



ANNÉE PASSERELLE EN INGÉNIERIE



Chapitre 20 — Wireless

Introduction à la Téléinformatique

Vincent Audergon · HEIA-FR

Année académique 2026-2027

- 01** Classification des réseaux sans fil
- 02** Wi-Fi
- 03** Autres technologies sans fil
- 04** Antennes et topologies

À l'issue de ce chapitre, vous saurez :

- **lister** les principales normes de communication sans fil et leurs caractéristiques ;
- **expliquer** les différentes topologies de réseaux sans fil ;
- **expliquer** le matériel impliqué : points d'accès, routeurs, antennes ;
- **décrire** les types de sécurité sans fil (WEP, WPA, WPA2, WPA3).

SECTION

01 —

Classification des réseaux sans fil

01 **Classification des réseaux
sans fil**

02 Wi-Fi

03 Autres technologies sans fil

04 Antennes et topologies

Des ondes, pas des câbles

La communication sans fil exploite les **ondes électromagnétiques** (ou parfois la lumière : infrarouge, Li-Fi) pour transmettre des données sans câble physique.

Classe	Portée	Exemples
WPAN	Quelques mètres	Bluetooth, Zigbee, NFC
WLAN	Quelques dizaines de mètres	Wi-Fi
WMAN	Quelques kilomètres	WiMAX (IEEE 802.16)
WWAN	Dizaines à centaines de km	2G/3G/4G/5G

? QUESTION 1

Le NFC utilisé pour le paiement sans contact, et la 5G d'un smartphone : à quelles catégories appartiennent-ils ?

RÉPONSE

NFC → **WPAN** (courte portée, quelques centimètres). **5G** → **WWAN** (réseau cellulaire longue distance).

SECTION

02

Wi-Fi

- 01 Classification des réseaux sans fil
- 02 **Wi-Fi**
- 03 Autres technologies sans fil
- 04 Antennes et topologies

Le Wi-Fi (**IEEE 802.11**) fonctionne dans les bandes **2,4 GHz**, **5 GHz** et **6 GHz** (Wi-Fi 6E), découpées en **canaux**.

REMARQUE

La bande des 2,4 GHz n'offre que **3 canaux non-chevauchants** (1, 6, 11) : peu de réseaux peuvent y coexister sans interférence. La bande des 5 GHz en offre bien davantage.

Norme	Année	Débit théorique	Bande
802.11n (Wi-Fi 4)	2009	600 Mbit/s	2,4 / 5 GHz
802.11ac (Wi-Fi 5)	2013	3,5 Gbit/s	5 GHz
802.11ax (Wi-Fi 6/6E)	2021	9,6 Gbit/s	2,4 / 5 / 6 GHz
802.11be (Wi-Fi 7)	2025	46 Gbit/s	2,4 / 5 / 6 GHz

Un médium partagé

Tous les périphériques connectés à un même point d'accès émettent sur un canal **half-duplex** et **partagé** : un seul peut émettre à la fois.

DÉFINITION • CSMA/CA

Carrier Sense Multiple Access with Collision **Avoidance** : méthode d'accès au médium utilisée par le Wi-Fi pour limiter le risque de collision, faute de pouvoir les détecter directement comme en filaire.

? QUESTION 2

Contrairement à un switch Ethernet moderne (liens point-à-point full-duplex), pourquoi le Wi-Fi ne peut-il pas se passer d'une méthode d'accès au médium ?

RÉPONSE

Parce que tous les périphériques d'un même point d'accès **partagent le même canal radio**, half-duplex : sans coordination (CSMA/CA), deux émissions simultanées provoqueraient une collision.

SSID et fausses mesures de sécurité

Le **SSID** (Service Set Identifier) est le nom du réseau. Un point d'accès peut aussi filtrer par adresse **MAC** (liste de contrôle d'accès).

ATTENTION

Masquer le SSID et filtrer par MAC ne sont **pas** des mesures de sécurité fiables : un réseau caché reste détectable, et une adresse MAC peut être facilement falsifiée (spoofing).

Norme	Année	Chiffrement	À retenir
WEP	1997	RC4, clé statique	Cassé, à proscrire
WPA	2003	TKIP (RC4)	Transitoire, obsolète
WPA2	2004	AES-CCMP + PSK	Longtemps standard
WPA3	2018	AES-GCMP + SAE	Actuel, recommandé

REMARQUE

Sans chiffrement, les trames circulent en clair : n'importe qui à portée du signal peut les intercepter.

? QUESTION 3

Vrai ou faux : combiner masquage du SSID et filtrage MAC rend un réseau Wi-Fi sûr, même sans chiffrement.

RÉPONSE

Faux. Ni le masquage du SSID ni le filtrage MAC ne constituent une mesure de sécurité efficace. Sans **chiffrement** (WPA2/WPA3), les données continuent de circuler en clair.

SECTION

03

Autres technologies sans fil

- 01 Classification des réseaux sans fil
- 02 Wi-Fi
- 03 **Autres technologies sans fil**
- 04 Antennes et topologies

Bluetooth, Zigbee, LoRa

- **Bluetooth** (IEEE 802.15.1 historique, 2,4 GHz) : WPAN courte portée ; classique (débit) ou **BLE** (basse consommation).
- **Zigbee** (IEEE 802.15.4, 2,4 GHz) : réseaux de capteurs, domotique, faible consommation, réseau **maillé**.
- **LoRa / LoRaWAN** (sub-GHz) : longue portée (km), très faible débit, topologie en étoile vers une passerelle. Duty cycle limité (1 % en Europe sur 868 MHz).

EXEMPLE • RFID ET NFC

Le **NFC** (dérivé du RFID) permet une communication **bidirectionnelle** à quelques centimètres — paiement sans contact, appairage.

Comparatif synthétique

Techno	Bande	Portée / Débit	Usage
Wi-Fi	2,4/5/6 GHz	Qq dizaines de m — jusqu'à plusieurs Gbit/s	Internet, LAN
Bluetooth/BLE	2,4 GHz	Qq mètres — 1-3 Mbit/s	Audio, périphériques
Zigbee	2,4 GHz / sub-GHz	Dizaines de m (mesh) — 20-250 kbit/s	Domotique
LoRa/LoRaWAN	Sub-GHz	Qq km — quelques kbit/s	IoT longue portée

Comparatif synthétique

Techno	Bande	Portée / Débit	Usage
NFC	13,56 MHz	Qq cm — jusqu'à 424 kbit/s	Paieement, appairage
Cellulaire 4G/5G	Sous licence	Plusieurs km — jusqu'à qq Gbit/s	Mobilité grande échelle

■ À RETENIR

Règle générale : plus la **fréquence** est élevée, plus le **débit** est important, mais plus la **portée** est limitée.

? QUESTION 4

Un capteur de température en pleine campagne, à 5 km de la passerelle la plus proche, doit fonctionner plusieurs années sur pile. Quelle technologie choisir ?

RÉPONSE

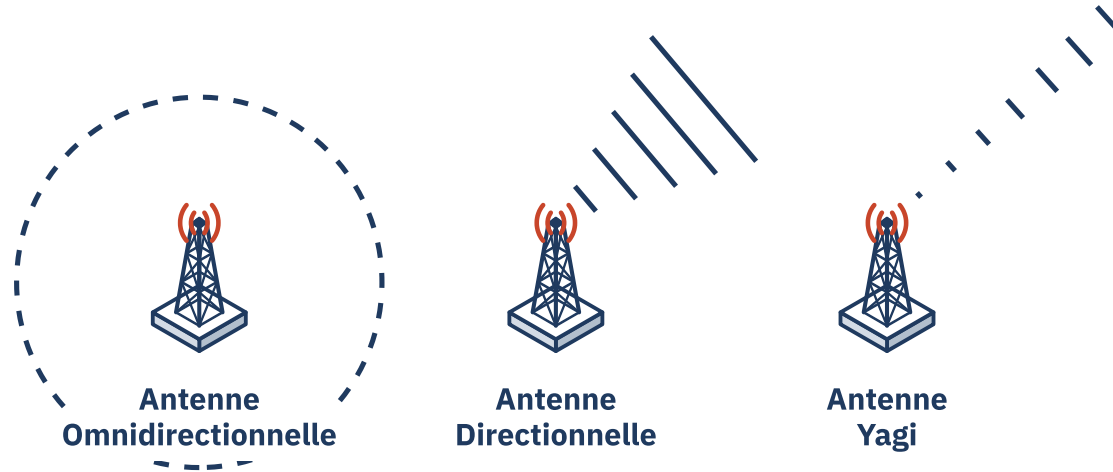
LoRa : seule technologie de la liste offrant une portée de plusieurs kilomètres avec une consommation suffisamment faible pour tenir plusieurs années sur batterie. Le débit très faible n'est pas un problème pour l'envoi occasionnel d'une mesure.

SECTION

04

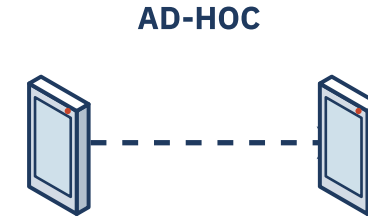
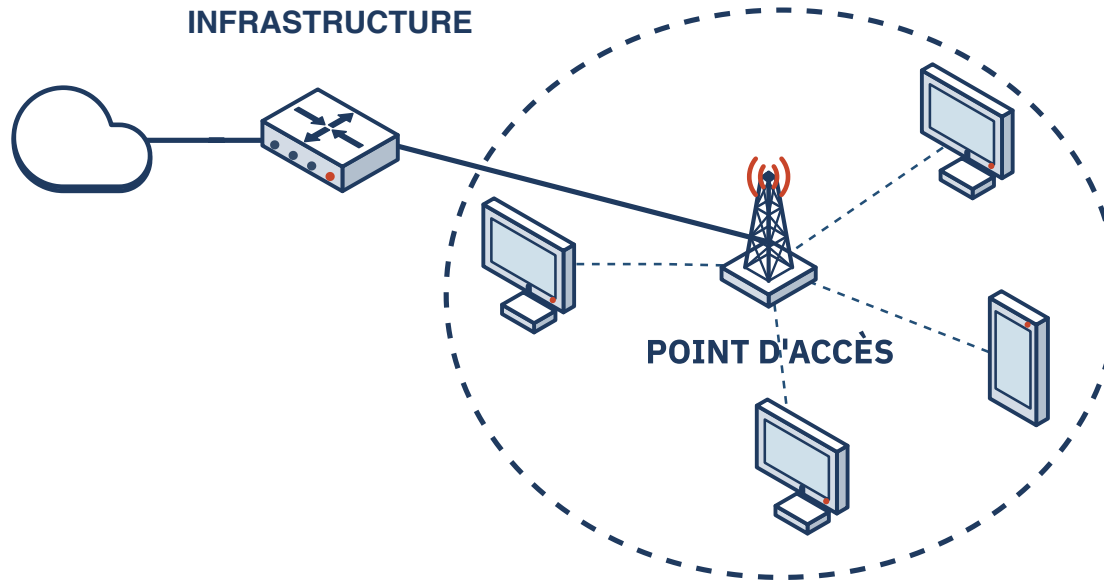
Antennes et topologies

- 01 Classification des réseaux sans fil
- 02 Wi-Fi
- 03 Autres technologies sans fil
- 04 Antennes et topologies**



- **Omnidirectionnelle** : rayonne à 360°, couverture uniforme (AP domestique).
- **Directionnelle** : concentre le signal dans une direction, portée accrue.
- **Yagi** : antenne directionnelle typique pour les liaisons point à point.

Infrastructure ou ad-hoc

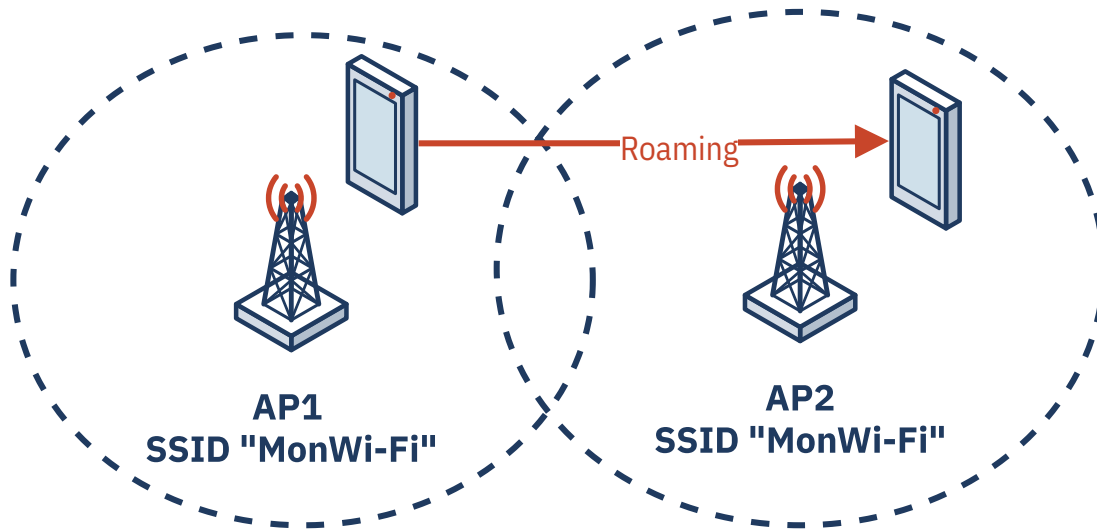


Infrastructure : les périphériques passent par un point d'accès central.

Ad-hoc : communication directe entre périphériques, sans AP ; peut former un réseau maillé.

DÉFINITION • ROAMING

Changer de cellule ou de point d'accès **sans interrompre** la connexion, en se déplaçant dans une zone couverte par plusieurs AP diffusant le **même SSID**.



REMARQUE

Le roaming engendre en général une courte interruption, mais reste transparent pour l'utilisateur.

■ CE QU'IL FAUT RETENIR

- Classes : **WPAN** (Bluetooth), **WLAN** (Wi-Fi), **WMAN** (WiMAX), **WWAN** (cellulaire).
- Wi-Fi : médium partagé half-duplex, régulé par **CSMA/CA** ; sécuriser avec **WPA2/WPA3**, pas le masquage SSID ni le filtrage MAC.
- Bluetooth, Zigbee, LoRa : compromis **portée / débit / consommation** différents selon l'usage.
- Antennes **omnidirectionnelles** vs **directionnelles** ; topologies **infrastructure** vs **ad-hoc** ; le **roaming** assure la continuité entre AP.

Des questions ?

Les sources utilisées pour ce cours (normes, documentation officielle, articles, ouvrages de référence) sont citées et listées intégralement dans la **bibliographie du support de cours écrit**, disponible sur le site du cours :

<https://api-teleinfo.isc.heia-fr.ch>

