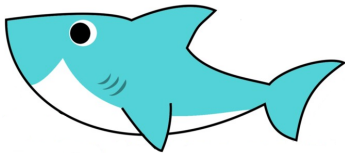


# Introduction réseaux - Épisode 3

FIPA24 - 2022/2023

Pascal Cotret, ENSTA Bretagne

9 septembre 2022



**ENSTA**  
**BRETAGNE**

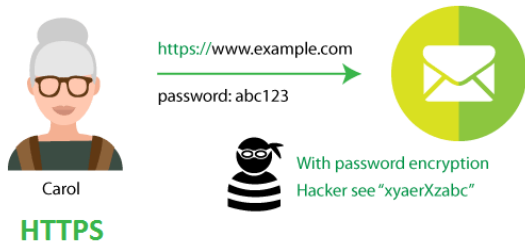
# Au menu de ce matin

1. Wireshark - Capture d'une page : HTTP vs. HTTPS
2. Petits exercices Wireshark
3. Partie cours - Protocole Ethernet
4. Liaison de données

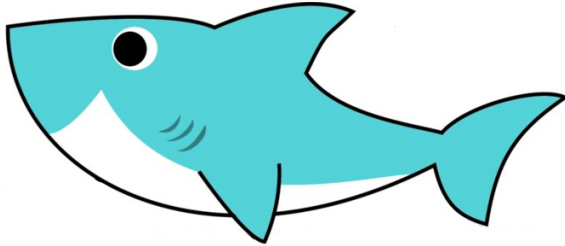
# HTTP vs. HTTPS



# HTTP vs. HTTPS



# HTTP vs. HTTPS



Comment Wireshark voit tout ça ?

# Petits exercices Wireshark

## Session FTP

Extrait d'un challenge Root-Me : <https://www.root-me.org>

# Petits exercices Wireshark

## Session FTP

Extrait d'un challenge Root-Me : `https://www.root-me.org`

## Analyse d'une requête HTTP

Un exemple de l'intérêt du HTTP**S**...

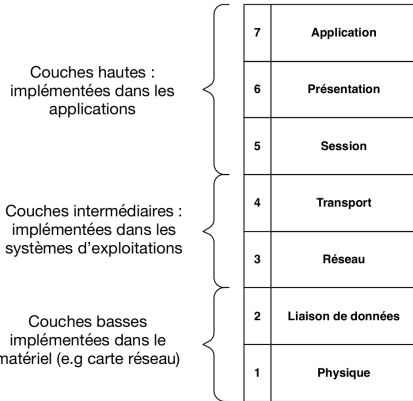
# Objectifs du cours

- ▶ Comprendre les principes des services implémentés dans la couche liaison :
  - ▶ Accès au support
  - ▶ Adressage
  - ▶ Détection et correction d'erreurs
- ▶ Comprendre la mise œuvre de ces principes dans les réseaux Ethernet et le Wifi
- ▶ Identifier les problématiques de sécurité des réseaux Wifi

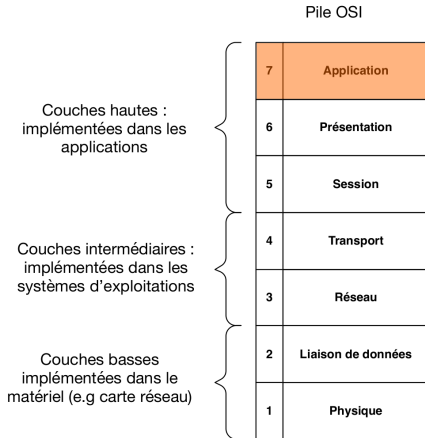


# Modèle OSI I

Pile OSI



# Modèle OSI I

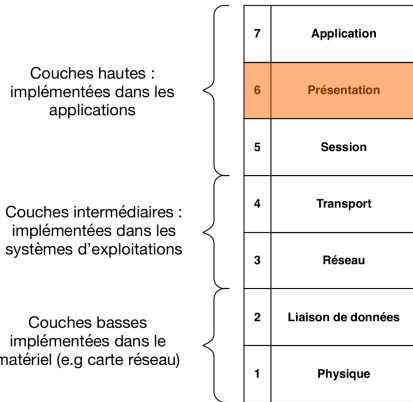


## Application

- ▶ Correspond aux différentes applications réseau.
- ▶ Par exemple : Web (HTTP), courriel (SMTP, POP, IMAP), DNS, etc.

# Modèle OSI II

Pile OSI

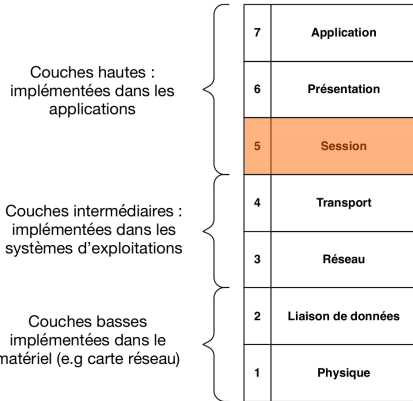


## Présentation

- ▶ Correspond au codage des données applicatives
- ▶ Conversion entre les données des applications et celles effectivement transmises
- ▶ Compression, chiffrement
- ▶ Par exemple : codage en BER ou DER de données spécifiées en ASN.1

# Modèle OSI III

Pile OSI

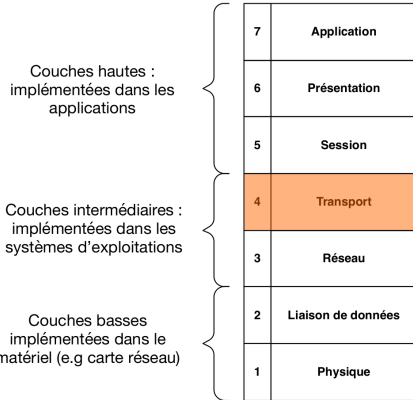


## Session

- ▶ Gestion de la session entre plusieurs connexions
- ▶ Peu utilisé en pratique

# Modèle OSI IV

Pile OSI

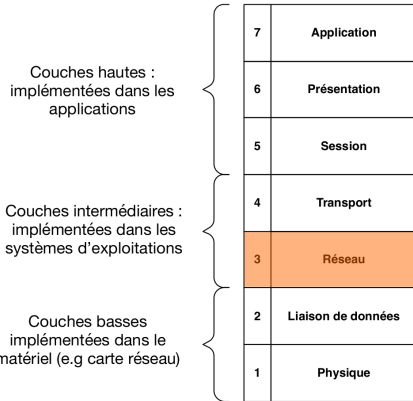


## Transport

- ▶ Gestion de la communication de bout-en-bout (entre la source et le destinataire)
- ▶ Exemples : TCP, UDP
- ▶ Détection d'erreur (CRC)
- ▶ Multiplexage applicatif (notion de ports TCP ou UDP)
- ▶ Mode connecté (TCP)
  - ▶ Contrôle de flux
  - ▶ Livraison fiable des données (sans perte, dans l'ordre)

# Modèle OSI V

Pile OSI

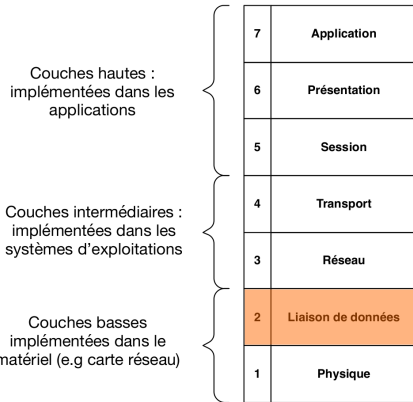


## Réseau (par exemple IP)

- Détermination du chemin emprunté par les données (routage)
- Adressage logique des différent nœuds sur l'ensemble du réseau
- Relais (acheminement) des paquets à chaque noeud du réseau

# Modèle OSI VI

Pile OSI

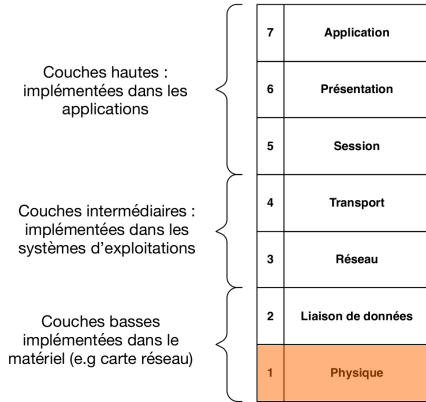


## Liaison de données

- ▶ Livraison locale des trames sur un même réseau local
- ▶ Protocole utilisé entre noeuds adjacents
- ▶ Deux sous-couches (protocoles IEEE)
  - ▶ Contrôle d'accès au support (MAC)
  - ▶ Contrôle de la liaison logique (LLC) : contrôle de séquence et de flux
- ▶ Par exemple : Ethernet, WiFi, PPP

# Modèle OSI VII

Pile OSI

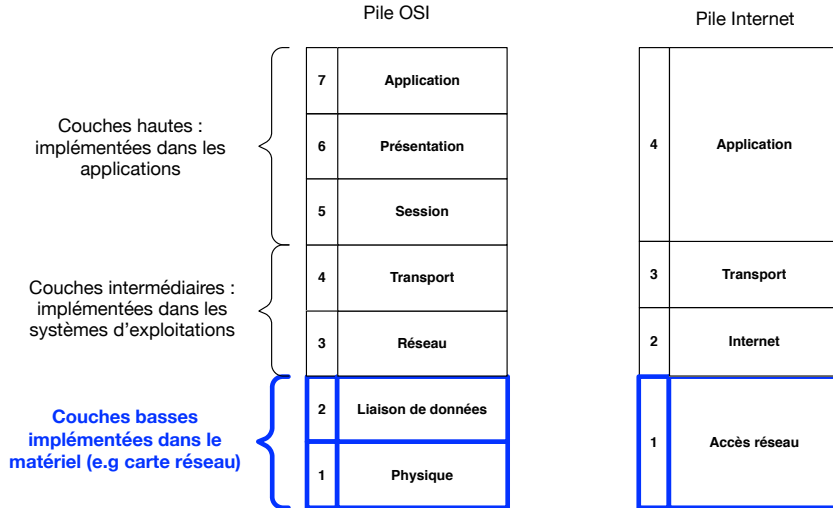


## Physique

- ▶ Transmission effective des signaux (train de bits)
- ▶ Spécification du support (connecteurs, type de câble, bande de fréquences, etc.)
- ▶ Codage en bande de base : NRZ, Manchester, etc
- ▶ Modulation, etc
- ▶ Par exemple : Ethernet couche physique (10BASE-T, 100BASE-T, 1000 BASET-T, etc.), Wifi couche physique (différentes fréquences)



# Couches basses dans les piles protocolaires



# Définitions I

## Accès au réseau

Les protocoles de la couche “Accès au réseau” gèrent les échanges entre les différents noeuds *adjacents* d'un *même réseau* (LAN, WAN, etc.).

## Noeuds

- ▶ Ordinateurs connectés au réseau.
- ▶ Routeurs (commutateurs de niveau 3).

# Définitions II

## Paquet, PDU (*Protocol Data Unit*)

Les paquets (PDU) échangés par ces protocoles sont des *trames* (*frame*).

## Trames

Les trames ne sont pas transférées par les routeurs d'un réseau à un autre :

- ▶ Le routeur décapsule le PDU en entrée pour analyser la couche réseau.
- ▶ Le routeur encapsule le paquet dans un nouveau PDU en sortie.
- ▶ Les réseaux d'entrée et de sortie peuvent utiliser différents protocoles d'accès au réseau (par exemple ADSL/Ethernet).

# Les services de la couche liaison I

## Une histoire de capsules...

- ▶ Encapsulation/déencapsulation des datagrammes (PDU de la couche réseau) :
  - ▶ Identification du début et de la fin de la trame.
  - ▶ Gestion de l'en-tête de niveau 2.

## Adressage

Les protocoles standardisés par l'IEEE (Ethernet, Wifi) utilisent des adresses MAC

# Les services de la couche liaison II

## Contrôle de l'accès au support lorsqu'il est partagé

- ▶ Un seul noeud peut émettre sur un support à un instant donné.
  - ▶ Pour les bus ou les réseaux sans fil qui relient plusieurs noeuds sur un même support, il faut contrôler l'accès au support pour éviter ou détecter les collisions.
- ▶ Détection/correction d'erreurs.

## Livraison fiable des données, contrôle de flux

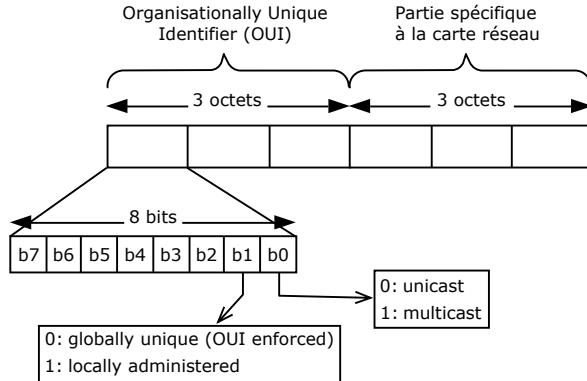
- ▶ Ces services ne sont pas toujours fournis.
- ▶ La livraison fiable des données est implémentée pour les supports peu fiables (e.g. liaisons sans fils).

# Adressage I

- ▶ Adresses MAC (Ethernet, physique) : standard IEEE 802 [2]
  - ▶ **EUI-48** (MAC-48) : Ethernet, Wifi, Bluetooth, etc.
  - ▶ EUI-64 : FireWire, ZigBee, etc.
- ▶ Permet d'adresser des noeuds reliés sur le même lien (même réseau).

# Adressage II

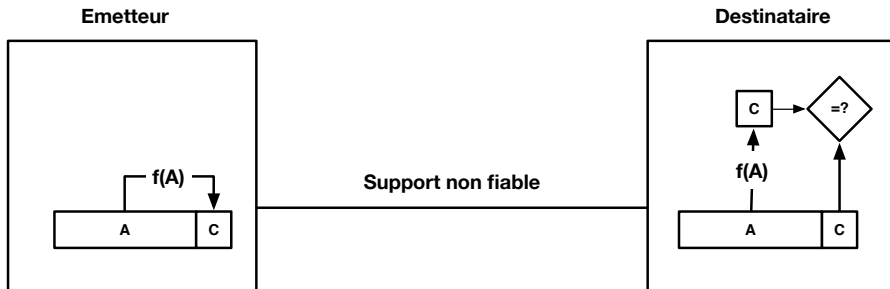
- ▶ Adresse spécifique à chaque carte/interface réseau :
  - ▶ Stockée physiquement dans la carte réseau par le fabricant.
  - ▶ Chaque adresse doit être unique au monde.
  - ▶ Parfois, il est possible de la modifier logiciellement.



# Détection/correction d'erreur I

## Principe

Ajouter des bits redondants pour détecter voir corriger les données altérées.





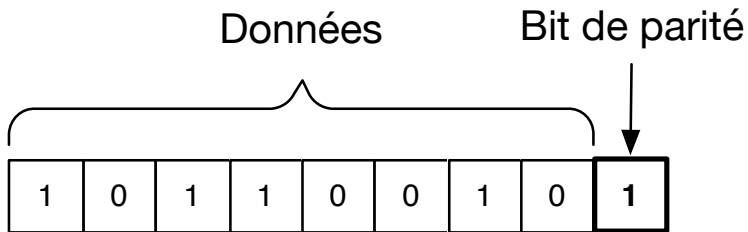
# Détection/correction d'erreur II

## Mise en oeuvre

- ▶ Détection d'erreur : somme de contrôle, contrôle de redondance cyclique.
- ▶ La détection n'est pas parfaite [1].
- ▶ Correction d'erreur :
  - ▶ Code correcteur d'erreur (*Forward Error Correction*) : Hamming, Reed-Solomon, Turbocode.
  - ▶ Requête automatique de répétition (*Automatic Repeat reQuest*).

# Détection d'erreurs : exemples I

## Exemple simple : code de parité



# Références I

- [1] Noah DAVIDS. *The Limitations of the Ethernet CRC and TCP/IP checksums for error detection*. Nov. 2012. URL : [http://noahdavidson.org/self\\_published/CRC\\_and\\_checksum.html](http://noahdavidson.org/self_published/CRC_and_checksum.html).
- [2] *Guidelines for Use of Extended Unique Identifier (EUI), Organizationally Unique Identifier (OUI), and Company ID (CID)*. IEEE, août 2017. URL : <http://standards.ieee.org/develop/regauth/tut/eui.pdf>.
- [3] *IEEE 802.1Q-2018 - IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks, Bridges and Bridged Networks*. IEEE, mai 2018. URL : [https://standards.ieee.org/standard/802\\_1Q-2018.html](https://standards.ieee.org/standard/802_1Q-2018.html).
- [4] *IEEE 802.3-2018 - IEEE Standard for Ethernet*. IEEE, nov. 2018. URL : [https://standards.ieee.org/standard/802\\_3-2018.html](https://standards.ieee.org/standard/802_3-2018.html).

# Références II

- [5] Célestin MATTE et Mathieu CUNCHE. *Traçage Wi-Fi : applications et contre-mesures*. Mai 2016. URL : <https://connect.ed-diamond.com/GNU-Linux-Magazine/GLMFHS-084/Tracage-Wi-Fi-applications-et-contre-mesures>.
- [6] P802.11 - IEEE Draft Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements - Part 11 : Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. IEEE, mars 2017. URL : [https://standards.ieee.org/project/802\\_11.html](https://standards.ieee.org/project/802_11.html).