

**François Lacomme** <francois@seancetenante.com>

# Principes des réseaux informatiques

*Copie et diffusion non autorisées sans accord écrit.*

*Document provisoire.*

NFA009

---

---

2012/2013

# Bases de la télécommunication

## 1 - Histoire des télécommunications

---

### Recherche documentaire (sur internet ou en médiathèque)

- ❖ Histoire des télécommunications
- ❖ Qui a inventé le téléphone ?

# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

### Taille de réseaux

Taille			Abréviation	Réseau
1m		salle	PAN Personal Area Network	Réseau domestique
10 m				
100 m		entreprise	LAN Local Area Network	Réseau local
1 km				
10 km		ville	MAN Metropolitan Area Network	Réseau métropolitain
100 km		région	WAN Wide Area Network	Réseau longue distance
1000 km	pays, continent			
10 000 km	terre entière		Internet	Internet (Réseau de réseaux TCP/IP)

fig. 1.1 - Taille de réseaux

# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

### Technique de transmission : réseau à diffusion

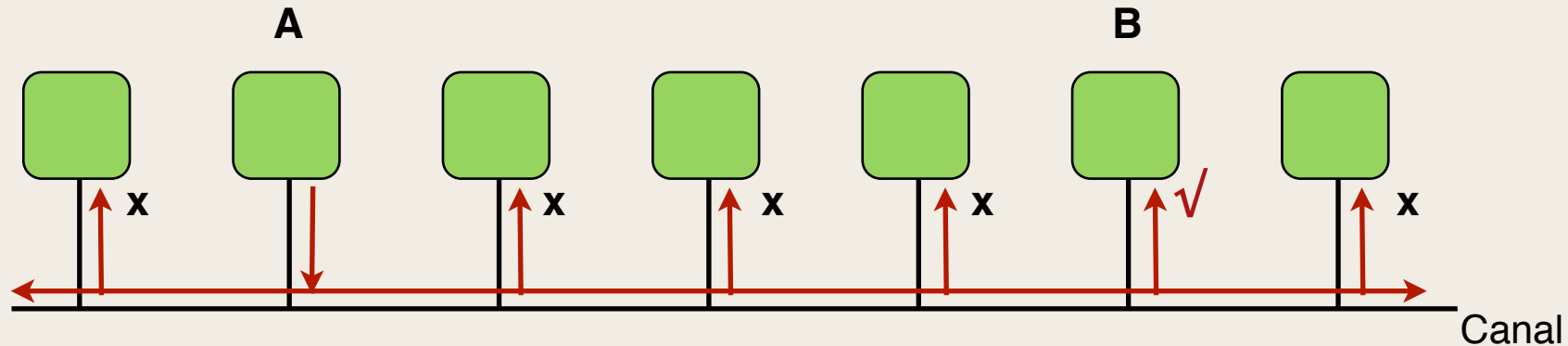


fig. 1.2 - Réseau à diffusion

- ❖ 1 seul canal de communication, partagé par les machines du réseau
- ❖ La trame émise par A est diffusée sur le canal et reçue par toutes les stations
- ❖ Dans chaque trame, un **champ d'adresse** identifie le destinataire
- ❖ Seul le destinataire B traite la trame reçue. Les autres l'ignorent.
- ❖ **Broadcast** (diffusion générale) ou **multicast** (diffusion restreinte) sont possibles

# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

### Technique de transmission : réseau point à point

- ❖ Un grand nombre de connexion entre machine prises 2 à 2
- ❖ De la source (A) à la destination (B), un paquet transite par des machines intermédiaires
- ❖ Plusieurs routes sont possibles
- ❖ Le choix la route = **routage**

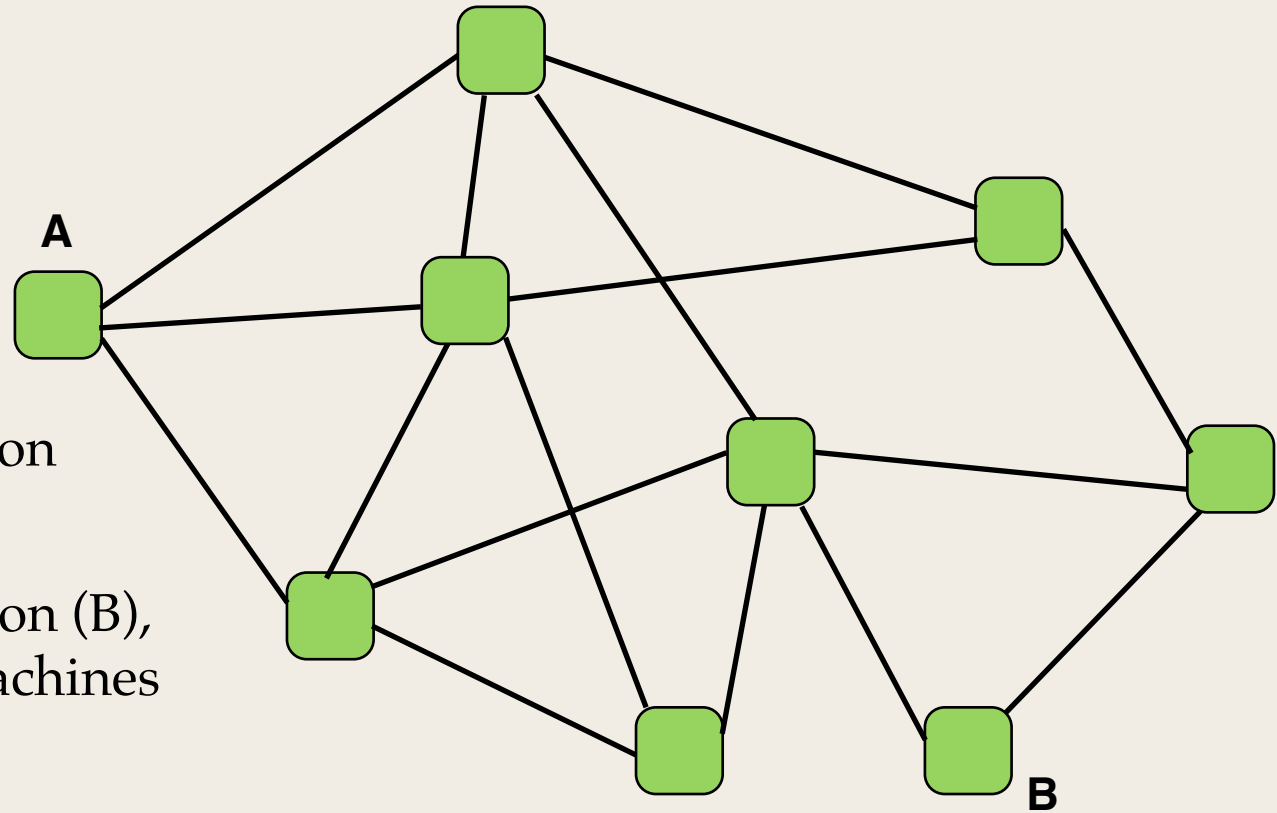
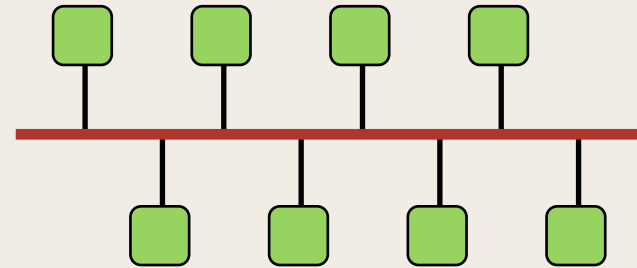
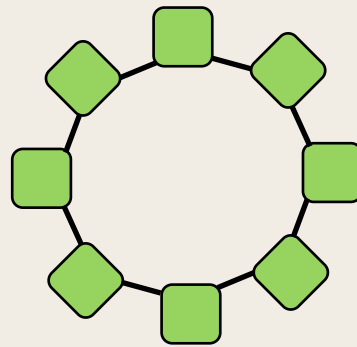
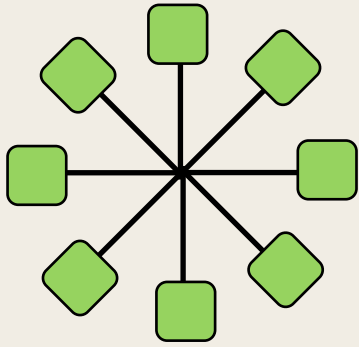


fig. 1.3 - Réseau maillé

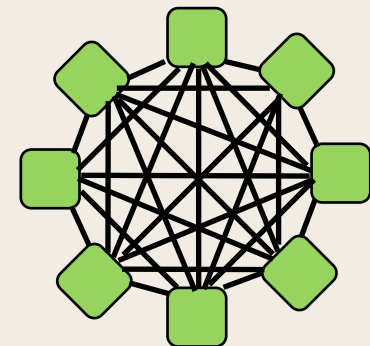
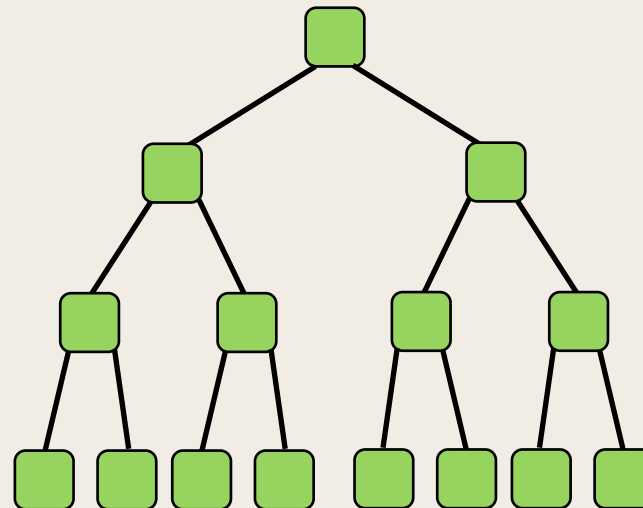
# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

### Topologies de réseau



- ❖ Topologie physique
- ❖ Topologie logique



# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Type d'usage

#### ❖ Internet

- ▶ réseau public
- ▶ pas de restriction d'accès
- ▶ protocoles TCP/IP

#### ❖ Intranet

- ▶ réseau d'entreprise à usage privé
- ▶ accès restreint au personnel
- ▶ protocoles TCP/IP

#### ❖ Extranet

- ▶ réseau d'entreprise étendu à un usage B2B
- ▶ accès restreint aux clients et fournisseurs de l'entreprise
- ▶ protocoles TCP/IP



# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Catégories de réseaux

#### ❖ Réseaux téléphoniques

- ▶ Créés par les opérateurs de télécommunication
- ▶ Spécialisés dans le transport de la parole (ou voix) téléphonique (donc pour transmettre des informations analogiques)
- ▶ RTC = Réseau Téléphonique Commuté
- ▶ PSTN = Public Switched Telephone Network (RTCP pour RTC Public)
- ▶ Le RTC utilise la **commutation de circuit**, adaptée aux contraintes de l'acheminement de la parole.
  
- ▶ Notions importantes :
  - ▶ Boucle locale ; CL (Commutateur Local) ou NRA (Nœud de Raccordement d'Abonnés) ;
  - ▶ Évolution des réseaux téléphoniques (Réseaux cellulaires ; dégroupage ; VoIP ; ToIP, etc.)





# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Catégories de réseaux

#### \* Réseaux informatiques

- ▶ Depuis les années 70, pour :
  - ▶ Connecter des terminaux passifs à un ordinateur central (mainframe) ;
  - ▶ Puis pour connecter les ordinateurs entre eux.
- ▶ Il s'agit de transmettre des informations numériques.
- ▶ Avec la technique de **transfert de paquets**, l'information est segmentée en paquets pour être transportée de nœud en nœud, jusqu'au récepteur.



# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Catégories de réseaux

#### ❖ Réseaux de diffusion vidéo

- ▶ Diffusion de canaux de télévision, par des réseaux terrestres et hertziens
- ▶ Les opérateurs vidéo sont :
  - ▶ des câblo-opérateurs (réseaux terrestres) ;
  - ▶ des télédiffuseurs (réseaux hertziens).
- ▶ Grande largeur de bande nécessaire aux applications vidéo.



# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Définitions

#### ❖ **Télécommunication :**

- ▶ Ensemble des techniques de **transmission à distance**, quel qu'en soit le support.
- ▶ Cela recouvre les techniques **filaires, radio ou optique** de transfert de l'information, quelle qu'en soit la nature (symboles, écrits, images, vidéos, sons, etc.)

#### ❖ **Réseau :**

- ▶ Ensemble d'objets interconnectés les uns avec les autres.
- ▶ Il permet la circulation d'information entre chacun de ces objets selon des règles bien définies.
- ▶ Exemple : Réseau téléphonique.

# Bases de la télécommunication

## 2 - Concepts et généralités

---

### Définitions

#### ❖ Réseau informatique :

- ▶ Ensemble interconnecté d'ordinateurs autonomes.

#### ❖ Objectif des réseaux informatiques :

- ▶ Partage de ressources : rendre accessible les données, fichiers, programmes et les équipements indépendamment de leur localisation.
- ▶ Communication entre personnes.
- ▶ Augmenter la fiabilité. Avec la redondance d'équipement et de données, on permet une tolérance aux pannes.
- ▶ Réduire les coûts. Un gros ordinateur puissant (mais cher) partage ses ressources avec des micro-ordinateurs bon marchés => systèmes client-serveur.
- ▶ Faire évoluer les performances graduellement. Par l'ajout de clients ou de serveurs en fonction de l'évolution de la charge de travail.

# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

---

### Définitions

#### ❖ **Commutation :**

- ▶ opération consistant à établir une liaison temporaire physique entre deux nœuds d'un réseau, pour permettre à une information de progresser vers son destinataire

#### ❖ **Techniques de commutation :**

- ▶ Commutation de circuits
- ▶ Commutation de messages
- ▶ Commutation de paquets
- ▶ Commutation de cellules

# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

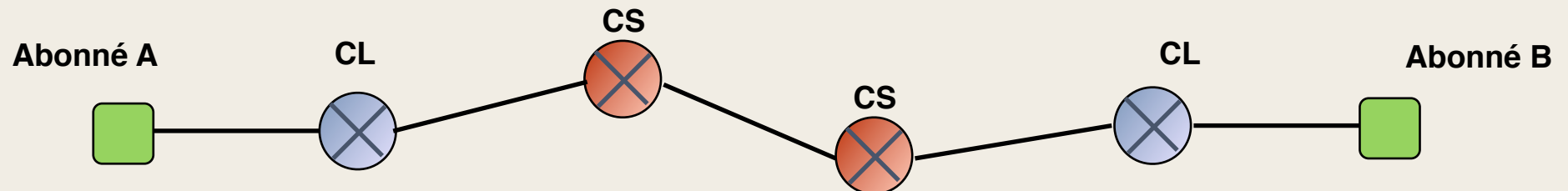
### Commutation de circuits

#### ❖ Principe :

- ▶ Établir un circuit de bout-en-bout entre deux utilisateurs avant toute transmission d'informations.
- ▶ Monopoliser ce circuit pendant toute la communication.
- ▶ Libérer le circuit au terme de la communication.

#### ❖ Exemple :

- ▶ Pour établir une communication téléphonique entre 2 abonnés A et B, un circuit physique doit être établi à travers les différents relais du système téléphonique.
- ▶ Abonné A <-> Commutateur local <-> nœuds intermédiaires <-> Commutateur local <-> Abonné B



# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

---

### Commutation de circuits

- ❖ **Temps d'établissement de la connexion :**
  - Durée entre l'émission d'appel et l'indication d'appel (*la sonnerie du téléphone*)
  
- ❖ **Signalisation :**
  - Ensemble des commandes et informations de services nécessaires pour assurer les opérations de commutation, d'exploitation et de gestion du réseau
  - Signalisation : dans la bande - hors bande - par canal sémaphore
  
- ❖ **Nota :**
  - La connexion peut être refusée
    - par l'opérateur (*manque de ressource*)
    - par l'utilisateur (*occupé ou absent*)
  - Le circuit est libéré suite à une demande de libération d'une partie (*qui raccroche*)
  - Facturation liée à la durée de communication et à la distance

# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

### Commutation de messages

#### \* Principe :

- ▶ La source constitue un **message** à partir d'un bloc de données et le fait passer au commutateur auquel il est raccordé.
- ▶ Le commutateur
  - ▶ stocke le message
  - ▶ le vérifie
  - ▶ trouve la route pour le faire suivre vers le destinataire
  - ▶ le transmet au commutateur suivant

#### \* Technique nommée « Store & forward »

- ▶ Mais on traduit par « **Stocker, vérifier, faire suivre** »

#### \* Ancêtre : le système télégraphique





# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

---

### Commutation de paquets

- ❖ **Principe :**
  - ▶ C'est une commutation de messages, avec une taille réduite et fixe des messages
  - ▶ Le bloc de données est donc fragmenté par l'émetteur en paquets (ou en trames)
  - ▶ Les nœuds de transfert traitent ces paquets rapidement car :
    - ▶ stocké en RAM et non sur disque
    - ▶ algorithmes plus simples (*à cause de la taille fixe des paquets*)
- ❖ **Technique nommée « Store & forward »**
  - ▶ Mais on traduit par « **Stocker, vérifier, faire suivre** »
- ❖ **Nœuds de transfert :** routeurs et commutateurs
- ❖ Facturation liée au volume de données échangées

# Bases de la télécommunication

## 3 - Les techniques de commutation

---

### Commutation de paquets

#### ❖ Routeur :

- ▶ Réseau à routage de paquets
- ▶ chaque paquet possède l'adresse complète du destinataire
- ▶ Le choix d'une route consiste à consulter une **table de routage**
- ▶ Cette table de routage (Adresse => ligne de sortie) doit être mise à jour pour que les routes restent les meilleures

#### ❖ Commutateur

- ▶ La trame possède une référence (ou label, ou étiquette...) de circuit
- ▶ La table de commutation (référence => port de sortie) est plus légère qu'une table de routage (*une référence par communication active*)
- ▶ L'ajout d'une référence => une phase de signalisation qui utilise une technique de routage

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Logiciel de réseaux ; conception en couches ; protocoles ; services et interfaces

- ❖ Forte structuration des logiciels de réseaux pour réduire la complexité de conception
- ❖ Organisation en couches ou niveaux :
  - ▶ Chaque couche est construite au-dessus de la précédente et gère la communication avec la couche de même niveau d'une autre machine
  - ▶ Cette communication utilise des règles et de conventions appelées **protocoles**
  - ▶ Chaque couche offre des **services** aux couches au-dessus
  - ▶ Le support de transmission, lié à la couche la plus basse, véhicule réellement la communication

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Logiciel de réseaux ; conception en couches ; protocoles ; services et interfaces

#### \* Définitions

- ▶ **Protocole**  $P(n)$  d'une couche  $n$ 
  - ▶ Ensemble des règles et conventions utilisées pour le dialogue de la couche  $n$
- ▶ **Pile** de protocoles
  - ▶ Ensemble des protocoles utilisés par un système, avec 1 protocole par couche
- ▶ **Interface**
  - ▶ Ensemble des opérations élémentaires et des services qu'une couche  $(n)$  offre à la couche  $(n+1)$  supérieure

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Logiciel de réseaux ; conception en couches ; protocoles ; services et interfaces

#### \* Définitions (suite)

- ▶ **Architecture de réseau**

- ▶ Ensemble des couches, services et protocoles

- ▶ **Encapsulation**

- ▶ Technique consistant à ajouter à un bloc de données un en-tête (*header*), et éventuellement une queue (*trailer*). L'en-tête contient les informations de contrôle du protocole.

- ▶ **Décapsulation**

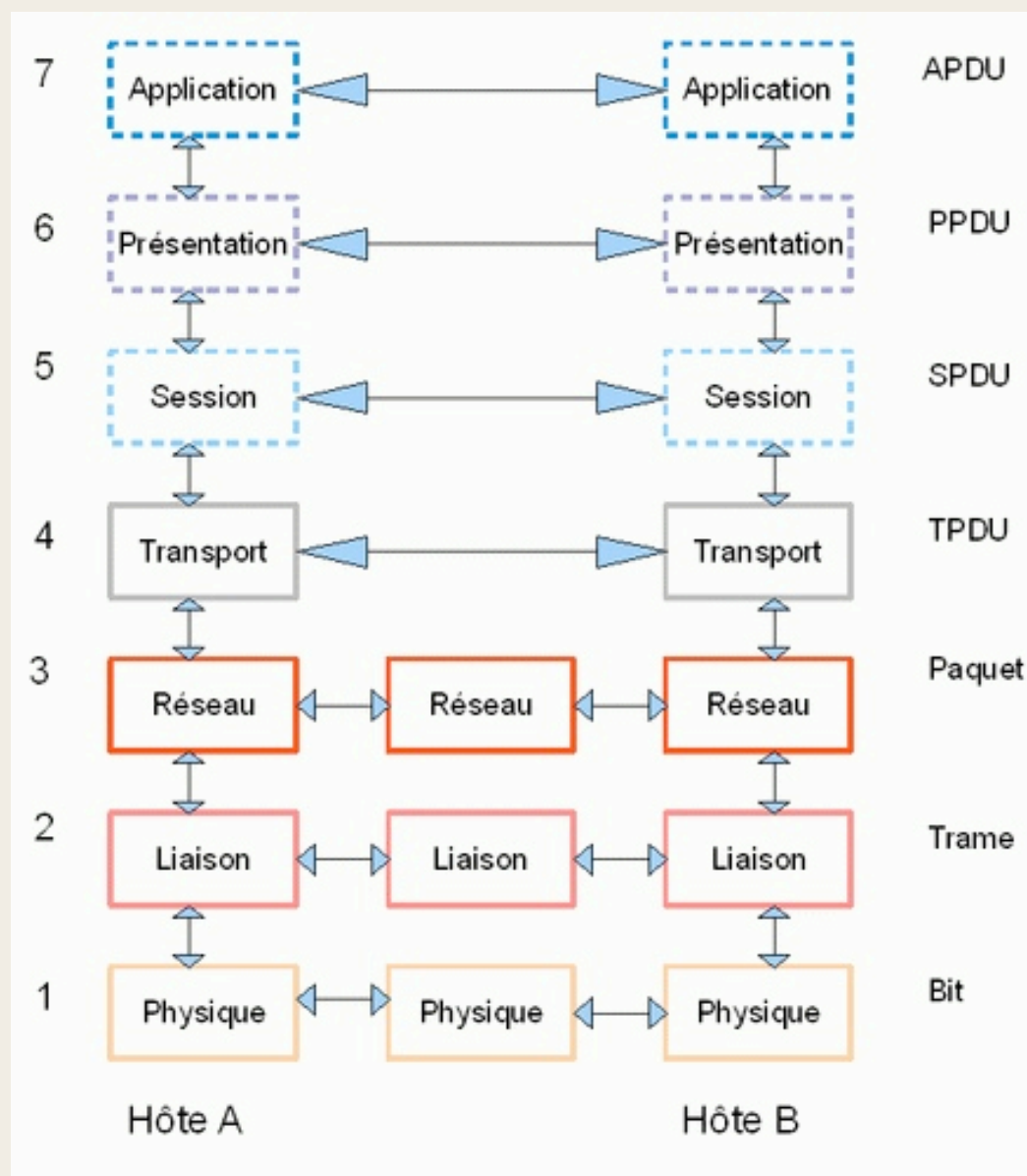
- ▶ Extraction des données utiles à partir de l'unité de données de protocole

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

### Le modèle de référence OSI

- Pour Le Réseau Tout Se Passe Automatiquement



# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- \* **Couche physique - Niveau physique - *Physical layer***
  - Transfert de bits d'information sur le support physique
  - Définition des supports physiques et des moyens d'y accéder
  - Spécifications :
    - mécaniques
    - électriques
    - fonctionnelles
  - Moyens d'adaptation

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- ❖ **Couche liaison de données - Niveau trame - *Data Link layer***
  - ▶ Transfert de trames entre deux systèmes adjacents
  - ▶ Établissement, maintien, contrôle et libération du lien logique entre les deux entités
  - ▶ Constitution et transmission de trames bien délimitées
  - ▶ détection et correction d'erreurs
  - ▶ [Pour un réseau à diffusion] Sous-couche MAC pour gérer et arbitrer les accès multiples au canal de transmission partagé



# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- ❖ **Couche réseau - Niveau paquet - *Network layer***
  - ▶ Acheminement de paquets à travers un système de relais
  - ▶ Routage (choix de route)
  - ▶ Gestion du sous-réseau de transport
  - ▶ Adaptation des paquets d'un réseau à un autre

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- ❖ **Couche transport - Niveau message - *Transport layer***
  - ▶ Contrôle de bout en bout des messages entre deux systèmes d'extrémité
  - ▶ Fourniture aux couches supérieures d'un service de transport fiable quelque soit la qualité du sous-réseau utilisé
  - ▶ Gestion de différentes qualités de service (QoS)
    - ▶ services rapides
    - ▶ services économiques

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- ❖ **Couche session - Niveau session - *Session layer***
  - ▶ Gestion d'échange de données entre applications distantes
  - ▶ transactions
  - ▶ Gestion de dialogues (jeton...)
  - ▶ Gestion de synchronisation (points de reprises...)
  
- ❖ **Couche présentation - Niveau présentation - *Presentation layer***
  - ▶ Mise en forme des données
  - ▶ Localisation (format de dates...)
  - ▶ Encodage / décodage
  - ▶ Compression / décompression
  - ▶ Cryptage

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### Le modèle de référence OSI

- \* **Couche application - Niveau application - *Application layer***
  - Fournir aux programmes et applications les services et fonctions nécessaires à la communication
  - transfert de fichiers
  - messagerie électronique
  - messagerie instantanée
  - travaux à distance
  - terminaux virtuels
  - consultation et gestion d'annuaires

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### L'architecture TCP/IP

- ❖ **ARPANET - Internet**
- ❖ **Une architecture [ou un modèle ?] » à 4 couches**
  - ▶ Accès au sous-réseau
  - ▶ Couche internet
  - ▶ Couche transport
  - ▶ Couche application

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### L'architecture TCP/IP

- ❖ **Accès au sous-réseau (ou couche hôte-réseau)**
  - ▶ Non spécifiée par l'architecture TCP/IP
  - ▶ Doit permettre le transfert de paquets entre hôte et routeur et entre routeurs
  - ▶ Cette couche est liée au type de réseau utilisé (Ethernet, ATM...)
  
- ❖ **Couche internet**
  - ▶ Au niveau de la couche réseau d'OSI, son objectif est de permettre :
    - ▶ l'injection de paquets nommés datagrammes dans n'importe quel réseau
    - ▶ l'acheminement de ces datagrammes indépendamment les uns des autres jusqu'à destination.
  - ▶ Le protocole IP (Internet Protocol) est non fiable, sans connexion
  - ▶ La couche internet assure le routage des datagrammes et la gestion des congestions

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### L'architecture TCP/IP

#### \* Couche transport

- ▶ Au niveau de la couche transport d'OSI, elle définit deux protocoles de bout en bout pour permettre le dialogue entre deux entités paires.
  - ▶ TCP : Transmission Control Protocol
  - ▶ UDP : User Datagram Protocol
- ▶ **TCP : Transmission Control Protocol**, est un protocole fiable orienté connexion. Il permet de remettre sans erreur un flux d'octets d'un hôte à un autre en le fragmentant en segments qui sont encapsulés par le protocole IP.
- ▶ **UDP : User Datagram Protocol**, est un protocole plus simple, non fiable et sans connexion, utile lorsque ni contrôle de flux, ni ordonnancement de données n'est nécessaire.

# Bases de la télécommunication

## 4 - Architecture logicielle des réseaux

---

### L'architecture TCP/IP

#### \* Couche application

- ▶ Cette couche regroupe les niveaux session, présentation et application du modèle OSI. Elle contient les protocoles de haut-niveau utilisés par les logiciels pour leur besoin de communication.
- ▶ Exemples :
  - ▶ TELNET
  - ▶ FTP : File Transfer Protocol
  - ▶ SMTP : Simple Mail Transfer Protocol
  - ▶ POP3 : Post Office Protocol
  - ▶ DNS : Domain Name System
  - ▶ HTTP : HyperText Transfer Protocol
  - ▶ etc.



# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Définitions

#### ❖ Information analogique

- ▶ Liée à la variation continue d'un phénomène physique



#### ❖ Information numérique

- ▶ Elle résulte :
  - ▶ d'une source discontinue (ou discrète)
  - ▶ de l'assemblage d'éléments indépendants (alphabet...)
  - ▶ de la numérisation d'une information analogique (= > échantillonnage, quantification et codage)

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Définitions

#### ❖ Débit binaire

- ▶ Nombre de bits par seconde émis sur le support de transmission

$$D = \frac{V}{T}$$

D : débit binaire en bit/s

V : Volume d'information en bit

T : durée d'émission

#### ❖ Codage

- ▶ Faire correspondre à chaque symbole d'un alphabet une représentation binaire (un mot-code)
- ▶ L'ensemble des mots-code = **le code**

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Définitions

#### \* Moment

- ▶ Nombre de bits  $m$  nécessaires pour coder  $N$  symboles
- ▶ Nombre de bits utilisés pour réaliser un code
- ▶ Le moment  $m$  est tel que :  $2^{(m-1)} < N \leq 2^m$
- ▶ Quel moment pour le code ASCII ?

#### \* Valence

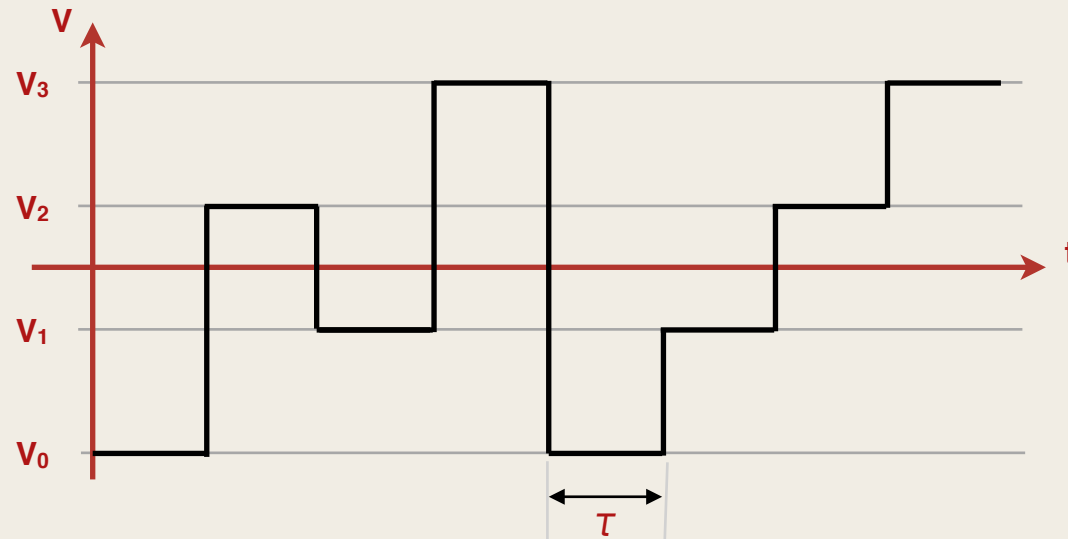
- ▶ Nombre d'états significatifs d'un message ou d'un signal
- ▶  $v = 2$  pour un message binaire (2 états possibles)
- ▶  $v = 10$  pour un chiffre décimal

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Définitions

- ❖ Exemple de signal quadrivalent ( $V = 4$ )



- ❖ **Rapidité de transmission (ou rapidité de modulation)**
  - ▶ Nombre de changements d'états par seconde
  - ▶ Unité : Baud (bd)
  - ▶  $D = R * \log_2(v)$

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Adaptation du signal à transmettre

- ❖ **Transcodage ou codage en ligne**

- ▶ Un signal binaire **ne peut pas** être transmit sans adaptation sur une ligne de transmission



- ❖ **Types de codage en ligne :**

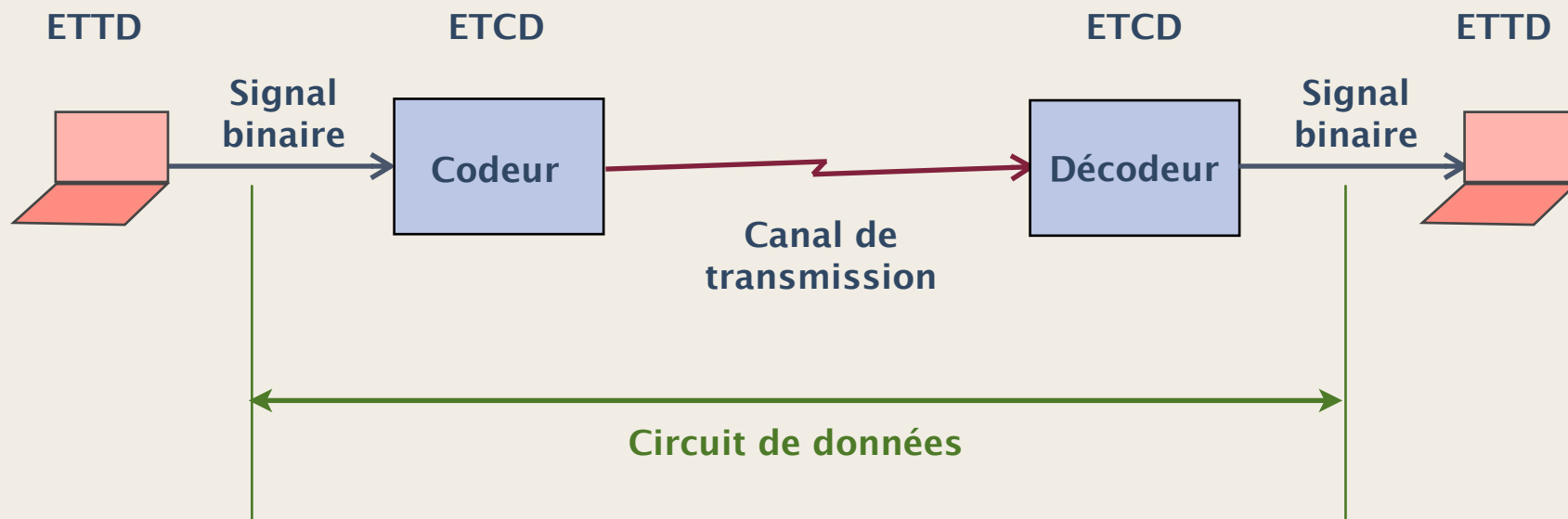
- ▶ Codage en bande de base
- ▶ Codage complets
- ▶ Codage en large bande

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Adaptation du signal à transmettre

#### \* Équipements et circuit de données



- ▶ ETTD = Équipement Terminal de Traitement de Données
- ▶ ETCD = Équipement Terminal de Circuit de Données

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Adaptation du signal à transmettre

- ❖ **Le codage en bande de base**
  - ▶ Technique simple à mettre en œuvre
  - ▶ limitations liées :
    - ▶ à la bande passante du canal de transmission
    - ▶ au rapport signal sur bruit subit par le canal
  
- ❖ **Types de codage en bande de base**
  - ▶ **NRZ = Non Return to Zero**
  - ▶ **Manchester**
  - ▶ **Manchester différentiel**
  - ▶ Code de Miller
  - ▶ **Bipolaire simple**
  - ▶ HDBn = Haute Densité Binaire d'ordre n

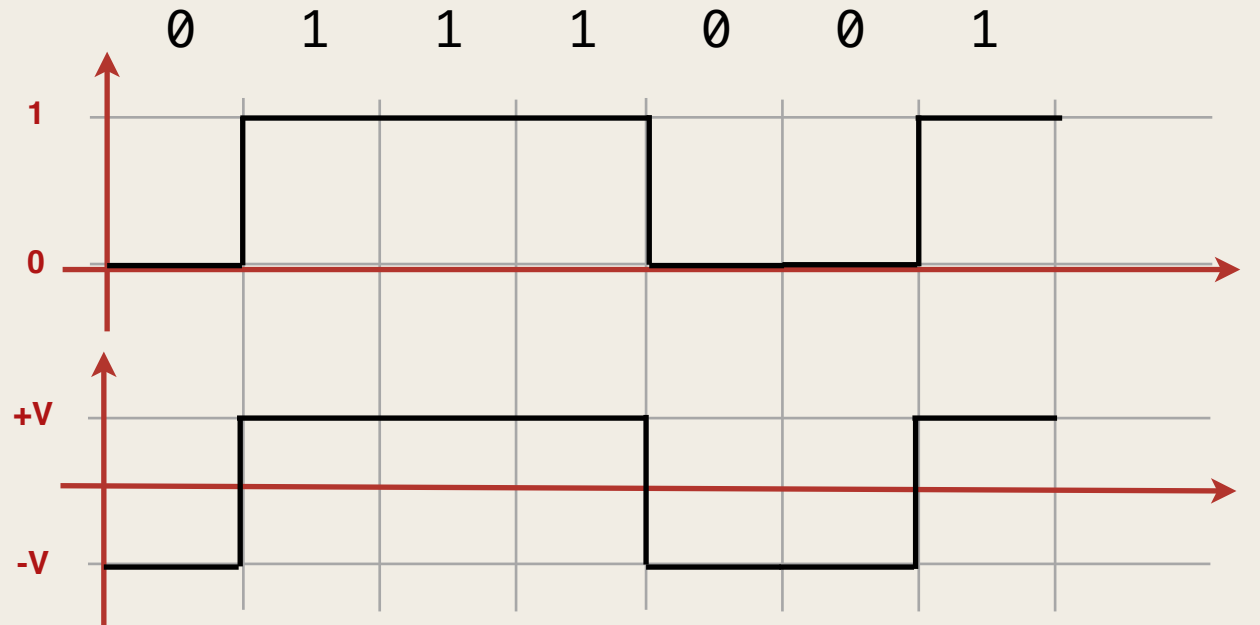
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### \* NRZ = Non Return to Zero

- ▶ bit 0 => -V volt
- ▶ bit 1 => +V volt
- ▶ Pas de transition lors de longues séquences de bits identiques...





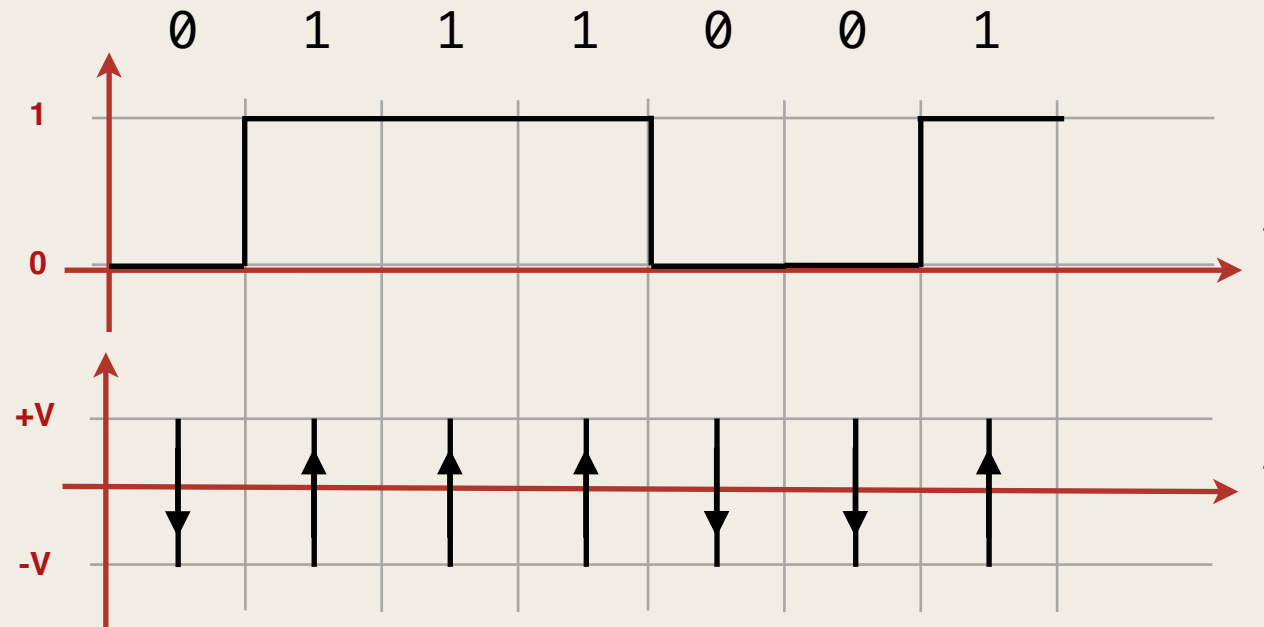
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### ❖ Manchester

- ▶ Les transitions significatives sont au milieu du temps bit
- ▶ bit 0 => Transition décroissante
- ▶ bit 1 => Transition croissante
- ▶ Le sens des transitions significatif : ne pas inverser les fils de liaison...



1° - Les transitions significatives

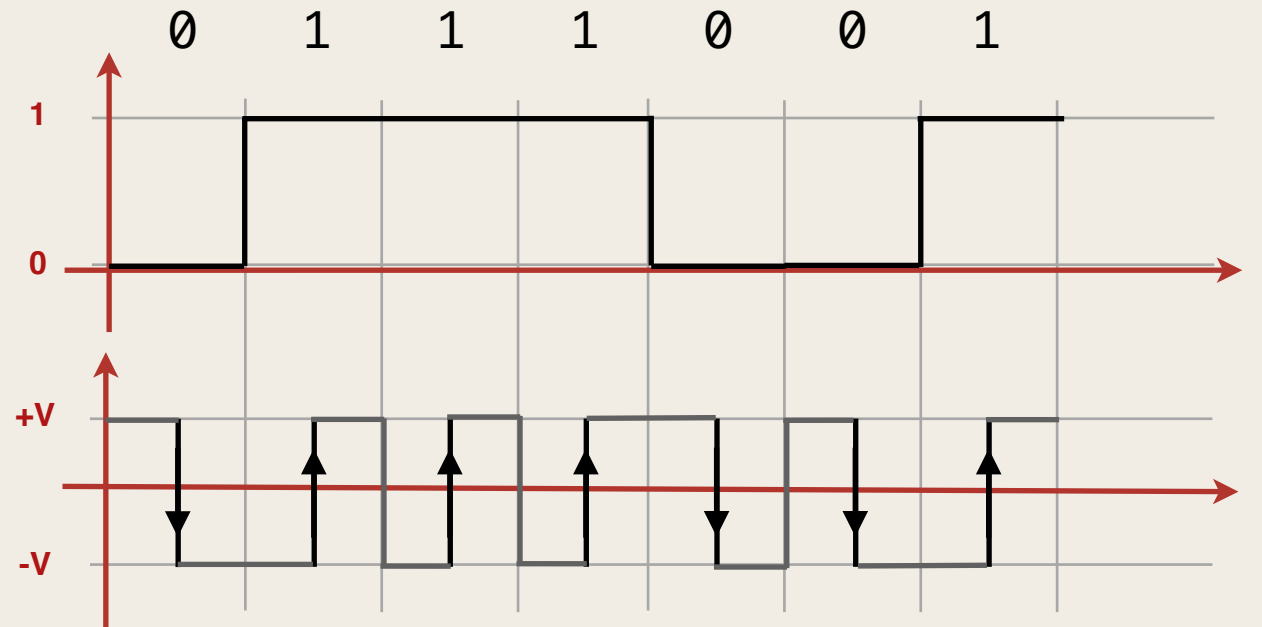
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### ❖ Manchester

- ▶ Les transitions significatives sont au milieu du temps bit
- ▶ bit 0 => Transition décroissante
- ▶ bit 1 => Transition croissante
- ▶ Le sens des transitions significatif : ne pas inverser les fils de liaison...



- 1° - Les transitions significatives
- 2° - Relier ces transitions

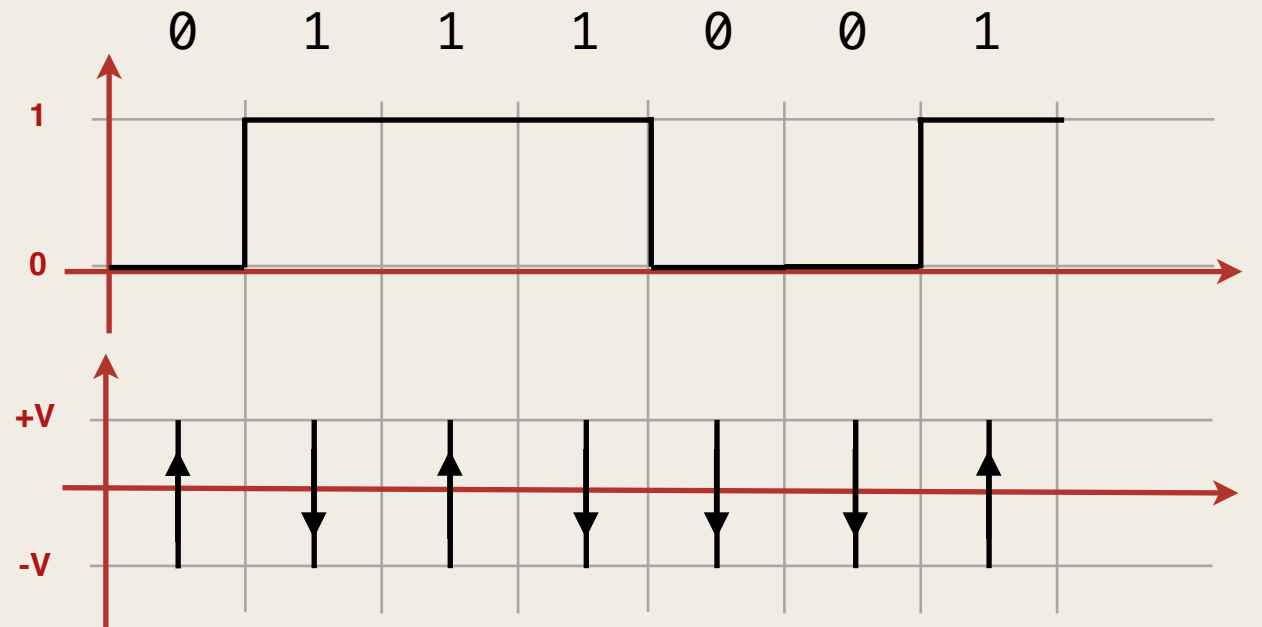
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### \* Manchester différentiel

- ▶ Les transitions significatives sont au milieu du temps bit
- ▶ bit 0 => Transition de même sens que la transition précédente
- ▶ bit 1 => Inversion du sens de transition
- ▶ Le spectre reste relativement large...



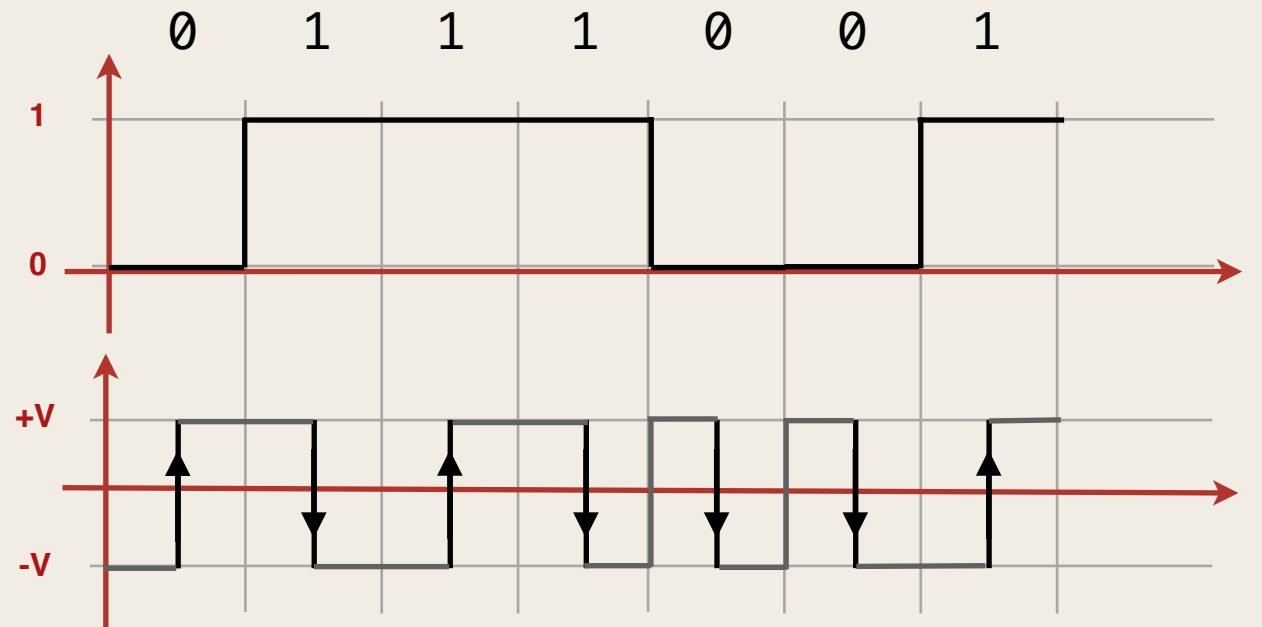
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### ❖ Manchester différentiel

- ▶ Les transitions significatives sont au milieu du temps bit
- ▶ bit 0 => Transition de même sens que la transition précédente
- ▶ bit 1 => Inversion du sens de transition
- ▶ Le spectre reste relativement large...



1° - Les transitions significatives

2° - Relier ces transitions

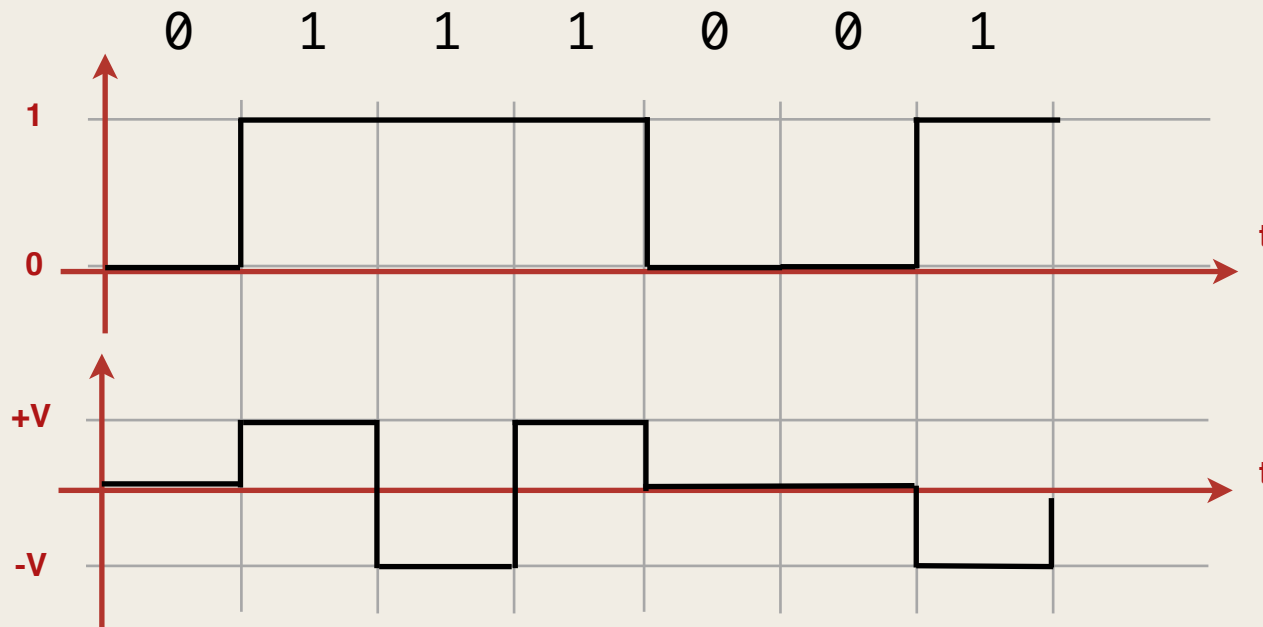
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### \* Code bipolaire

- ▶ On ne code que les 1, en alternant la polarité
- ▶ bit 0 => 0 volt
- ▶ bit 1 => +V volt, puis -V, puis +V...
- ▶ Pas de transition lors de longues séquences de bits à zéro...



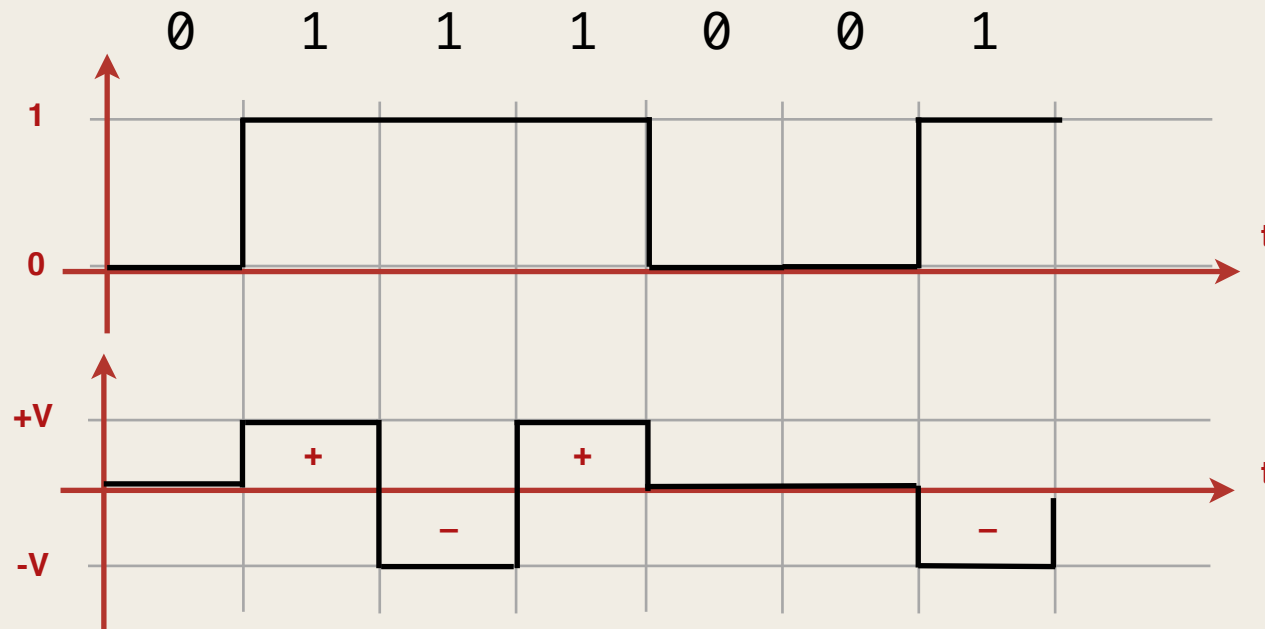
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Codage en bande de base

#### \* Code bipolaire

- ▶ On ne code que les 1, en alternant la polarité
- ▶ bit 0 => 0 volt
- ▶ bit 1 => +V volt, puis -V, puis +V...
- ▶ Pas de transition lors de longues séquences de bits à zéro...



# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Le codage complet

- \* **On substitue à une série de N bits une autre série de M signaux de valence V**
  - ▶ On utilise une table de conversion
  - ▶ Exemples :
    - ▶ 4B/5B      4 bits -> 5 bits
    - ▶ 4B/3T      4 bits -> 3 signaux ternaires ( - 0 + )
    - ▶ 2B/1Q      2 bits -> 1 signal quaternaire
  
  - ▶ Ces codages complets sont utilisés pour des transmission haut-débit, conjointement ou non avec un codage en bande de base.

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### La modulation ; codage en large bande

- ❖ **Codage par transposition de fréquence**
  - ▶ Une porteuse à haute-fréquence (HF) est modulée par le signal de données.
  
  - ▶ On distingue :
    - ▶ la modulation d'amplitude ou ASK (Amplitude Shift Keying)
    - ▶ la modulation de fréquence ou FSK (Frequency Shift Keying)
    - ▶ la modulation de phase ou PSK (Phase Shift Keying)
  
  - ▶ L'information est représentée, respectivement par :
    - ▶ la variation de l'amplitude
    - ▶ la variation de fréquence
    - ▶ la variation de phase

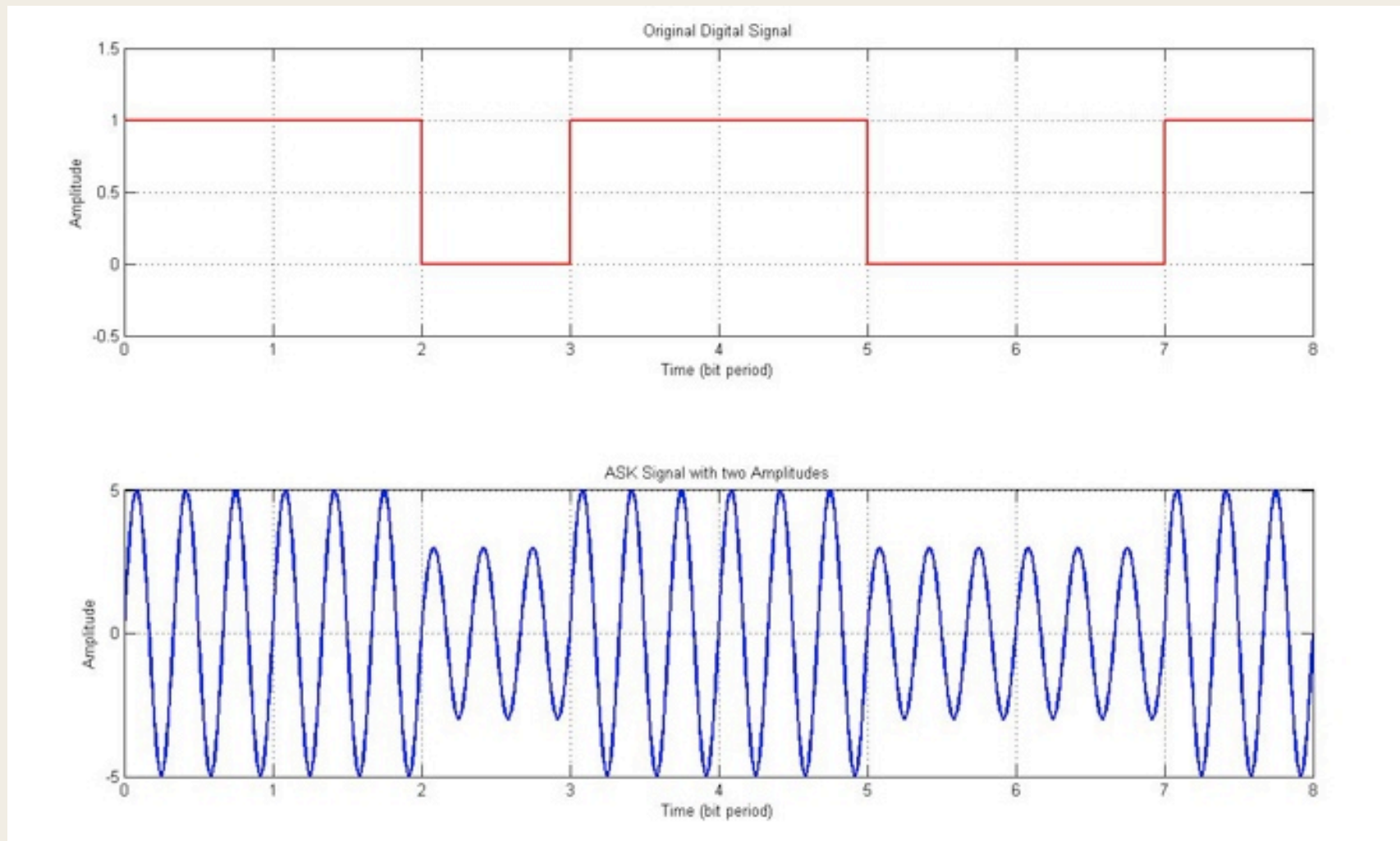


# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### La modulation ; codage en large bande

- ❖ Modulation d'amplitude ou ASK (Amplitude-shift keying)

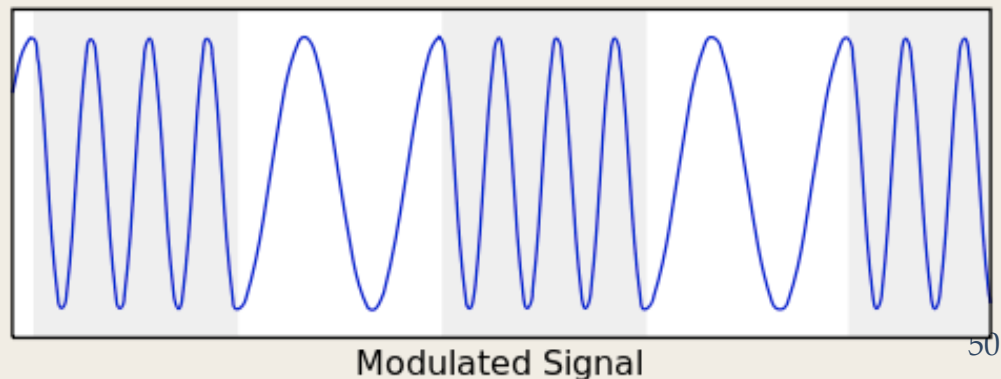
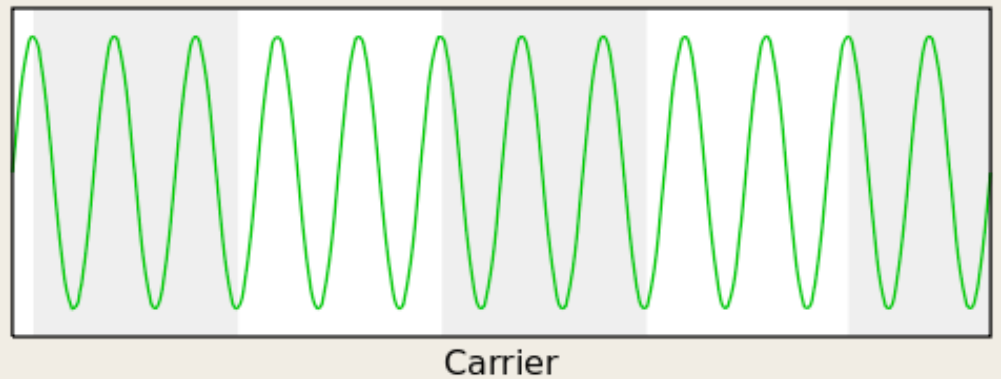


# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### La modulation ; codage en large bande

- \* Modulation de fréquence ou FSK (Frequency-shift keying)



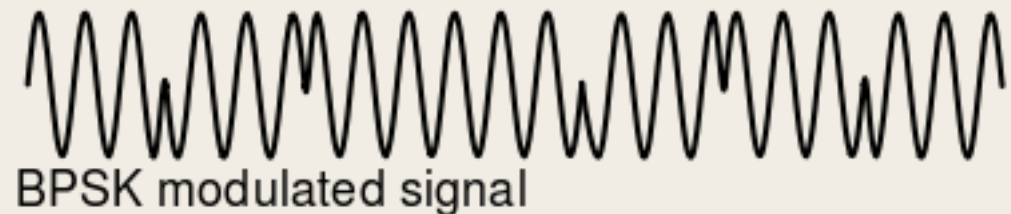
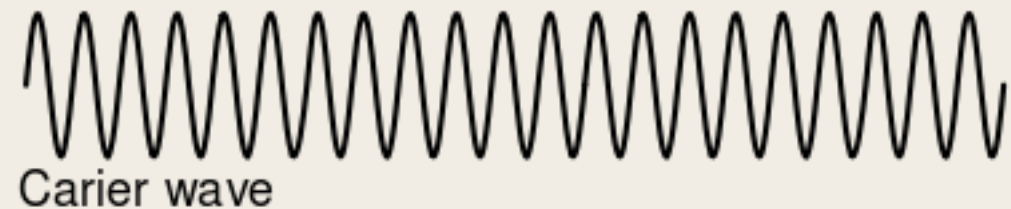
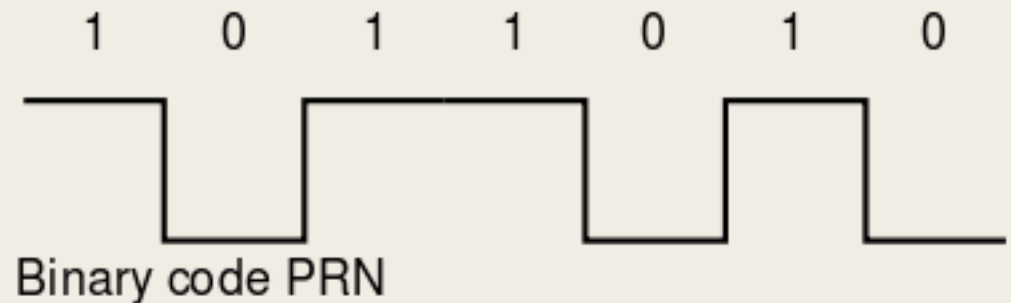
<http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Fsk.svg>

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### La modulation ; codage en large bande

- ❖ Modulation de phase ou PSK (Phase-shift keying)



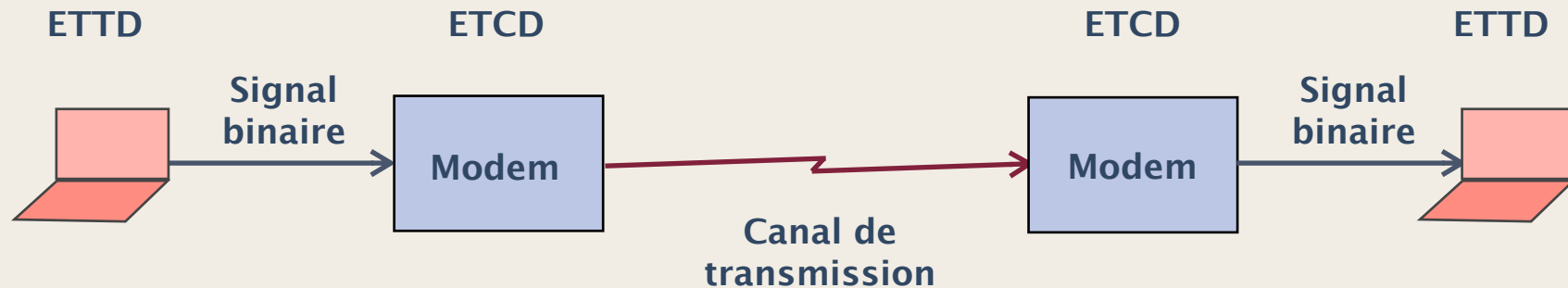
By Enemy (Own work) [Public domain], via Wikimedia Commons

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### La modulation ; codage en large bande

- \* Modulateur / démodulateur => modem



- \* **Nota :**

- Des combinaisons de modulation sont souvent réalisées
  - (Ex. : modulation d'amplitude **et** de phase)
- Le multiplexage est possible : des porteuses distinctes sont modulées
- La modulation s'applique également avec un signal analogique (FM, AM...)

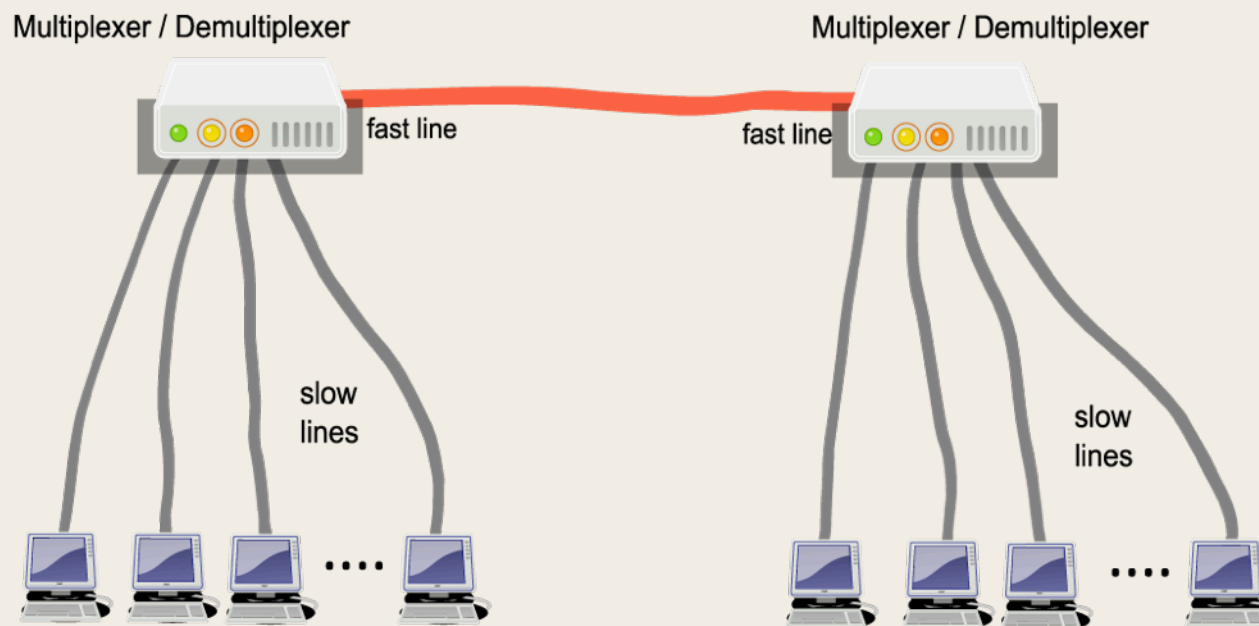
# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

### Le multiplexage

#### \* Multiplexer :

- Partager un même support physique entre plusieurs utilisateurs



# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Le multiplexage

- \* **Multiplexeur ou mux :**
  - Équipement qui effectue le multiplexage et le démultiplexage
  
- \* **Pourquoi ?**
  - La mise en œuvre et l'entretien d'une ligne a un coût qui dépend peu de sa bande passante (coût du génie civil)
  
- \* **Voie haute vitesse = voie composite = le canal multiplexé**
  
- \* **Voies basses vitesses = voies incidentes**
  
- \* **2 principaux types :**
  - Multiplexage fréquentiel
  - Multiplexage temporel

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Le multiplexage fréquentiel

- ❖ **MRF = Multiplexage par Répartition de Fréquence**
- ❖ **FDM = Frequency Division Multiplexing**
- ❖ **Principe :**
  - ▶ La bande passante disponible est partagée en canaux (ou sous-bande) plus étroits, affectés aux utilisateurs respectifs
  - ▶ Chaque canal subit une transposition de fréquence dans une bande donnée.
  - ▶ Les canaux sont regroupés pour former le canal multiplexé

# Bases de la télécommunication

## 5 - Éléments sur la transmission

---

### Le multiplexage temporel

- ❖ **MRT = Multiplexage à Répartition dans le Temps**
- ❖ **TDM = Time Division Multiplexing**
- ❖ **Principe :**
  - ▶ On affecte à chaque utilisateur, pendant un court instant et à tour de rôle, la totalité de la bande passante disponible
  - ▶ Ce court instant = Intervalle de temps = IT = slot
  - ▶ Le multiplexeur dispose de mémoires tampons pour mémoriser les trames qui se présentent entre deux tranches de temps



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.1 Généralités

#### \* ARPANET

- ▶ À la fin des années 60 le département de la recherche de la défense américaine le DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) développe l'idée d'un grand réseau issu de l'interconnexion de petits réseaux tous différents.
- ▶ C'est le début d'ARPANET. Son architecture devient TCP/IP, normalisée par le DoD (Department of Defense) au milieu des années 70.
- ▶ On parle alors d'inter-network abrégé en **Internet** pour ce réseau de réseaux.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.1 Généralités

#### \* Internet

- ▶ L'intégration des **protocoles de TCP/IP** à l'OS Unix 4 de Berkeley, avec une diffusion libre des sources des logiciels des protocoles assure son développement rapide pour d'autres systèmes d'exploitation et la constitution d'un standard de fait dans les réseaux locaux et leur interconnexion, avant même la finalisation du modèle OSI.
- ▶ le modèle OSI à sept couches spécifie des services alors que l'architecture TCP/IP spécifie des protocoles, avec deux principales couches :
  - ▶ **transport et inter-réseau.**

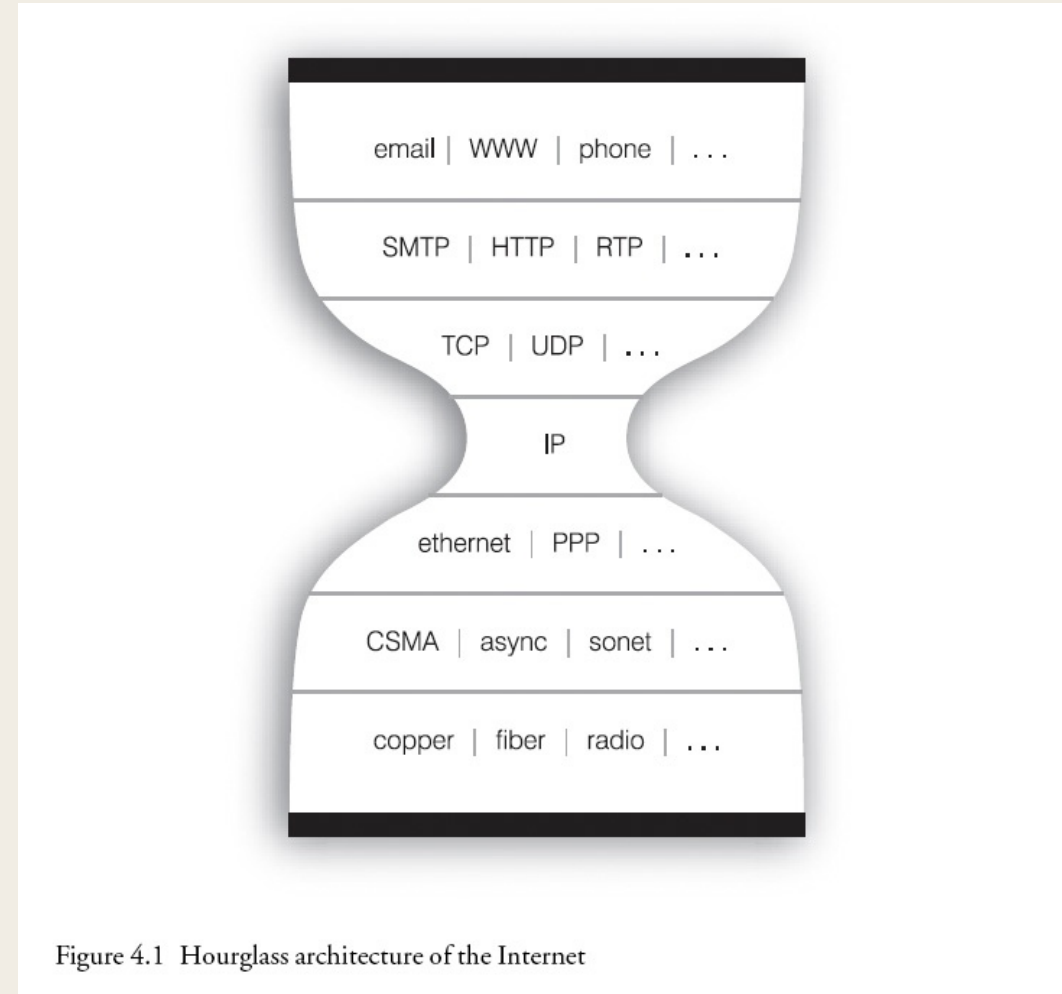
# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.2 L'architecture TCP/IP

#### ❖ Présentation

- ▶ Le but de l'architecture Internet est simple :
  - ▶ Tout réseau voulant faire partie d'Internet doit pouvoir transporter un type de paquet unique (un **datagramme**) conforme au protocole IP (**Internet Protocol**).
  - ▶ Chaque source, destination, ou machine intermédiaire est identifiée par une adresse unique.



Hourglass Zittrain

<http://yupnet.org/zittrain/archives/13>

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.2 L'architecture TCP/IP

#### ❖ La couche Internet

- ▶ Le rôle du protocole IP est de permettre l'injection de paquets dans n'importe quel réseau et l'acheminement de ce paquet indépendamment les uns des autres jusqu'à leur destination.
- ▶ Comme pour le courrier postal, les paquets peuvent arriver dans un ordre différent de l'ordre d'émission.
- ▶ IP est donc un réseau à commutation de paquets ; il fournit un service non fiable sans connexion.
- ▶ Il existe d'autres protocoles dans cette couche Internet : RIP, ICMP, ARP, etc.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.2 L'architecture TCP/IP

#### \* La couche Transport

- ▶ On n'y définit principalement deux protocoles de bout en bout afin d'assurer des entités paires sur les ordinateurs source et destination de soutenir une conversation.
  - ▶ **TCP** (transmission Control Protocol) est un protocole fiable orienté connexion ; il permet la remise sans erreur de message ; sur la machine source TCP fragmente le flux issus des couches supérieures en message ; sur la machine destination TCP réassemble les messages. TCP assure un contrôle de flux.
  - ▶ **UDP** (User Datagramme Protocol) est un protocole non fiable et sans connexion, dédiée aux applications ne voulant ni du séquençement ni de contrôle de flux.  
Exemple : Application de type client-serveur en mode demande-réponse ; transfert de son ou de vidéos

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.3 Les adresses IPv4

#### \* Adresse IPv4

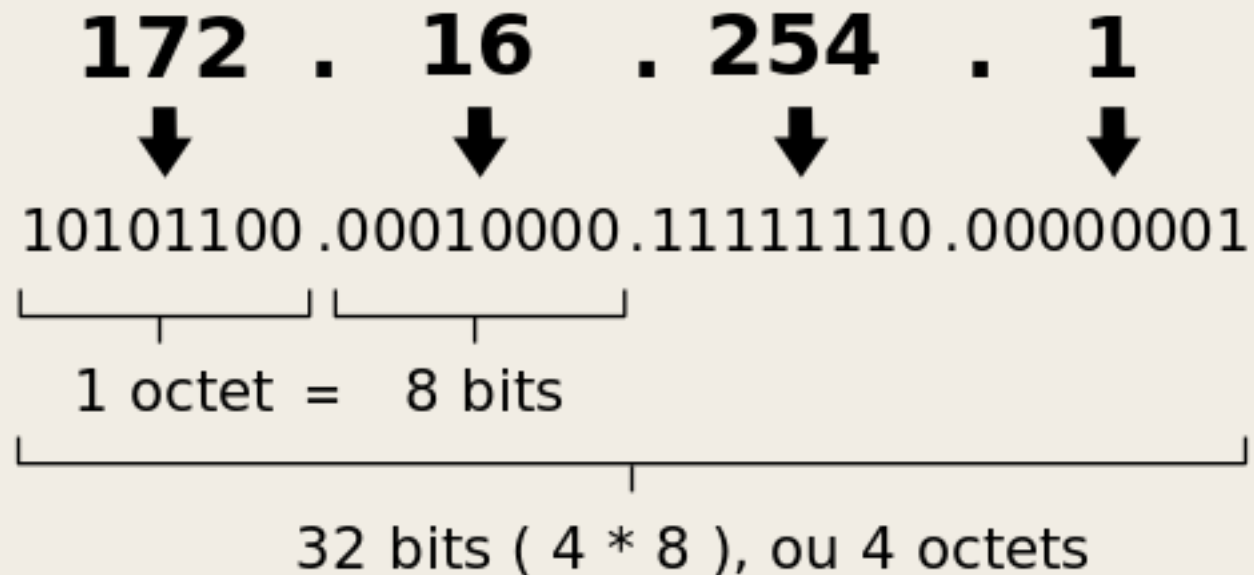
- ▶ Une adresse IPv4, est :
  - ▶ Un identifiant de réseau + un identifiant d'ordinateur
  - ▶ Unique (sur internet ou au sein d'un réseau privé)
  - ▶ Sur 32 bits, soit 4 octets
  - ▶ Écrite en notation décimale pointée
    - ▶ Exemple : 198.51.100.201
    - ▶ Chaque octet y est exprimé en décimal.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.3 Les adresses IPv4

Une adresse IPv4 (notation décimale à point)



[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adresse\\_Ipv4.svg?uselang=fr](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adresse_Ipv4.svg?uselang=fr)







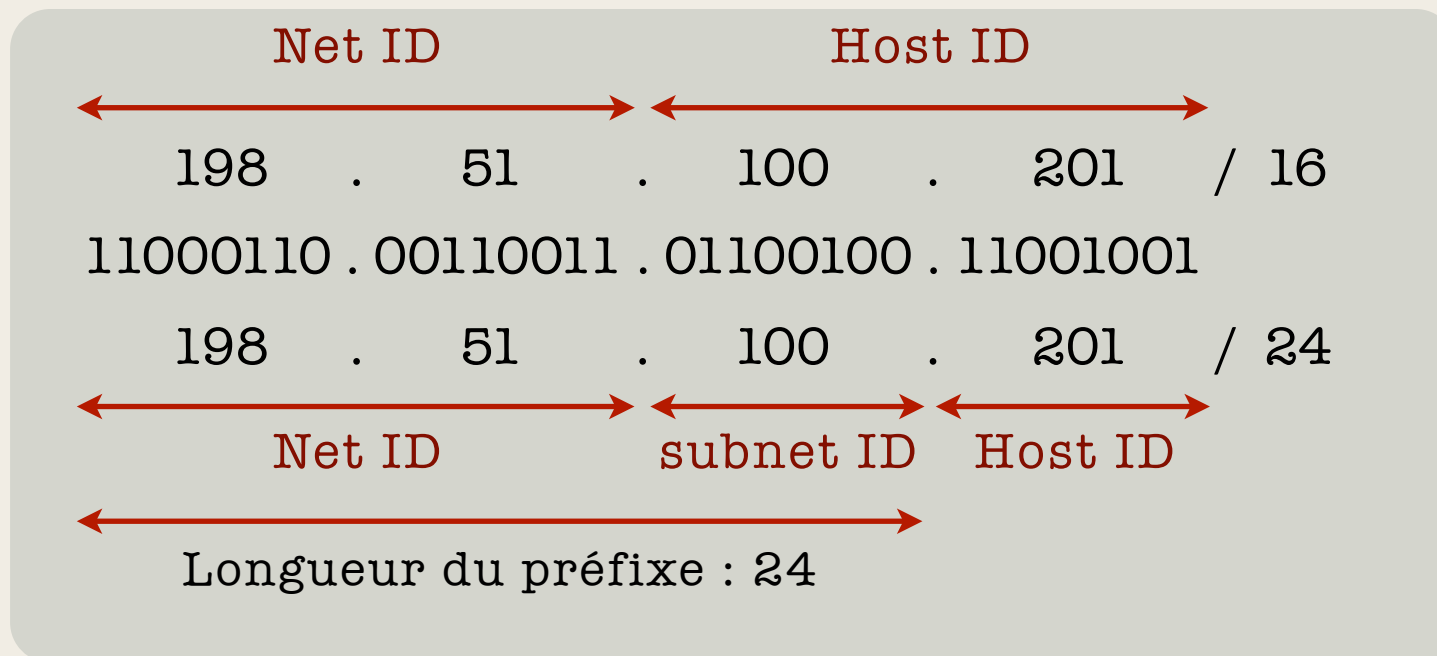
# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.3 Les adresses IPv4

#### \* Sous-réseau

- ▶ La notion de **sous-réseau** (subnet) est liée à la subdivision d'un réseau plus important
- ▶ Des routeurs sont utilisés pour la communication de machines qui appartiennent à des sous-réseaux différents



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.4 Le datagramme IPv4

#### \* En-tête + données

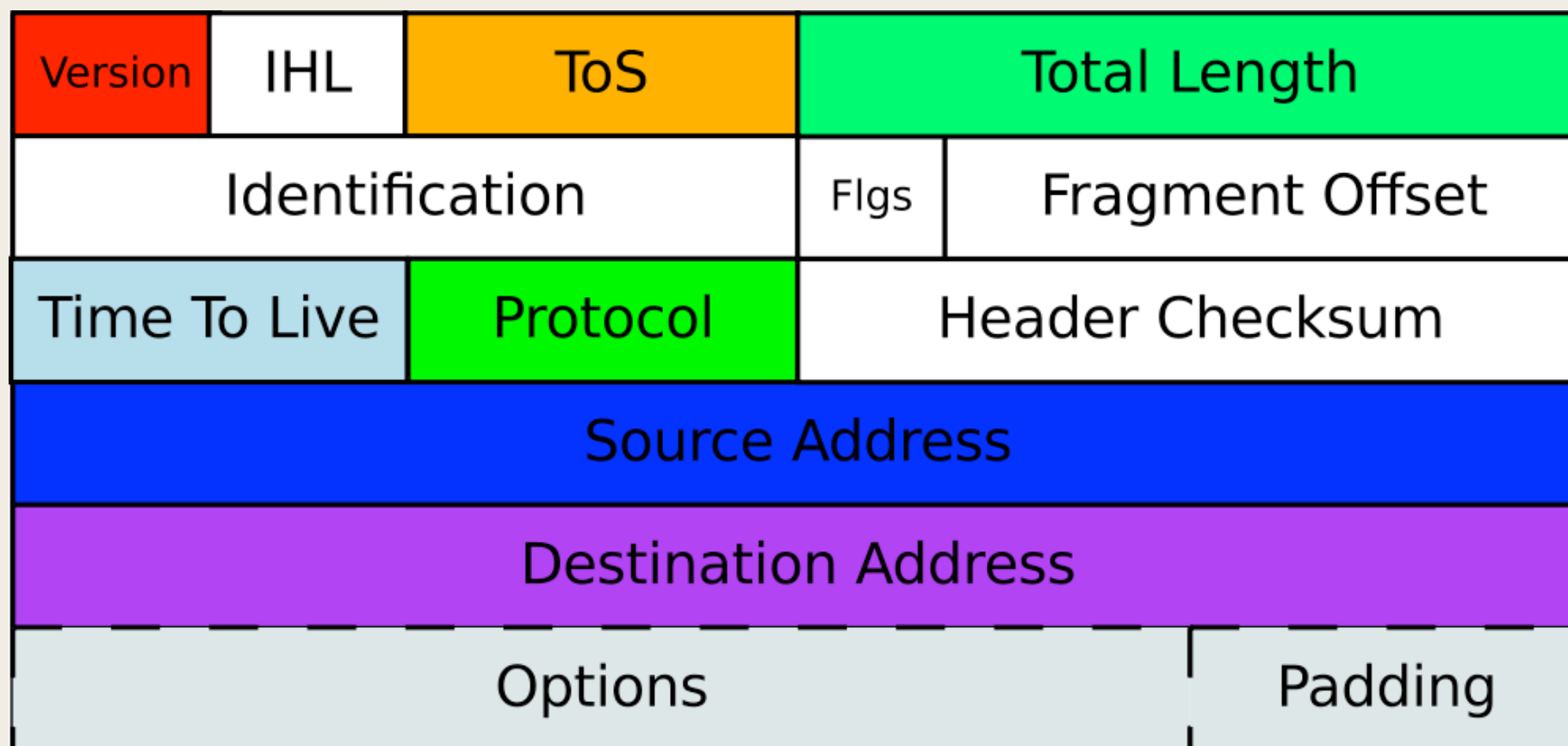
- ▶ Le datagramme IPv4 (maxi. 65635 octets) comporte :
  - ▶ Un **en-tête** de 20 octets (+40 octets optionnels)
  - ▶ Un champs de **données**
- ▶ L'en-tête comprend :
  - ▶ N° de version (4 pour IPv4)
  - ▶ La longueur, en octets, du datagramme
  - ▶ le champ TTL = Time To Live = durée de vie, décrémenté de 1 à chaque saut (traversée d'un routeur). Si TTL = 0, le datagramme est détruit
  - ▶ N° du protocole de transport
  - ▶ Adresse IP de la source
  - ▶ Adresse IP de la destination
  - ▶ Etc.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.4 Le datagramme IPv4

\* En-tête :



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.5 IPv6

#### ❖ Pourquoi ?

- ▶ IPv4 permet théoriquement d'adresser  $2^{32}$  équipements (env. 4 milliards)
- ▶ Le regroupement en réseaux crée un grand gaspillage d'adresses
- ▶ Les routeurs, qui interconnectent un nombre croissant de réseaux, ont des tables de routage très volumineuses et complexes à maintenir.
- ▶ CIDR (*Classless Inter Domain Routing*) et NAT (*Network Address Translator*) ont retardés la pénurie d'adresses IPv4
- ▶ Les problèmes de pénurie d'adresses et d'explosion des tables de routage ont amené l'IETF (*Internet Engineering Task Force*) à étudier dès 1992 et à standardiser le **protocole IPv6**

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.5 IPv6

#### ❖ Les adresses IPv6

- ▶ 128 bits
- ▶ 8 mots,
  - ▶ en notation hexadécimale
  - ▶ séparés par «:»

2001:0DB8:0000:0000:0400:A987:6543:210F



8 mots de 16 bits

- ▶ Simplifications avec les zéros

2001:0DB8:0000:0000:0400:A987:6543:210F

Pas de zéros en tête =>

2001:DB8:0:0:400:A987:6543:210F

Un groupe de champs nuls => "::"

2001:DB8::400:A987:6543:210F

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.5 IPv6

#### ❖ Les adresses IPv6

- ▶ Préfixe et notations particulières

Id. réseau et longueur du préfixe à 64 :  
`2001:0DB8:7654:3210::/64`

Id. réseau, Id. interface et préfixe de lg 64 :  
`2001:DB8:7654:3210:945:1321:ABA8:F4E2/64`

Ex. d'URL :  
`http://[2001:DB8:12::1]:8000/`

- ▶ Cas particuliers

Adresse de loopback (comme 127.0.0.0/8)  
`::1`

Adresse indéfinie  
`::`

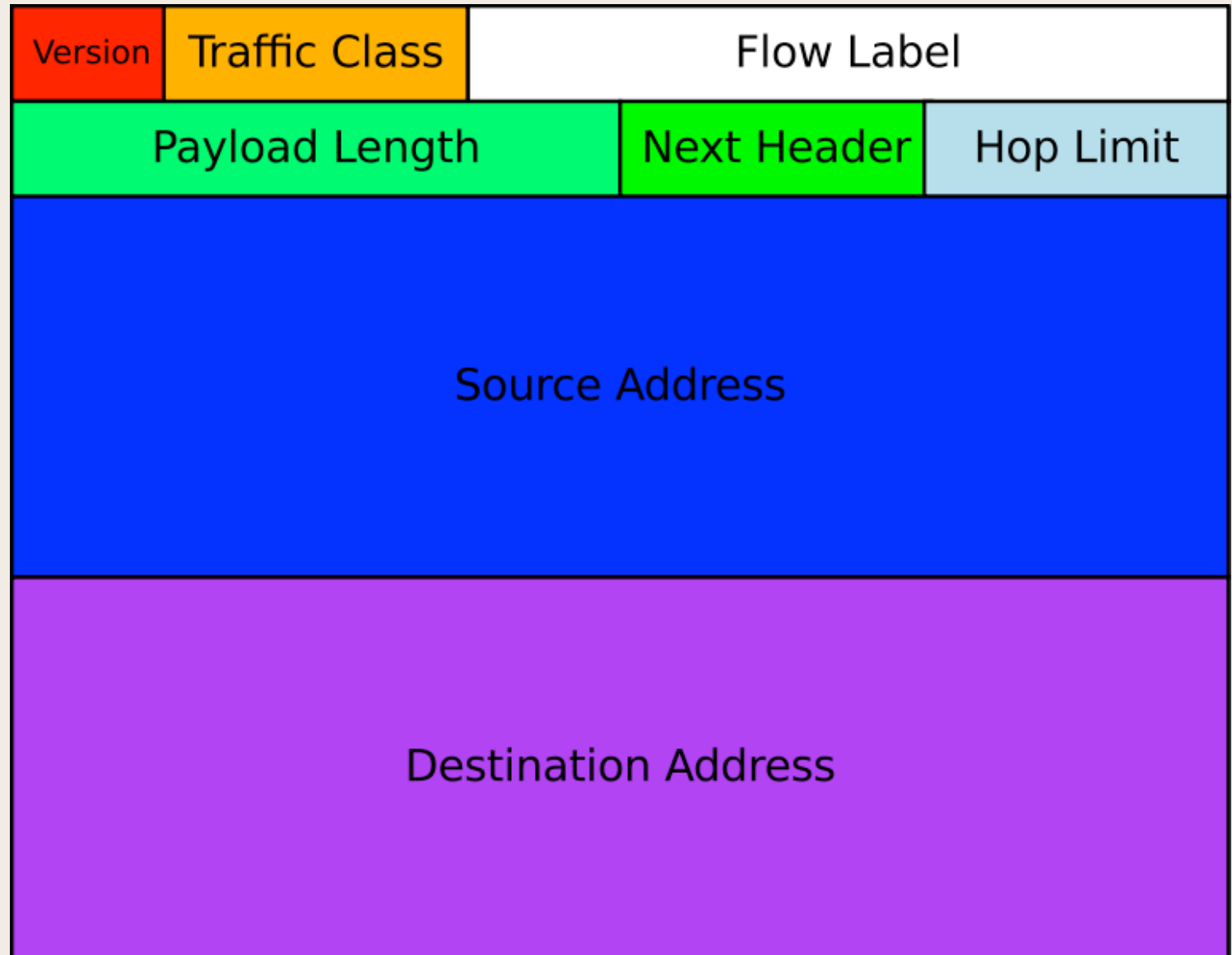
Une adresse IPv4  
`::13.1.68.3`

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.5 IPv6

- \* En-tête du datagramme IPv6





# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.6 TCP : Transmission Control Protocol

#### \* Protocole de transport

- ▶ Il assure un service fiable orienté connexion

#### \* Fonctions de TCP

- ▶ Établir une connexion entre 2 entités, nommées **sockets**, entre 2 machines
- ▶ Échange de flux d'octets entre ces 2 sockets ; le flux est découpé en segments de longueur variable qui sont passés à la couche Internet
- ▶ Remise en ordre des données arrivant à destination
- ▶ Contrôle des flots de données ; pour ne pas saturer le destinataire
- ▶ Fermer, courtoisement, la connexion une fois tous les segments transmis et bien reçus.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.6 TCP : Transmission Control Protocol

#### \* Socket

- ▶ C'est un point d'accès aux services TCP pour les applications.
- ▶ Un socket est composé de :
  - ▶ L'adresse IP de la machine
  - ▶ Un numéro de port
- ▶ On note un socket en séparant l'adresse IP du n° de port par ':'
  - ▶ Ex. : 192.51. 100.63:21
  - ▶ pour le port 21 (FTP) de la machine 192.51. 100.63
- ▶ Certains ports sont réservés
  - ▶ 21 = FTP ; 25 = SMTP ; 80 = HTTP ; ect.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.7 UDP : User Datagram Protocol

#### ❖ Protocole de transport

- ▶ Il fournit un service non fiable, sans connexion
- ▶ mais simple et rapide
- ▶ Comme pour la couche Internet, le but est de faire au mieux pour délivrer les datagrammes à un socket destinataire (Best Effort Delivery).
- ▶ Le datagramme comporte un simple en-tête de 4 champs de 16 bits.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.8 La couche application

#### \* Ensemble de protocoles et utilitaires

- ▶ Au sommet de la pile TCP/IP, la couche application regroupe un vaste ensemble de protocoles et de services de haut niveau.
- ▶ Ces protocoles communiquent via les sockets de TCP ou UDP
- ▶ Certains protocoles constituent les services nécessaires à des API (*Application Programming Interface*), qu'utilisent les développeurs d'applications et de logiciels.
- ▶ D'autres protocoles servent aux utilitaires ou applications communicantes.
- ▶ Les premiers à être développés ont été les protocoles TELNET, FTP et SMTP.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.9 Utilitaires de configuration et de connexion

- \* **ARP**
  - ▶ Address Resolution Protocol
  - ▶ ...
- \* **Ping**
  - ▶ Test de connexion
  - ▶ ...
- \* **ipconfig ; ifconfig**
  - ▶ ipconfig : commande Windows
  - ▶ ifconfig : commande Unix
  - ▶ ...

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.9 Utilitaires de configuration et de connexion

#### \* **tracert**

- ▶ tracert : commande Unix
- ▶ traceroute : commande Windows
- ▶ ...

#### \* **netstat**

- ▶ *Network statistics*
- ▶ ...

#### \* **Network Monitor**

- ▶ [blogs.technet.com/b/netmon/](http://blogs.technet.com/b/netmon/)

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.10 Transfert de fichiers et accès à distance

- ❖ **FTP**
  - ▶ ...
- ❖ **NFS**
  - ▶ ...

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.10 Transfert de fichiers et accès à distance

- ❖ **Telnet**
  - ▶ ...
- ❖ **ssh**
  - ▶ Secure Shell
  - ▶ ...
- ❖ **VNC**
  - ▶ Virtual Network Computing
  - ▶ ...
- ❖ **VPN**
  - ▶ Virtual Private Network
  - ▶ ...



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.11 DNS - Domain Name System

- ❖ **Système de noms de domaine**

- ▶ Service de nommage
- ▶ Système hiérarchique de recherche d'une **adresse IP** à partir d'un **nom de domaine**

- ❖ **Nom de domaine**

- ▶ Il est composé de noms séparés par des points «.»
- ▶ Ex. :

`paul.info.arcep.fr`

`fr` = ccTDL pour la France ; géré par l'AFNIC

`arcep` = Domaine enregistré et validé par l'AFNIC (propriétaire : l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes)

`info` = Service informatique enregistré pour l'ARCEP.

`paul` = Nom d'une machine (celle de Paul) au sein du service informatique de l'ARCEP.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.11 DNS - Domain Name System

#### \* **Domaine de haut-niveau**

- ▶ TLD = Top Level Domain

- ▶ Générique : gTLD ; generic TLD

- Ex. : com, net, org, mil, gov, biz, info, name, pro, aero, coop, xxx, museum...

- ▶ Géographique : ccTLD ; country code TLD

- Ex. : fr, uk, nl, it, jp, eu, us...

#### \* **Sous-domaine :**

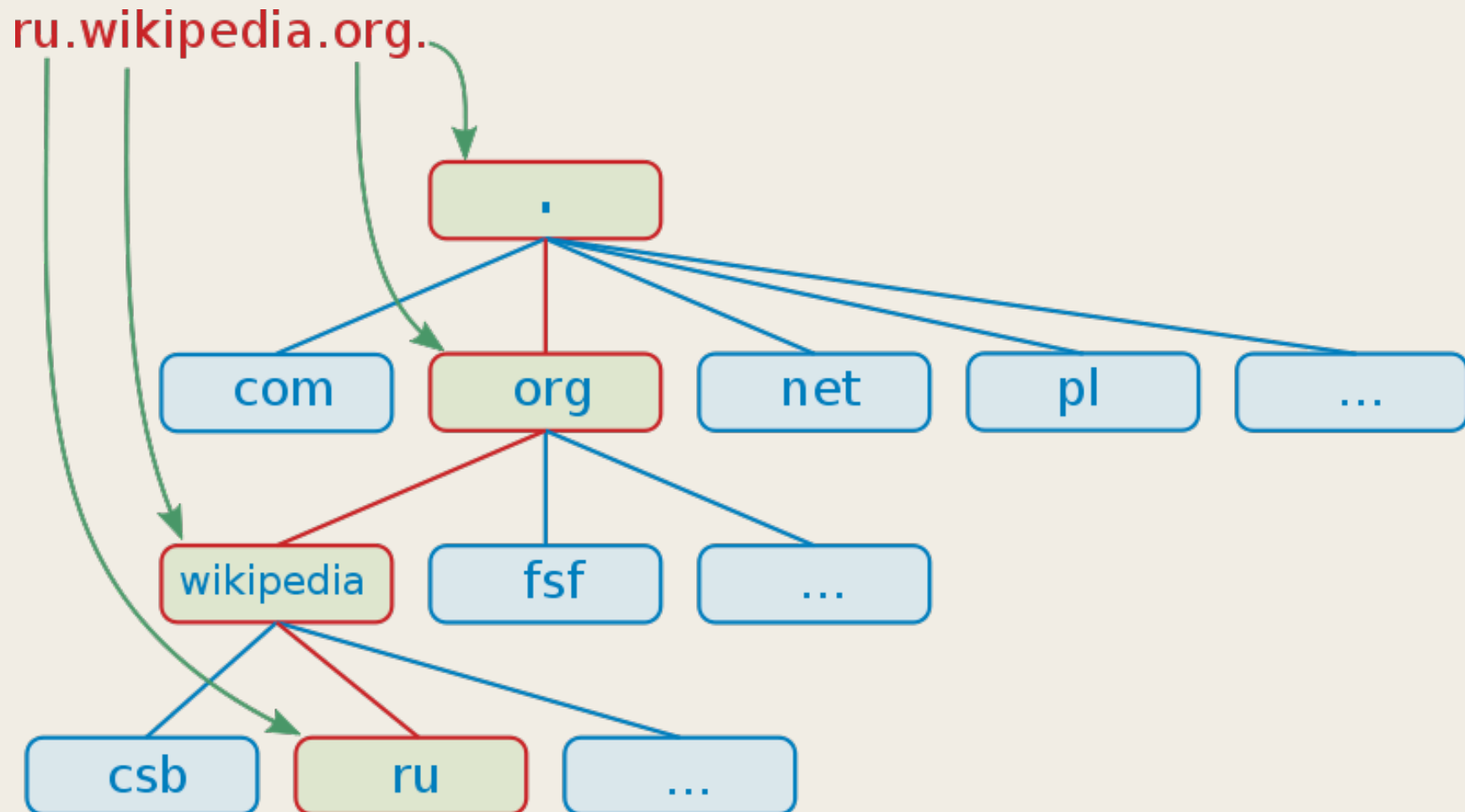
- ▶ chaque sous-domaine est enregistré auprès du domaine supérieur.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.11 DNS - Domain Name System

- ❖ Exemple : La hiérarchie du domaine « ru.wikipedia.org. »



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.11 DNS - Domain Name System

#### ❖ Résolution de nom de domaine

- ▶ Pour résoudre un nom, le système utilise un résolveur
- ▶ Le résolveur recherche dans son cache la correspondance :
  - ▶ nom de domaine -> adresse IP
- ▶ Sinon, le résolveur interroge le **serveur DNS primaire**,
  - ▶ avec le protocole DNS
  - ▶ qui utilise le protocole de transport UDP
- ▶ Le **serveur DNS primaire**
  - ▶ Retourne directement la réponse s'il la connaît
  - ▶ sinon, il interroge le serveur hiérarchiquement au-dessus ou en dessous jusqu'à obtenir la réponse

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.12 Le courrier électronique

- ❖ **E-mail ≈ email ≈ courriel ≈ courrier électronique      ≠ Mél**
- ❖ **Deux types de protocoles**
  - ▶ Transfert de courrier électronique, depuis un ordinateur source jusqu'à la boîte aux lettres d'un destinataire, via des relais
    - ▶ SMTP = Simple Mail Transfer Protocol
  
  - ▶ Relève du courrier par le destinataire
    - ▶ POP3 = Post Office Protocol
    - ▶ IMAP = Internet Mail Access Protocol



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.12 Le courrier électronique

#### \* Composition d'un message électronique

- ▶ Une enveloppe, nécessaire au transfert du message, avec :
  - ▶ Les adresses de destination :
    - ▶ To: destinataires principaux
    - ▶ Cc: Copie conforme (carbon copy)
    - ▶ Bcc: Copie cachée (Bind Cc)
  - ▶ From: qui écrit
  - ▶ Sender: qui envoie
  - ▶ Return-Path: le chemin de retour
  - ▶ Received: Identification et horodates des relais de transfert
- ▶ Le message, avec :
  - ▶ Un en-tête
    - ▶ Date:
    - ▶ Subject:
    - ▶ Reply-to:
  - ▶ Le corps du message

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.12 Le courrier électronique

#### \* MIME = Multipurpose Internet Mail Extensions

- ▶ Le corps du message est structuré avec MIME pour permettre
  - ▶ des codages de caractères non ASCII (alphabets français, allemand, etc.)
  - ▶ l'usage d'alphabets non latins (arabe, hébreux...)
  - ▶ idéogrammes chinois, japonais...
  - ▶ des objets non textuels (images, flux audio ou vidéo, fichiers joints...)
- ▶ MIME définit de nouveaux champs d'en-tête de message
  - ▶ Content-type:
  - ▶ avec des valeurs telles que text/plain, text/html, image/jpeg, image/gif...
  - ▶ Content-Transfer-Encoding:
  - ▶ pour indiquer la méthode d'encodage. Ex. quoted-printable, base64...



# Réseaux à grandes distances

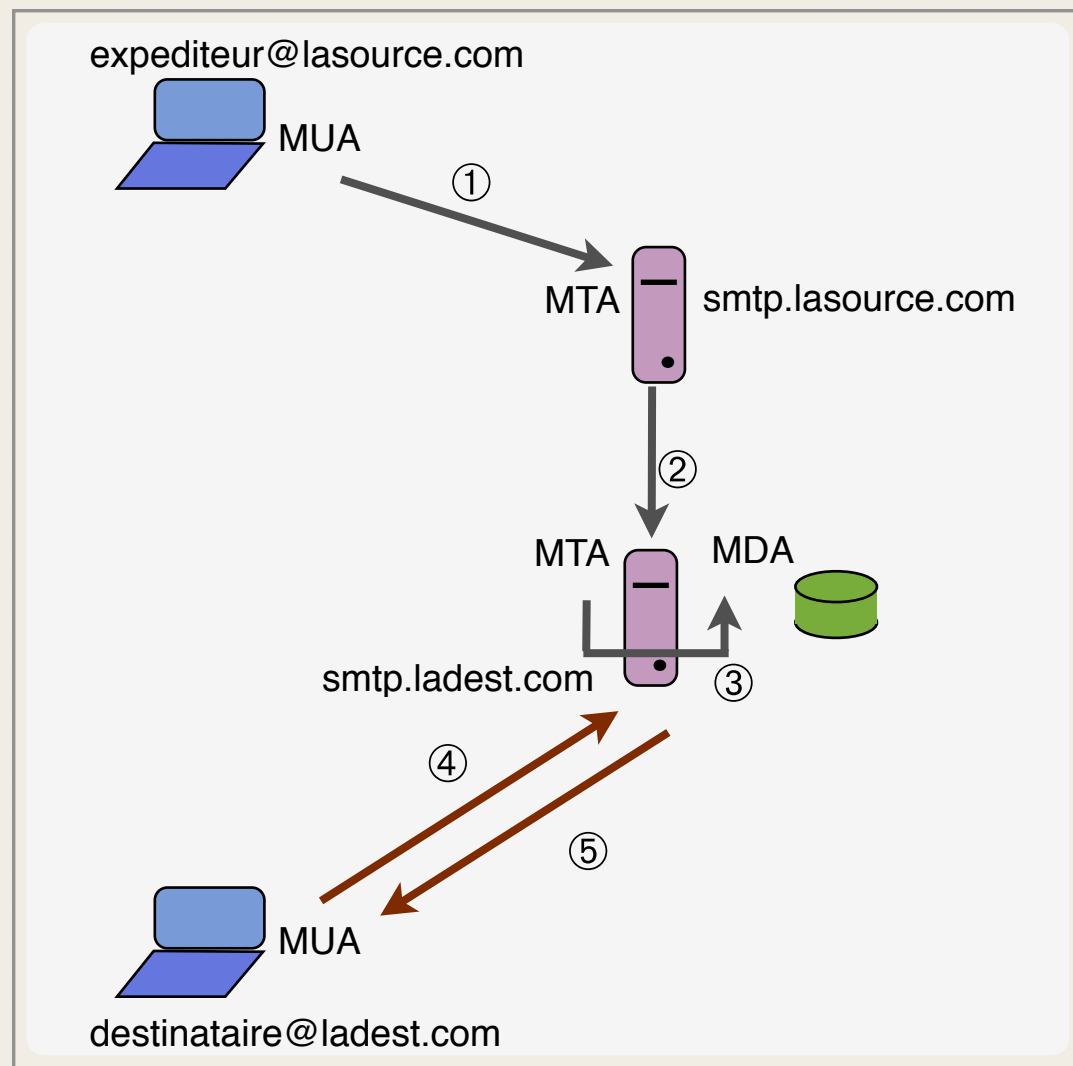
## 1 - Internet

### 1.12 Le courrier électronique

#### ❖ Transfert d'emails : SMTP

##### Simple Mail Transfer Protocol

- ▶ ① L'ordinateur source établit une connexion TCP sur le port 25 de son agent de transfert (MTA=Mail Transfer Agent). SMTP réalise alors les échanges liés à l'envoi d'un ou plusieurs emails.
- ▶ ② Chaque message est transmis au MTA destinataire, via SMTP.
- ▶ ③ Le MTA le transmet au MDA (Mail Delivery Agent), qui le stocke dans la boîte aux lettres du destinataire
- ▶ ④ Le destinataire utilisera POP ou IMAP pour la relève de ses emails.
- ▶ ⑤ POP ou IMAP va alors transmettre l'email au client de messagerie du destinataire, pour consultation et/ou stockage sur le poste du destinataire.



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.12 Le courrier électronique

#### ❖ Remise de messages

- ▶ POP3 = Post Office Protocol (version 3) ; RFC 1939
  - ▶ Identification (USER *nom-de-compte* ; PASS *le-mot-de-passe*) ou (APOP *nom-de-compte* ; *digest-du-mot-de-passe*)
  - ▶ Transfert des emails relevés et stockage par l'agent utilisateur
  - ▶ QUIT pour fermer la session
- ▶ IMAP = Internet Mail Access Protocol - RFC 2060
  - ▶ Gestion des emails à distance
  - ▶ Fonctionnement similaire à POP3, avec des commandes supplémentaires pour gérer des dossiers et classer les emails.
  - ▶ Webmail utilise IMAP

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.12 Le courrier électronique

#### ❖ Agents utilisateurs

- ▶ Mozilla Thunderbird
- ▶ MS Outlook
- ▶ Lotus Notes (IBM)
- ▶ Mail (Apple)
- ▶ Les webmails :
  - ▶ Gmail, Windows Live Hotmail, Yahoo! Mail...
  - ▶ Zimbra, SquirrelMail, Horde...

#### ❖ Agents de transfert

- ▶ Postfix ; Sendmail ; Qmail...

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

- \* **La toile ; WWW = World Wide Web**

- Créé au CERN par Tim Berners-Lee en 1989
- Reposait alors sur les standards URL, HTTP, HTML et CGI
- puis CSS et JavaScript sont apparus

- \* **URL = Uniform Resource Locator**

- Format de nommage de ressources, utilisé pour les adresses web
- Une URL est composée de 3 à 5 parties :
  - Nom de protocole
  - Nom de domaine
  - N° de port (en option)
  - Chemin d'accès à la ressource
  - Liste de paramètres (en option)

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### ❖ Ex. d'URL

`http://www.w3.org/People/Berners-Lee/FAQ.html`

Protocole

Nom de domaine

Accès à la ressource

`http://altavista.digital.com:8080/find.pl?q=url&lang=fr`

Protocole

Nom de domaine

port

Accès à la  
ressource

Paramètres

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

- ❖ **HTTP = HyperText Transfer Protocol.**

- ▶ Protocole de transfert de documents web (les documents HTML, les images JPEG, PNG, GIF..., les documents CSS, JS, etc.) demandés usuellement par un navigateur (client web) à un serveur HTTP.

- ❖ **Exemple d'échange HTTP**

- ▶ L'utilisateur clique sur un lien dans un document affiché par son navigateur

```
<a href="http://www.w3.org/Graphics/PNG/Overview.html">
Portable Network Graphics</a>
```

- ▶ Le navigateur détermine l'URL de la ressource demandée
- ▶ Il demande au résolveur DNS l'adresse IP de www.w3.org

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

- DNS répond :

```
www.w3.org. 300      IN   A   128.30.52.37
```

- Le navigateur se connecte en TCP avec le port 80 de 128.30.52.37
- Il envoie une requête HTTP ; celle-ci comporte une commande GET indiquant la ressource demandée :

```
GET /Graphics/PNG/Overview.html HTTP/1.1  
...
```

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

- Le serveur retourne le document demandé
- Le navigateur interprète le document, en affiche le texte et refait autant de requête HTTP que d'images ou autres ressources incluses dans le document



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### ❖ HTML = HyperText Markup Language

- ▶ Langage de description de page web, constitué de balises et interprété par le navigateur.
- ▶ HTML décrit la présentation et la structure du document, qui reste statique. L'interactivité se limite aux liens hypertextes (les hyperliens) qui permettent d'afficher une autre page.
- ▶ HTML a évolué en différentes versions. La version 4.0 perdure depuis 1999.
- ▶ Une variantes, XHTML 1.0, est basée sur XML
- ▶ HTML 5.0, en cours de spécification, apporte de grandes nouveautés.

#### ❖ CSS = Cascading Style Sheets.

- ▶ Il offre des outils avancés permettant la mise en page et la présentation du contenu de pages web.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### \* JavaScript

- ▶ JavaScript est un langage de script, reposant sur de la programmation événementielle.
- ▶ Le code et les fonctions sont incluses dans le code d'une page HTML et exécutées, sur le client web, soit à différents niveaux du cycle de vie de la page, soit en réponse à certaines actions de l'utilisateur.
- ▶ Par exemple, JavaScript :
  - ▶ aide à contrôler les données saisies dans des formulaires HTML
  - ▶ ou bien permet d'interagir avec le document HTML via l'interface DOM (Document Object Model).
- ▶ Le 'Document Object Model' décrit la structure et le contenu des pages web.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### \* Ajax (Asynchronous JavaScript and XML)

- ▶ C'est une combinaison de technologies comme
  - ▶ Javascript,
  - ▶ DOM,
  - ▶ un objet XMLHttpRequest (utilisé pour dialoguer de manière asynchrone avec le serveur Web),
  - ▶ CSS
  - ▶ XML ou JSON (*JavaScript Object Notation*) (utilisés pour l'échange de données).

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### \* CGI ; Scripts coté serveur

- ▶ *Server-side scripting*
- ▶ CGI = Common Gateway Interface
- ▶ (littéralement : Interface de passerelle commune...)
- ▶ Utilisé pour construire, coté serveur, des **pages web dynamiques**, générées par ex. en fonction de données saisies par l'utilisateur.
- ▶ Les CGI sont des scripts interprétés ou une interface avec des programmes compilés.
- ▶ Exemple langages populaires :
  - ▶ Perl
  - ▶ Python
  - ▶ JSP (Java Server Pages)
  - ▶ ASP (Active Server Pages)
  - ▶ PHP (PHP HyperText Preprocessor)
  - ▶ Servlets (avec Java)

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.13 Le web

#### ❖ Top 3 des logiciels client (les navigateurs)

- ▶ Chrome (2008)
- ▶ Mozilla Firefox (2004)
- ▶ Internet Explorer (1995)

#### ❖ Top 3 de logiciels serveur

- ▶ Apache HTTP Server (60 % des sites web)
- ▶ Apache Tomcat (évolution pour J2EE)
- ▶ MS IIS (Internet Information Services)

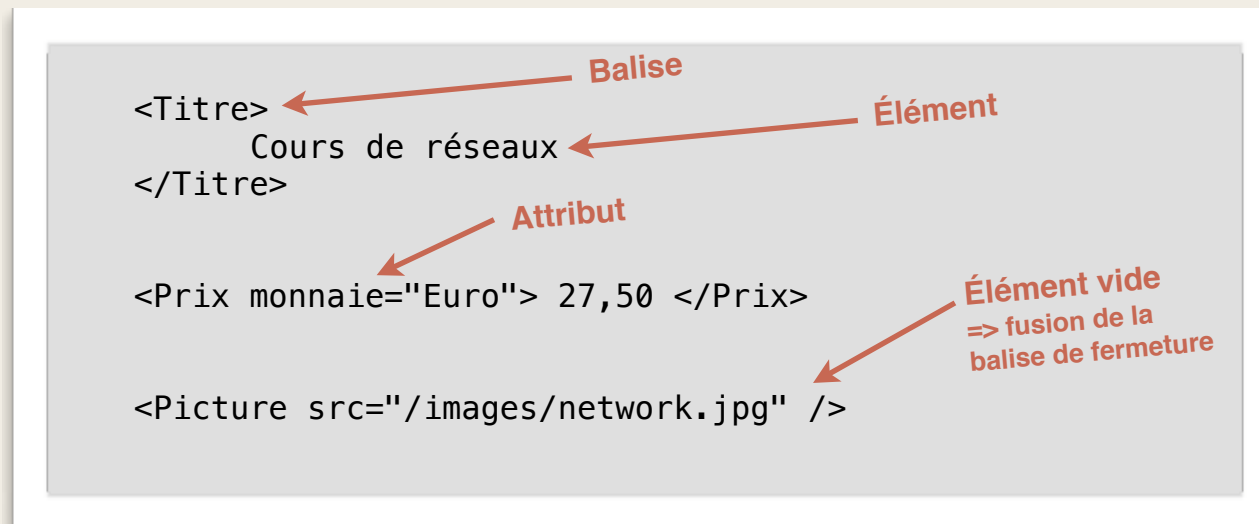
# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.14 XML

#### ❖ XML = eXtensible Markup Language

- ▶ XML est un langage de description adapté :
  - ▶ à la **représentation** structurée de données
  - ▶ aux **échanges** de données
- ▶ Un document XML est structuré à l'aide de **balises** ou **marqueurs**



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.14 XML

#### \* Exemple de document XML :

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" standalone="no" ?>
<!DOCTYPE biblio SYSTEM "sample.dtd">
<!-- Ci-dessus le prologue : déclaration et DTD utilisé -->
<!-- Élément racine -->
<biblio>
  <!-- Premier enfant -->
  <livre>
    <!-- Élément enfant titre -->
    <titre>Les Misérables</titre>
    <auteur>Victor Hugo</auteur>
    <nb_tomes>3</nb_tomes>
  </livre>
  <livre>
    <titre>Les Confessions</titre>
    <auteur>Jean-Jacques Rousseau</auteur>
    <auteur>Jacques Perrin</auteur>
  </livre>
  <livre lang="en">
    <titre>David Copperfield</titre>
    <auteur>Charles Dickens</auteur>
    <nb_tomes>3</nb_tomes>
  </livre>
</biblio>
```

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.14 XML

#### ❖ Utilisation de XML

- ▶ Une application liée à XML utilise jusqu'à trois types de documents :
  - ▶ ① Le document XML (voir ex. précédent)
  - ▶ ② Le document DTD (Document Type Definition),
    - ▶ S'il est indiqué avec la 2e ligne du prologue de ①
    - ▶ DTD va permettre de vérifier la conformité du document XML ①
  - ▶ ③ En option, une feuille de style XSL (eXtensible Stylesheet Language)
    - ▶ Il dicte le formatage à appliquer à ①
    - ▶ Le document XSL est indiqué dans le document XML ① par une ligne du type :

```
<?xml-stylesheet type="text/xml" href="biblio.xsl"?>
```



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.14 XML

#### ❖ Exploitation de document XML

- ▶ Deux API sont couramment utilisées par les applications :
  - ▶ **DOM** (Document Object Model) est une API pour des objets de type document définis par une structure XML ; cela permet de naviguer dans le document (décrit par un arbre) et d'accéder à ses parties.
  - ▶ **SAX** : Simple API for XML est une interface plus simple, pour un même usage.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.15 Accéder à Internet

#### ❖ Accès fixe

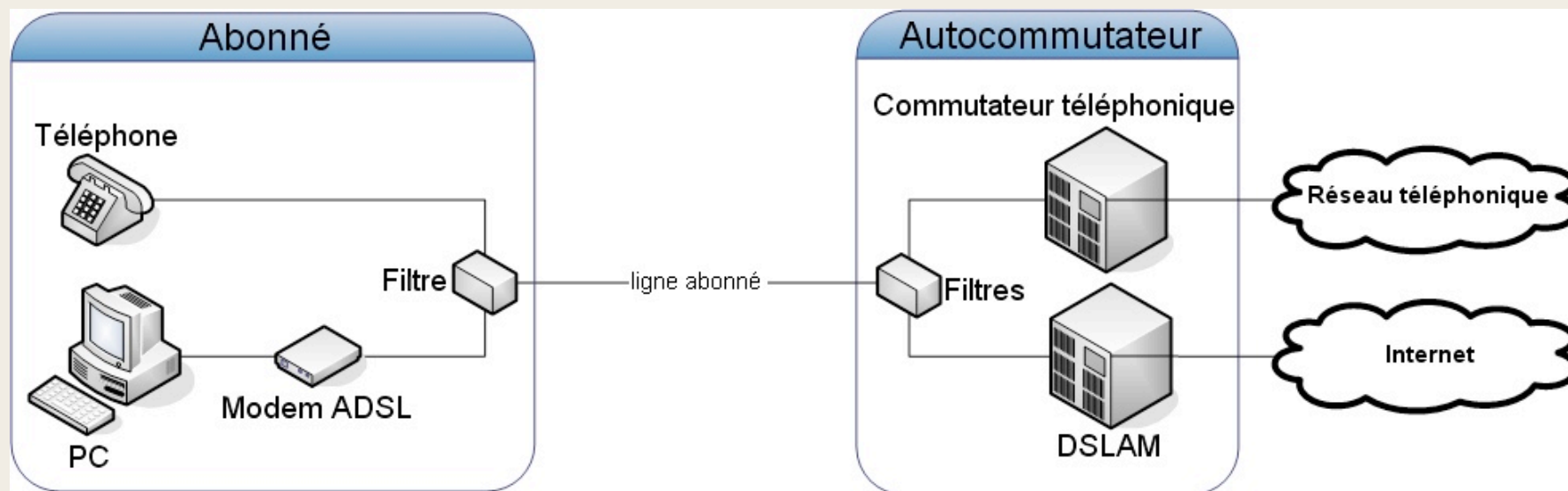
- ▶ Accès via le Réseau Téléphonique Commuté
  - ▶ Via un modem téléphonique.
    - ▶ Les 1<sup>res</sup> offres d'accès ont été commercialisées en France sous cette forme.
    - ▶ Un bon modem permettait d'atteindre 56 kbit/s.
    - ▶ PPP (*Point to Point Protocol*) est utilisé pour la liaison de données
- ▶ Modems DSL (*Digital Subscriber Line*)
  - ▶ Dans le cadre du **dégroupage** total ou partiel, les paires téléphoniques gérées par l'**opérateur historique** sont mises à disposition d'opérateurs alternatifs.
  - ▶ Ces derniers proposent des offres **ADSL, SDSL ou VDSL** :
    - ▶ ADSL = Asymmetric Digital Subscriber Line
    - ▶ SDSL = Symmetric Digital Subscriber Line
    - ▶ VDSL = Very high speed Digital Subscriber Line

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.15 Accéder à Internet

- ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
  - Liaison numérique asymétrique, de la famille xDSL



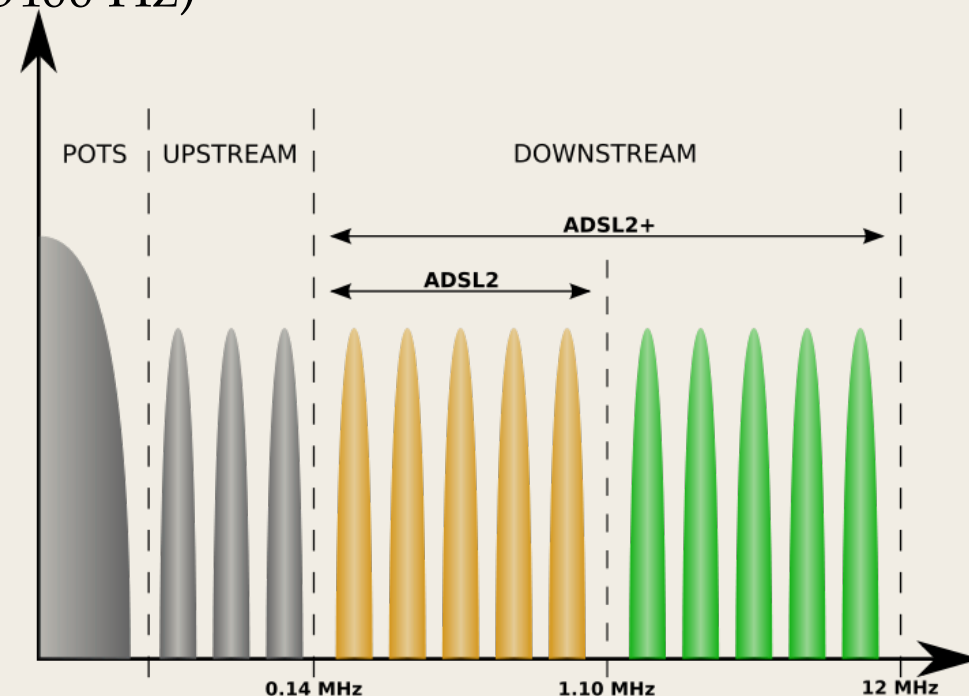
- Le modem est souvent dans une « box » ADSL, qui offre le triple-play :
  - Accès ~~haut-débit~~ moyen-débit à Internet
  - Téléphonie fixe (Téléphonie par IP)
  - Télévision (Télévision par IP ; VoD = Video on Demand)

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.15 Accéder à Internet

- ▶ ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
  - ▶ On utilise de nouvelle technique de codage de signaux
    - ▶ La boucle locale est partagé :
    - ▶ Téléphonie classique (Bande de 25 à 3400 Hz)
    - ▶ Données numériques : de 4 kHz à
      - ▶ 1,1 MHz pour ADSL
      - ▶ 2,2 MHz pour ADSL2+
  - ▶ Suivant l'abonnement :
    - ▶ Adresse IP fixe ou non
    - ▶ Dégrouper partiel ou total
  - ▶ La liaison est établie et maintenue avec un protocole PPPoE (PPP over Ethernet)



# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.15 Accéder à Internet

- ▶ ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
  - ▶ Chez l'abonné, il y a :
    - ▶ Un filtre sur chaque prise téléphonique
    - ▶ Un modem ADSL
    - ▶ Un PC ou un routeur
  - ▶ Coté commutateur local ou **NRA** (Noeud de Raccordement d'Abonnés) :
    - ▶ Répartiteur France Télécom
    - ▶ Une salle de dégroupage, avec les DSLAM des fournisseurs d'accès alternatifs
  - ▶ DSLAM = **Digital Subscriber Line Access Multiplexer**

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

---

### 1.15 Accéder à Internet

#### \* Accès à partir d'un réseau local

- ▶ Dans une petite entreprise, le plan d'adresse prévoit souvent l'utilisation d'un adressage privé.
- ▶ On utilise alors un sous-réseau d'un des blocs suivants :
  - ▶ 10.0.0.0 / 8
  - ▶ 172.16.0.0 / 12
  - ▶ 192.168.0.0 / 16
- ▶ Les adresses IP correspondantes ne seront jamais routées sur Internet
- ▶ Le réseau local utilise un routeur (ou +)
  - ▶ son interface WAN obtient en général du FAI une adresse IP fixe
  - ▶ il réalise une translation d'adresse, grâce au standard NAT (*Network Address Translation*), afin de permettre aux ordinateurs du LAN d'utiliser Internet.
- ▶ Ce routeur peut intégrer un serveur DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) afin de délivrer les adresses IP privées dynamiques aux stations du LAN.

# Réseaux à grandes distances

## 1 - Internet

### 1.15 Accéder à Internet

#### \* Accès à partir d'un réseau local

- ▶ NAT permet notamment de faire correspondre une seule **adresse externe publique** visible sur Internet à toutes les adresses d'un réseau privé.

- ▶ Le routeur NAT :
  - ▶ masque le plan d'adresse de l'entreprise
  - ▶ pallie à la pénurie d'adresses IPv4...

