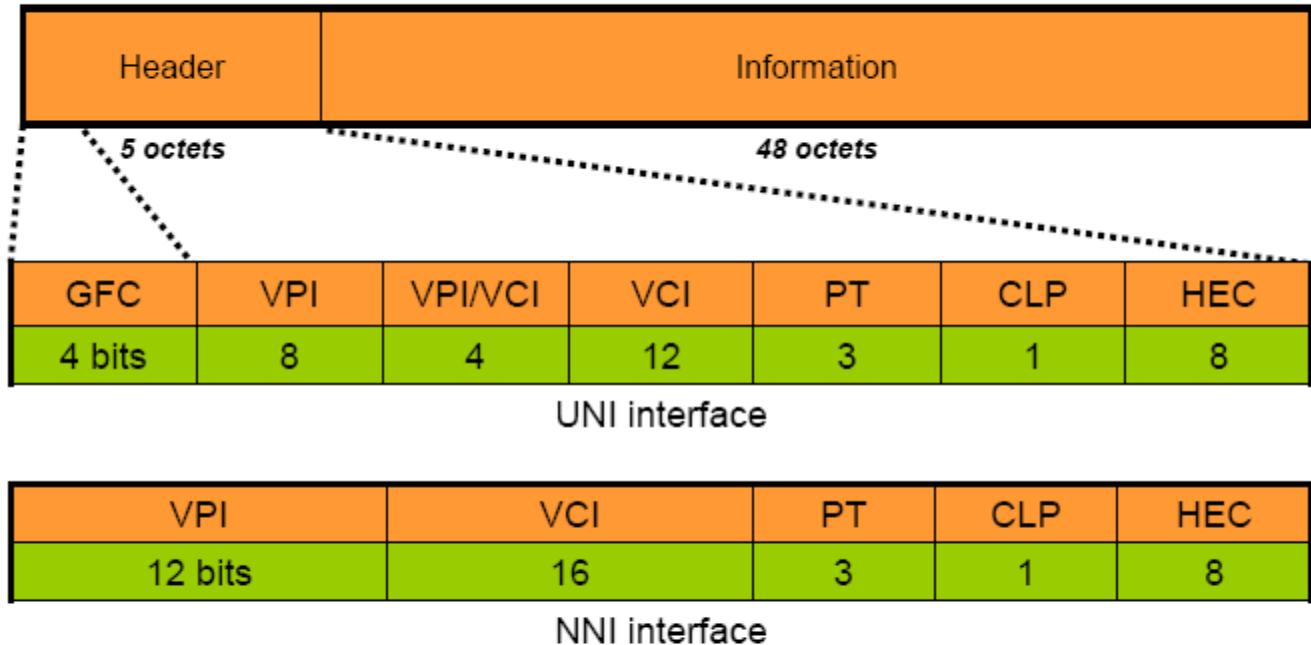
Format du paquet IP



Format du paquet Ethernet



Format du paquet ATM



GFC = Generic Flow Control

VCI = Virtual Channel Identifier

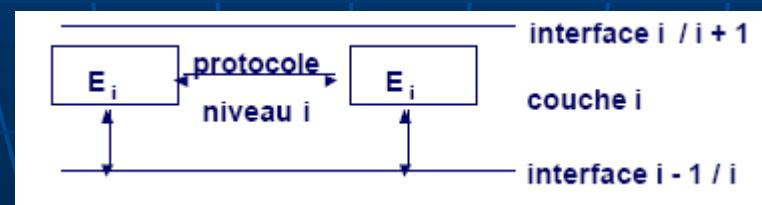
VPI = Virtual Path Identifier

PT = Payload Type

CLP = Cell Loss Priority

Architectures des réseaux

- Service
 - Ensemble des fonctions offertes par une ressource
- Interface (SAP)
 - Ensemble des règles et des moyens physiques nécessaires pour accéder à un service.
- Protocole
 - Ensemble de conventions réglant les échanges entre des entités qui coopèrent pour rendre un service.
- Architecture en couches



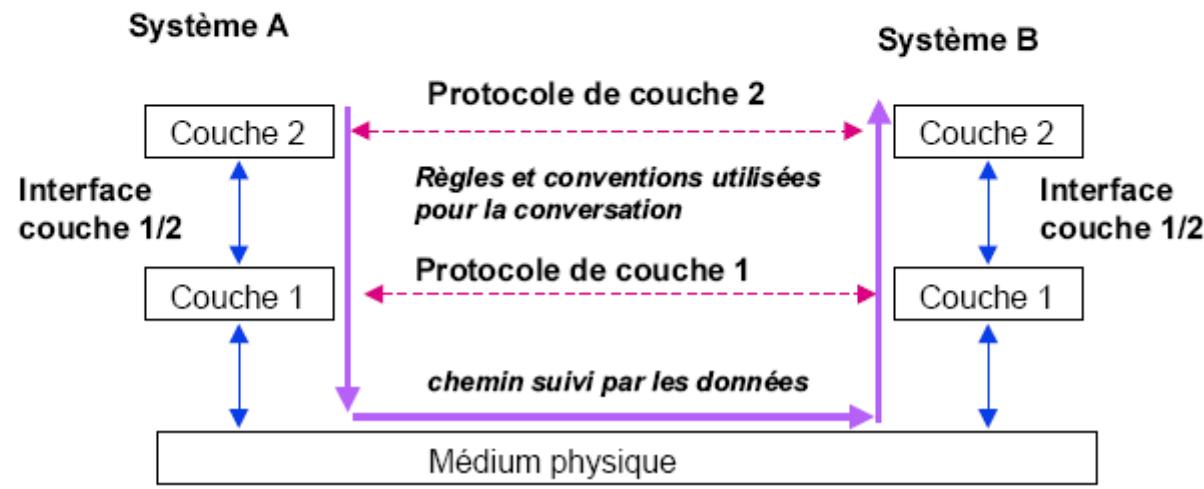
Architecture en couches

- Gérer la complexité
 - une couche de protocole correspond à un module indépendant (entité de protocole)
- Une couche de protocole supporte
 - format commun de données : unité de données*
 - PDU : Protocol Data Unit
 - un ensemble de règles de coopération : procédure
 - peer-peer procedure
 - une interface de service
 - SAP : Service Access Point
- Chaque couche
 - possède une interface
 - connect, send, receive, disconnect
 - utilise des unités de protocole (PDU) composées :
 - entête : fonction de contrôle
 - données opaque pour le protocole
 - fourni des procédures
 - actions pour mettre en oeuvre le protocole
 - par exemple : retransmission en cas d'erreur

Les niveaux

○ Organisation en séries de couches ou niveaux.

- leur nombre, leur nom, leur fonction varie selon les réseaux
- l'objet de chaque couche est d'offrir certains services aux couches plus hautes
 - ces dernières ne connaissant pas la mise en oeuvre de ces services.

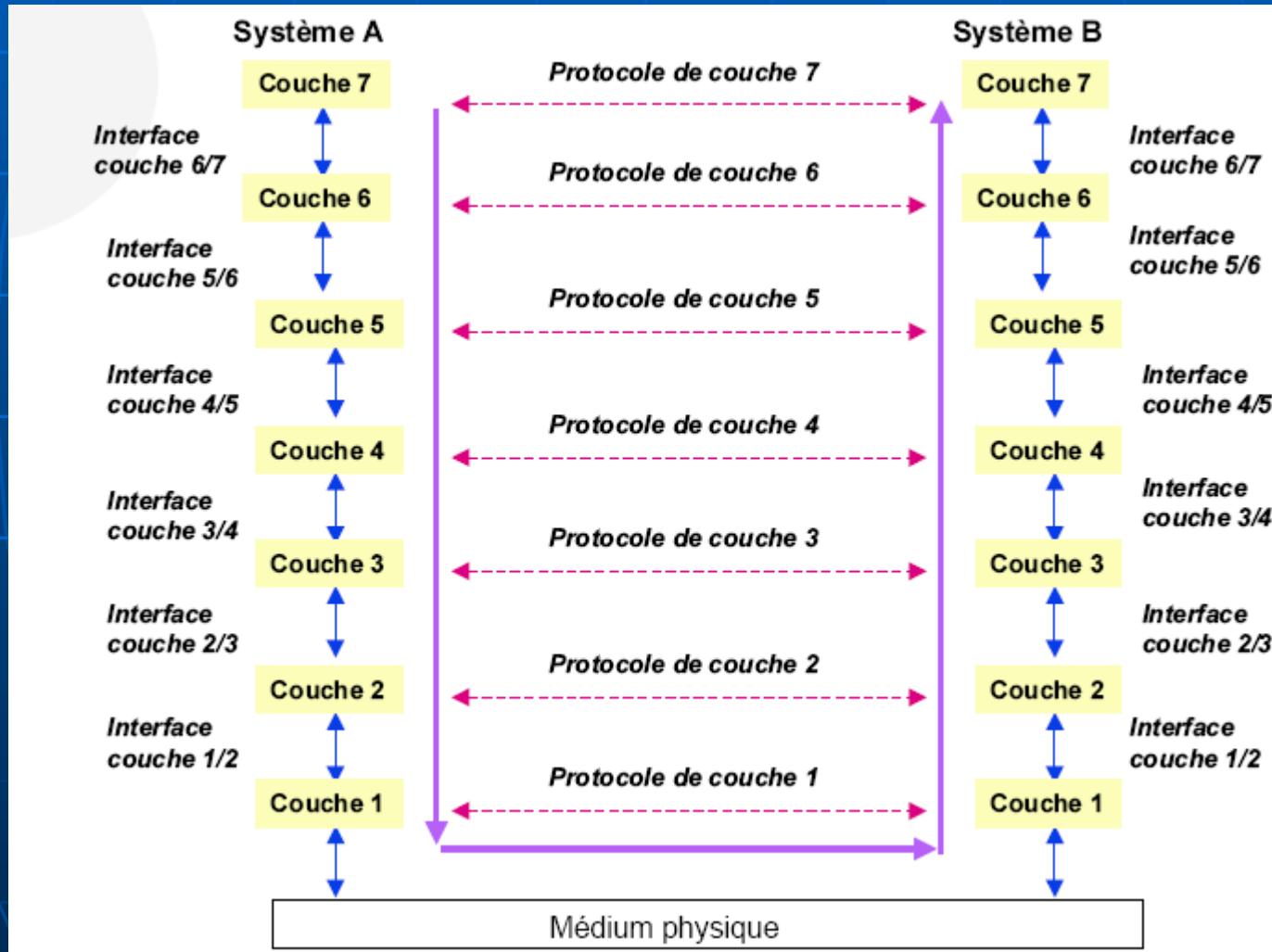


La norme OSI

○ Modèle de référence OSI

- Open Systems Interconnection
 - modèle fondé sur un principe énoncé par Jules César : diviser pour mieux régner
 - le principe de base est la description des réseaux sous forme d'un ensemble de couches superposées les unes aux autres
 - l'étude du tout est réduit à celle de ses parties, l'ensemble devient plus facile à manipuler

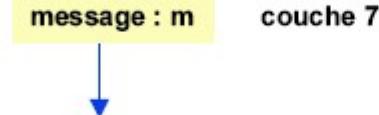
Architecture en couche



Architectures de réseaux

Transmission

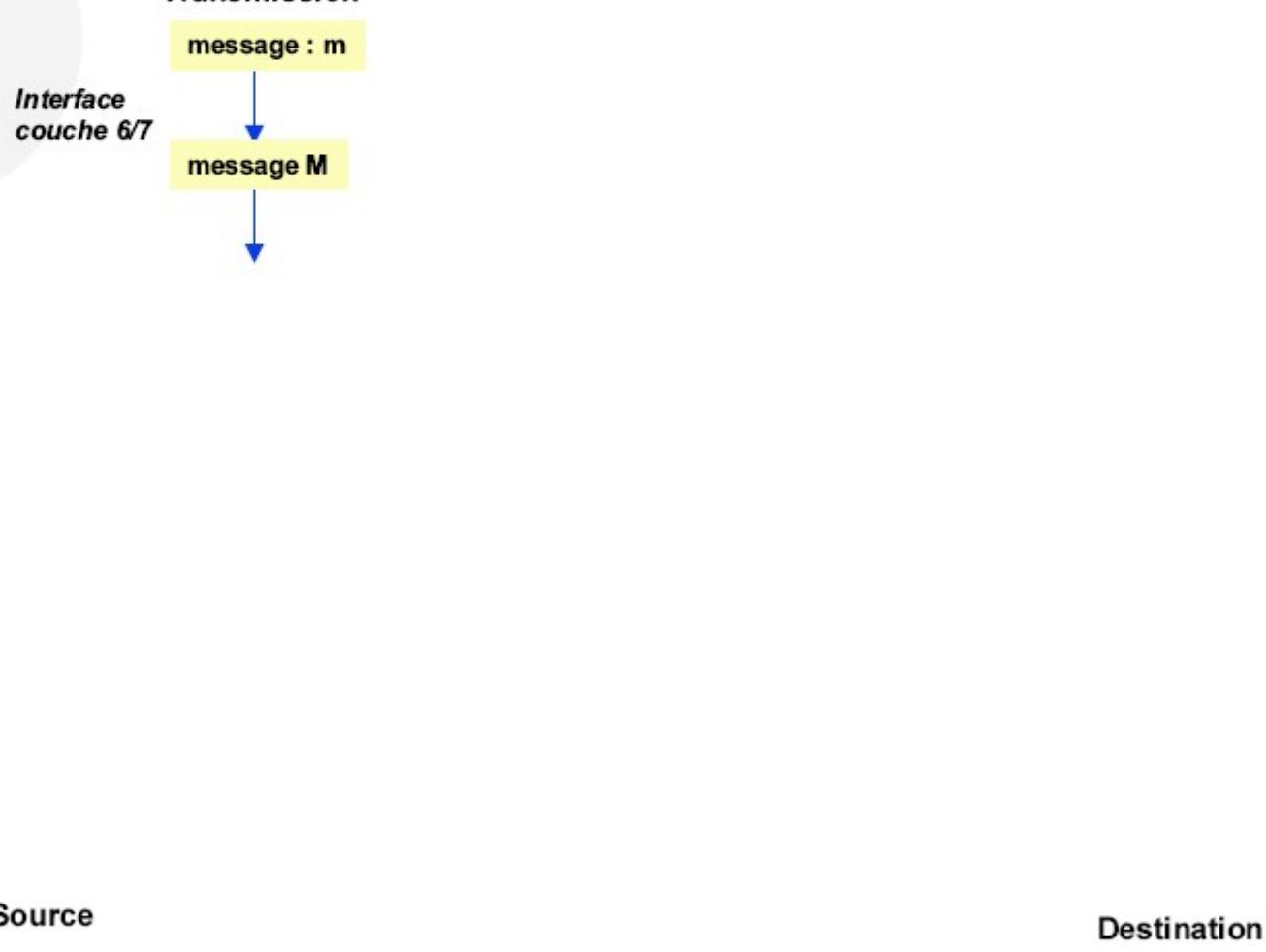
message : m couche 7



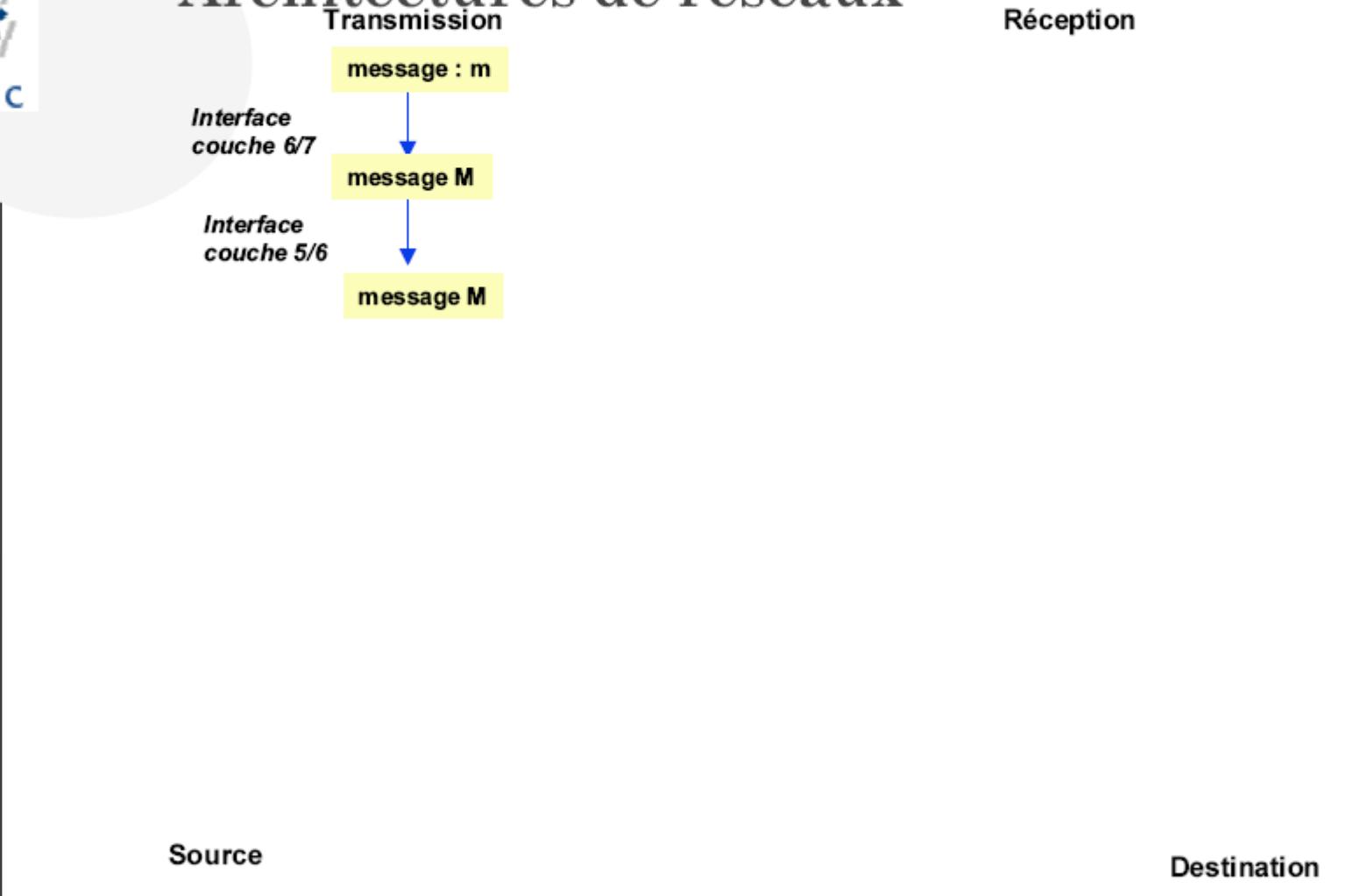
Source

Destination

Architectures de réseaux

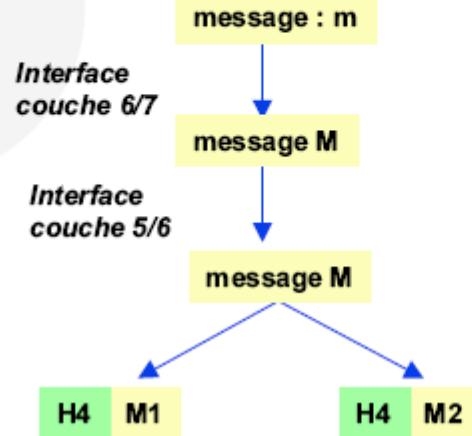


Architectures de réseaux



Architectures de réseaux

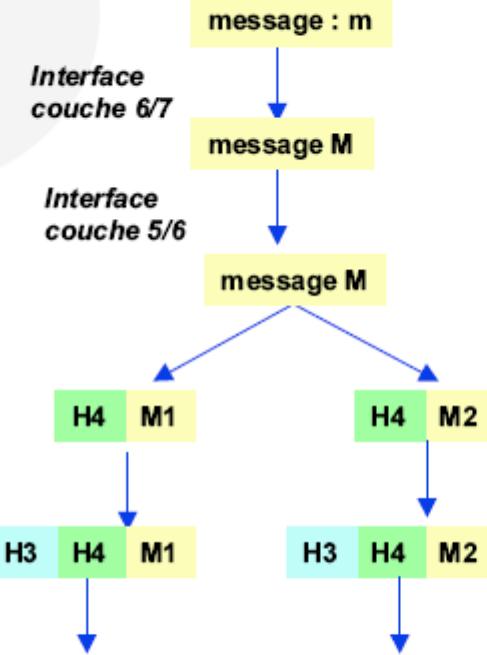
Transmission



Destination

Architectures de réseaux

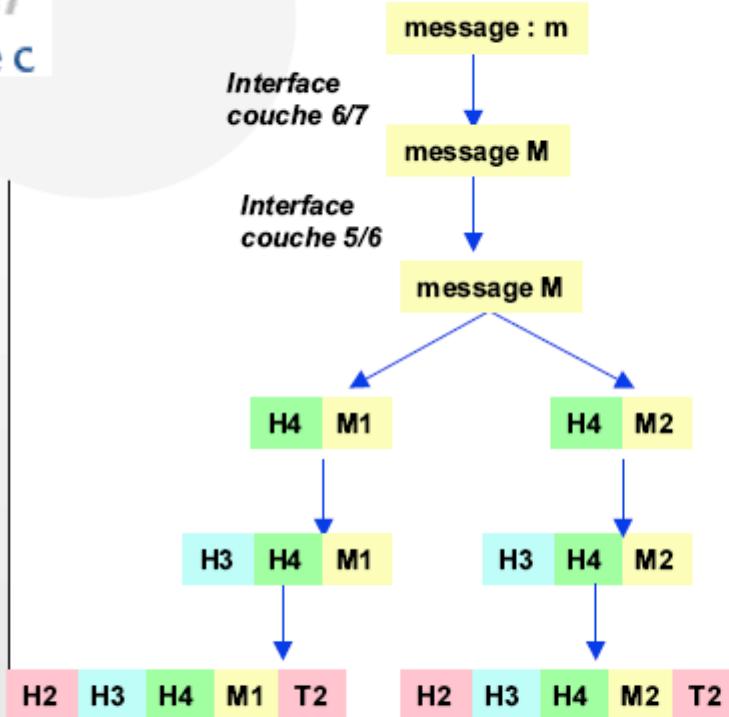
Transmission



Destination

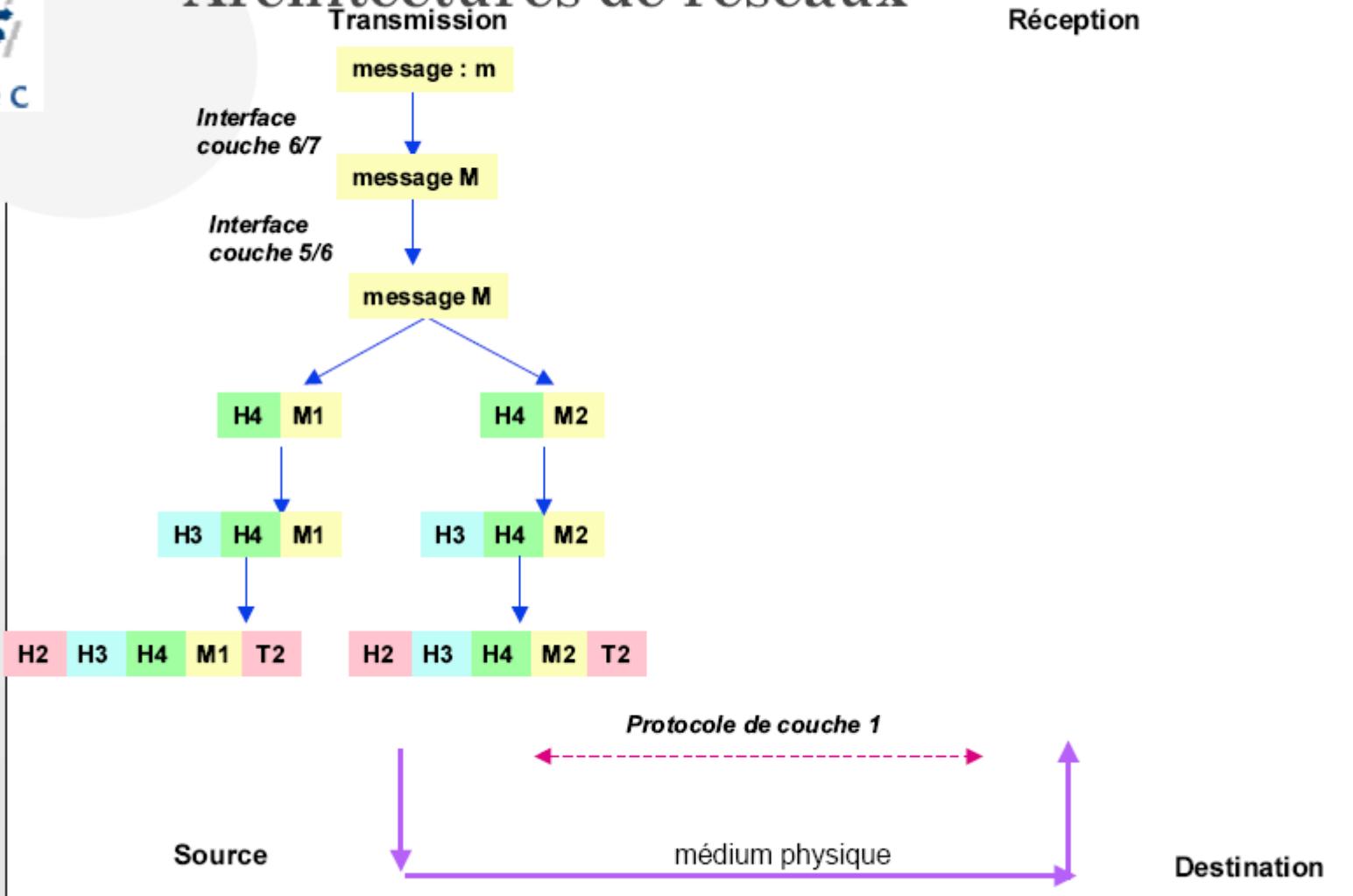
Architectures de réseaux

Transmission

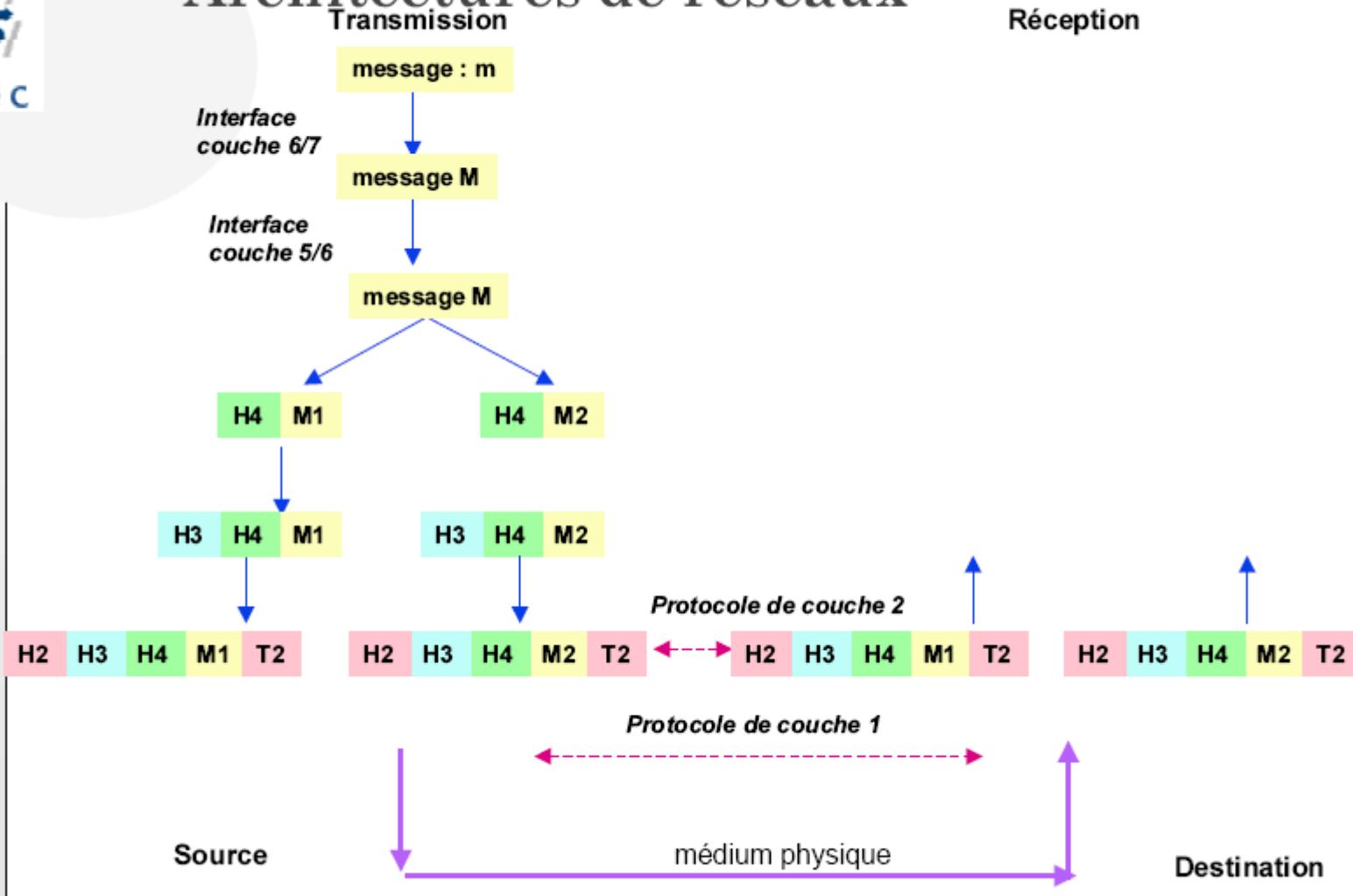


Source

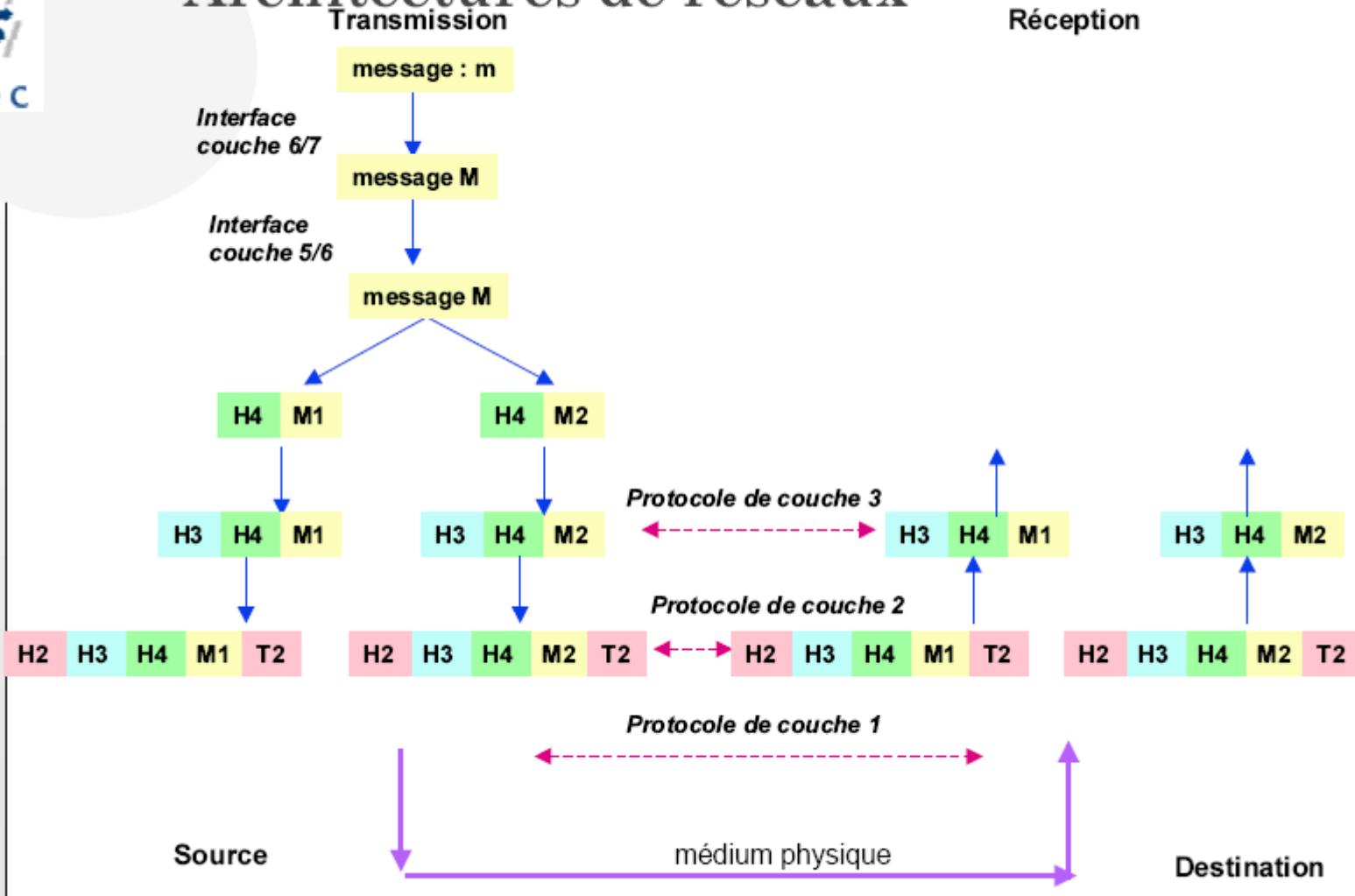
Architectures de réseaux



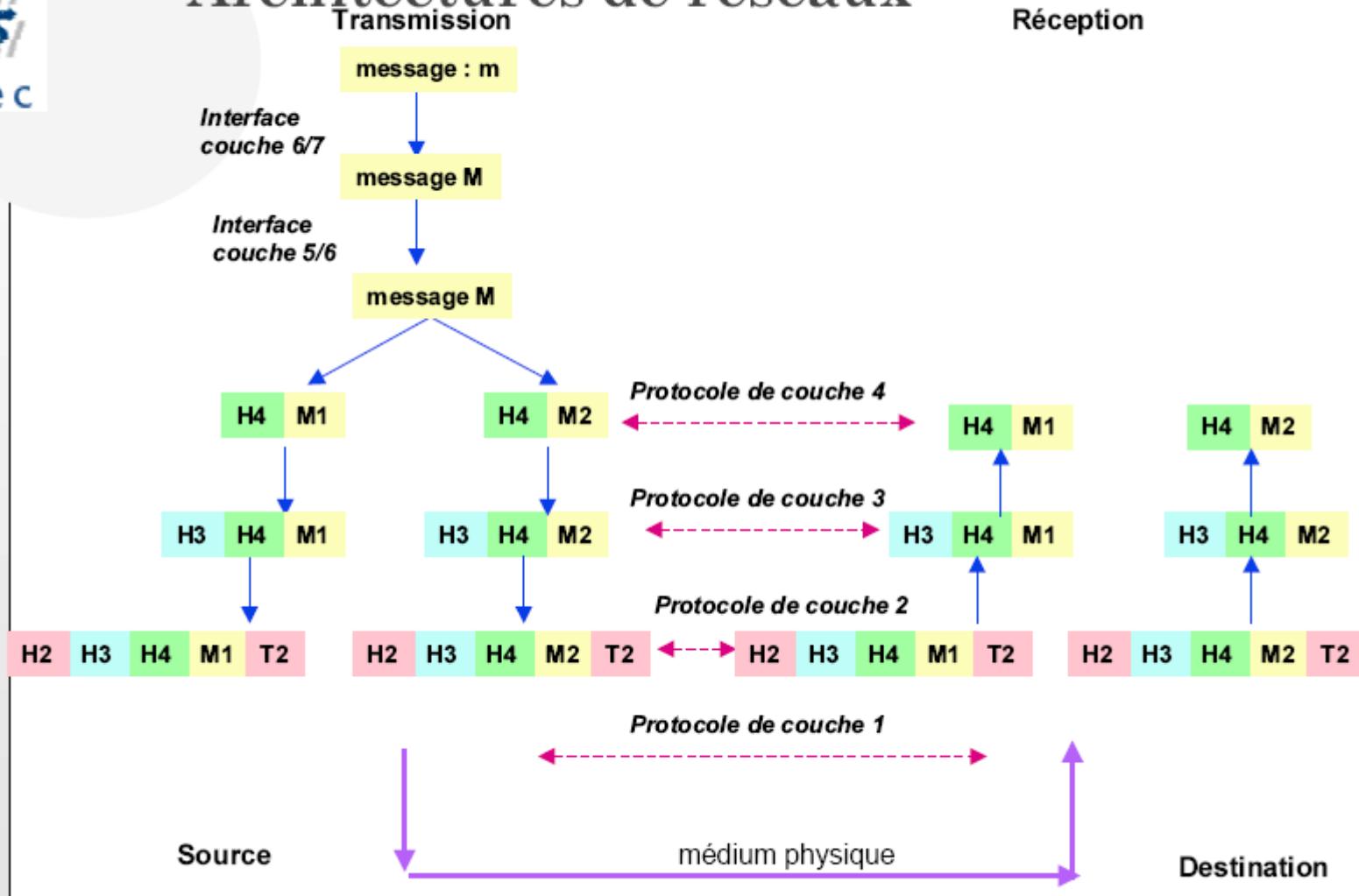
Architectures de réseaux



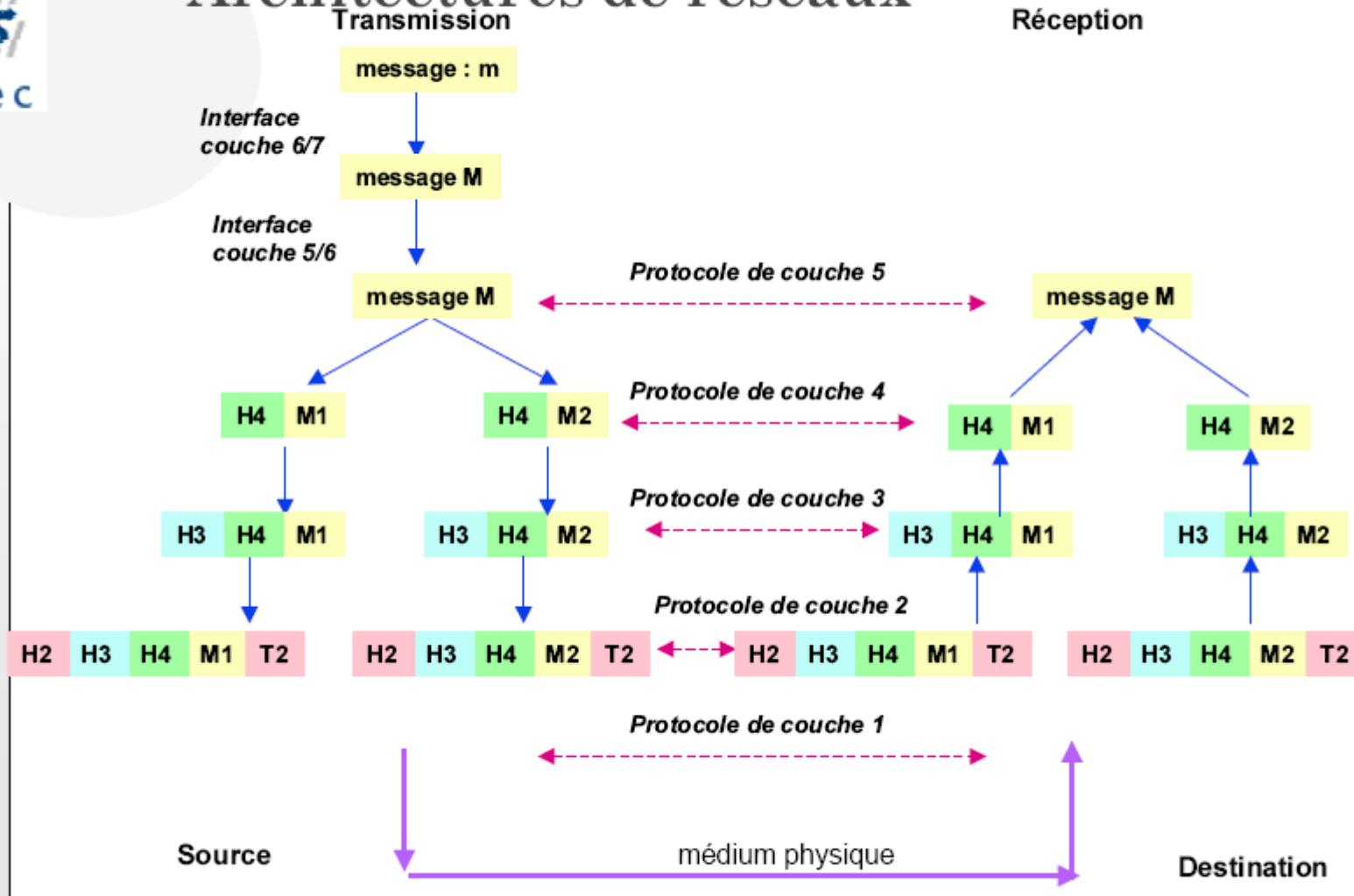
Architectures de réseaux



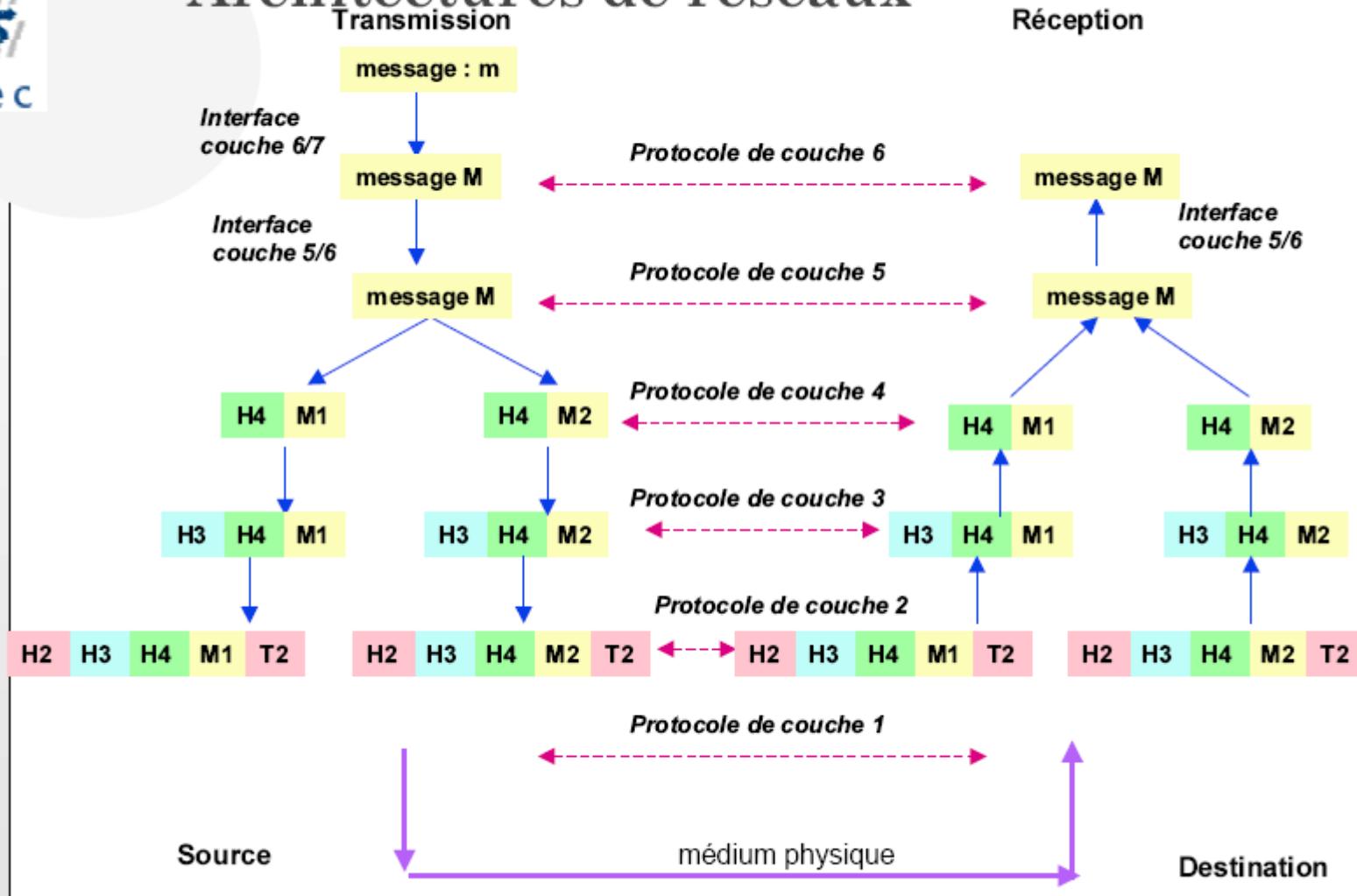
Architectures de réseaux



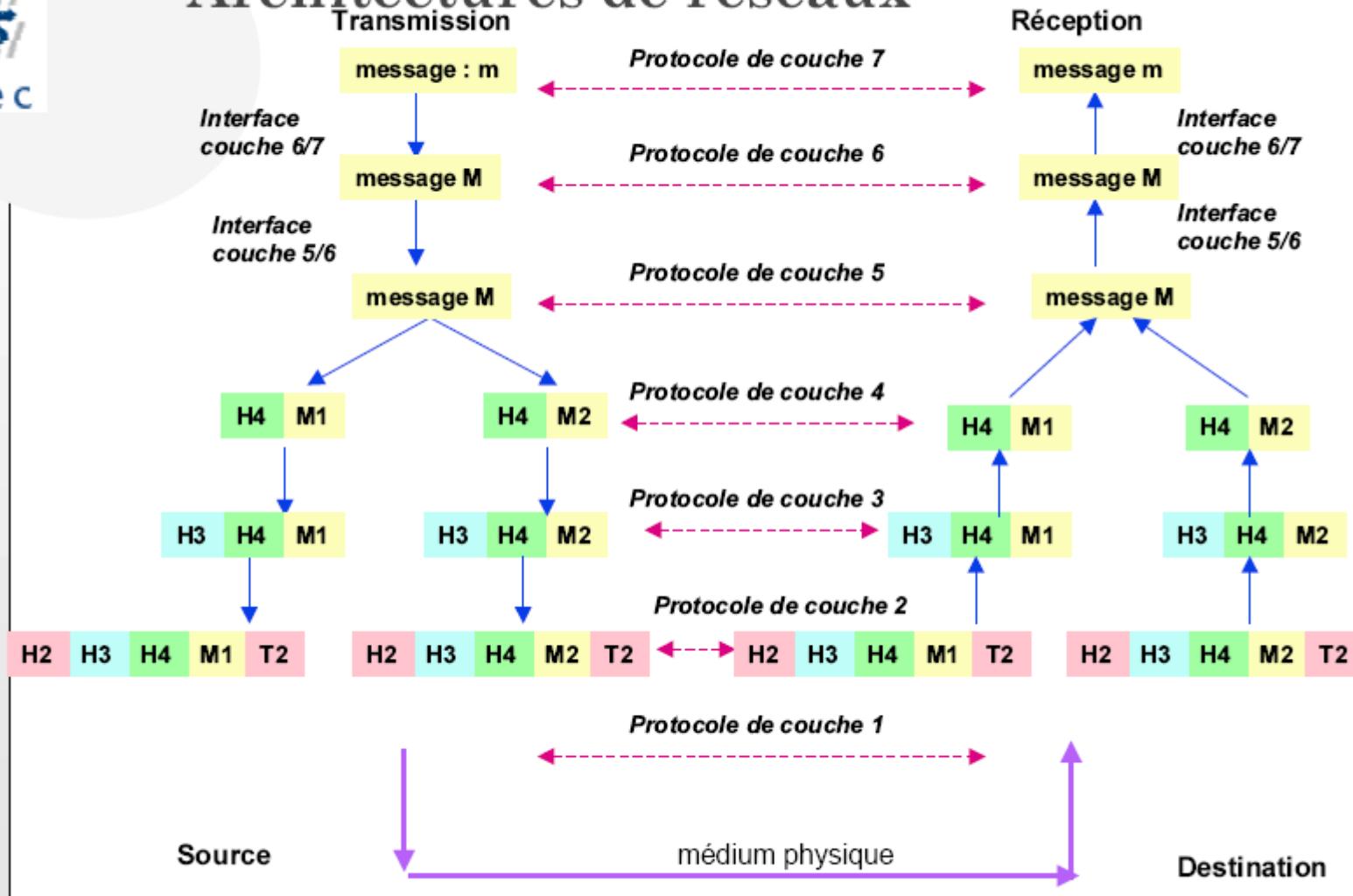
Architectures de réseaux



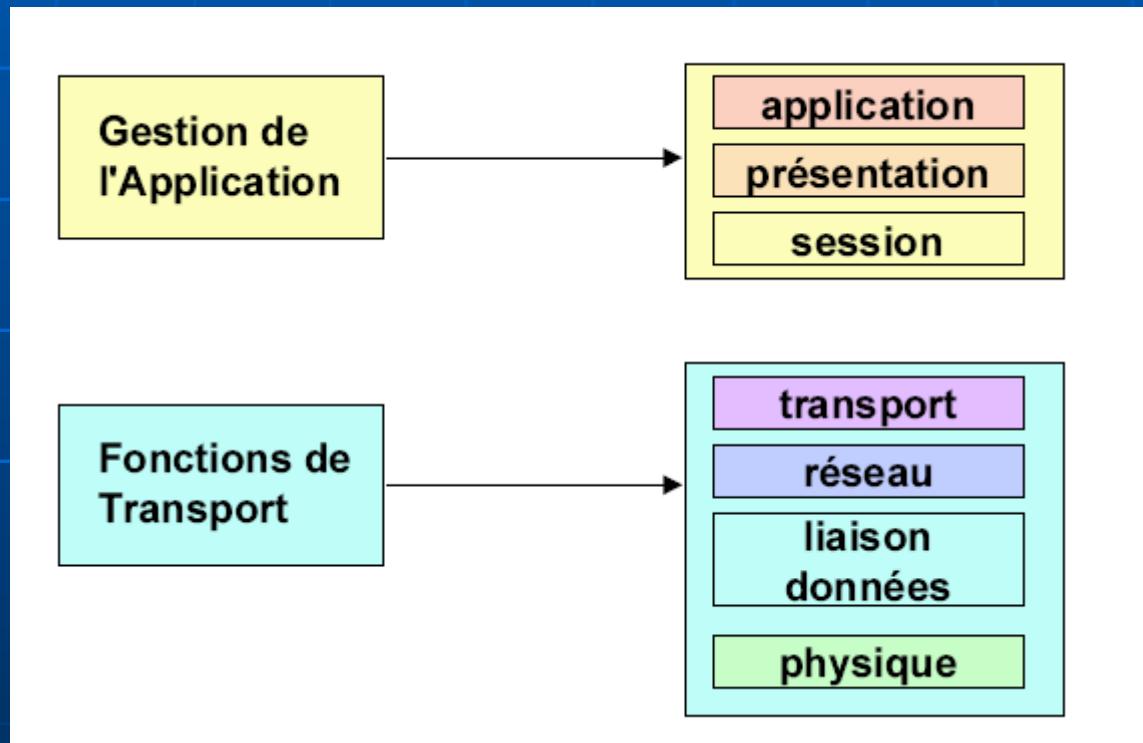
Architectures de réseaux



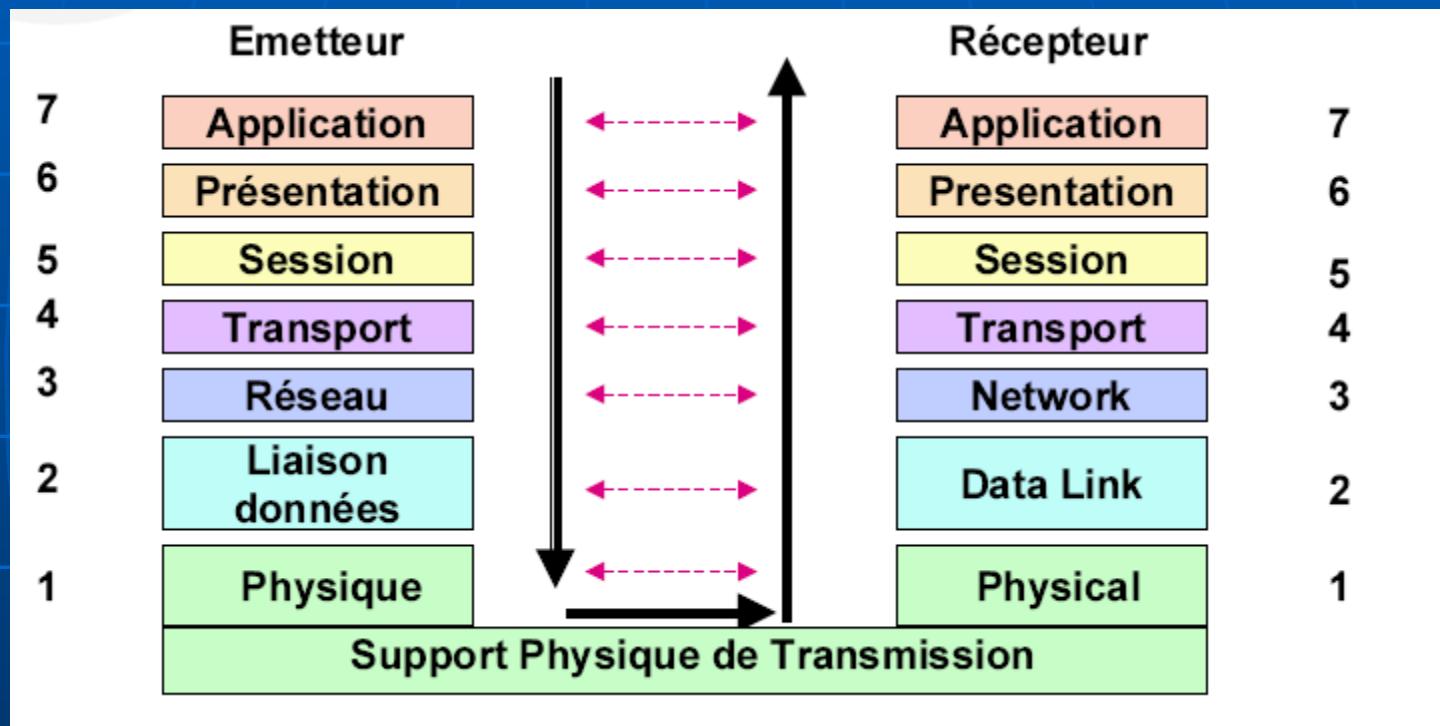
Architectures de réseaux



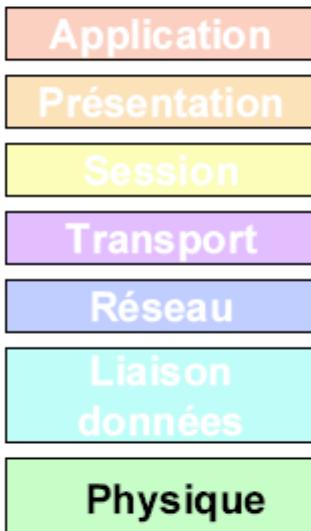
Le modèle OSI



Le modèle OSI



Le modèle de référence OSI



- Support Physique + Couche Physique
- La norme ISO 10022 ou la recommandation X.211 de l'UIT définit le service qui doit être rendu.
- Elle fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels, au maintien et à la désactivation des connexions physiques destinées à la transmission des éléments binaires entre entités de liaisons
- Transmission des bits sur un circuit de communication
- Eléments de la couche physique
 - Support physique
 - Codeurs, Modulateurs,
 - Multiplexeurs, Concentrateurs
- La conception de la couche physique peut-être réellement considérée comme faisant partie du domaine de l'ingénieur électronicien.

Le modèle de référence OSI



- Utilise la couche physique
- Gestion de la liaison de données
 - données de l'émetteur en *trame de données*,
 - transmission des trames en séquence,
 - gestion des trames d'acquittement,
 - reconnaissance des frontières de trames envoyées par la couche physique.
- Détection et reprise sur erreur
 - régulation du trafic,
 - gestion des erreurs.
- Procédure de transmission (HDLC, LLC, DSC, ..)
- La norme ISO 8886 ou la recommandation UIT X.212 définit le service fourni par la couche 2

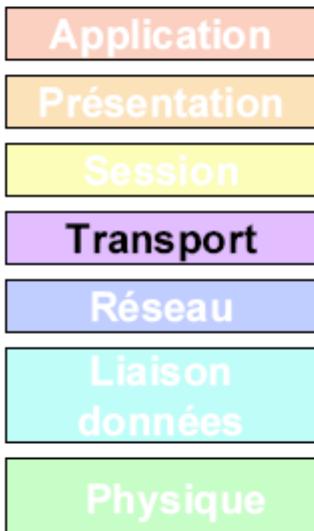
Le modèle de référence OSI



- Fournit les moyens d'établir, de maintenir et de libérer des connexions de réseau entre des systèmes ouverts
 - gestion du sous-réseau,
 - acheminement des paquets de source vers la destination.
- Fonctionnalités
 - Adressage
 - Routage
 - source routing/"hop by hop"
 - Contrôle de flux
- Modes connecté/non connecté
 - IP, X25

La couche réseau doit permettre l'interconnexion de réseaux hétérogènes

Le modèle de référence OSI



- Indépendance des réseaux sous-jacents
- Accepte les données de la couche session
 - les découpe éventuellement,
 - s'assure de l'ordonnancement
- Optimiser les ressources réseaux
- Fonctionnalités de bout en bout
 - multiplexage de plusieurs messages sur un canal
 - nécessité d'indiquer quel message appartient à quelle connexion.
- Dépendance du service réseau (QoS)
- Protocoles de Transport
 - TP0, 1, 2, 3 ou 4
 - TCP, UDP

Authentique couche de bout en bout

Le modèle de référence OSI



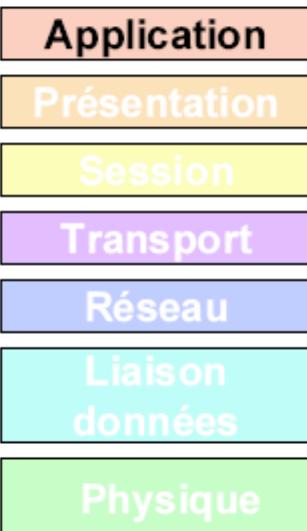
- Responsable de la synchronisation
- Fonctions de type
 - Gestion du dialogue (bi- ou unidirectionnel)
 - Points de reprise,
 - Retour arrière
 - etc.
- Orchestration
- Gestion des transactions

Le modèle de référence OSI



- S'intéresse à la syntaxe et à la sémantique des informations
 - Représentation des données transférées entre entités d'application,
Représentation de la structure de données et représentation de l'ensemble des actions effectuées sur cette structure de données.
 - encodage dans une norme agréée permettant à des équipements "ASCII" et "EBCDIC" par exemple de communiquer.
 - compression des données, chiffrement.
- Exemple: La syntaxe abstraite ASN.1 (ISO 8824, UIT X208) normalisée par l'ISO.
 - utilisée dans la messagerie X400 et les annuaires X500.

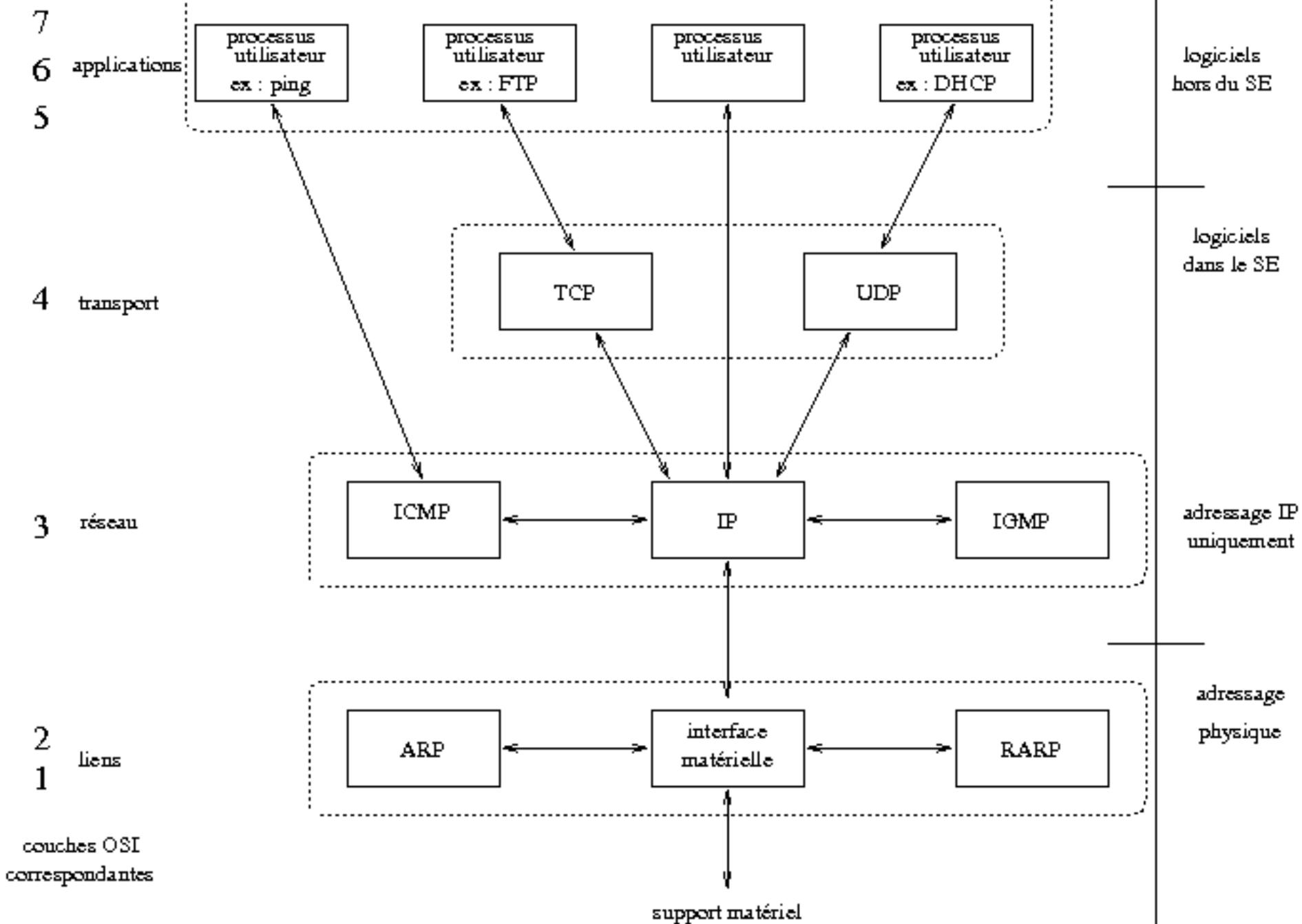
Le modèle de référence OSI



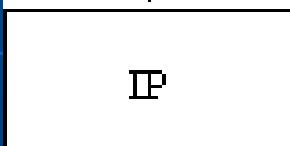
- Elle offre aux processus d'application le moyen d'accéder à l'environnement OSI.
- Les processus d'application échangent leurs informations par l'intermédiaire des entités d'application
 - exemple : terminal de réseau virtuel, transfert de fichiers, courrier électronique, consultation des annuaires.

Exemple TCP/IP

- TCP/IP structurés en quatre couches de protocoles
- **La couche de liens** : l'interface avec le réseau, constituée d'un driver du système d'exploitation et d'une carte d'interface avec le réseau.
- **La couche réseau ou couche IP** (Internet Protocol) gère la circulation des paquets à travers le réseau en assurant leur routage.
- **La couche transport** assure tout d'abord une communication de bout en bout en faisant abstraction des machines intermédiaires entre l'émetteur et le destinataire.
 - Elle s'occupe de réguler le flux de données et assure un transport fiable (données transmises sans erreur et reçues dans l'ordre de leur émission) dans le cas de TCP (Transmission Control Protocol)
 - non fiable dans le cas de UDP (User Datagram Protocol). Pour UDP, il n'est pas garanti qu'un paquet (appelé dans ce cas datagramme) arrive à bon port, c'est à la couche application de s'en assurer.
- La couche application est celle des programmes utilisateurs comme telnet (connexion à un ordinateur distant), FTP (File Transfert Protocol), SMTP (Simple Mail Transfert Protocol), etc ...



ordinateur A



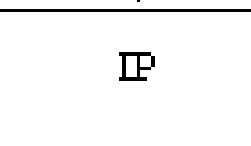
protocole FTP

protocole TCP

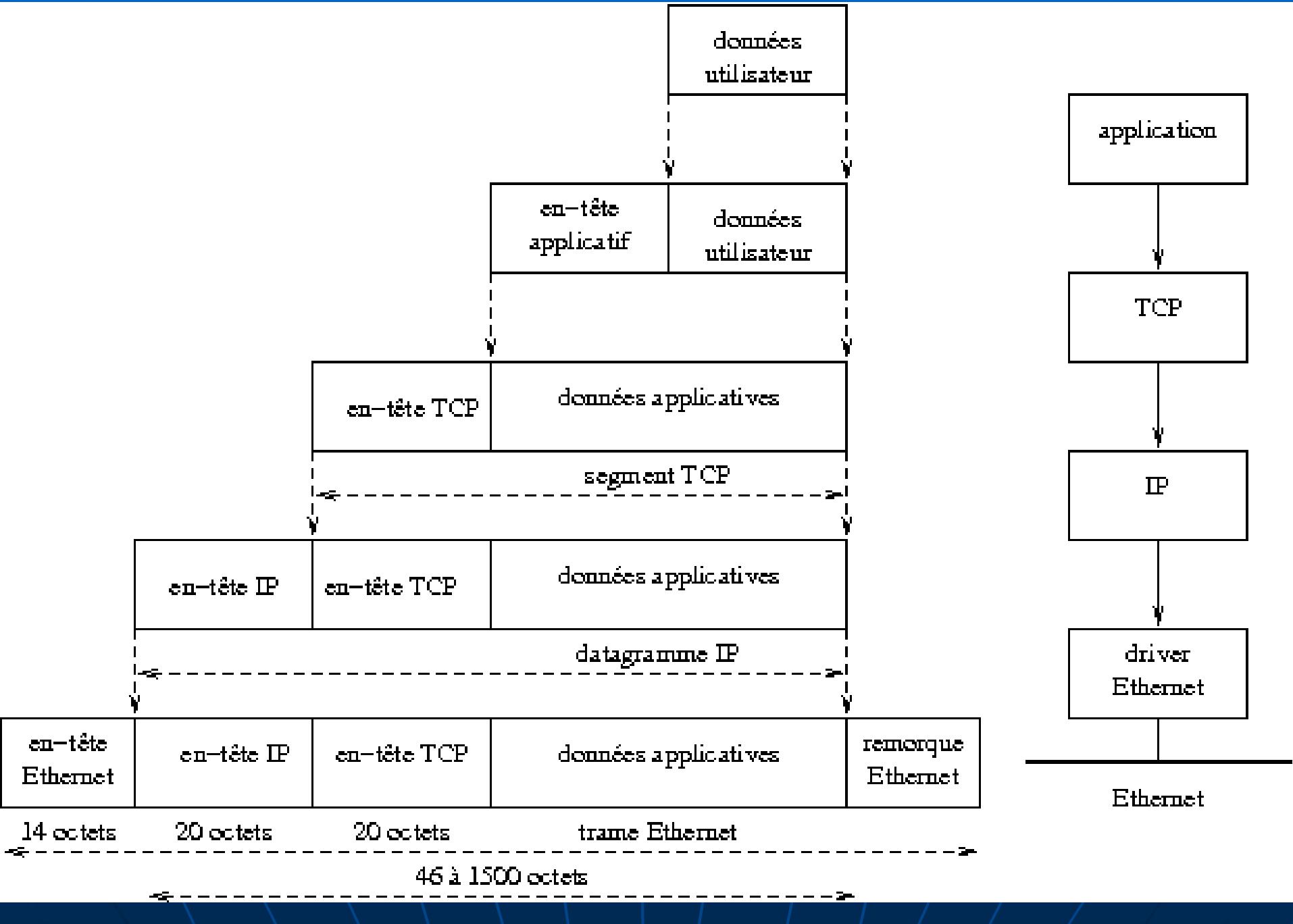
protocole IP

protocole Ethernet

ordinateur B



bus Ethernet



ordinateur A

ordinateur B

