

## Couche liaison

# Ethernet

# Hubs et Switchs

# Objectifs

---

- Savoir interpréter le contenu des champs de l'en-tête Ethernet
- Pouvoir expliquer le fonctionnement des adresses MAC
- Pouvoir expliquer le fonctionnement du contrôle d'erreur d'Ethernet
- Pouvoir décrire le fonctionnement d'un hub, sa topologie et la couche à laquelle il correspond
- Pouvoir décrire le fonctionnement d'un switch, sa topologie et la couche à laquelle il correspond
- Comprendre le remplissage et le fonctionnement d'une table de filtrage
- Savoir définir full-duplex et half-duplex

# Ethernet

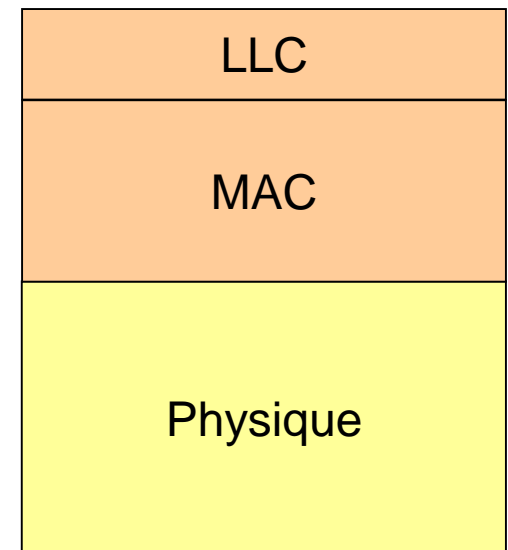
---

- Ethernet: technologie LAN la plus importante
- LAN: Local Area Network
  - Permet de relier des machines à courte distance
  - Utilisé dans les entreprises ou à domicile
- 2 technologies LAN principales:
  - Ethernet
  - Wifi (WLAN)

# Implémentation du modèle OSI

---

- Ethernet implémente les couches Physique et Liaison
- La couche liaison est divisée en deux sous-couches:
  - LLC: Contrôle de liaison logique / Logical Link Control
  - MAC: Contrôle d'accès au support / Media Access Control



# Formats des trames

---

- Il existe deux formats:
  - Ethernet II
  - 802.3
- La plupart des cartes réseau:
  - Envoyent le format Ethernet II
  - Comprennent les deux formats
- La sous-couche LLC n'existe que dans le format 802.3

# Structure des trames Ethernet

- Ethernet II

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	Type 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	------------------	---------	-----------------

- 802.3

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	Longueur 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	----------------------	---------	-----------------

– Le champ données contient l'en-tête de la sous-couche LLC

# Trames Ethernet: Préambule et SFD

---

- Préambule: 7 octets valant 10101010
- SFD: Start of Frame Delimiter, vaut 10101011
  
- Permet au récepteur de synchroniser son horloge pour garantir une bonne réception

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	T/L 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	-----------------	---------	-----------------

# Trames Ethernet: Adresses MAC

- Les champs d'adresses contiennent des adresses MAC
- Adresse MAC: Adresse physique d'une carte réseau
  - Unique: toutes les cartes réseaux ont une adresse différente
  - Fixe: configurée dans la mémoire ROM de la carte
- Longueur d'une adresse MAC: 48 bits (6 octets)
  - 3 premiers octets: Identification du constructeur
  - 3 derniers octets: identification de la carte (gérée par le constructeur)
  - Broadcast: ff-ff-ff-ff-ff-ff

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	T/L 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	-----------------	---------	-----------------



# Trames Ethernet: Type/Longueur

---

- Ethernet II:
  - Type: indique le protocole de la couche supérieure ( $> 1500$ )
- 802.3:
  - Longueur: longueur des données ( $\leq 1500$ )
  - Le type se trouve dans l'entête LLC (données)

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	T/L 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	-----------------	---------	-----------------

# Trames Ethernet: Données

---

- Maximum: 1500 octets
- Minimum: 46 octets
- Du padding est ajouté si nécessaire



# Trames Ethernet: CRC

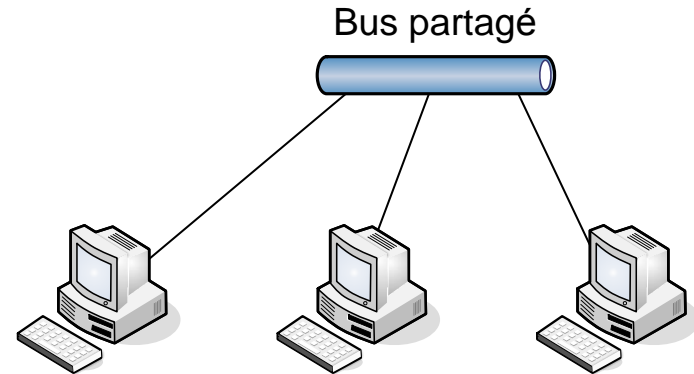
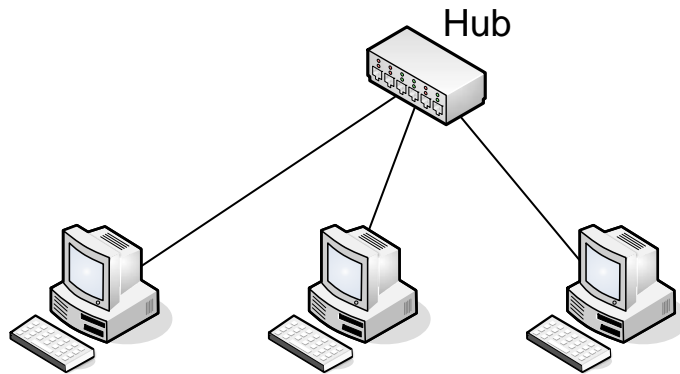
---

- Somme de contrôle sur 32 bits
- Calculée par l'algorithme CRC-32
- Contrôlée par les équipements intermédiaires
- Les trames erronées sont éliminées
- Ethernet n'effectue pas de retransmission de trames erronées

Préambule 7 octets	SFD 1 octet	Adr. Dest. 6 octets	Adr. Source 6 octets	T/L 2 octets	Données	CRC 4 octets
-----------------------	----------------	------------------------	-------------------------	-----------------	---------	-----------------

# Hubs

- Topologie physique: en étoile
- Topologie logique: en bus partagé



- Couche: physique
- Fonctionnement
  - transmet bit par bit sans décoder les trames
  - régénère le signal sur chaque port

# Collisions

---

- Hub: Une seule transmission à chaque instant
  - si deux stations transmettent au même moment, une collision se produit
  - La collision rend les bits illisibles pour les récepteurs
- Domaine de collision: ensemble des stations et systèmes intermédiaires d'un LAN dont les transmissions peuvent entrer en collision
  - Un hub élargit le domaine de collision

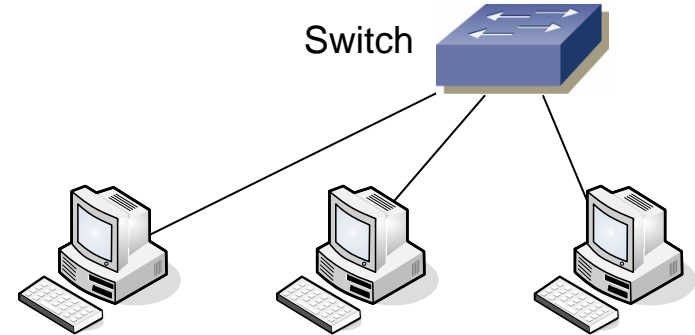
# Méthodes CSMA et CSMA/CD

---

- Carrier Sense Multiple Access:
  - CS: observation du canal
  - MA: accès multiple au canal
- Principe: Vérifier que le canal est disponible avant de commencer à émettre
- 2 modes:
  - CSMA persistant: si le canal n'est pas disponible, continue d'essayer d'y accéder
  - CSMA non-persistant: si le canal n'est pas disponible, attend un délai aléatoire avant de réessayer d'y accéder
- CSMA/CD (Collision Detection): méthode améliorée pour mieux détecter les collisions en les prolongeant

# Switch

- Topologie physique: en étoile
- Topologie logique: en étoile



- Couche: liaison
  - Connaît le format des trames
  - Peut interpréter les adresses MAC
- Fonctionnement:
  - Transmet une trame vers le bon destinataire, plutôt que sur tous les ports
  - Plusieurs transmissions possibles en parallèle

# Full-duplex/half-duplex

---

- Full-duplex: transmission simultanée dans les deux sens
  - Pas de collisions possibles
  - Pas de CSMA/CD
- Half-duplex: Emission ou transmission, mais pas en même temps
  - Utilisé si un hub est connecté à un switch
  - Le switch utilise CSMA/CD sur ce port



# Acheminement de trames

---

- Pas de configuration sur les switchs
  - Envoie les trames au destinataire seulement
  - Nécessite une table de filtrage :
    - Port de sortie
    - Adresse MAC
- 
- Comment créer la table de filtrage?

# Table de filtrage

---

- **Etat initial:**
  - Table de filtrage vide
  - Diffusion de la trame sur tous les ports de sortie
- **Apprentissage:**
  - En envoyant une trame, le switch note l'adresse source et le port correspondant
  - Remplissage de la table de filtrage au fur et à mesure
- **Broadcast:**
  - ff:ff:ff:ff:ff:ff
  - Trames envoyées sur toutes les sorties