

# Épisode 6 - Wifi et exercices

FIPA24 - Année scolaire 22/23

Pascal Cotret, [ENSTA Bretagne](#)

23 septembre 2022



## Historique

- ▶ 1971 ALOHAnet.
- ▶ 1988 NCR WaveLAN.
- ▶ 1996 Brevet du CSIRO (John O'Sullivan).
- ▶ 1997 IEEE 802.11a [1].
- ▶ 1999 Création de la Wi-Fi Alliance, Apple Airport sur les iBooks.

# Wi-Fi II

## Le Wi-Fi aujourd'hui

- ▶ Technologie sans-fil prédominante dans les LAN.
- ▶ Point d'accès (*hotspot*) : lieux publics, entreprises, etc.

## Point de vue radio

- ▶ Portée variable : quelques mètres à une dizaine de kilomètres avec une antenne directive.
- ▶ Utilisation de bandes de fréquences exploitables sans licence : *Industrial Scientific Medical* (autour de 2,4GHz), *Unlicensed - National Information Infrastructure* (autour de 5GHz), ondes millimétriques (autour de 60GHz).
- ▶ Différentes capacités : 11 Mbit/s à 1,3 Gbit/s.

# Différentes topologies : *ad hoc*

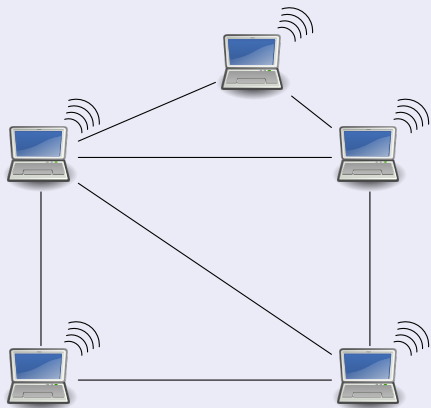
## Réseau *ad hoc*



► Exemple : Apple Airdrop

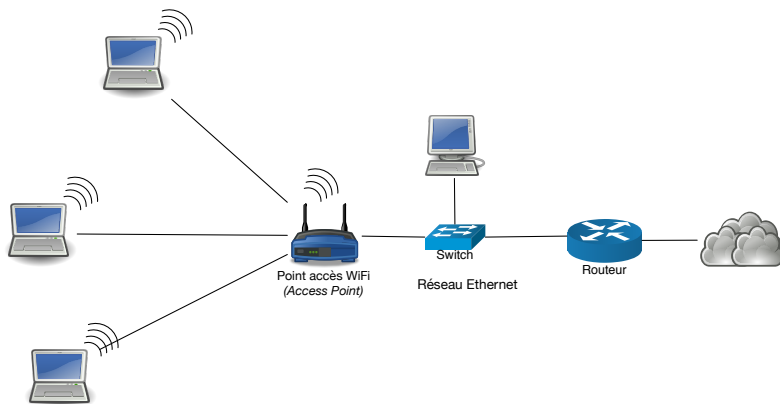
# Différentes topologies : *ad hoc*

## Réseau *ad hoc* maillé



- ▶ Réseau de type *Mobile Ad-Hoc Network* (MANET)
- ▶ Utilisation de protocoles de routage adaptés :
  - ▶ AODV
  - ▶ OLSR
  - ▶ BATMAN

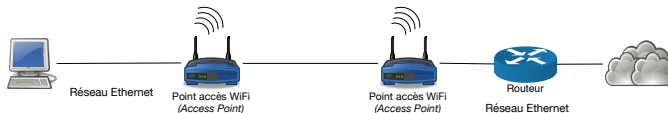
# Différentes topologies : infrastructure



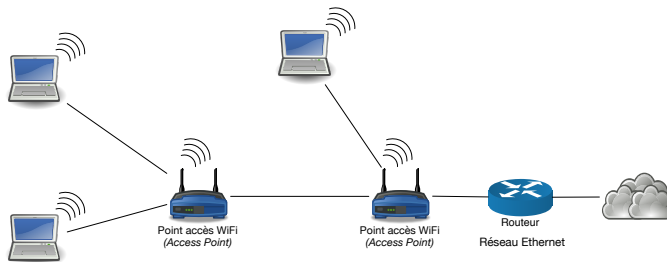
Le point d'accès et les stations qui y sont connectées forment un *Basic Service Set* (BSS)

# Différentes topologies : pont et répéteur

## Mode pont (*bridge*) : interconnexion de réseaux (filaire)

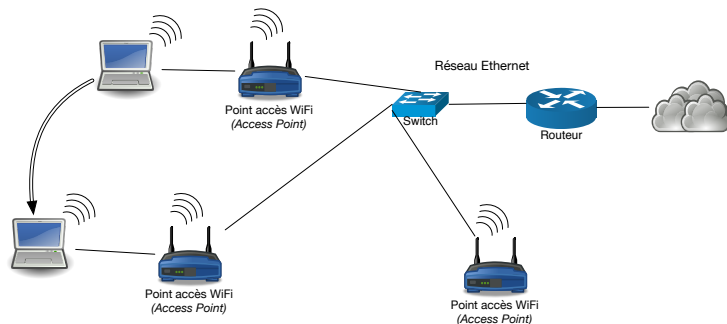


## Mode répéteur : extension de la portée de l'AP



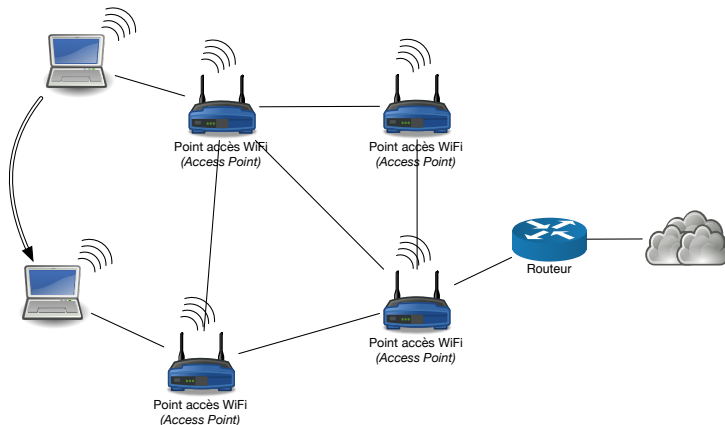


# Différentes topologies : *handover* (802.11r)



- ▶ Les points d'accès et les stations qui y sont connectées forment un *Extended Service Set* (ESS)
- ▶ Les point d'accès sont reliés par un réseau (filaire, wifi, etc.) : le *Distribution System*

# Différentes topologies : réseau maillé (802.11s)



Exemple : Google Wifi

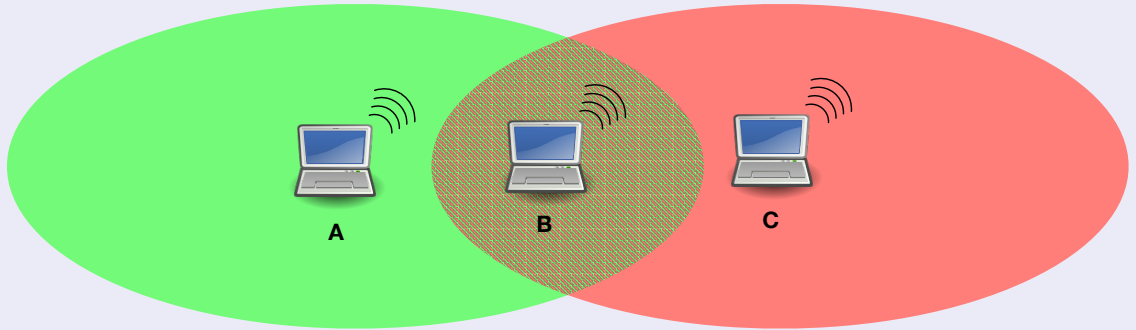
# Contraintes des liaisons radio I

## Caractéristiques des liaisons radio

- ▶ Portée radio variable : la puissance du signal décroît en fonction de la distance et des types de matériaux parcourus.
- ▶ Interférences : les bandes allouées sont utilisées par d'autres sources (micro-ondes, autres communications radio, etc.).
- ▶ Réflexions multiples : le signal réfléchi arrive à destination avec différents temps de retard.

# Contraintes des liaisons radio II

## Communications radio entre plusieurs noeuds



# Différentes versions I

## Standard IEEE 802.11 “principaux”

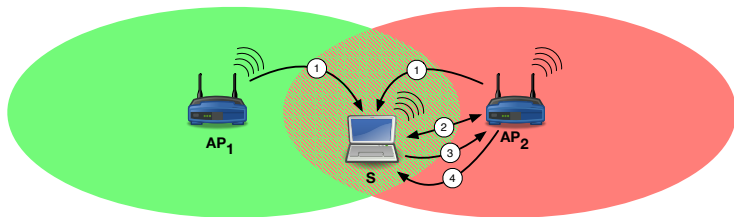
802.11a	54 Mbit/s théoriques, bande des 5GHz
802.11b	11 Mbit/s théorique, bande des 2,4GHz
802.11g	54 Mbit/s théorique, bande des 2,4GHz
802.11n	MIMO, de 72 à 600 Mbit/s théorique, bandes des 2,4 et 5GHz
802.11ac	MIMO, de 96 Mbit/s à 7 Gbit/s théorique, bandes de 5GHz
802.11acx	En cours de standardisation, débit réel moyen x 4

# Différentes versions II

## “Sous-standards” IEEE 802.11

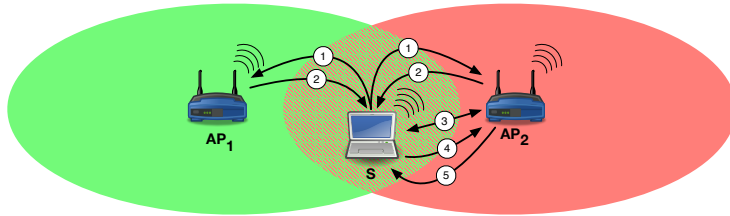
802.11r	Réduction du temps d'interruption pour le <i>handover</i>
802.11s	Réseau <i>mesh</i> , mobilité sur réseau <i>ad hoc</i>
802.11i	Amélioration de la sécurité (WPA2), utilisation d'AES

# Association passive



1. Les AP émettent des trames balise (*beacon frame*)
  - ▶ SSID, timestamp, intervalle, fonctionnalités supportées (sécurité, débit, type de réseau, etc.), Traffic Indication Map
2. *S* s'authentifie en échangeant des trames *authentication* avec *AP<sub>2</sub>*.
3. *S* émet une trame *association request* vers *AP<sub>2</sub>*.
4. *AP<sub>2</sub>* répond à *S* par une trame *association response*.

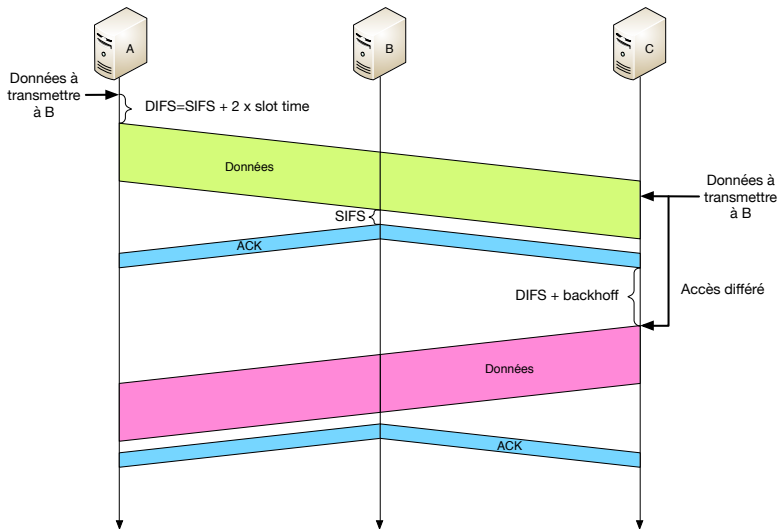
# Association active



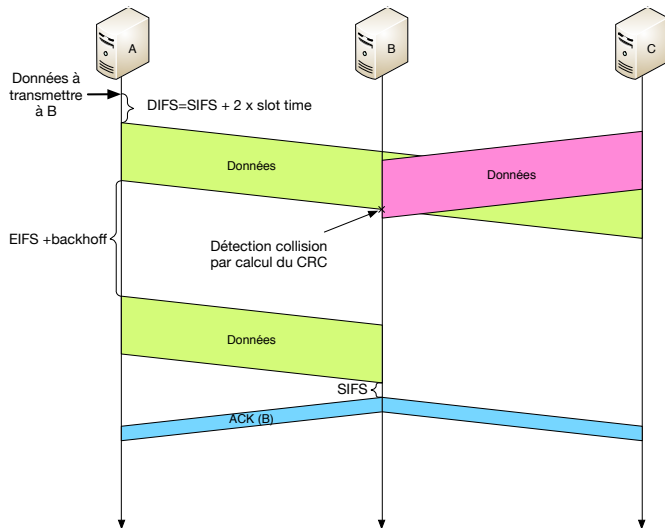
1. **S** émet une trame de requête (*Probe Request Frame*) en *broadcast*
  - Liste de SSID de réseaux recherchés
2. Les AP lui envoient en retour une trame de réponse (*Probe Response Frame*)
  - SSID, timestamp, intervalle, fonctionnalités supportées (sécurité, débit, type de réseau, etc.), Traffic Indication Map
3. **S** s'authentifie en échangeant des trames *authentication* avec **AP<sub>2</sub>**.
4. **S** émet une trame *association request* vers **AP<sub>2</sub>**.
5. **AP<sub>2</sub>** répond à **S** par une trame *association response*.



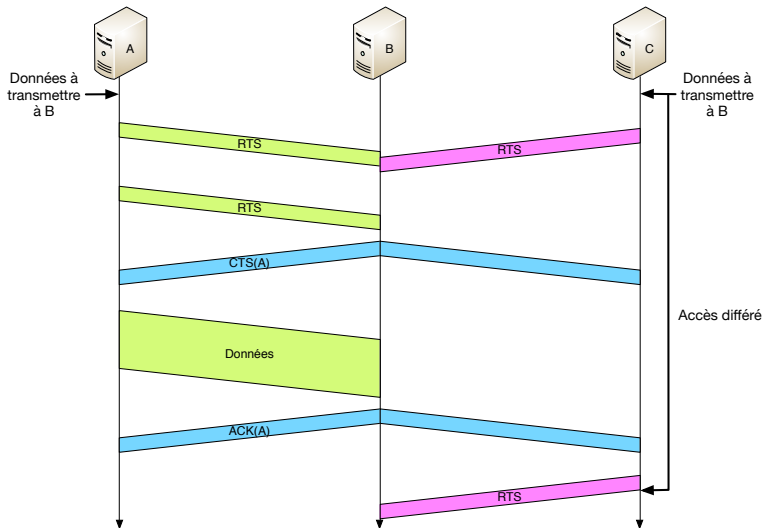
# Accès au support : CSMA/CA



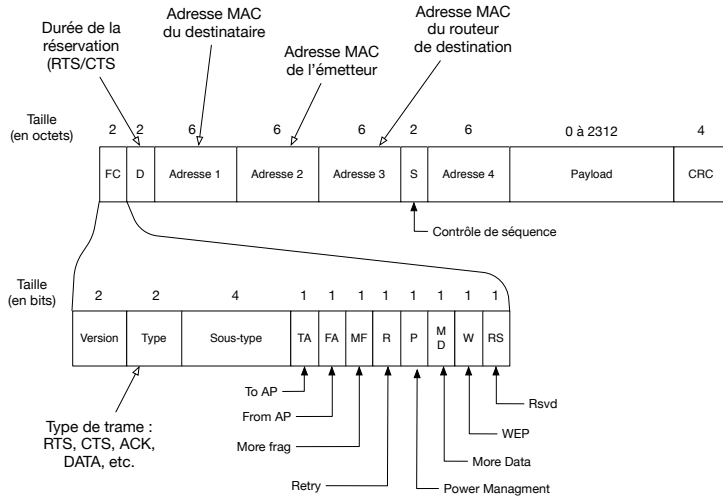
# CSMA/CA : détection des collisions



# Accès au support : RTS/CTS



# Format trames Wi-Fi

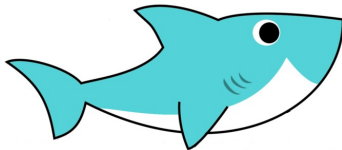


# WiFi - Exercice avec Wireshark

## Énoncé

- ▶ Ouvrir le fichier `Network_Join_Nokia_Mobile.pcap`
- ▶ Quel pourcentage de paquets est relatif aux données ?

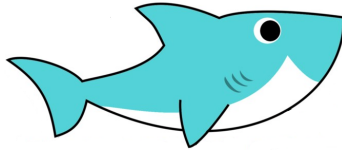
# WiFi - Exercice 2 avec Wireshark



## Énoncé

- Voir l'énoncé sur Gitlab ou sur Moodle [23-09/exercice2.md/.pdf](#)

# WiFi - Exercice (non noté) avec Wireshark



## Énoncé

- ▶ Voir l'énoncé sur Gitlab ou sur Moodle [23-09/exo-type.md/.pdf](https://23-09/exo-type.md/.pdf)
- ▶ Rédiger un compte-rendu type individuel.
- ▶ Déposer sur Moodle quand c'est terminé.

# Références

- [1] *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).



# Teaser de la suite

- ▶ Interconnecter des réseaux locaux et des réseaux étendus, pour former Internet;
- ▶ Affecter des adresses aux machines pour les identifier à l'échelle d'Internet;
- ▶ Acheminer de l'information entre plusieurs réseaux.
- ▶ Établir un flux d'information continu d'une machine vers une autre;

# Teaser de la suite

- ▶ Établir un flux d'information continu d'une machine vers une autre;
- ▶ Établir, utiliser et fermer une connexion entre deux machines;
- ▶ Garantir la communication complète, ordonnée et efficace d'une grande quantité d'information;
- ▶ Établir une base programmatique pour la conception d'applications réseau.

# Teaser de la suite

- ▲ Notions essentielles du cours, **à comprendre / connaître absolument**
- ★ Notions plus avancées (mais s'en rappeler un minimum!)

# Présentation de la couche Internet

1. Sans fil : Wi-Fi
2. Présentation de la couche Internet

## OSI

**Application**

**Présentation**

**Session**

**Transport**

**Réseau**

**Liaison de données**

**Physique**

## TCP/IP

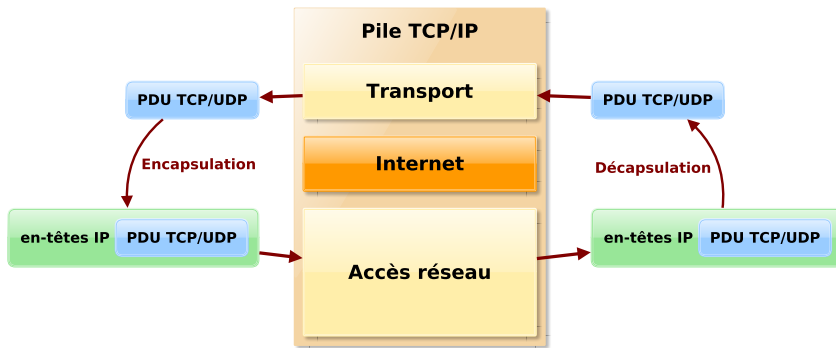
**Application**

**Transport**

**Internet**

**Accès réseau**

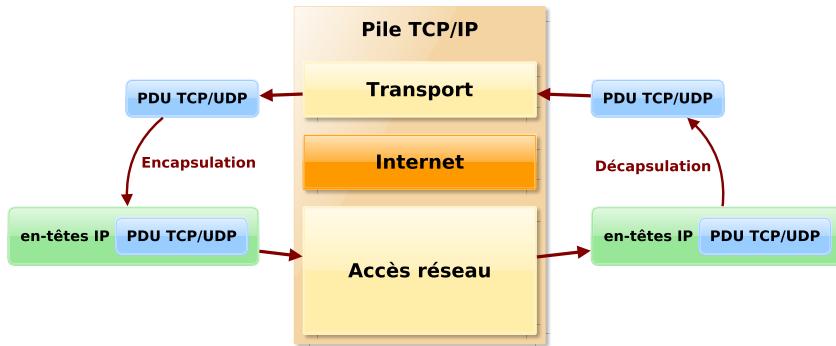
## ▲ Missions de la couche Internet I



### Premier rôle de la couche Internet

- En émission, **encapsuler** les paquets venant de la couche 4 (TCP, UDP) avec les informations de couche 3 (IP) et les transmettre à la couche 2 (Ethernet, 802.11);

## ▲ Missions de la couche Internet II



### Premier rôle de la couche Internet

- En réception, **décapsuler** les datagrammes de couche 3 provenant de la couche 2 et transmettre le paquet de couche 4 au protocole correspondant.

## ▲ Missions de la couche Internet III

### Second rôle de la couche Internet

Permettre l'interconnexion de plusieurs réseaux locaux en fournissant :

- ▶ Un système d'**adressage** inter-réseaux pour les équipements;
- ▶ Un système d'**acheminement** des messages (routage) entre ces réseaux.

Donc...

En conséquence, les protocoles de la couche Internet doivent être implantés (au minimum) dans les *équipements terminaux* et dans les *routeurs*, qui utilisent les informations de l'en-tête de couche 3 pour prendre les décisions de routage.