

M2102 Architecture des réseaux

Mai 2014

Julien BENSMAIL – S3A

julien.bensmail@labri.fr

Arnaud CASTEIGTS – S3C

arnaud.casteigts@labri.fr

Patrick FELIX – S3D

patrick.felix@iut.u-bordeaux1.fr

Dhouha GRISSA – S3B

dgrissa@isima.fr

Département INFO – IUT de Bordeaux

Planning prévisionnel

Planning 2013-14

Semaine du 12 mai	C1 (lundi 12 mai) 1-Modèle en couches 2-Couche Physique"	TD1.1 Débits - Signaux – Modems	TD1.2 (machine) Notion de protocole : le cas FTP et POP3C3 Routage+IP		
Semaine du 19 mai	C2 (lundi 19 mai) 3-Réseaux Locaux	TD2.1 CSMA/CD -Ethernet	TD2.2 Analyse de trace Principe d'encapsulation		
Semaine du 26 mai (Ascension)	C3 (mercredi 28 mai) 4-Routage+IP	Pas de TD			
Semaine du 2 juin	C4 (lundi 2 juin) 5-Transport + TCP&UDP 6-Socket	TD3.1 Configuration de tables de routage IP	TD4.1 TCP et UDP	TD4.2 (machine) Programmation des sockets TCP	TD5.2 (machine) Protocole application FTP
Semaine du 9 juin (Pentecôte)	C5 (mercredi 11 juin) 7-Applications TCP/IP	TD3.2 (machine) Configuration d'interfaces et exploration d'un réseau	TD5.1 (machine) Ecoute de trafic réseau et interception d'information	DS : samedi 14 juin ; durée : 1h	

1. Introduction - Modèle en couches - OSI TCP/IP

[1.1 Introduction](#)

[1.2 Modèle en couches](#)

[1.3 Le modèle OSI](#)

[1.4 L'architecture TCP/IP](#)



1.1 Introduction

Réseau - Télécom - Téléinformatique ?

Réseau :

- Ensemble d'ordinateurs interconnectés par des supports de transmission (filaire ou non filaire)

Télécom - Téléinformatique

- Ensemble de techniques permettant la **transmission des données** entre une source de données et un puits ou collecteur de données.
- C'est l'art de réaliser une **transmission de données** qui soit la plus parfaite possible, avec des **supports** qui eux, ne le sont pas.
- C'est permettre l'utilisation d'un **réseau** comme une machine unique virtuelle.
- Ensemble de techniques mettant en œuvre des aspects de **télécommunication** au service de l'informatique.

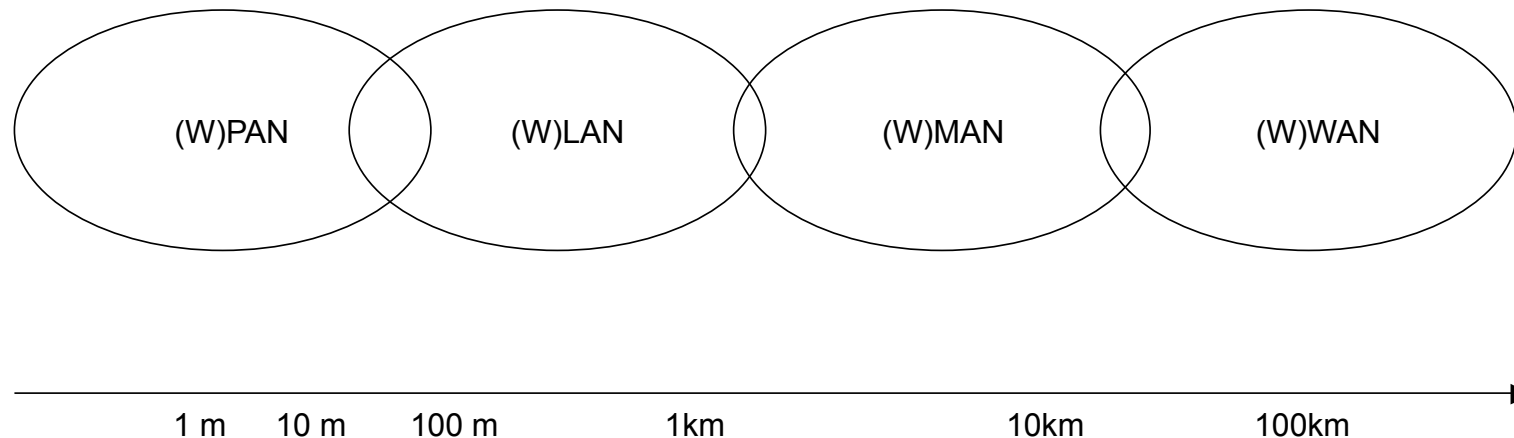
Exemples d'applications téléinformatiques

- Un **transfert de fichiers** entre 2 ordinateurs.
- Une **application web**.
- Une **base de données répartie**.
- Le **partage des ressources** dans un réseau d'ordinateurs.
- **Internet**.
- **Intranet**.
- Etc.

Plus généralement :

- Un **traitement coopératif** entre 2 activités.

Différentes catégories de réseaux



- (W)PAN: (Wireless) Personal Area Network -> Réseaux personnels
- (W)LAN: (Wireless) Local Area Network -> Réseaux locaux
- (W)MAN: (Wireless) Metropolitan Area Network -> Réseaux métropolitains
- (W)WAN: (Wireless) Wide Area Network Area Network -> Réseaux étendus

Organisations structurelle & fonctionnelle

Organisation structurelle (**topologie**) :

- précise comment sont interconnectés les différents réseaux/ordinateurs/boîtiers
=> Réseau en bus, étoile, anneau, etc.

Organisation fonctionnelle (**architecture réseau**)

- Précise comment les différentes activités sont organisées entre elles
=> Modèle en couches

1.2 Modèle en couches

Introduction au modèle en couches

Le modèle en couche précise comment les différentes activités sont organisées entre elles

Objectifs :

- Réduire la complexité de conception
- Faciliter l'implémentation
- Organiser les interactions entre les différentes activités

Deux modèles se sont imposés dans nos réseaux :

- OSI
- TCP/IP

Exemples d'activités dans un réseau

- Transmission physique (filaire et non filaire)
- Choix du chemin pris dans un réseau
- Détection d'erreurs
- Gestion d'une situation d'erreur
- Dialogue entre processus distants
- Etc.

Principes d'un modèle en couches

Couche :

- 1 fonctionnalité = 1 couche.
- La gestion **interne** d'une couche est **indépendante** des autres.
- Chaque couche :
 - *s'appuie* sur les fonctionnalités de la couche *inférieure*
 - offre des *services* à la couche *supérieure*

Protocole :

règles et conventions utilisées pour la conversation entre 2 couches de même niveau.



Interface :

opérations élémentaires et services qu'une couche inférieure offre à une couche supérieure



Couches, protocoles et interfaces

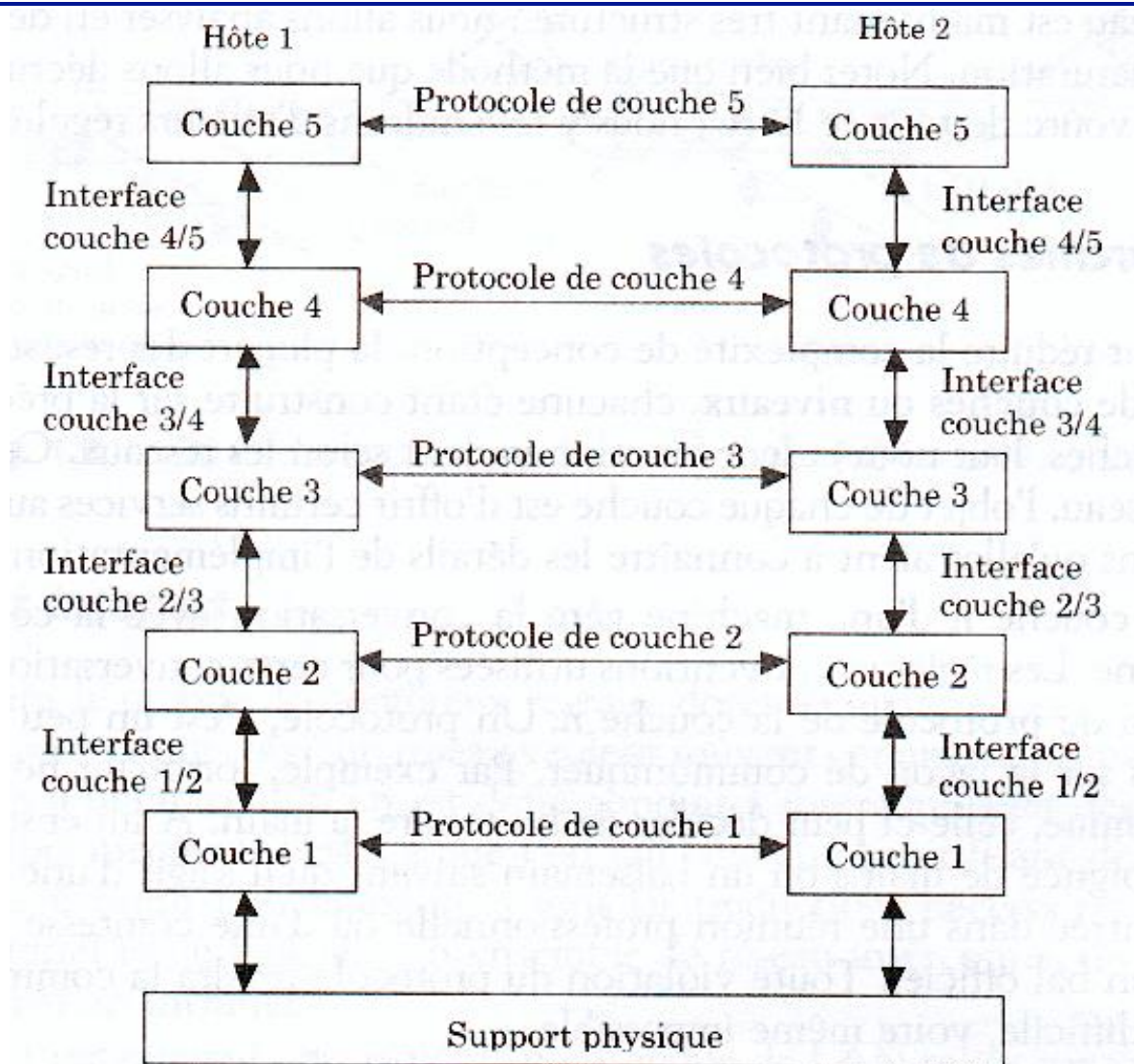
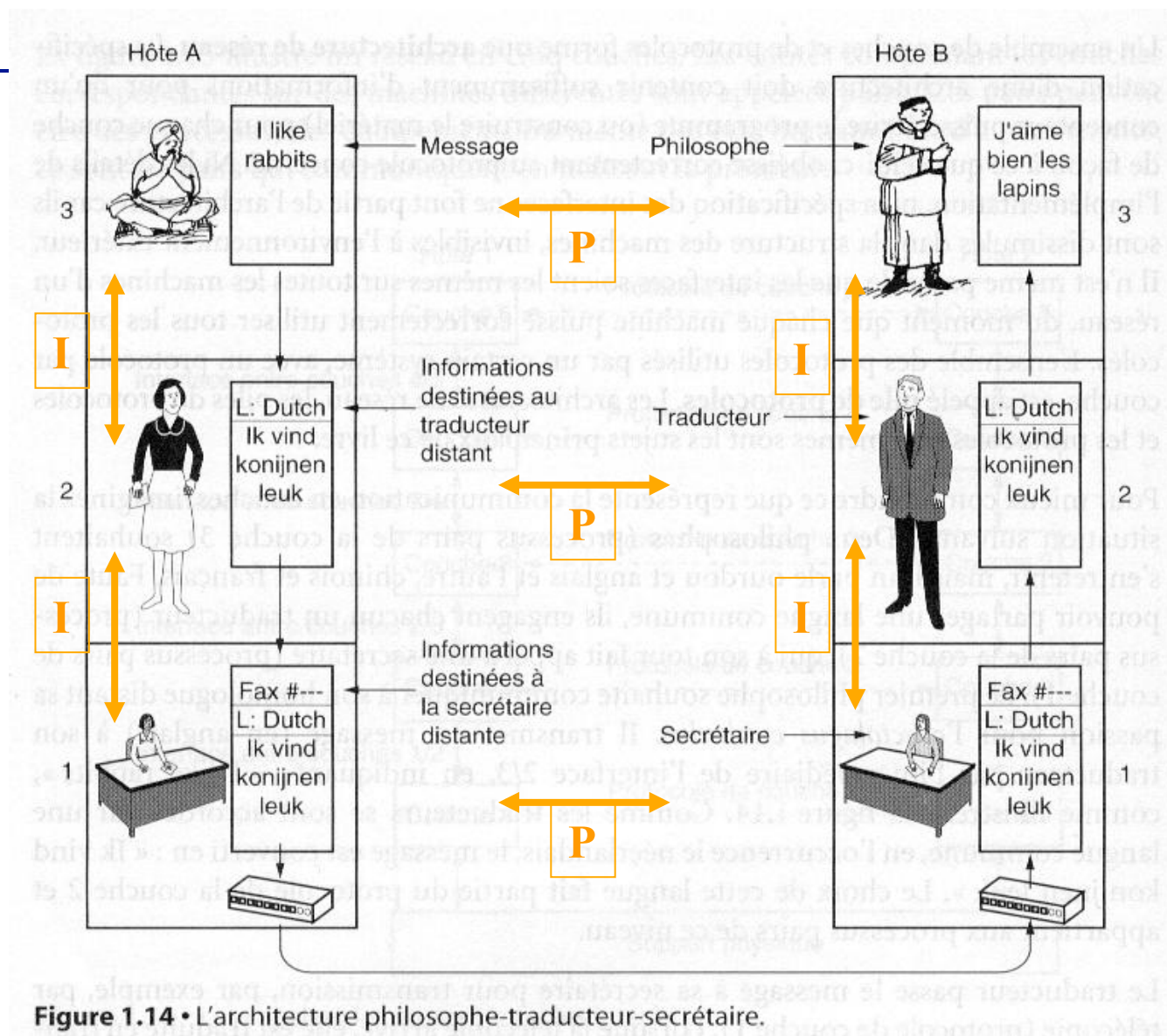


Fig. 1.9 — Couches, protocoles et interfaces.

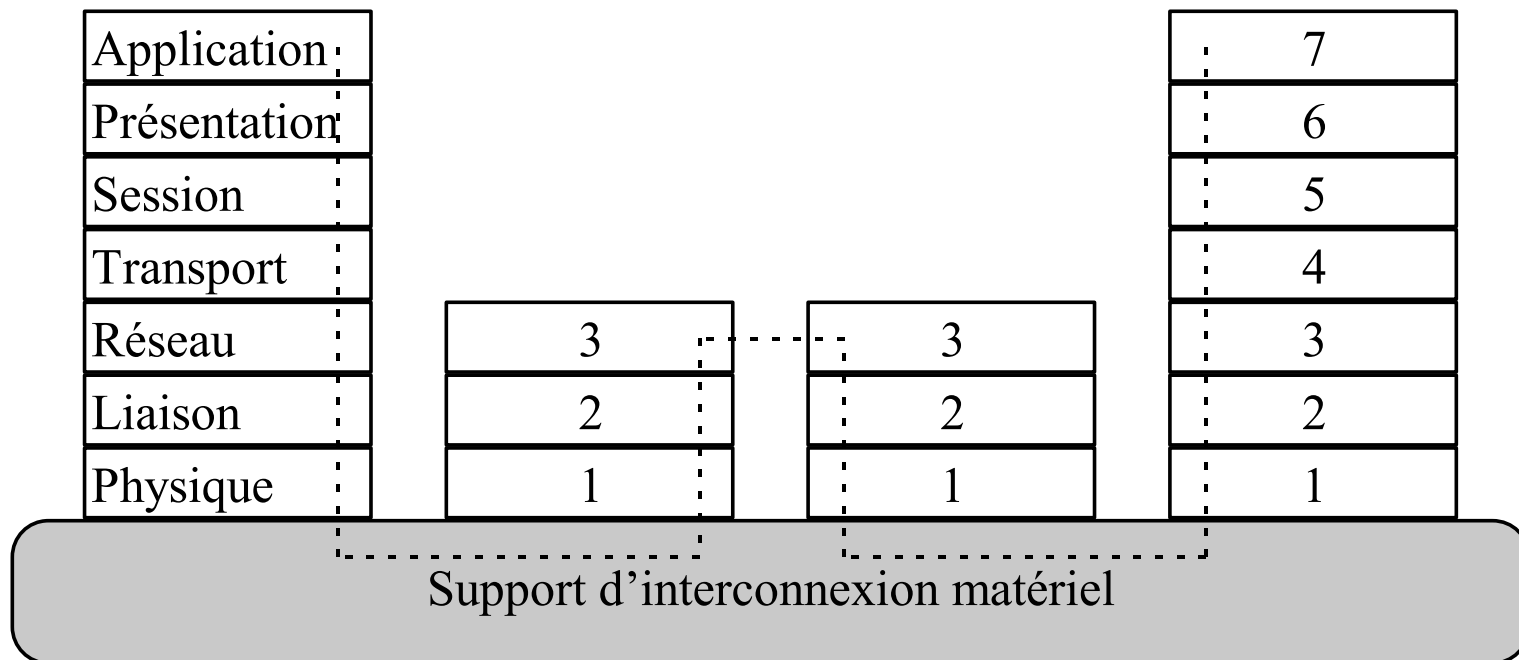


1.3 Le modèle OSI

Le modèle OSI

- Open Systems Interconnection
- Modèle en couches
- Norme de l'ISO (International Standard Organization)
 - => Raccorder des machines/systèmes hétérogènes (systèmes ouverts)
 - => Fournir des spécifications (Facilité d'implémentation)
- 7 couches

Les 7 couches du modèle OSI



La couche Physique (1)

- Détails électroniques, électriques et mécaniques d'une liaison physique
- Transmission « brute » des bits sur un canal de communication (support physique)
- Représentation « électrique » des bits 1 et 0

La couche Liaison de données (2)

- Transformer transmission « brute » en transmission « sans erreurs »
- Trames de données (marqueurs début et fin)
- Acquittements
- Codes correcteurs d'erreurs
- Contrôle de flux

La couche Réseau (3)

- Routage et acheminement des paquets à travers un ou plusieurs réseaux /sous-réseaux
- Paquets acheminés d'une source vers une destination
- Gestion engorgement et congestion

Couches de communication (1, 2, 3) :

transmission effective dans le réseau, de machines voisines en machines voisines

Couches ‘charnières’ (4)

Couches de traitement (5, 6, 7) :

chaque couche estime parler directement à son homologue

La couche Transport (4)

- Contrôle bout en bout du transport de l'information entre 2 systèmes distants
- Transport fiable

La couche Session (5)

- Synchronisation, gestion de sessions

La couche Présentation (6)

- Syntaxe et sémantique de l'information
- Codage, cryptage, compression

La couche Application (7)

- Les applications des utilisateurs

1.4 L'architecture TCP/IP

TCP/IP

- Transmission Control Protocol / Interconnection Protocol
- Modèle en couches
- Fournir des spécifications : RFC (Request For Comments)
- 5 couches (ou 4 si on fusionne les couches 1 & 2)
- Actuellement : incontournable !

Internet, intranet sont basés sur l'architecture TCP/IP

TCP/IP et OSI : des similitudes et des différences...

Application
Présentation
Session
Transport
Réseau
Liaison
Physique

Application
TCP
IP
2
1

Support d'interconnexion matériel

La couche Physique (1)

Idem au modèle OSI

La couche Liaison (2)

Idem au modèle OSI

Pour les spécialistes TCP/IP, ces deux couches sont de plus en plus considérées comme une seule couche appelée “Accès Réseau”

La couche Réseau (3)

IP (Interconnection Protocol) ~ couche 3 du modèle OSI

SAUF

- remise non fiable
- mode non connecté

La couche Transport (4)

TCP (Transmission Control Protocol) ~ couche 4 du modèle OSI

- protocole de transfert fiable en mode connecté (comme la couche transport ISO)

=> utile car IP est un protocole de remise non fiable

La couche Application (5)

Idem au modèle OSI

Applications TCP/IP

- Modèle **Client / Serveur**

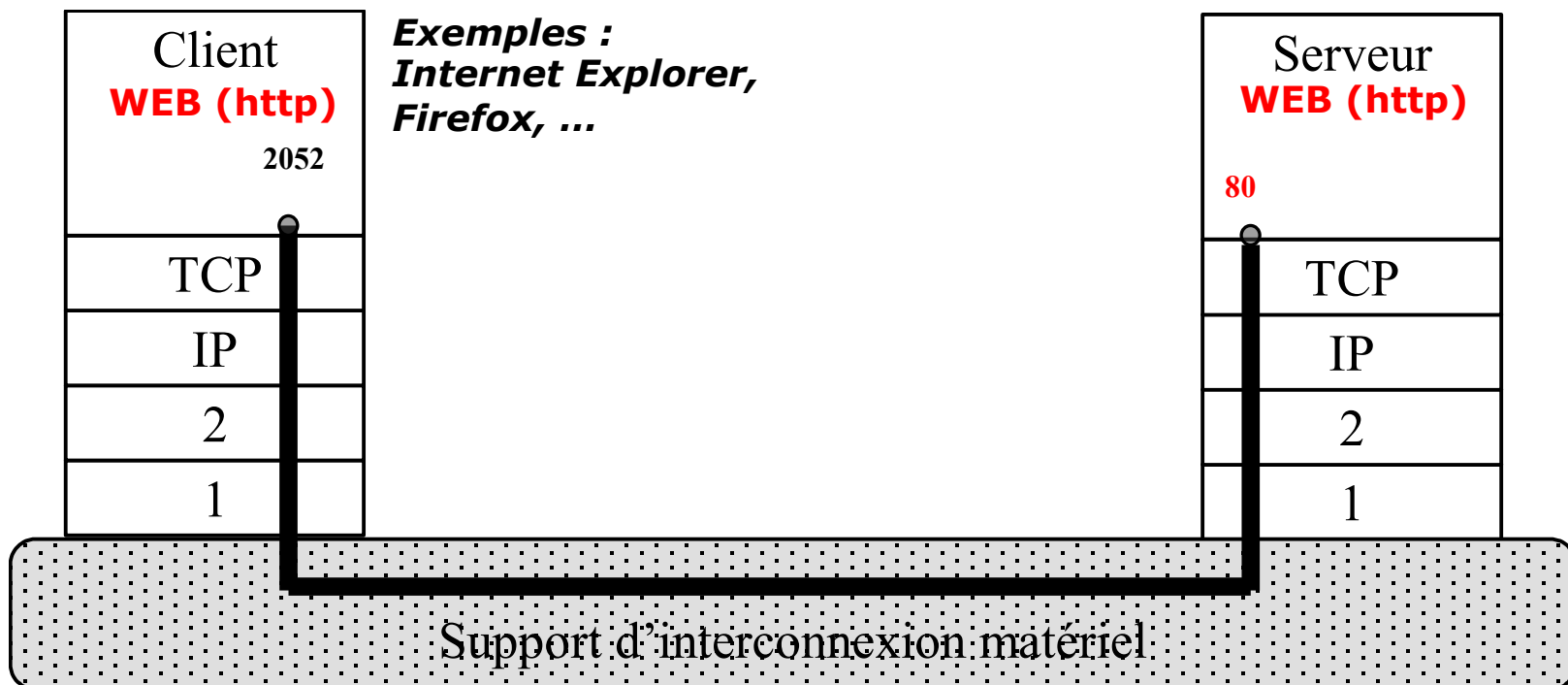
Plusieurs catégories d'applications :

- Echange d'informations entre utilisateurs (mail, news, chat...)
- Diffusion d'informations (ftp, (archie/gopher/wais) www...)
- Administration (dnssnmp, host, ping, traceroute, tcpdump...)
- Autres applications : **Architecture Multi-Niveaux (n tier)**

- Modèle **Peer-to-Peer**

Exemple : Napster... et ses « héritiers »...

Exemple de dialogue client/serveur



2. Couche physique (Couche 1 OSI et TCP/IP)

2.1 Introduction

2.2 Signal

2.3 Support de transmission

2.4 Adaptation du signal aux supports de transmission

2.5 Accès WAN



2.1 Introduction

Introduction

Rôle de cette couche :

- **Transmettre** un flot de bits d'information d'une machine à une autre machine adjacente.

La transmission utilise un **signal** basé sur le principe de **propagation d'ondes** : ondes *électriques* (câbles, fils, ...), ondes *radio* (faisceau hertzien, satellite), ondes *lumineuses* (fibres optiques).

L'étude de la transmission de l'information nécessite la connaissance :

- des principes du **signal**
- des **supports** de transmission et de leurs caractéristiques,
- des **méthodes** utilisées pour transmettre l'information sur ces supports (**adaptation du signal** au support de transmission) : opération réalisée par un **ETCD** (adaptateur de ligne)



2.2 Signal

Notion de signal

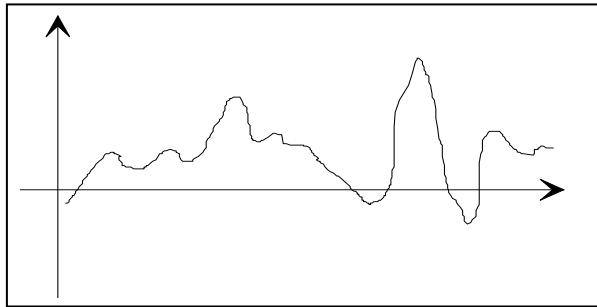
- **Signal** : variation de tension, impulsion lumineuse, modulation d'une onde électromagnétique, etc.

→ véhicule de l'information entre deux machines

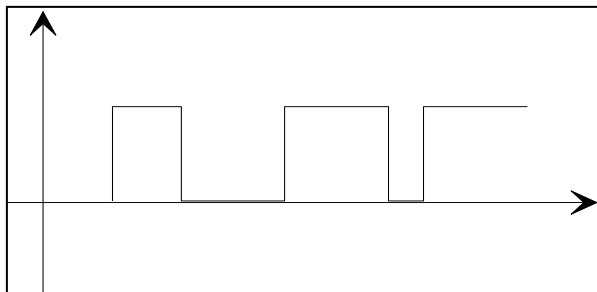
- **Signal Périodique** : se reproduit de façon identique dans le temps.
 - Durée d'une **période** : T (en secondes).
 - **Fréquence** : $1/T$ (en hertz)
(nombre de périodes par seconde)

Types de signaux

- **Analogique** : *variation continue*, niveaux de valeurs continus, proportionnels à la valeur de l'information (son, image)



- **Numérique** : *variation discontinue*, faible nombre de niveaux de valeurs fixées



Caractéristiques d'un signal numérique

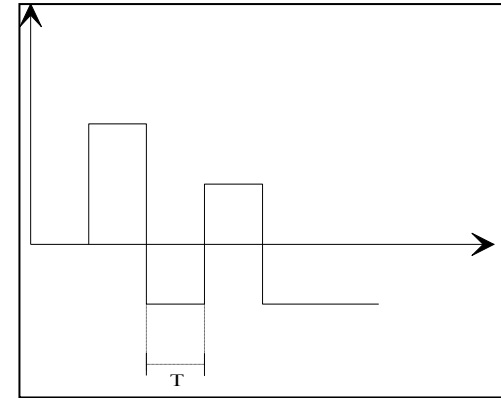
- **Moment élémentaire T** (en secondes)

Durée pendant laquelle le signal n'est pas modifié.

- **Valence V**

Nombre d'états discernables utilisés par le signal.

Bivalent ($V=2$). Multivalent ($V=2^k$).



- **Rapidité de modulation R** (en bauds)

$R = 1/T$ Nombre de moments élémentaires par seconde.

- **Débit binaire D** (en bits par seconde : bps)

$$D = R \log_2 V$$

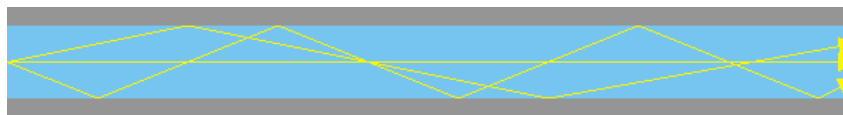
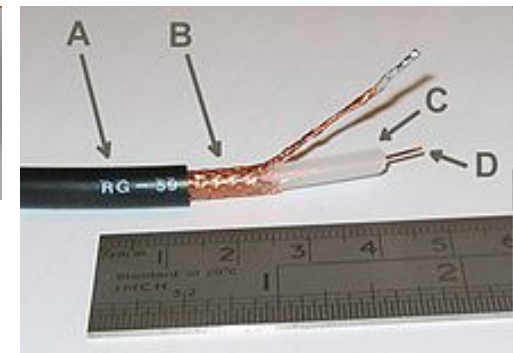
2.3 Support de transmission

Supports de transmission

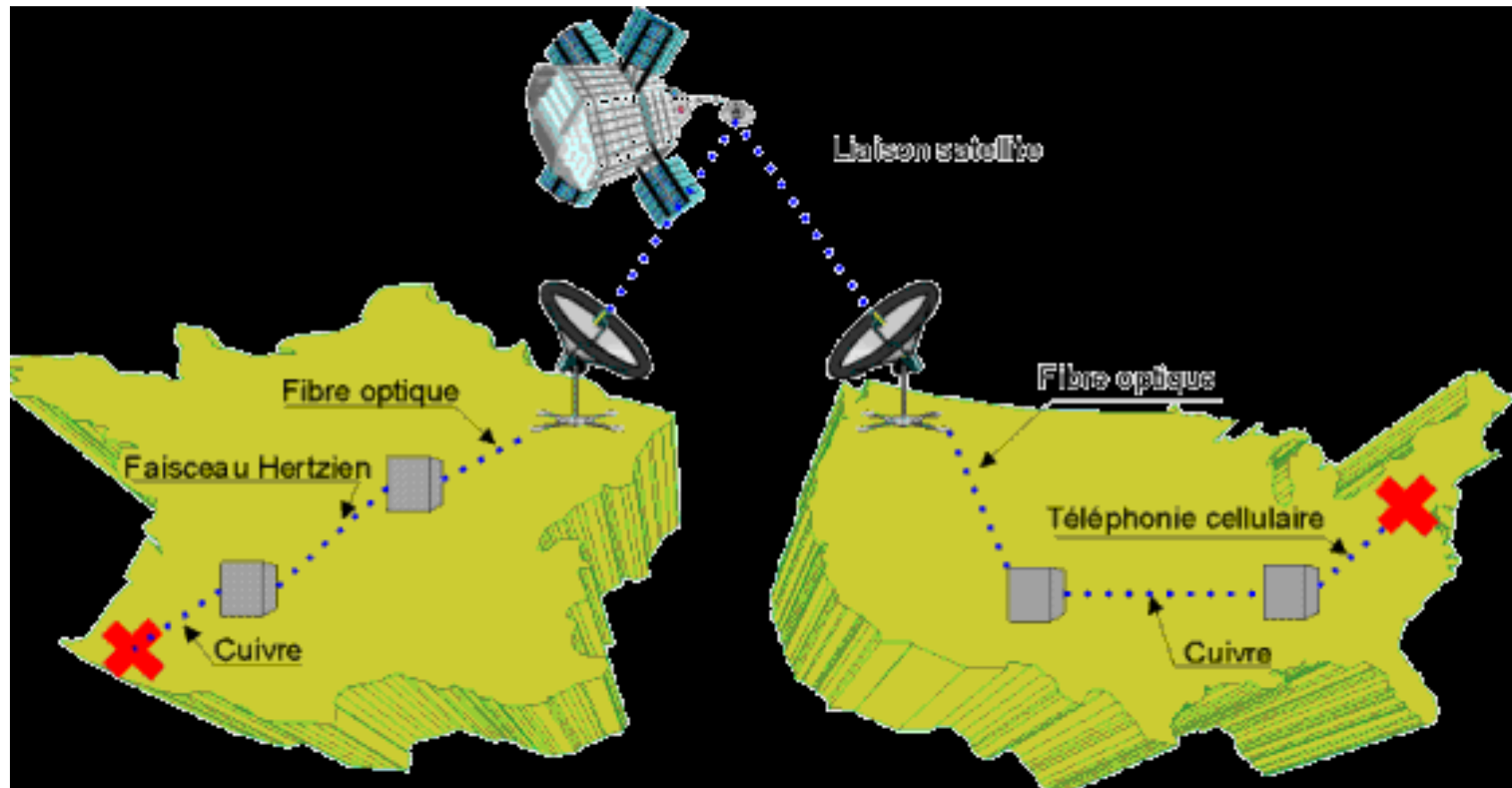
Permet de transporter des données sous forme de signaux

2 types de support :

- Supports avec un guide physique :
 - **Paire téléphonique / torsadée**
 - **Câble coaxial**
 - **Fibre optique**
- Supports sans guide physique :
 - **Faisceau hertzien**
 - **Liaison satellite**
 - ...



Les différentes technologies cohabitent...

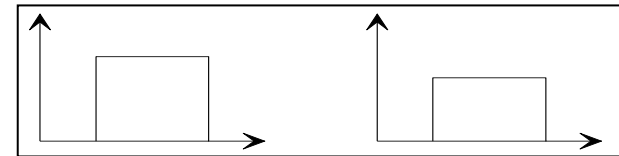


Source : <http://christian.caleca.free.fr/reseaux/hardware.htm>

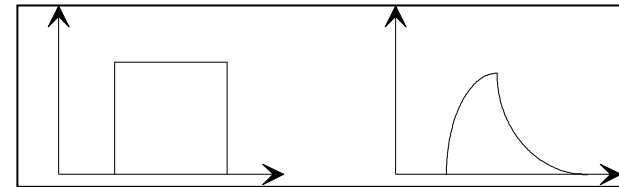
Caractéristiques des supports de transmission

- Un support n'est jamais parfait !
- Un signal sur un support peut être :

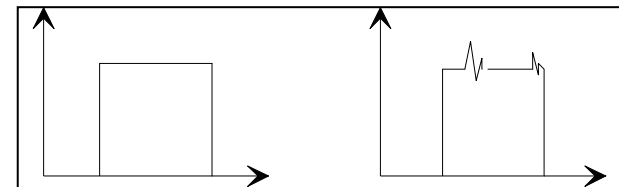
Atténué:



Déformé (en amplitude et phase):



Parasité:



Bande passante d'un support : bande de fréquences dans laquelle les signaux sont « convenablement » transmis.

2.4 Adaptation du signal aux supports de transmission

Adaptation du signal aux supports de transmission

- Que doit-on assurer ?

Une technique de transmission doit faire en sorte que les fréquences utilisées par un signal (**spectre** du signal) se situent dans la **bande passante** du support de transmission

- Quelle solution à apporter ?

Mettre en œuvre des **techniques d'adaptation du signal au support de communication**

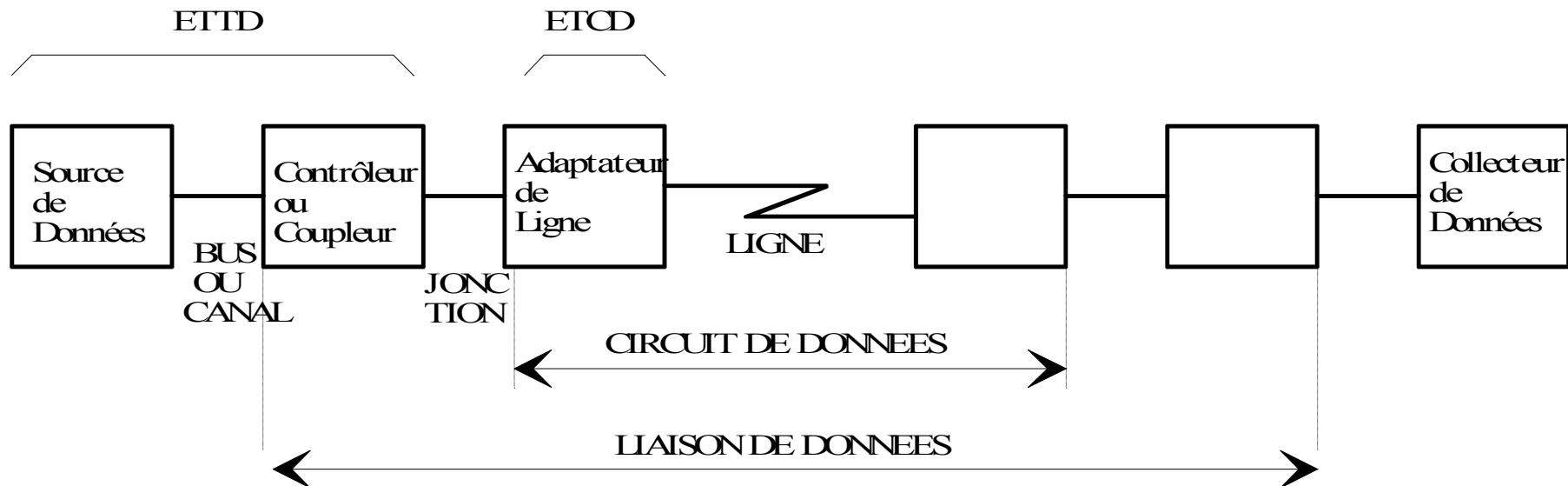
1. transmission en **bande de base**
2. transmission en **large bande**

- Comment les mettre en œuvre ?

Utiliser des équipements spéciaux : les **ETCDs**

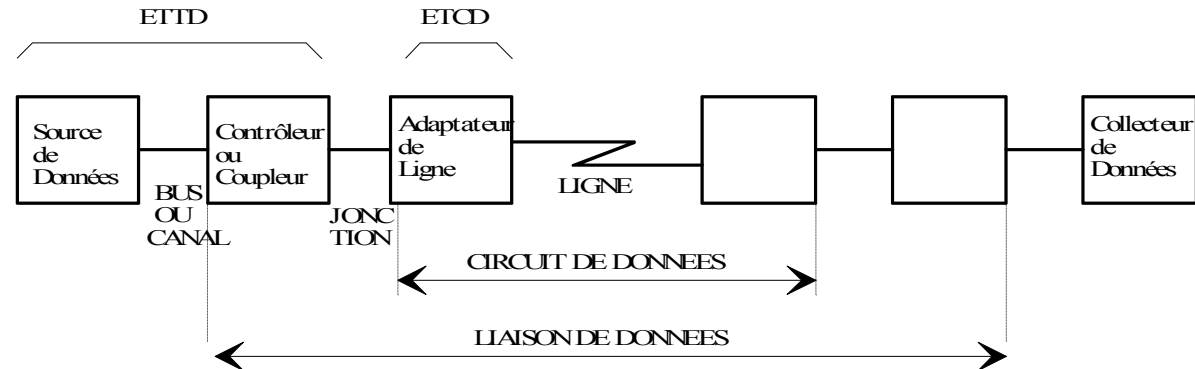
ETCD : Equipement de Terminaison de Circuit de Données

- Les **ETCD** (Equipement de Terminaison de Circuit de Données) adaptent le signal pour permettre une transmission de données entre 2 **ETTD** (Equipement Terminal de Traitement de Données).



Types de liaison

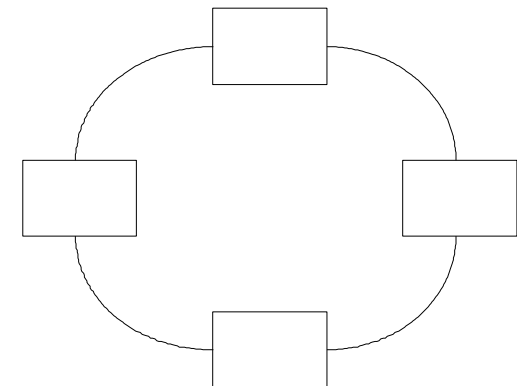
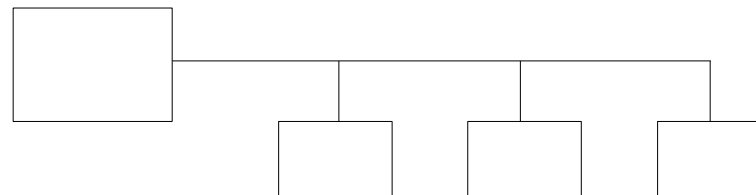
- Rappel : liaison point-à-point



- De façon simplifiée, une liaison point-à-point ressemble à :



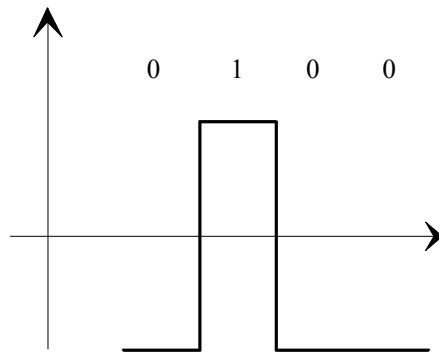
- Autres types de liaison : *multipoint*, *anneau*



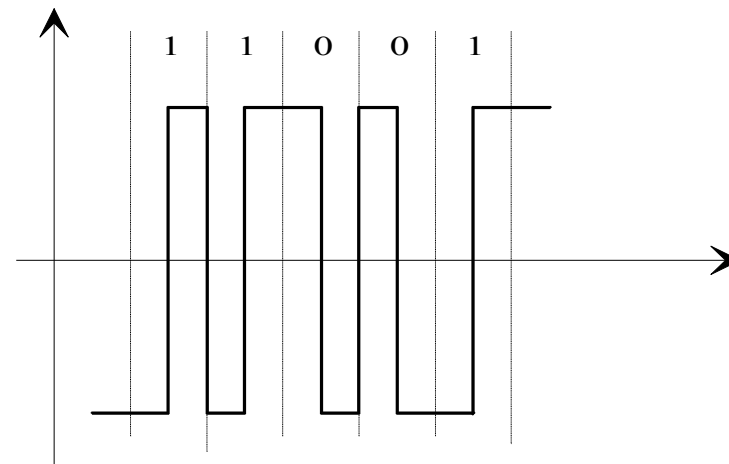
Techniques d'adaptation du signal

Technique 1 : transmission en **bande de base**

- [Rappel : Tout signal est somme de composantes sinusoïdales]
- Ici : composantes du signal dans la bande passante
- Donc : transformation simple du signal
- ETCD=Codeur/Décodeur ou 'adaptateur bande de base'
- Plutôt pour débits rapides et distances courtes
- Plusieurs codages utilisés :



NRZ (No Return to Zero)



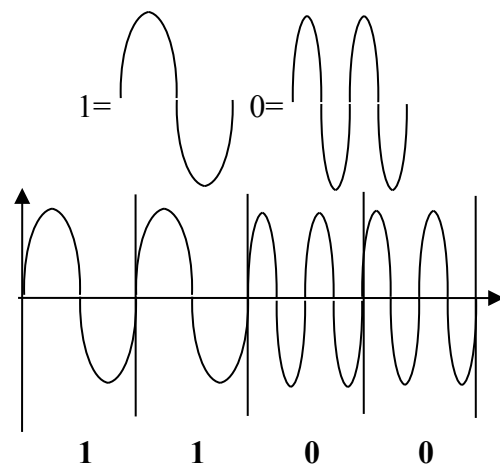
Manchester

Techniques d'adaptation du signal

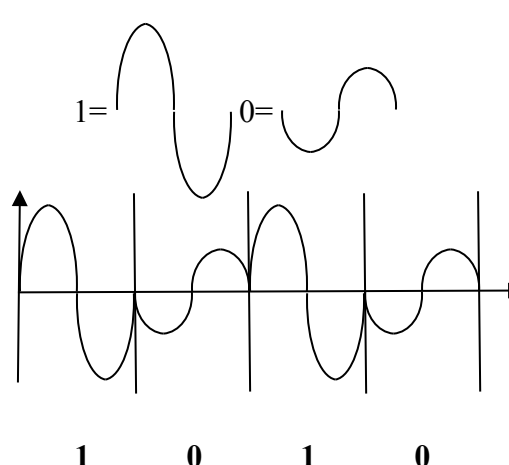
Technique 2 : transmission en **large bande**

- [Rappel : Tout signal est somme de composantes sinusoïdales]
- Ici : composantes du signal hors bande passante
- Donc : déplacement du spectre du signal dans un domaine de fréquences adaptées au support
- ETCD=Modulateur/Démodulateur (Modem)
- Transformation du signal numérique en un signal analogique sinusoïdal ($A \sin(2\pi f t + \phi)$) par **modulation** d'onde porteuse
- Plusieurs types de modulation :

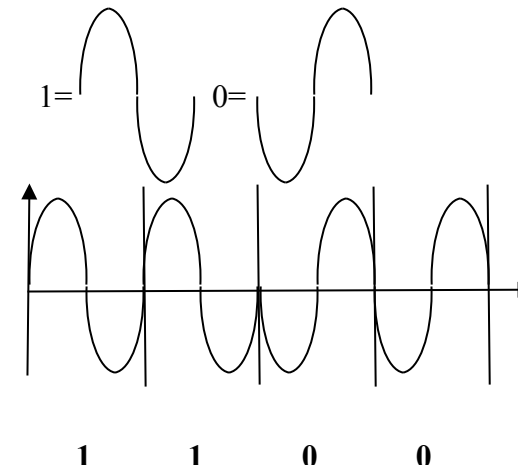
Fréquence f : f_1 et f_2



Amplitude A : A_1 et A_2



Phase ϕ : $\phi_1=0$ et $\phi_2=\pi$



Transmission en large bande : variantes

But : Augmenter le débit binaire

- Une technique de modulation se décline en plusieurs variantes.
Exemples :

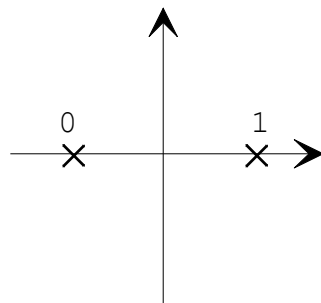
Modulation de phase avec 4 phases (quadri-phase), etc.

Modulation d'amplitude avec 4 niveaux d'amplitude, etc.

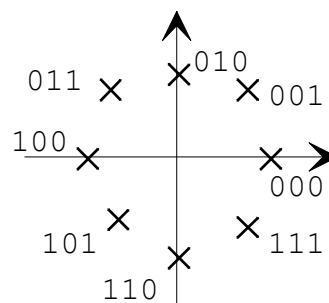
- Les techniques de modulations se combinent pour donner une modulation 'mixte'. Exemple :

Modulation de phase + modulation d'amplitude

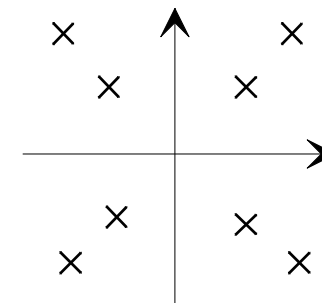
- Une technique de modulation est représentée par un **diagramme de constellation**.



2 phases



8 phases



2 amplitudes et 4 phases

Exemple de modems normalisés

La plupart des modems a une rapidité de modulation de 2400 bauds

- **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying)
 - 4 points dans le diagramme → 2 bits par modulation
- **QAM** (Quadrature Amplitude Modulation)
 - QAM-16 (4 bits), QAM-64 (6 bits)
- **V.32** à 9 600 bps et **V.32bis** à 14 400 bps (modem fax)
 - 32 points → 4 bits **+1** et 128 points (QAM-128) → 6 bits **+1**
- **V.34** à 28 800 bps et **V.34bis** à 33 600 bps (compression)
- **V.90** à 56 kbps descendant et 33,6 kbps montant
- **V.92** à 48 kbps montant si possible sur la ligne

2.5 Accès WAN...

But : accès à internet

Réseaux utilisés :

- **RNIS** : Numéris (Réseau Numérique à Intégration de Service)
- **RTC** : Réseau Téléphonique Commuté
- **xDSL** : *Digital Subscriber Line* (*Ligne numérique d'abonné*)
 - Technologies permettant un transport numérique rapide sur une paire métallique sans interférence avec le service téléphonique analogique traditionnel (*POTS : Plain Old Telephone Service*).
 - 2 techniques : Transmission symétrique / asymétrique.
- **Câble**
- **Accès sans fil** : GPRS, 3G, etc.

RTC / Câble

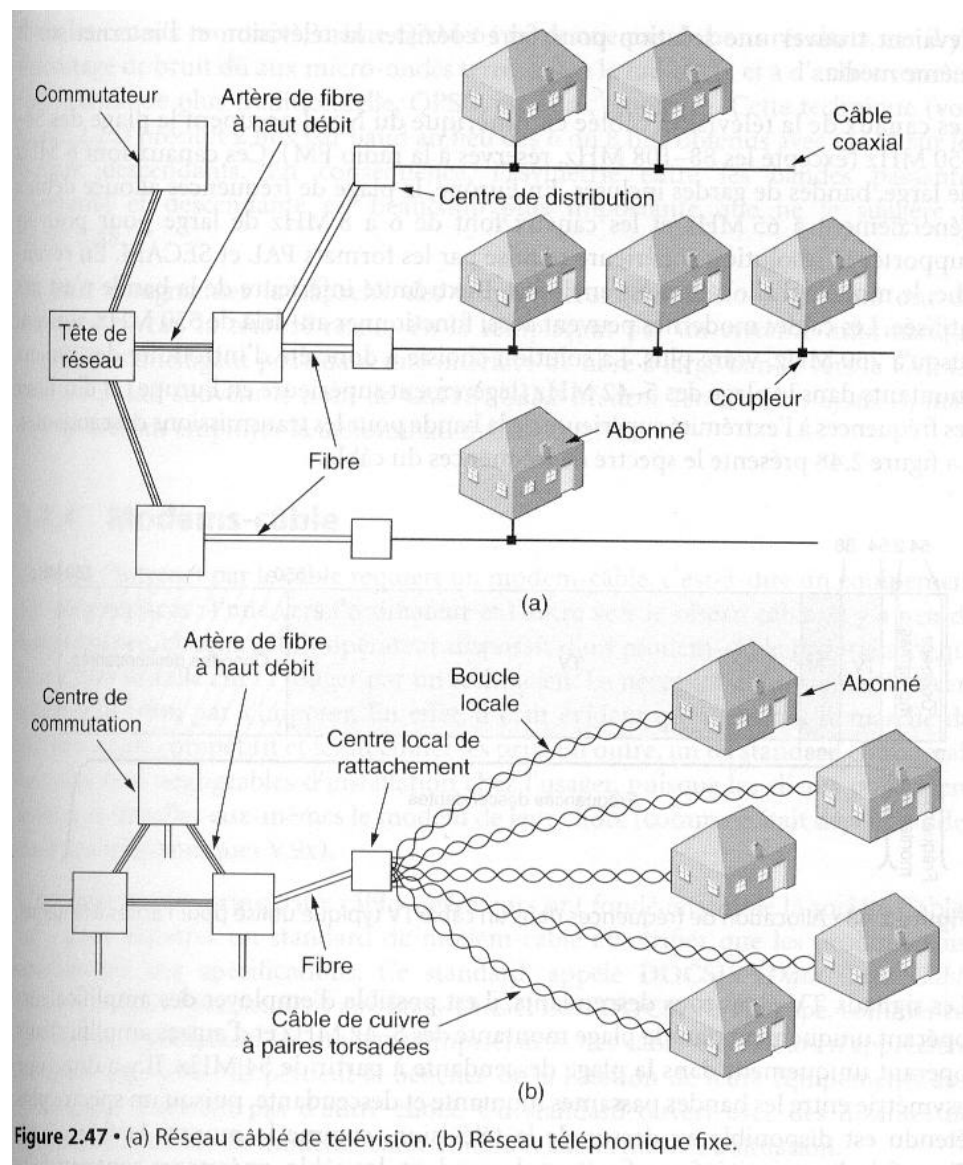


Figure 2.47 • (a) Réseau câblé de télévision. (b) Réseau téléphonique fixe.

ADSL / Câble

- Épine dorsale : fibre optique
 - Abonné : **paires torsadées**
 - Raccord **seul** au CL
 - Qualité service **constante**
 - Possibilité d'accès au service :
 - tout le monde a une ligne téléphonique
 - mais pb de distance au CL
- Épine dorsale : fibre optique
 - Abonné : **coaxial**
 - **Plusieurs** sur un même câble
 - Qualité de service **dépend du contexte** (nbre d'abonnés connectés sur le câble)
 - Possibilité d'accès au service :
 - tout le monde n'est pas relié au câble
 - pas de pb de distance au centre de distribution