

Module ASR4 ASR40

Réseaux informatiques

Contenu

1. Introduction
2. Réseaux locaux Ethernet et IEEE 802.3
3. Architecture TCP/IP : Protocole IP
4. Architecture TCP/IP : Protocole TCP
5. Réseaux locaux virtuels (VLANs)

Volume : 7,5 h Cours, 10 h TD, 10 h TP

Coefficients : contrôle continu = 10, contrôle partiel = 16

Module ASR-4

Réseaux informatiques

Chapitre 1

Introduction

Notions générales

1. Introduction

1.1. Notions fondamentales

- Réseau, station, nœud, lien, topologie
- Protocole, service, adressage, format d'échange, flux

1.2. Normalisation, architectures normalisées

- OSI, TCP/IP

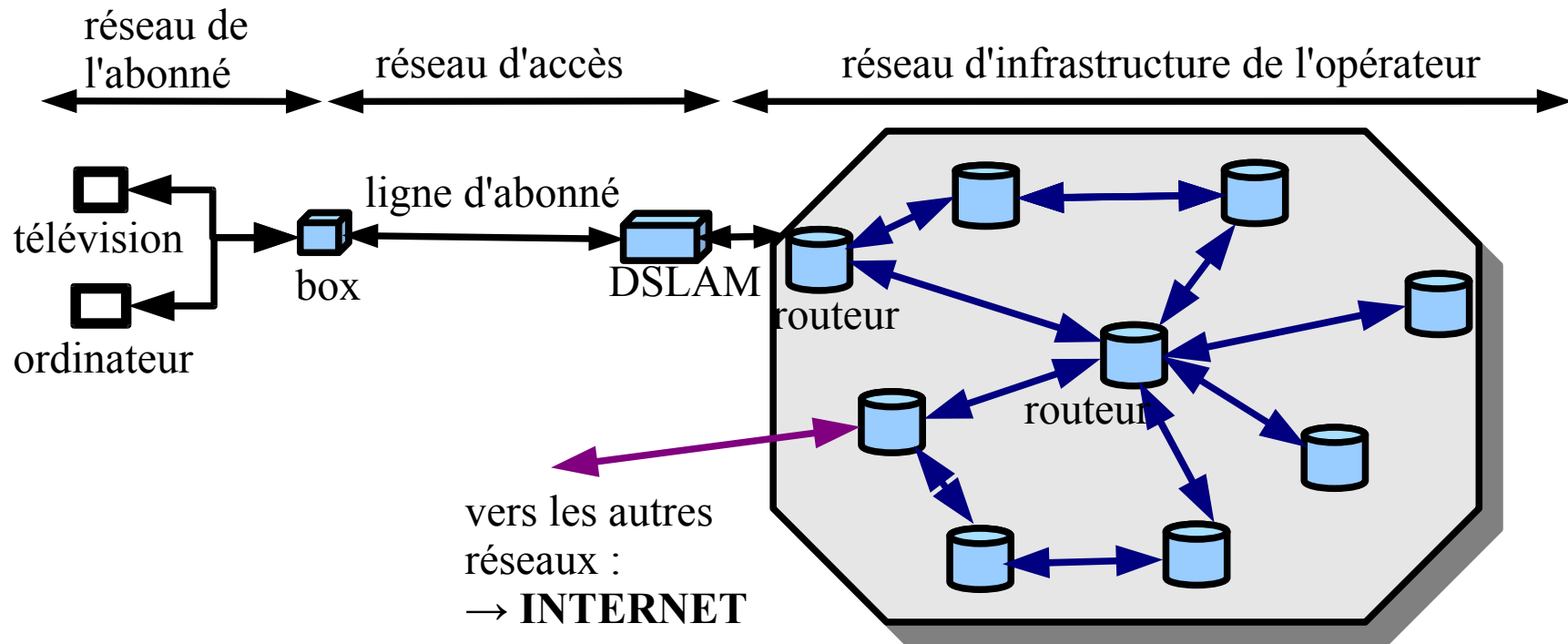
1.3. Réseaux locaux : Ethernet, WiFi, Bluetooth

1.4. Réseaux étendus

- Réseaux de transport et réseau d'accès, Internet

1.5. Définitions

1. Composants d'un réseau



- station : équipement utilisateur d'un réseau : ordinateur, télévision, téléphone, etc.
- nœud : équipement d'interconnexion : commutateur, routeur, « box », DSLAM, etc.
- lien : support de transmission : paire téléphonique, onde radio, câble optique, etc.

Architecture réseaux et protocole

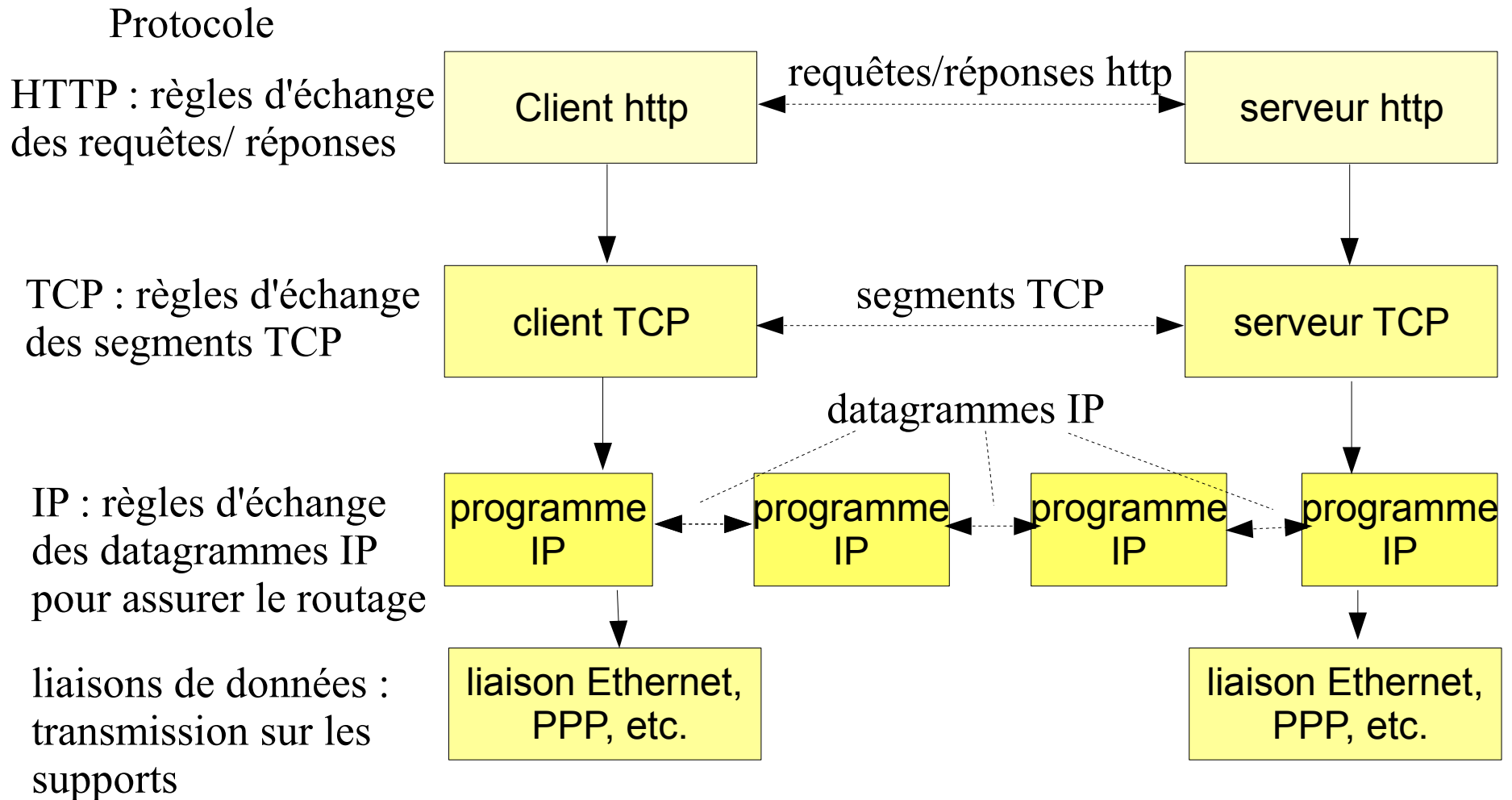
- Organisation des fonctions réalisées dans un réseau sous forme d'une **architecture en niveaux**
- Chaque niveau est défini par :
 - Les **entités** logicielles ou matérielles qui implantent les fonctions.
 - Les **protocoles** qui fixent la structure des données et les règles d'échange entre les entités.
- Architecture (simplifiée) définie en trois niveaux de base :
 - niveau application : message
 - niveau acheminement : paquet
 - niveau transmission : trame

Architecture en 3 niveaux

niveau	fonction	unité de données
application	Réalisation des échanges entre les composants de l' application . ex: serveur web et client navigateur	message (<i>ex : mail, requête /réponse HTTP</i>)
acheminement	Transport de bout en bout des données des applications avec la qualité de service requise (fiabilité, sécurité, synchronisation). Acheminement à travers le réseau. ex : routage IP, transport TCP.	paquet (<i>ex : datagramme IP, segment TCP</i>)
transmission	Transmission sur chaque lien . Détection des erreurs , gestion du partage et de l' accès aux liens. ex: Ethernet, Wifi, WDM	trame (<i>ex : trame Ethernet, cellule ATM, trame PPP</i>)

Niveaux de protocole

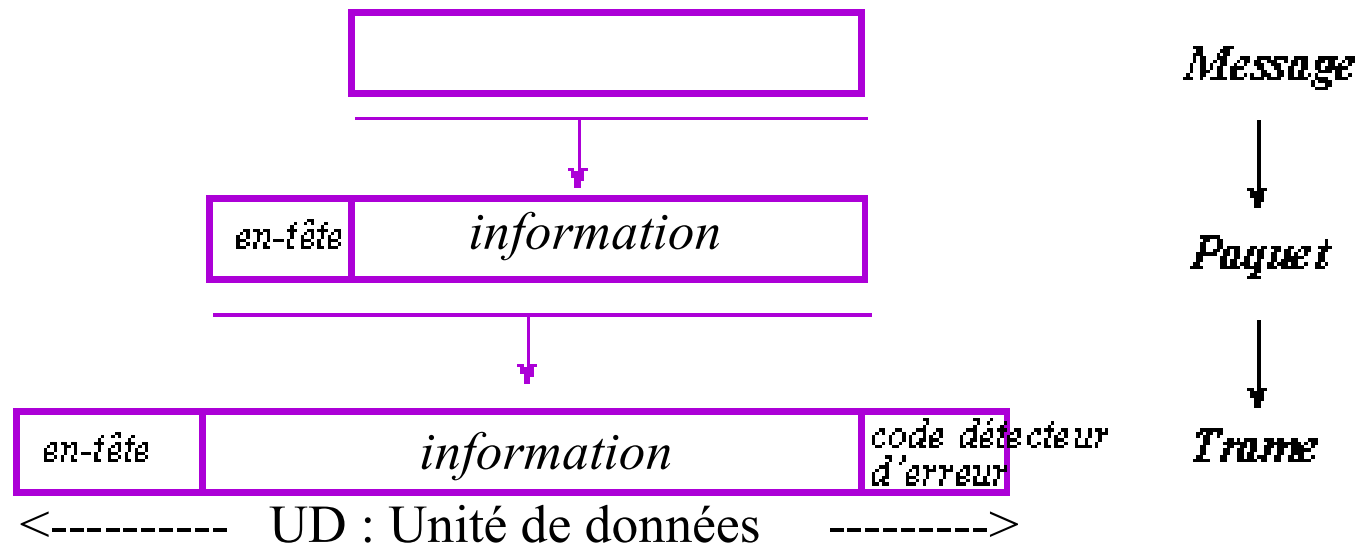
Exemple des protocoles HTTP/TCP/IP



Adressage dans les réseaux

- adresse « **réseau** » : identification des **équipements** par une adresse IP : indépendante de la localisation, définie hiérarchiquement à partir d'une **adresse réseau** et de l'adresse de la **machine** dans ce réseau :
 - IPv4 (sur 32 bits) : 194.62.123.43
 - IPv6 (sur 128 bits) : 1fff:0000:0a88:85a3:0000:0000:ac1f:8001
- adresse « **physique** » (des stations, des routeurs, etc.) :
adresses MAC sur 48 bits : 00:C0:4F:26:E1:CF
- adresse **interne** au réseau : (ex. circuit virtuel ATM)
- adresse de niveau **application** :
 - numéro de port (niveau transport) ex: port 80 (HTTP)
 - identifiants utilisés dans les applications : adresse mail, uri, nom dns, etc.

Encapsulation des données



- **UD : Unités de Données** de chaque niveau (trame, paquet = datagramme ou segment, message).
- Le champ « **information** » ou « payload » contient l'Unité de Données du niveau supérieur.
- L'**en-tête** de chaque UD contient les données supplémentaires nécessaires à la réalisation du protocole : adresses, numéros, commandes, etc.

Fonctions générales d'un réseau

- Définition du mode de communication : avec/sans **connexion**
- **Encapsulation** et fragmentation des UD à transmettre
- **Contrôle d'erreur** :
 - détection d'erreur physique ou logique (UD manquante)
 - correction d'erreur : automatique ou par **retransmission**.
- **Contrôle de flux** : adaptation de l'émission aux capacités de réception.
- **Contrôle de congestion** : gestion au mieux des ressources internes du réseau pour assurer la transmission des flux de façon fluide et selon la qualité de service requise.
- **Partage du/des liens** : gestion des accès en fonction des demandes et/ou multiplexage des flux.

2. Organismes de normalisation

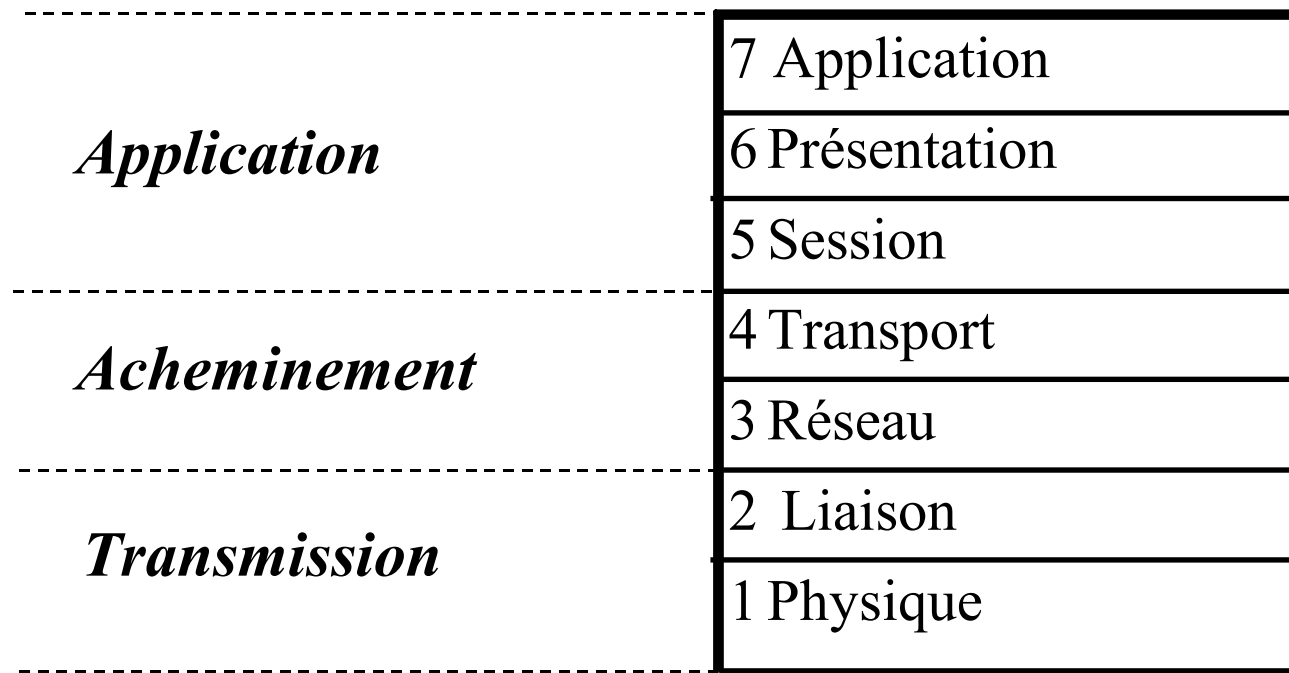
- Importance : pour communiquer, il faut s'entendre...
- Complexité technologique et convergence de métiers différents : informatique, télécommunication, téléphonie, télévision, audio...
- Principales organisations de normalisation :
 - **ISO** : International Standardisation Organisation
(<http://www.iso.ch>)
 - **ITU** : International Telecommunication Union
(<http://www.itu.ch>)
 - **IEEE** : Institute of Electrical and Electronics Engineers
(<http://www.ieee.org>)
 - **IETF** : Internet Engineering Task Force (<http://www.ietf.org>)

Autres structures de standardisation

- Associations professionnelles :
 - Le consortium **W3C** (<http://www.w3.org>) : normes relatives au web.
 - Le forum **WiMAX** (<http://www.wimaxforum.org>)
 - Le forum **DSL** (<http://www.adsl.com>) : lignes d'accès haut débit.
- Agences de réglementation :
 - **ARCEP** : (<http://www.arcep.fr>) Agence de Régulation des Communications Électroniques et de la Poste, ex- ART
 - **CNIL** : (<http://www.cnil.fr>) Commission Nationale Informatique et Libertés

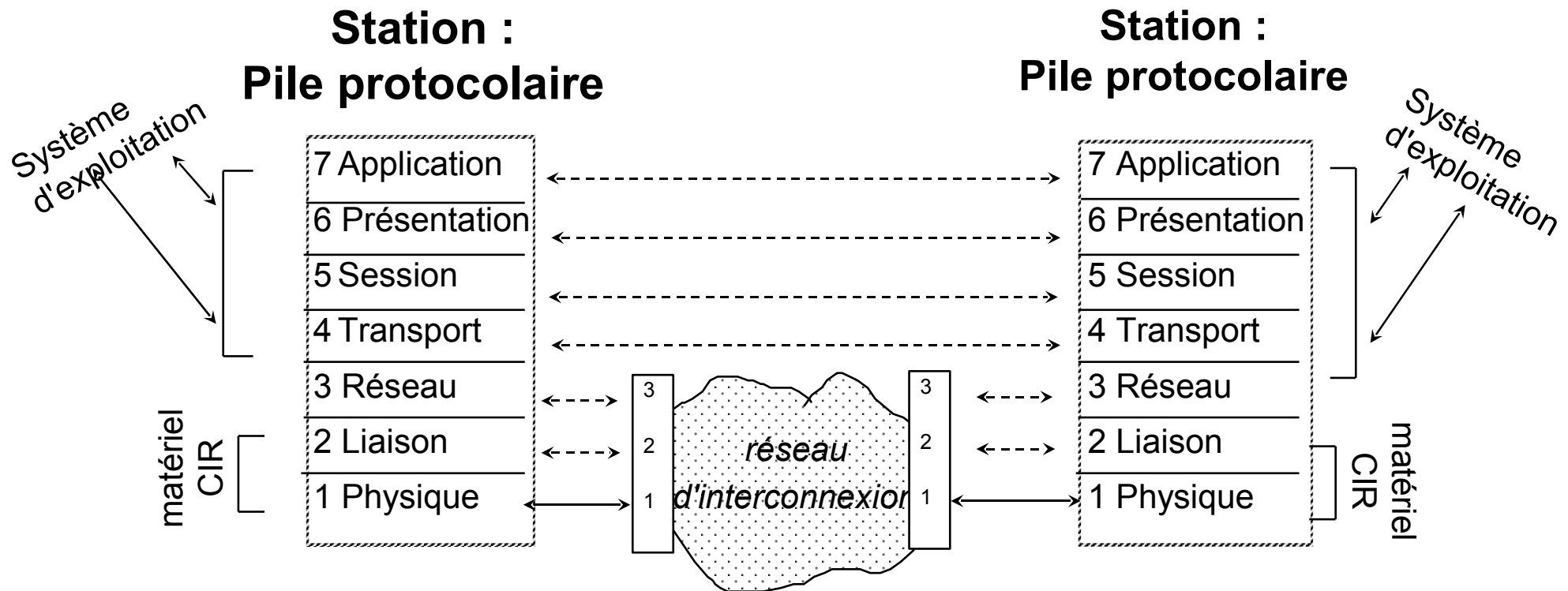
Architecture OSI

- Open Systems Interconnexion
- Objectif : architecture de référence



Interconnexion OSI

- Seuls les 3 premiers niveaux sont mis en œuvre dans les nœuds d'interconnexion (commutateurs, routeurs, ponts, etc.)



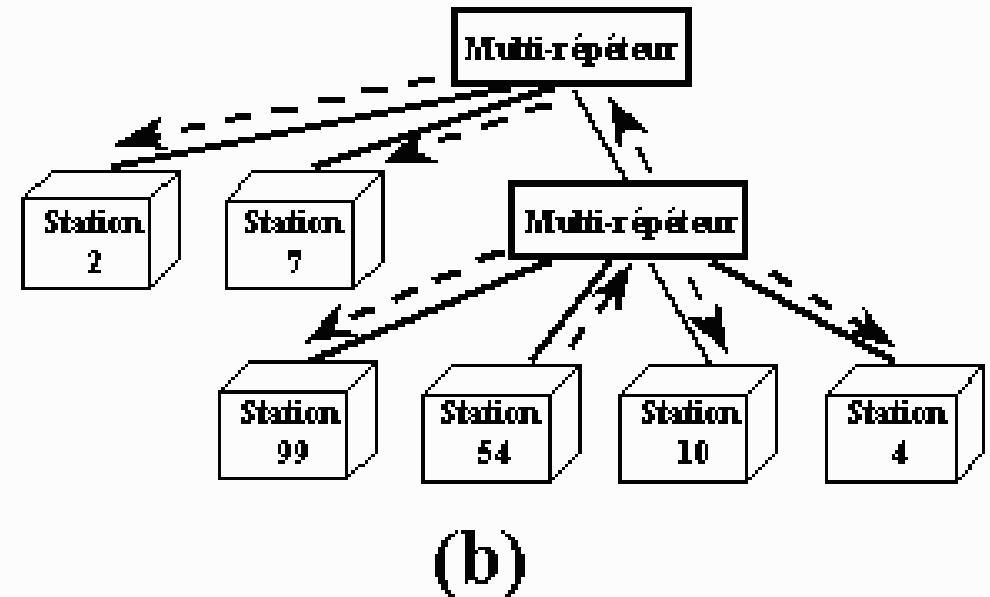
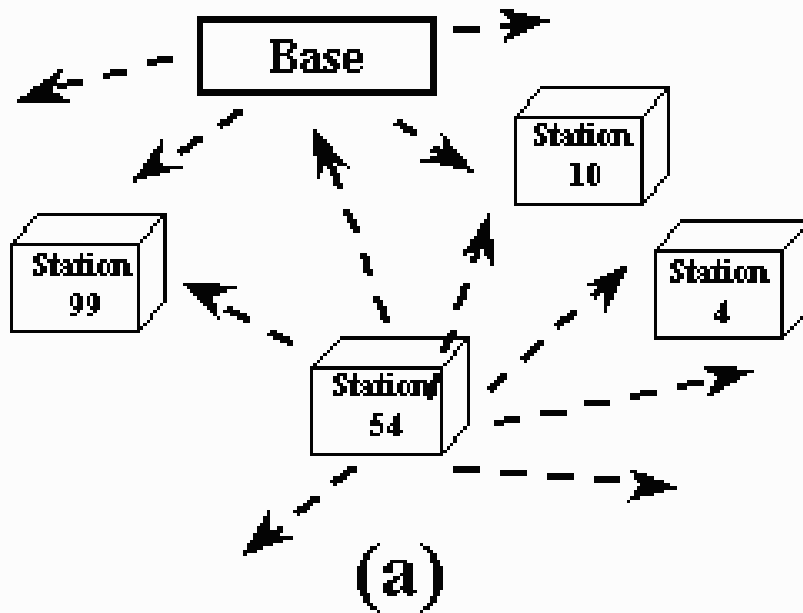
Architecture TCP/IP

	Niveau OSI	Niveau TCP/IP	Unité de données	Principaux services et protocoles
<i>Application</i>	7	Application	Message	<i>Messagerie (SMTP, POP, IMAP), transfert de fichiers (FTP, SSH/SFTP), connexion à distance (TELNET, SSH), Web (HTTP) Bases d'Informations (LDAP, Postgres, MySQL)</i>
<i>Acheminement</i>	4	Transport	Paquet de transport (segment)	<i>Acheminement de processus à processus communications port à port (TCP, UDP)</i>
	3	Réseau	Paquet de réseau (datagramme)	<i>Acheminement de station à station: routage IP</i>
<i>Transmission</i>	-	Interface	Trame	<i>Ethernet, WiFi, ATM, etc.</i>

3. Réseaux locaux

- caractéristiques : localisation, accès privé
- technologies principales : Ethernet, WiFi
- topologie : arborescente ou étoile
- mode de transmission des signaux : diffusion, commutation
- mode de partage du support : par compétition (avec risque de collision) ou de façon contrôlée (centralisée)
- standardisation par l'IEEE :
 - couche LLC « Logical Link Control » pour assurer les fonctions communes comme le contrôle de flux (norme 802.2)
 - couche MAC « Medium Access Control » qui définit le format des trames, et la méthode d'accès au médium : normes 802.3 (Ethernet), 802.11 (WiFi),

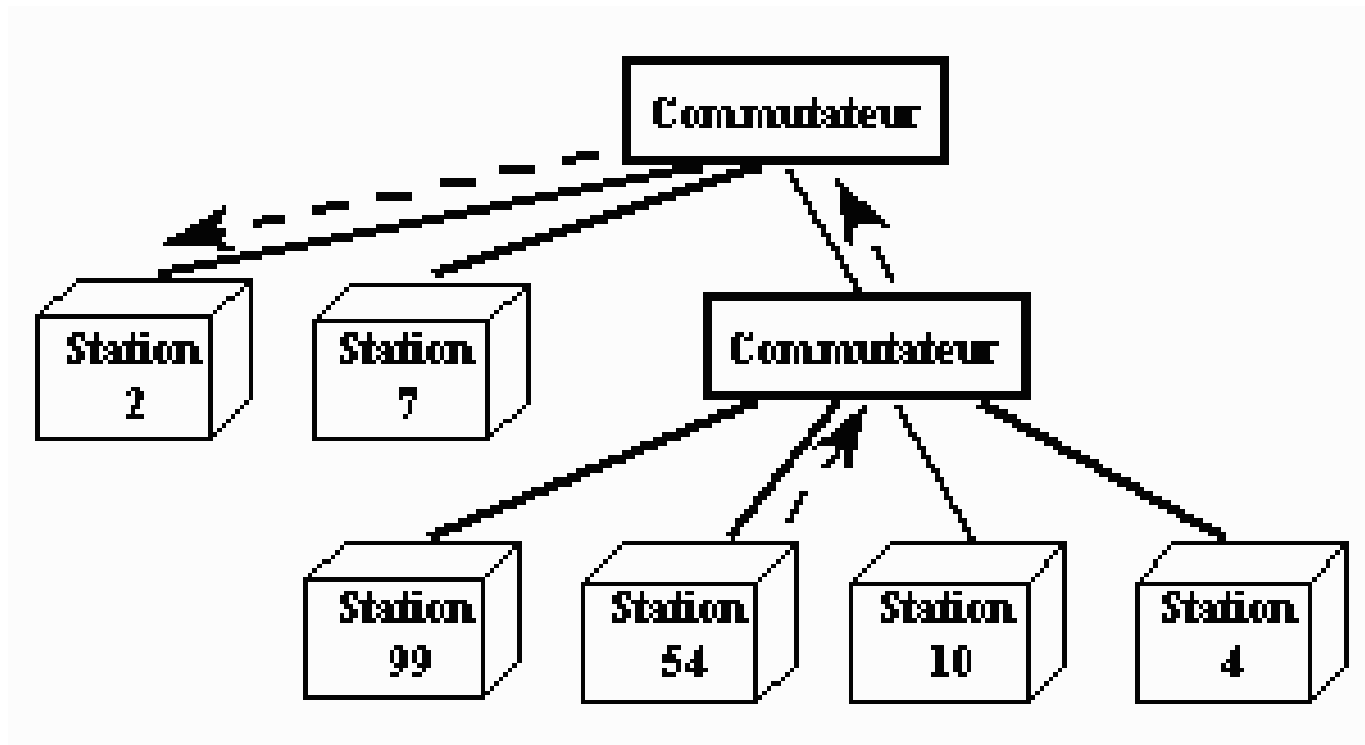
Réseaux locaux par diffusion de signal



(a) diffusion dans un réseau WiFi

(b) diffusion dans un réseau Ethernet

Réseaux locaux par commutation



- réseau local Ethernet avec commutateurs
- le commutateur décode la trame pour la rediriger uniquement vers le port du destinataire
- topologie en arbre

4. Réseaux étendus

- caractéristiques : zone de répartition des stations, accès privé ou public, interconnexion (Internet)
- structure : réseau d'accès et réseau de transport (réseau d'infrastructure)
- technologies :
 - d'accès : « boucle locale » (RTC, ADSL)
 - d'infrastructure : multiplexage WDM sur fibres optiques
- structure d'**Internet** :
 - réseaux privés
 - réseaux des FAI « Fournisseurs d'Accès à Internet » (services + accès Internet)
 - réseaux de transit « backbones »

5. Notions indispensables

- Rappels sur les unités et les codages
- Notions sur la transmission
 - support
 - temps de transmission et débit
- Notions de liaison
 - types de liaison
 - fonctions
 - caractéristiques temporelles

Rappel sur les unités

- Unités de temps : seconde : **s**
 - milliseconde : **ms** (0,001 s) : 10^{-3} s
 - microseconde : **μs** (0,000 001 s) : 10^{-6} s
 - nanoseconde : **ns** (0,000 000 001 s) : 10^{-9} s
- Volume de données (émises, reçues) : bit : **b**, ou octet : **o**.
bit (*bit* en anglais) et **octet** (*Byte* en anglais) : **1 octet = 8 bits**
 - Kilobit **Kb** ou KiloByte **KB** (1 000) : 10^3
 - Méga **Mb** ou MegaByte **MB** (1 000 000) : 10^6
 - Giga **Gb** (1 000 000 000) : 10^9
 - Tera **Tb** (1 000 000 000 000) : 10^{12}
- **!! Débits** : niveau transmission en **b/s**, niveau application en **B/s**

Rappel sur les codages

- Codage binaire :
 - puissances de 2 ($2^4 = 16$, $2^8 = 256$, $2^{10} = 1024$)
 - conversions décimal \leftrightarrow base deux (pour adresses IP)
- Codage des caractères : ASCII, ISOLatin1, Unicode...

- Codage hexadécimal :

chiffre hexa	valeur binaire	valeur décimale
0	0000	0
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

Notion de support de transmission

- Propriétés attendues :
 - **Débit**, qualité de service (taux d'erreur, synchronisation...)
 - Facilité d'utilisation : connexion, mobilité
 - Sécurité, intégrité, confidentialité
- Types de support :
 - **Paire torsadée** de fils de cuivre, incluse dans un câble métallique => signal électrique
 - **Fibre optique**, incluse dans un câble optique => signal lumineux tout ou rien
 - **Onde radio** (> 2 Ghz) => onde électromagnétique
 - Autres : câble coaxial, CPL (courant porteur en ligne)

Caractéristiques des supports

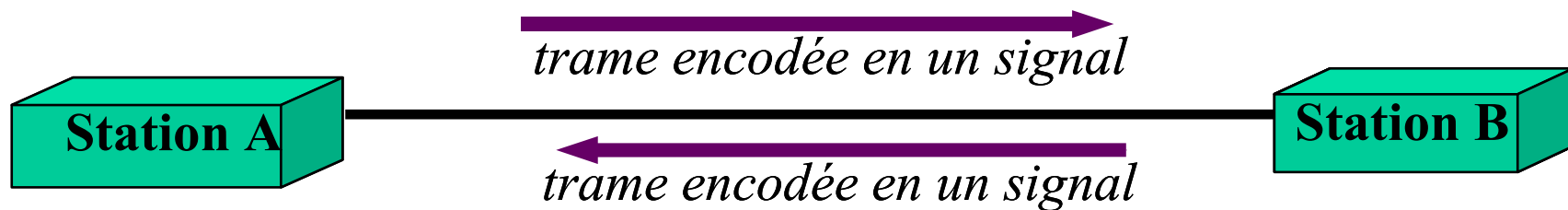
- **Portée** : distance sur laquelle le signal transmis n'est pas trop perturbé pour pouvoir être décodé par le récepteur.
- **Vitesse de propagation** des signaux
 - ondes : vitesse de la lumière = 300 000 km/s
 - câbles : $\sim 2/3$ de la vitesse de la lumière = 200 000 km/s.
- **Bande passante** : intervalle de fréquences sur lequel le signal est correctement transmis.
- **Sensibilité** aux perturbations électromagnétiques
 - câbles électriques, ondes radio
 - fibres optiques pas sensibles -> transmission possible sur longues distances et à très grand débit

Notion de débit binaire

- Débit binaire **De** = nombre de bits émis par seconde
- Unités : **b/s**
 - Kilo Kb/s (1000) : 10^3 b/s
 - Méga Mb/s (1 000 000) : 10^6 b/s
 - Giga Gb/s (1 000 000 000) : 10^9 b/s
 - Tera Tb/s (1 000 000 000 000) : 10^{12} b/s
- Sur une liaison, le débit à la réception **est égal** au débit à l'émission (pas de stockage intermédiaire)
- Notion de « débit utile » **Du** = fraction du débit **De** correspondant au transport des informations (payload).
- Remarque : les débits sont parfois donnés en octet/s (Byte/s) :
B/s, KB/s

Notion de liaison

- ensemble d'équipements (liens, amplificateurs, modems, convertisseurs, commutateurs, hubs, etc.) et de protocoles qui permettent l'échange de données appelées **trames** entre deux (ou plus) stations.



Propriétés des liaisons

- **Topologie bipoint /multipoint**
 - émission **point à point** : support en paire de fil (boucle locale), en fibre optique ou onde radio longue distance (réseaux d'infrastructure)
 - émission **multipoint**, à destination de plusieurs stations : support en paire de fil (Ethernet) ou onde radio (WiFi)
- **Mode de transmission simplex/duplex**
 - simplex : flux dans un seul sens (ex. diffusion radio)
 - duplex : flux possible dans les 2 sens
 - **half-duplex** : de façon alternée (cas du multipoint Ethernet, WiFi)
 - **full-duplex** : avec 2 liens, multiplexage fréquentiel ou avec annulation d'écho

Protocole de liaison

Un protocole de liaison définit les règles d'échange de trames entre stations reliées par une liaison :

- gestion du **mode de connexion** : mode connecté (ouverture/fermeture) ou non connecté (pas de connexion préalable à la transmission)
- gestion de l'**accès** au support en mode multipoint
- **contrôle des erreurs** de transmission : détection par code détecteur d'erreur
- **contrôle de flux** pour éviter que l'émetteur n'envoie plus vite que la capacité de réception du récepteur

Caractéristiques temporelles

T_e : Temps d'émission, dépend du débit

T_p : Temps de propagation, dépend de la vitesse de propagation du signal

T_t : Temps de transfert, temps de transmission de bout en bout

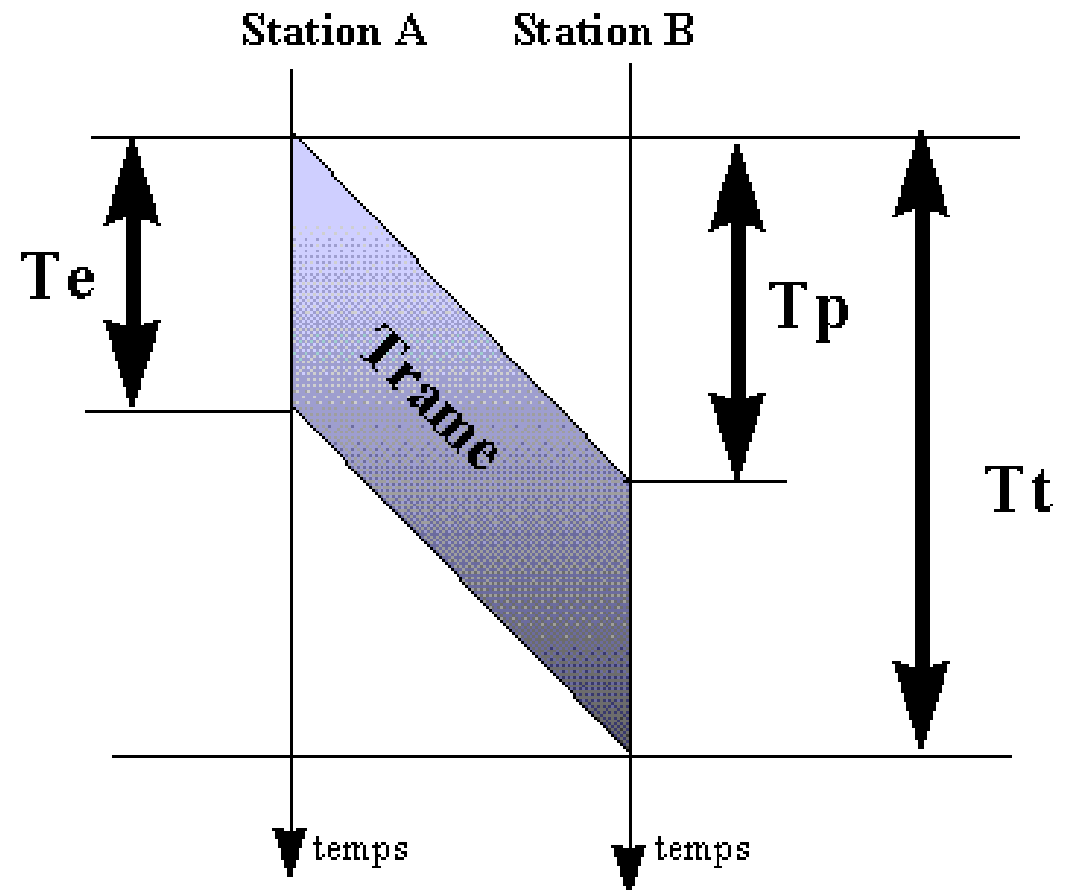
$$T_e = N / D_e$$

$$T_p = L / V_p$$

$$T_t = T_e + T_p$$

N : nombre de bits de la trame

L : longueur du support



Glossaire

- ADSL
- ATM
- CPL
- De
- DSLAM
- Ethernet
- FAI
- HTTP
- Internet
- IP
- LLC
- MAC
- OSI
- PPP
- RTC
- TCP
- UD
- UDP
- WDM
- WiFi