

Réseaux Numériques

Frédéric Bourset - février 2025

Organisation

- Matin : 9h - 13h
- Pause déjeuner : 13h - 14h
- Après-midi : 14h - 17h

- Pausés : 10h30, 11h40, 15h30

Télécommunication

Définitions et enjeux

Télécommunications = transmission d'informations à distance —> *télé* (loin) et *communicare* (partager)

Types d'informations :

Audio

Vidéo

Données

Enjeux :

Fiabilité - Continuité - Temps réel - Sécurité

Télécommunication

Éléments d'un système de télécommunication

- Emetteur

- Micro
- Camera
- Ordinateur



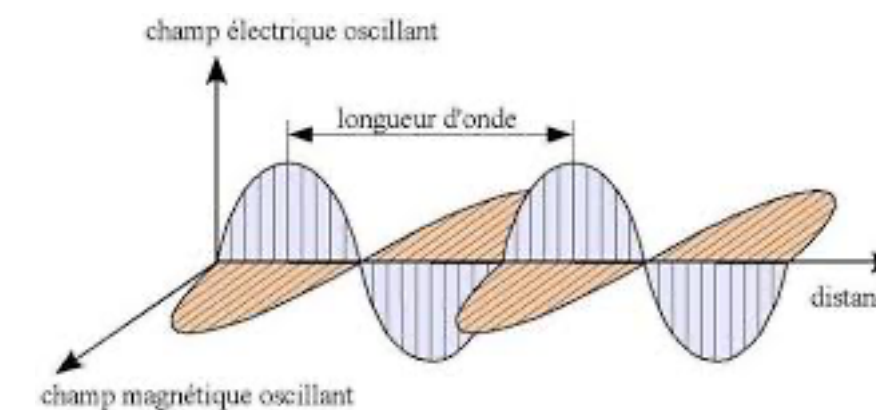
- Récepteur

- Télévision
- Radio
- Enceinte
- Ordinateur



- Média de transport

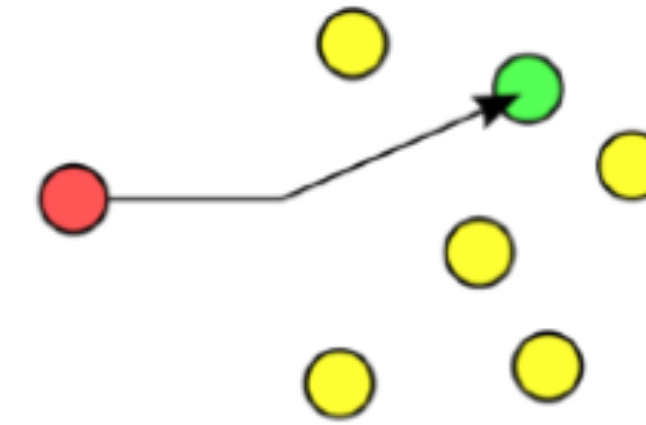
- Câble
- Fibre Optique
- Ondes



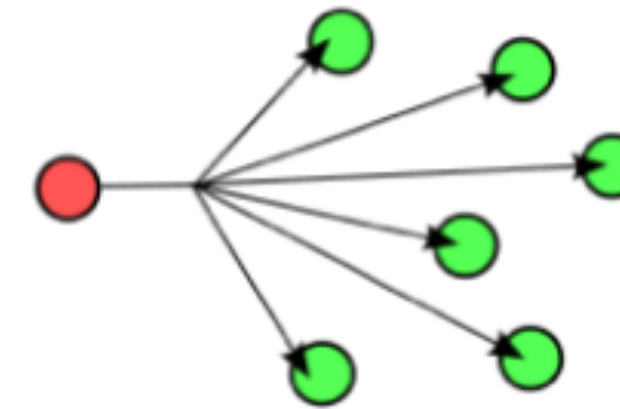
Télécommunication

Architecture

- Point à Point



- Diffusion



- Collecte

- Réseau

- « Rete » (Latin) = filet



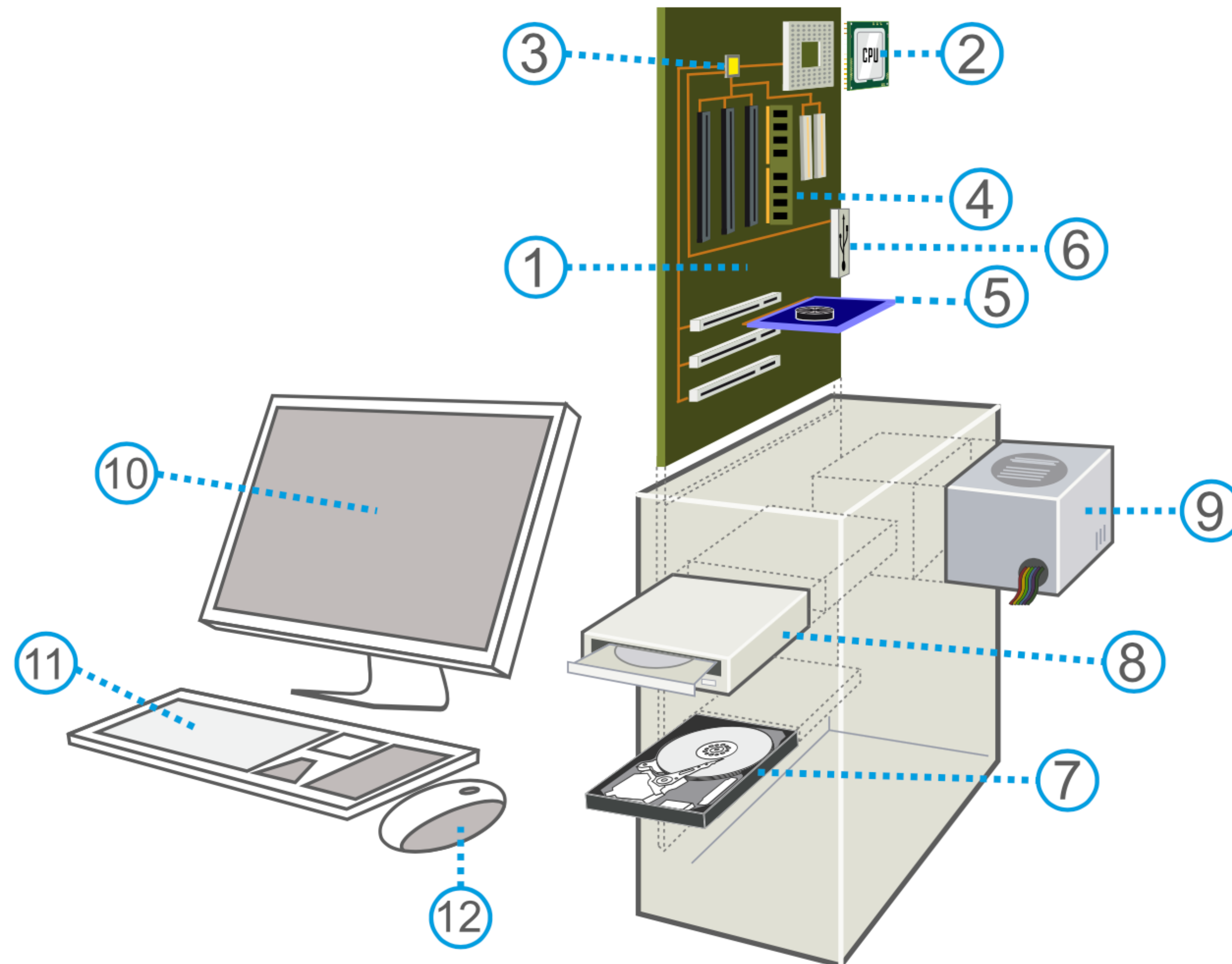
Systemes Informatique et Numérique

Informatique / Ordinateur

Numérique Vs Analogique

Systemes Informatique et Numérique

Système informatique



Systemes Informatique et Numérique

Numérique Vs Analogique

Analogique : signaux et systèmes continus



Monde « réel »

Numérique : signaux « discret », système à états



Stable et reproductible

Systemes Informatique et Numérique

Systeme binaire

- Systeme à 2 états : 0 ou 1 / vrai ou faux
- Unité : le Bit
- Octet (Byte) $\longleftrightarrow$ 1 mot de 8 bits
- Operation mathématiques : ET, OU, OU exclusif, Négation

Systemes Informatique et Numérique

Autres systèmes numériques

- Décimal (base 10) : 0, 1, 2, ..., 9, 10
- Octal (base 8) : 0, 1, 2, ..., 7, 10
- HexaDécimal (base 16) : 0, 1, 2, ..., 9, A, B, C, D, E, F, 10, 11
- Binaire (base 2) : 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, ...

Systemes Informatique et Numérique

Conversion Décimal $\leftrightarrow$ Binaire

- Pour un mot binaire, chaque bit à un « poids » = 2^{rang}

➤ Binaire > Decimal

➤ Ex: 10110101

Binaire	1	0	1	1	0	1	0	1
Poids	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
	128	64	32	16	8	4	2	1
Sous-produit	1x128	0x64	1x32	1x16	0x8	1x4	0x2	1x1
Decimal (somme)	181							

Donnée numérique et Numérisation

Principes

Etapes de la Numérisation

Intérêt

Donnée numérique et Numérisation

Principes

La **numérisation** consiste à transformer un signal ou un objet continu (réel) en **données numériques** exploitables par un ordinateur ou un réseau.

- Le monde réel est **continu** : le son, la lumière, le mouvement n'ont pas de “sauts”.
- L'ordinateur fonctionne en **discret** : 0 et 1, logique binaire.
- Numériser = traduire le réel en **suite de valeurs codées**.

Donnée numérique et Numérisation

Etapes de la numérisation

Echantillonnage (Sampling) : Plus l'échantillonnage est rapide, plus le signal reproduit est fidèle.

On mesure la grandeur du signal à des intervalles réguliers (temps ou espace).

son : on mesure l'amplitude 48 000 fois par seconde (48 kHz) → audio haute fidélité

lumière : on mesure l'intensité d'un projecteur toutes les millisecondes pour DMX/Art-Net

Quantification : Plus de niveaux = plus de précision → meilleure restitution

On arrondit les valeurs mesurées à des **valeurs discrètes prédéfinies**.

Audio 16 bits → 65 536 valeurs possibles par échantillon

DMX → 256 valeurs possibles (0 à 255)

Encodage

On convertit chaque valeur en **suite binaire** (0 et 1) pour que le système informatique la comprenne.

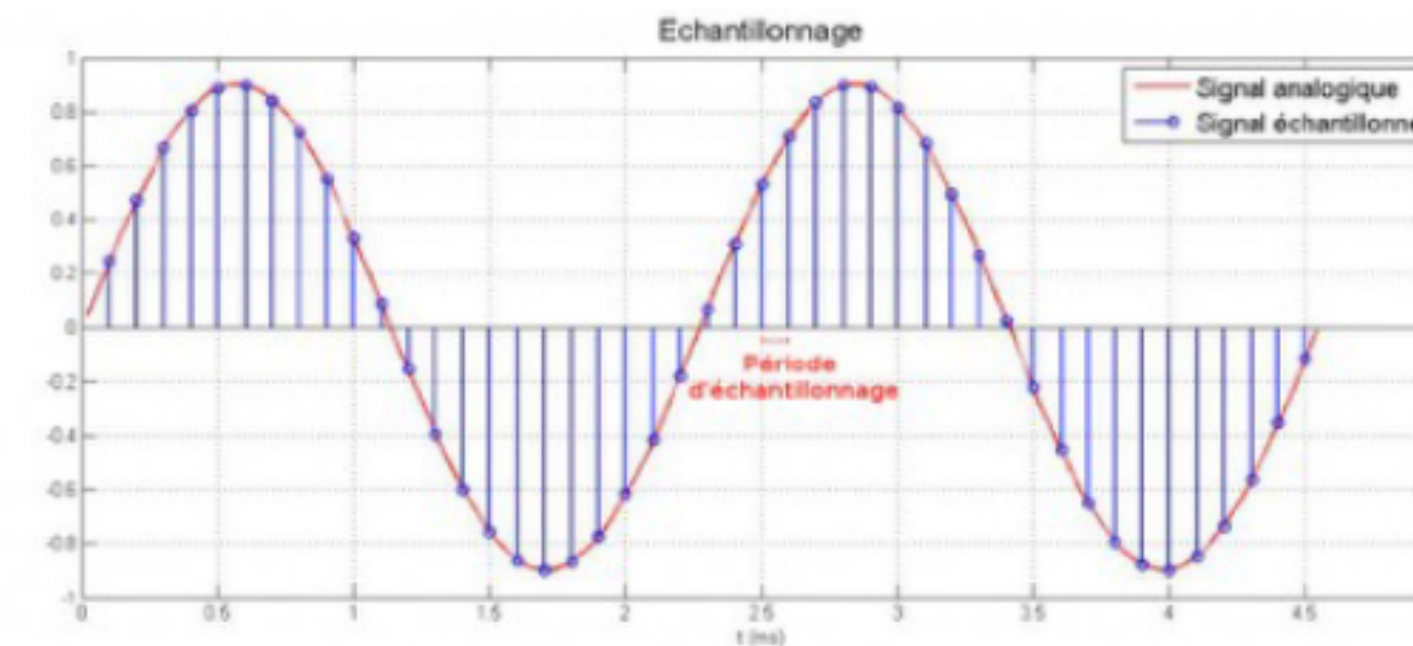
DMX 8 bits : valeur 127 → 01111111

Audio 16 bits : valeur 32 768 → 1000000000000000

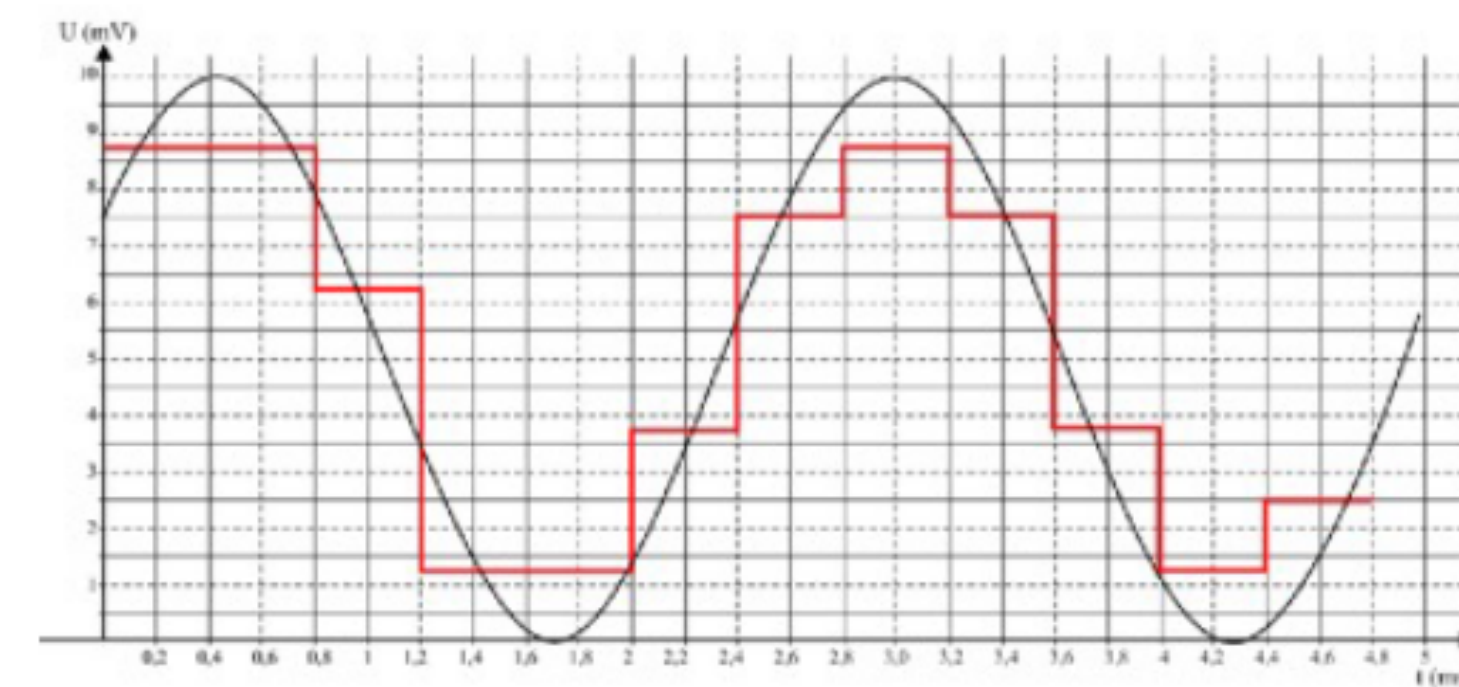
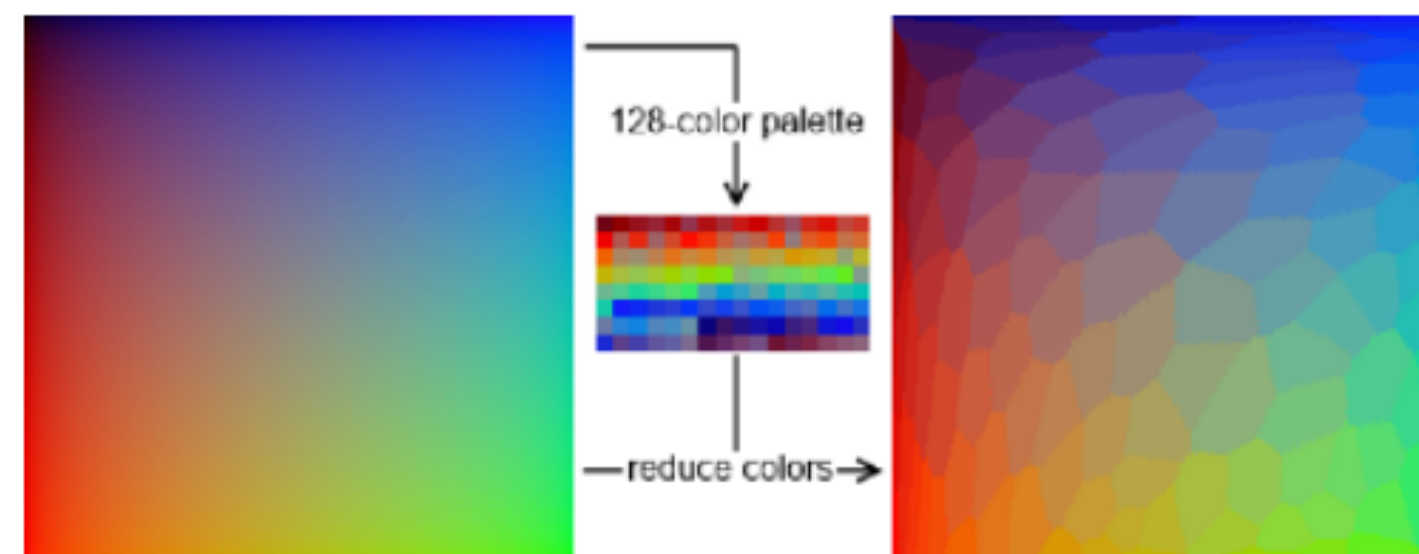
Donnée numérique et Numérisation

Etapas de la numérisation

1. Echantillonnage (spatial / temporelle)



2. Quantification



3. Encodage

0, 1, 2... $N_{\text{quantification}}$ valeurs

Donnée numérique et Numérisation

Intérêt

Conservation : Les signaux numériques ne se dégradent pas lors de la copie.

Duplication sans perte : Contrairement à l'analogique, aucune perte de qualité sur plusieurs générations.

Distribution et indexation : Facile de router un signal vers plusieurs destinations / Facile à rechercher

Traitement informatique : Possibilité d'appliquer effets, mixage, analyse, automatisation

Réseaux Numériques

Définition

Concepts clés

Éléments d'un réseau

Réseaux Numériques

Définition

Un **réseau numérique** est un ensemble d'équipements (ordinateurs, consoles, projecteurs, media servers) **interconnectés pour échanger des données numériques**.

Ce n'est pas seulement informatique :

c'est **l'infrastructure qui transporte les signaux audio, vidéo et contrôle**.

Il combine **câbles, équipements et logiciels** pour que chaque signal arrive à bon port.

Réseaux Numériques

Concepts clés

Interconnexion (physique)

Liaison matérielle entre équipements : câble RJ45, fibre optique, liaison radio

Contraintes : **longueur, qualité, blindage** pour éviter les pertes

Communication (logique)

Façon dont les équipements **échangent réellement les données**

Protocoles, adresses, flux : tout doit être cohérent pour éviter collisions ou perte

Protocoles

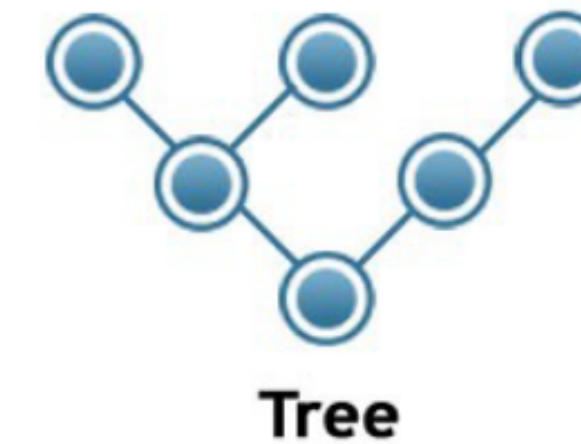
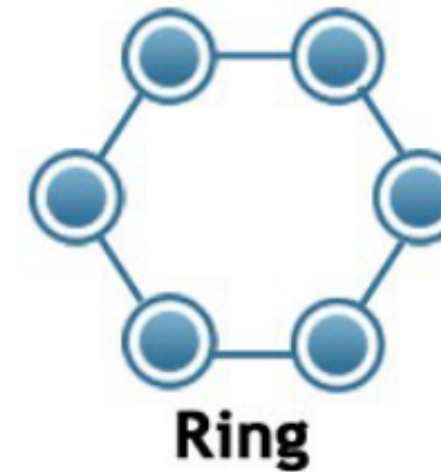
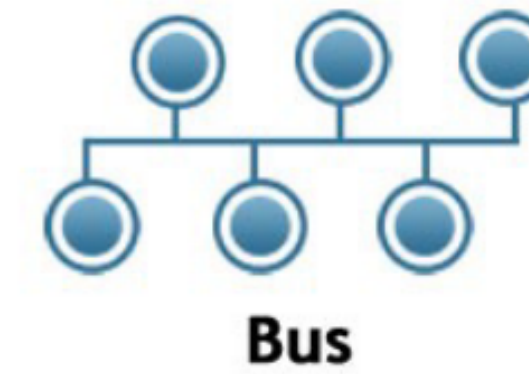
Règles communes que tous les équipements respectent. Sans protocole commun, les machines ne parlent pas la même langue

Dante : audio sur IP — Art-Net / sACN : contrôle lumière — NDI : vidéo sur réseau

Réseaux Numériques

Concepts clés - typologie physique

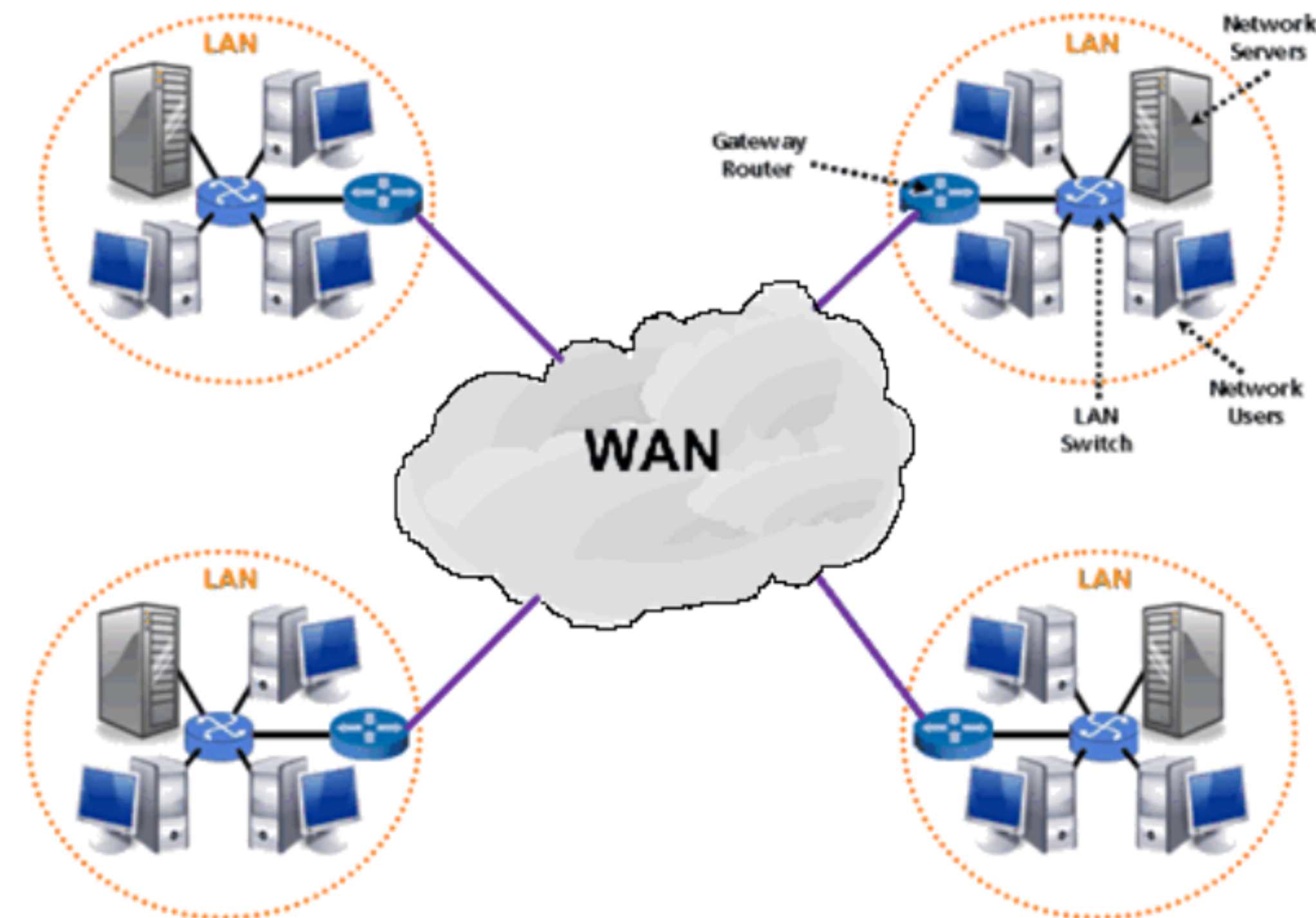
- Réseau en étoile
- Réseau en bus
- Réseau en anneau
- Réseau en arbre
- Réseau en chaîne (Daisy chain)



Réseaux Numériques

Concepts clés - typologie par envergure

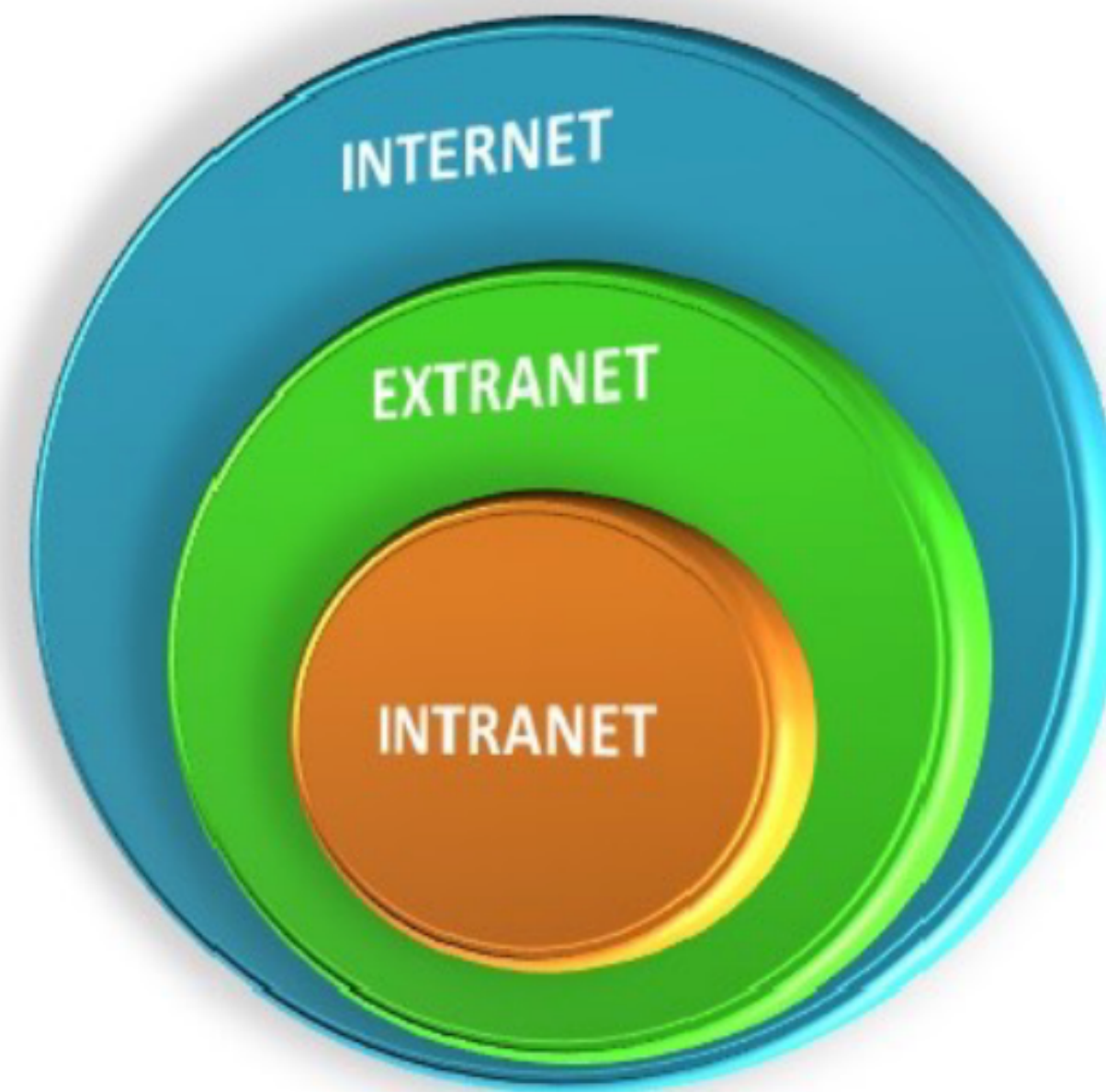
- Locaux / "Privés" (LAN)
- Étendus / « Publics » (WAN)



Réseaux Numériques

Concepts clés - typologie par usage

- Intranet
- Extranet
- Internet



Réseaux Numériques

Concepts clés - Débits / Bande passante / Volume / Latence

Débit : Quantité de donnée par unité de temps. S'exprime en bits par secondes (100Mbps)

Bande passante : Débit maximum théorique d'une liaison

Volume : Quantité de données. S'exprime en Bytes (100MB)

Latence : délai nécessaire pour qu'un paquet de données fasse l'aller-retour entre deux machines.
S'exprime en millisecondes (20ms)

Réseaux Numériques

Éléments d'un réseau

Physique :

Noeuds : Clients — Serveurs — Equipement d'interconnexion

Cartes de communication

Medias : câbles, fibre optique, ondes

Logiciel :

Navigateurs — Systèmes d'exploitations — Applications

Modélisation des réseaux

Définition

Modèle OSI

Modèle TCP/IP

Modélisation des réseaux

Définition

En termes simples, un modèle fournit une norme permettant à différents systèmes informatiques de communiquer entre eux.

Un modèle peut être considéré comme un langage universel pour la connectivité des réseaux informatiques. Le concept est fondé sur la division d'un système de communication en couches abstraites, chacune empilée sur la précédente.

Modélisation des réseaux

Modèle OSI

Créé par l'Organisation internationale de normalisation, le modèle conceptuel OSI (Open Systems Interconnection) permet à divers systèmes de communication de communiquer à l'aide de **protocoles** standard.

Il est composé de **7 couches fonctionnelles**, de la plus basse à la plus haute :

Physique : câbles, fibres, connecteurs

Liaison de données : switch, trames, adresse MAC

Réseau : adressage logique, routage IP

Transport : TCP / UDP, fiabilité et ordre des paquets

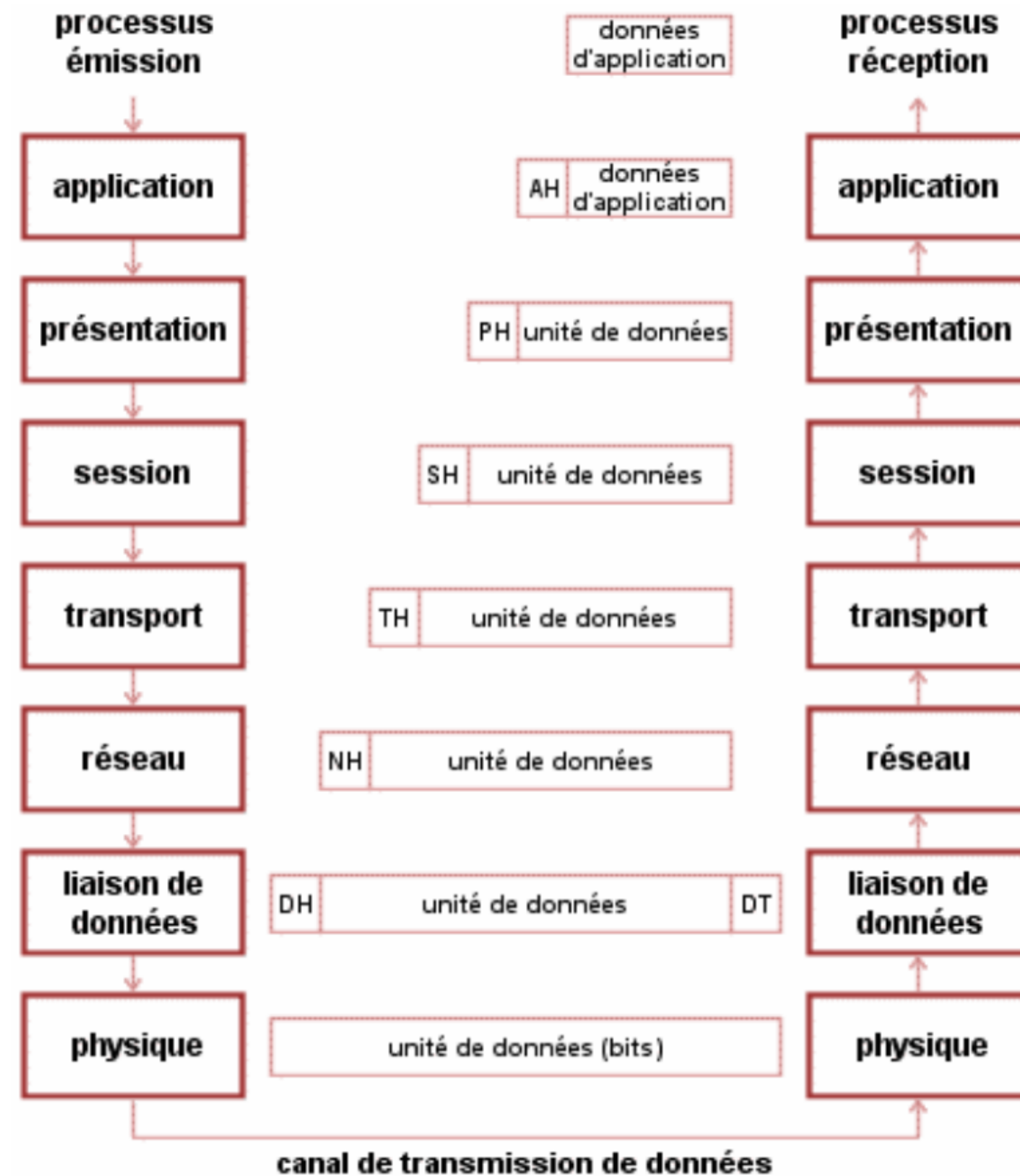
Session : gestion des connexions entre applications

Présentation : format des données, compression, cryptage

Application : protocole utilisé par l'utilisateur (Dante, Art-Net, HTTP)

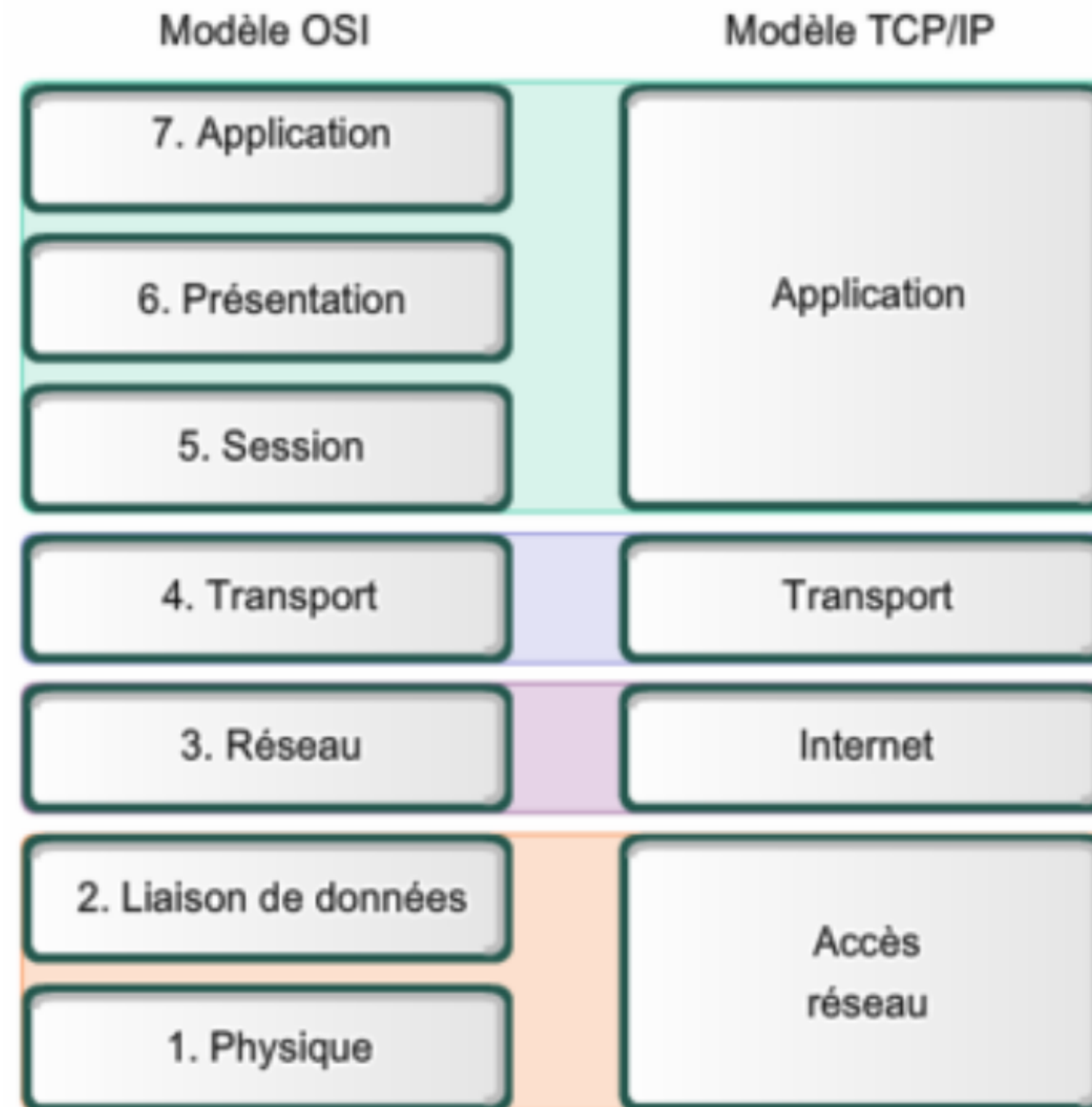
Modélisation des réseaux

Modèle OSI

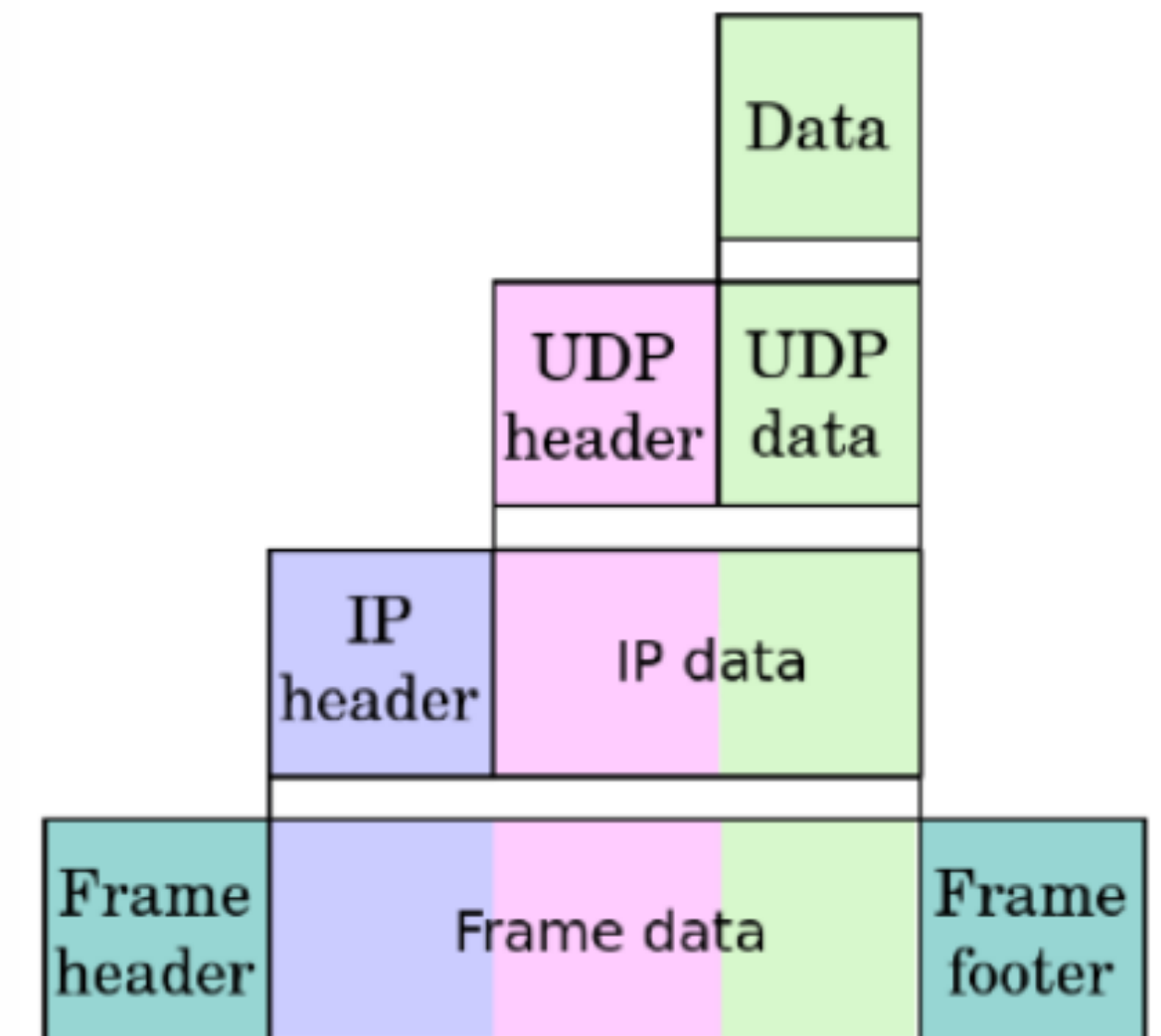


Modélisation des réseaux

Modèle TCP/IP



Encapsulation



Protocols

Ethernet (Mac)

Internet Protocol (IP)

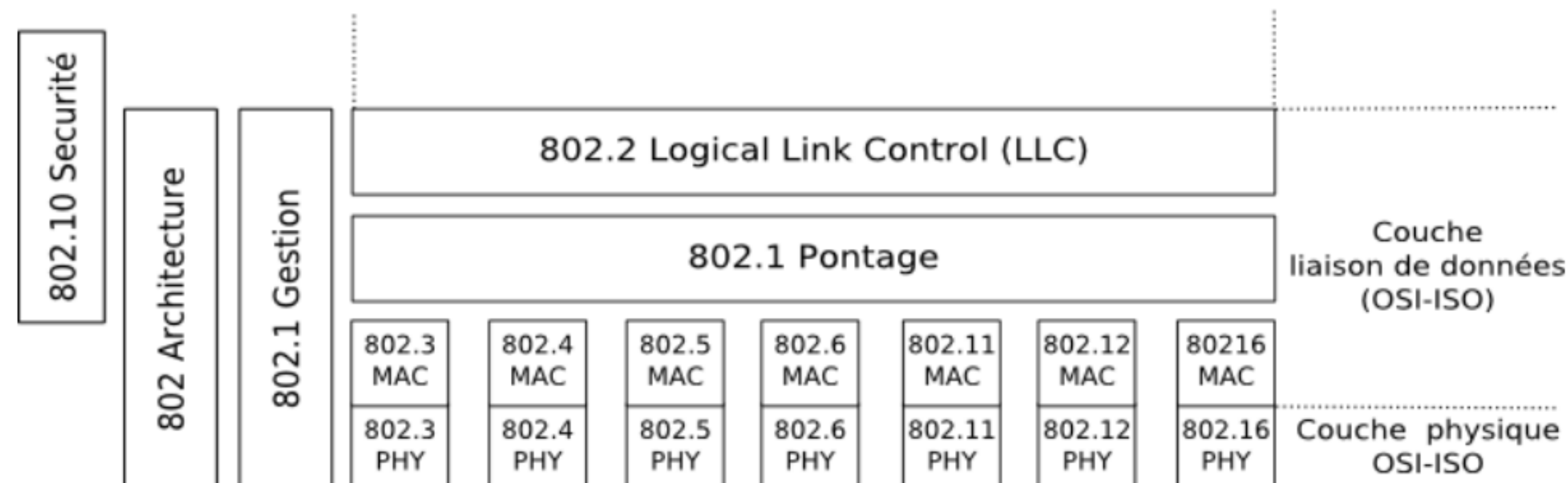
Transport (TCP / UDP)

Application

Protocoles

Ethernet

- Le standard du réseau Physique (« *même câble* »)
- Couches 1 et 2 du modèle OSI
- Transmission des « *trames* »
- Ensemble de sous-normes et variantes (sécurité, contrôle , type de media...)



Protocoles

Ethernet

- Identificateur unique
- Fixée par le fabricant / Non modifiable
- Codée en hexadecimal sur 6 octets (48 bits)

MAC Address: 20:c9:d0:cf:e6:4d

Protocoles

Ethernet

- Equipements de niveau 2 :
 - Hub (obsolète) - fonctionnement BUS
 - Switch (concentrateur) - permet l'acheminement des paquets uniquement au destinataire, fonctionnement point à point

Protocoles

Ethernet

- Virtualisation des réseaux de niveau 2 : Les VLANs (Virtual LAN)
- Permet d'utiliser plusieurs réseaux de niveau 2 sur le même câble

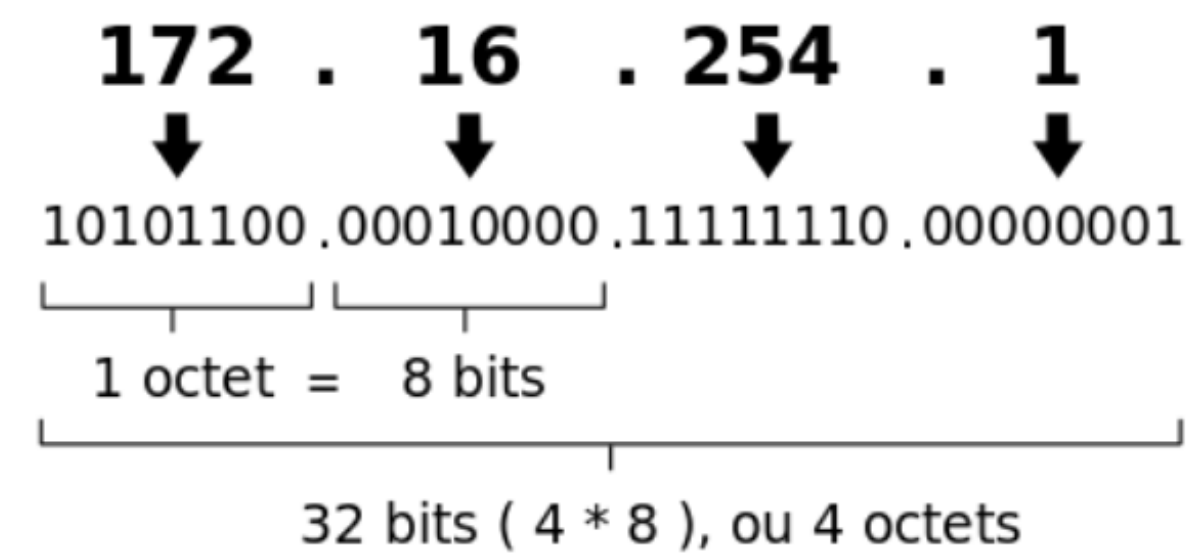
Protocoles

Internet Protocol (IP) - Adresse IP

PROTOCOL IP: ADRESSE IP

- Adresse logique
- Nomenclature:
 - IPv4 (4 blocs de 1 octet):
Ex: 172.16.254.1
 - IPv6 (8 blocs de 2 octets):
Ex: 2001:0db8:0000:85a3:0000:0000:ac1f:8001
- Modifiable
 - Ne pas utiliser .0 ou .255
- 2 parties
 - ID réseau
 - ID hôte

Une adresse IPv4 (notation décimale à point)



Protocoles

Internet Protocol (IP) - Masque de sous réseau

- PAS UNE ADRESSE IP (mais même nomenclature):
Ex: 255.255.255.0
- Permet de obtenir l'adresse d'un réseau
 - Partie commune de toutes les adresses IP d'un réseau
- Indique la taille du réseau

Adresse IPv4	192.168.1.2	169.254.24.3	2.3.51.126	91.198.174.2
Masque	255.255.255.0	255.255.0.0	255.0.0.0	255.255.224.0
Adresse Réseau	192.168.1.0/24	169.254.0.0/16	2.0.0.0/8	91.198.160.0/27
Adresse Hôte	0.0.0.2	0.0.24.3	0.3.52.126	0.0.14.2
Taille Réseau	254	65534	16777214	8190

Protocoles

Internet Protocol (IP) - Choix des adresses

Class	Private IP Addresses (RFC 1918)	Default Subnet Mask	Number of Networks
A	10.0.0.0 to 10.255.255.255	255.0.0.0	1
B	172.16.0.0 to 172.31.255.255	255.255.0.0	16
C	192.168.0.0 to 192.168.255.255	255.255.255.0	256

Protocoles

Internet Protocol (IP) - Choix des adresses

Adresse réseau	Plage d'adresses	Usage
10.0.0.0/8	10.x.x.x	Réseau local privé
127.0.0.0/8	127.x.x.x	Interface logique de l'ordinateur local
169.254.0.0/16	169.254.x.x	Autoconfiguration IP (<i>Dante Primaire</i>)
172.16.0.0/12	172.16-31.x.x	Réseau local privé (<i>172.31 Dante Secondaire</i>)
192.168.0.0/16	192.168.x.x	Réseau local privé
224.0.0.0/4	224-239.x.x.x	Adresses multicast
	x.x.x.0	EVITER: Identificateur d'un réseau
	x.x.x.255	EVITER: Adresse de Broadcast

Protocoles

Internet Protocol (IP) - Routage

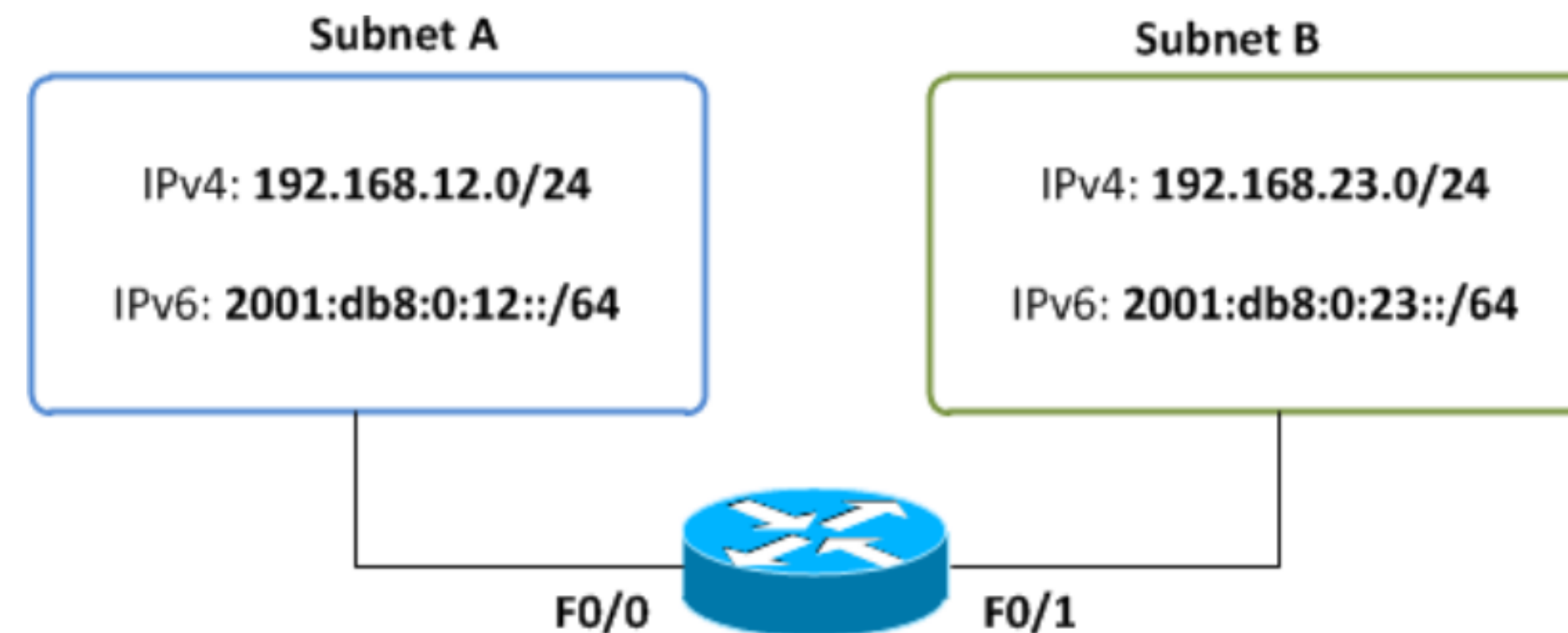
- Equipements de niveau 3 : Les routeurs
 - Permet d'interconnecter des réseaux IP différents

Protocoles

Internet Protocol (IP) - Routage

PROTOCOL IP: PASSERELLE (GATEWAY)

- Permet d'interconnecter des réseaux IP
- Communication entre 2 noeuds:
 - Même réseau IP: directe via le réseau physique
 - Different réseau IP: via la passerelle
- Une adresse IP par réseau interconnecté.



Protocoles

Internet Protocol (IP) - Configuration des machines

PROTOCOLE IP: CONFIGURATION D'ÉQUIPEMENTS

- Paramètres (Exemple pour un réseau 192.168.2.0/24)

- Adresse IP:
192.168.2.24

- Masque sous-réseau:
255.255.255.0

- Adresse Passerelle (optionnelle):
192.168.2.1

- Méthodes de configuration

- Statique (manuellement)

- Dynamique (par un serveur DHCP)

- Automatique (par le propre équipement)

Configure IPv4: Manually

IP Address: 192.168.2.24

Subnet Mask: 255.255.255.0

Router: 192.168.2.1

Configure IPv4: Using DHCP

IPv4 Address: 192.168.1.99

Subnet Mask: 255.255.255.0

Router: 192.168.1.1

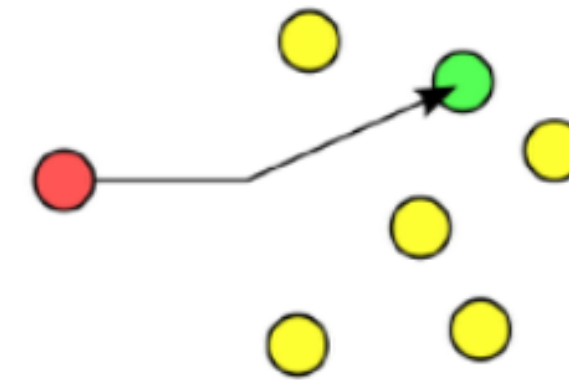
DHCP Client

Protocoles

Internet Protocol (IP) - Configuration des machines

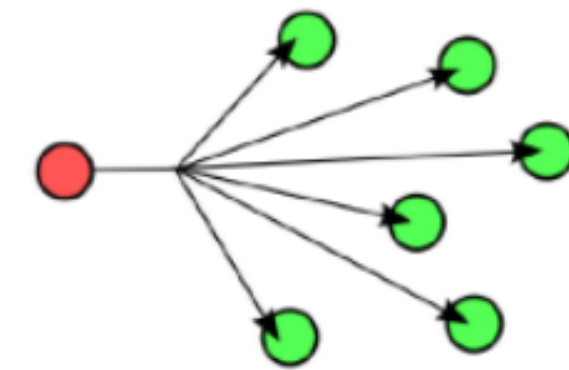
- Point à point (Unicast)

- Adresse destinataire:
169.254.34.51



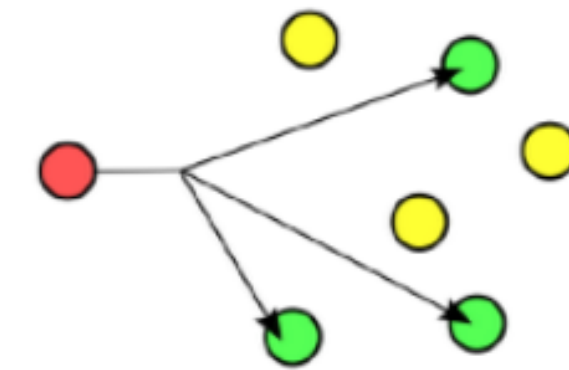
- Diffusion (Broadcast)

- Adresse de Broadcast:
192.168.1.255



- Multicast

- Adresse de Multicast:
239.69.2.55



Protocoles

Transport (TCP / UDP)

MODÈLE TCP/IP – COUCHE TRANSPORT: PROTOCOLES TCP & UDP

- Protocole IP garantie pas le contenu
- Protocole TCP (mode connecté)
 - Fiable
 - Complexe >> Lent
 - Communications Unicast
- Protocole UDP (mode non-connecté)
 - Non-fiable
 - Simple >> Rapide
 - Communications Unicast/Multicast/Broadcast
 - Utilisé pour les applications « temps réel »
- Numéro de port (0-65535)
 - Nomenclature: 192.168.3.2:80



Protocoles

Application

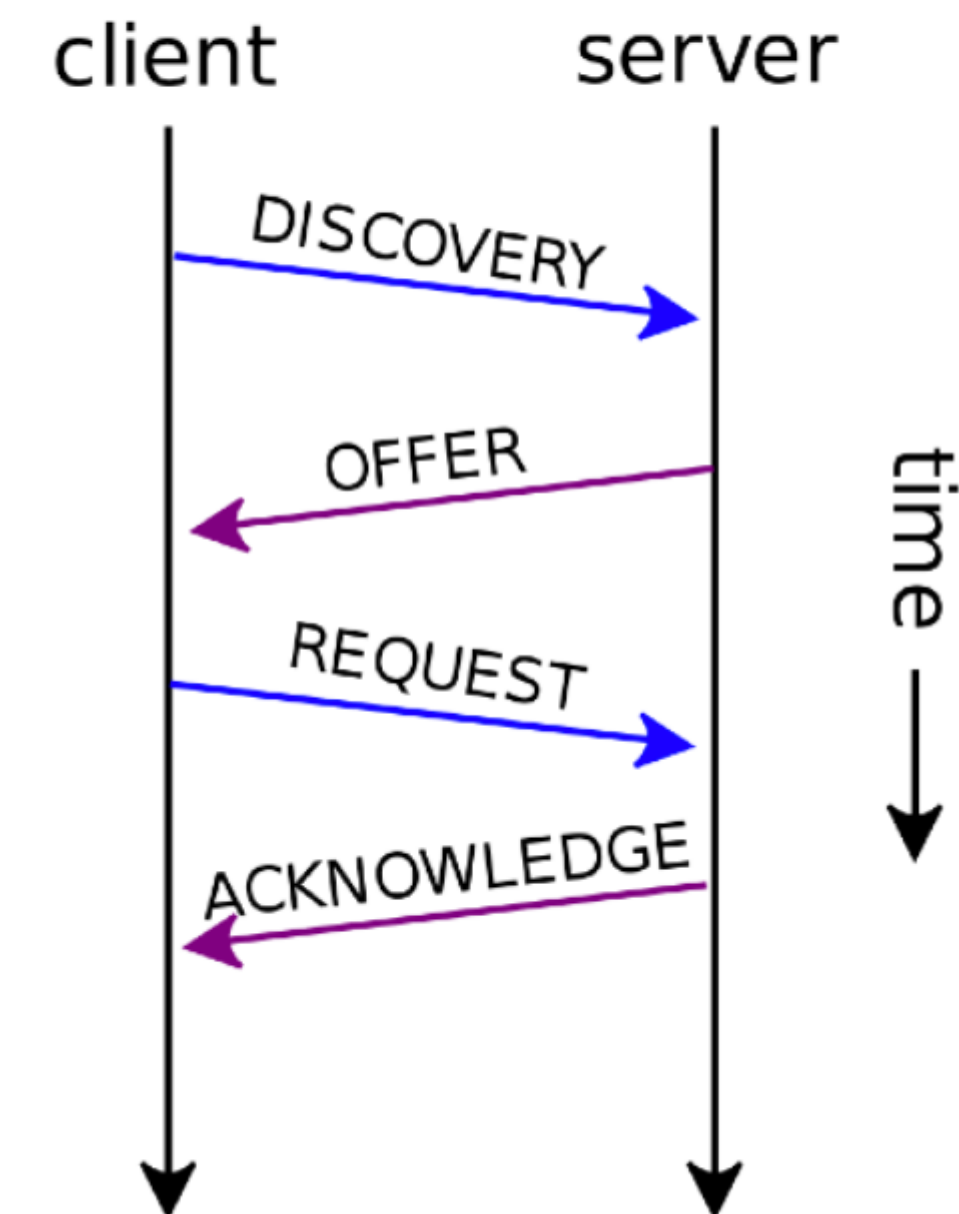
Application	Protocole	Transport	Port
Web	HTTP	TCP	80
Transfert des fichiers Windows	SMB	TCP	445
Envoi des emails	SMTP	TCP	25
Partage d'écran	VNC	TCP	5800 5900
Service de date et heure	NTP	UDP	123

Protocoles

Application

COUCHE APPLICATION: PROTOCOLE DHCP

- Configuration automatique des paramètres réseau
- Serveur DHCP distribue:
 - Adresse IP unique
 - Masque sous-réseau
 - Adresse IP passerelle
 - Adresses IP DNS
- Configuration périssable
- Simplification & maintenance config réseau



Protocoles

Application

COUCHE APPLICATION: PROTOCOLE LINK-LOCAL

- Pas de serveur DHCP / Pas de configuration réseau statique ?
 - Link-Local (AutoIP)
- Auto-configuration réseau
 - Adresse IP unique: 169.254.x.x
 - Masque de sous-réseau: 255.255.0.0
 - Pas de passerelle
 - Pas de DNS
- Zero Configuration

