

# Réseaux sans fils et mobiles

Pr M. EL HALOUI

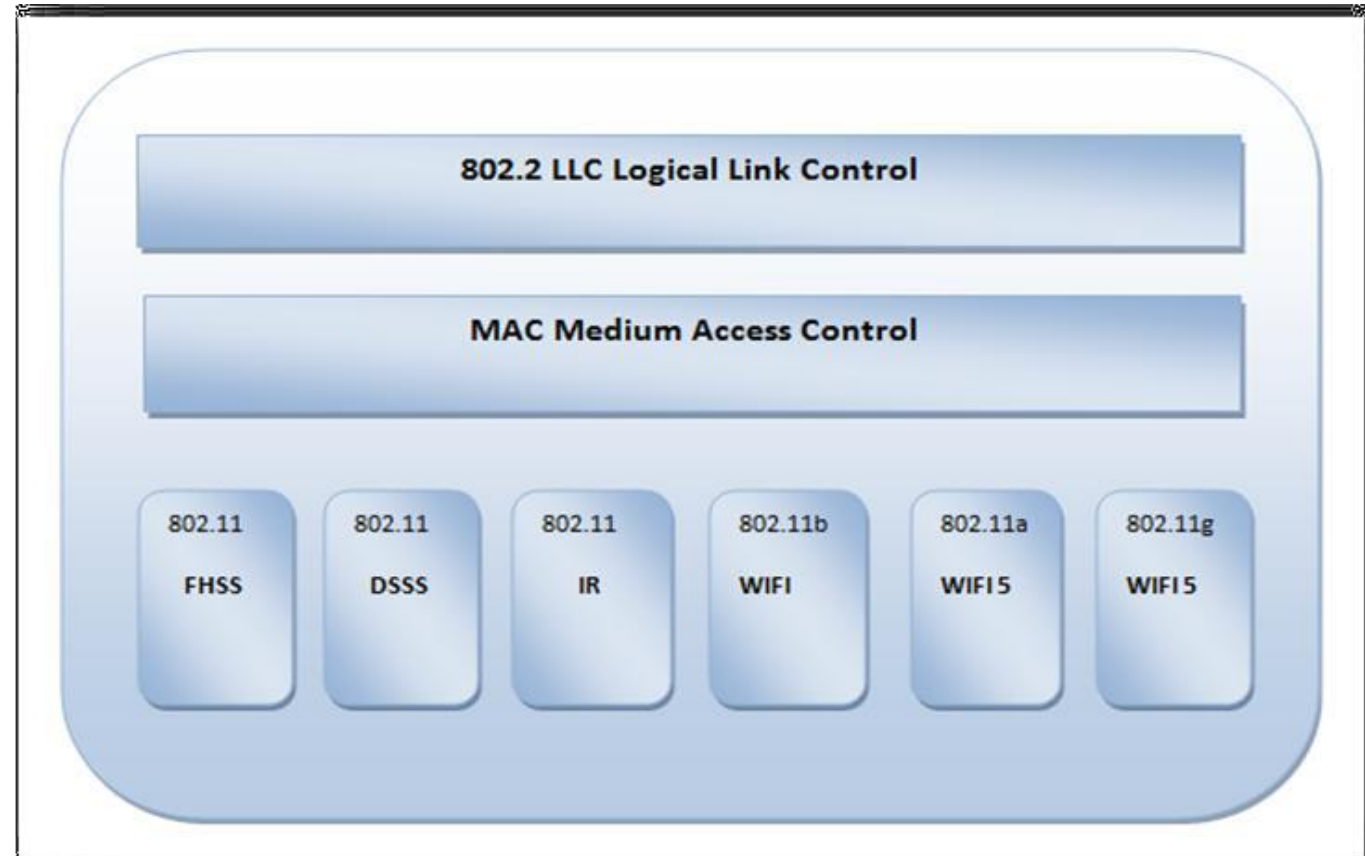
# Rappels

- Modèle OSI : Objectifs et normes des réseaux sans fil
- Evolution de la norme 802.11
- Rôles des deux couches basses : Physique et Liaison de données
- Exemples de protocoles des couches basses
- Questions ?

# La couche physique : Accès au réseau

Le standard 802.11 d'origine définit les couches physiques de base :

- **FHSS** (Frequency Hopping Spread Spectrum) étalement de spectre par saut de fréquence
- **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum) division de la bande ISM en sous bandes.
- **IR** (Infrarouge) diffusion d'ondes lumineuses infrarouge. Portée typiquement 10 m
- Les couches **WIFI** (différentes variantes **802.11b**, **802.11a**, **802.11g**,...)

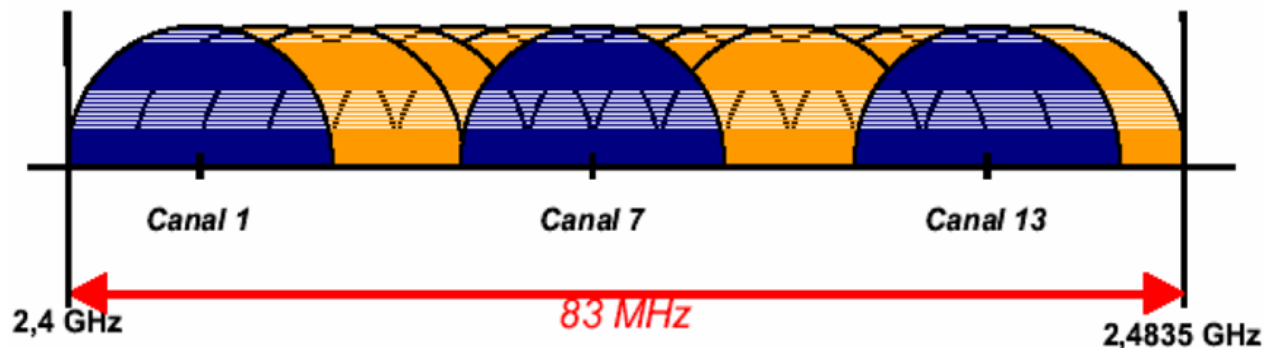


# La couche physique : FHSS

- **FHSS** (Frequency Hopping Spread Spectrum) sur la **bande 2,4 GHz** ;
- **Découpage** de la bande de fréquence en un minimum de **75 canaux** (hops ou sauts d'une largeur de **1MHz**) ;
- Mécanisme de **combinaison de canaux** connue de toutes les stations de la cellule ;
- Emettre successivement sur un canal puis sur un autre pendant une courte période de temps (d'environ 400 ms) ;
- L'émetteur et le récepteur **s'accordent sur un schéma de saut** ;
- A chaque communication un saut différent ;
- Initialement conçu dans un but militaire afin d'empêcher l'écoute des transmissions radio ;
- En mode FHSS les données sont émises au moyen d'une modulation GMSK ;
- Caractérisé par sa résistance aux interférences
- Peut faire fonctionner simultanément 26 réseaux 802.11 FHSS (correspondant aux 26 séquences) dans une même zone

# La couche physique : DSSS

- **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum) sur la **bande 2,4 GHz** ;
- DSSS divise la bande ISM en sous bandes ;
- La division se fait en 14 canaux de 20 MHz chacun ;
- La transmission ne se fait que sur un canal donné ;
- Un seul canal à la fois : les systèmes DSSS sont plus sensibles aux interférences que les systèmes FHSS ;
- La largeur de la bande ISM étant égale à 83.5 MHz. Les canaux se recouvrent
- Les fréquences centrales de chaque sous-canal sont espacées de 5 MHz ;
- Pas possible d'utiliser dans la même zone géographique les canaux adjacents.



Canal	Fréquence centrale (GHz)
1	2.412
2	2.417
3	2.422
4	2.427
5	2.432
6	2.437
7	2.442

Canal	Fréquence centrale (GHz)
8	2.447
9	2.452
10	2.457
11	2.462
12	2.467
13	2.472
14	2.477

# La couche physique : Infrarouge

- **IR** (Infrared) : utilisation de la lumière infrarouge comme alternative des ondes radio ;
- Caractéristique : utiliser une onde lumineuse pour la transmission de données ;
- les transmissions se font de façon unidirectionnelle ;
- Le caractère non dissipatif des ondes lumineuses offre un niveau de sécurité plus élevé ;
- Possibilité d'obtenir des débits allant de 1 à 2 Mbit/s

# OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

- Diviser le canal principal en sous canaux de fréquence plus faible.
- Chacun de ces sous canaux est modulé par une fréquence différente,
- L'espacement entre chaque fréquence restant constant.
- Ces fréquences constituent une base orthogonale : le spectre du signal OFDM présente une occupation optimale de la bande allouée.
- Multiplexage en fréquences

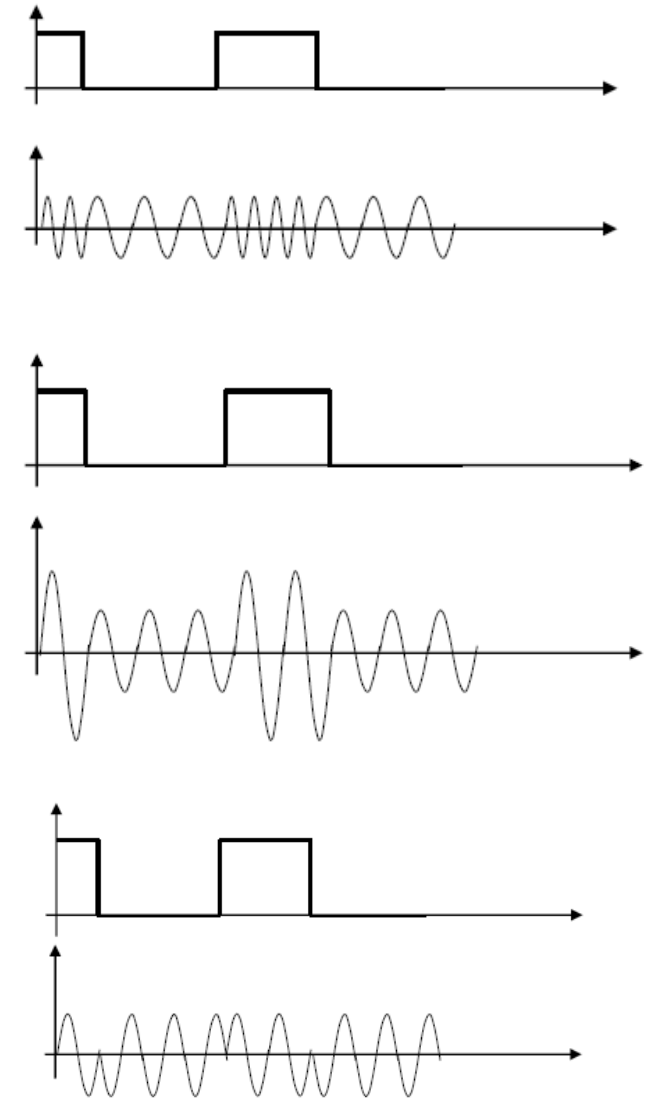
# Modulation/ Démodulation

- La modulation est la transformation d'un message à transmettre en un signal adapté à la transmission sur un support physique.
- Les objectifs de la modulation sont:
  - une transposition dans un domaine de fréquences adapté au support de transmission;
  - une meilleure protection du signal contre le bruit;
  - une transmission simultanée de messages dans les bandes de fréquences adjacentes, pour une meilleure utilisation du support.
- La démodulation est le processus inverse de la modulation : retrouver le signal.



# Modulation

- Trois types de modulation de base existent en agissant sur les paramètres de l'onde porteuse :
  - Modulation de fréquence **FSK** (Frequency Shift Keying) : une valeur de fréquence correspond à une valeur du signal
  - Modulation d'amplitude **ASK** (Amplitude Shift Keying) : une valeur d'amplitude correspond à une valeur du signal
  - Modulation de phase **PSK** (Phase Shift Keying) : un déphasage correspond à une valeur du signal

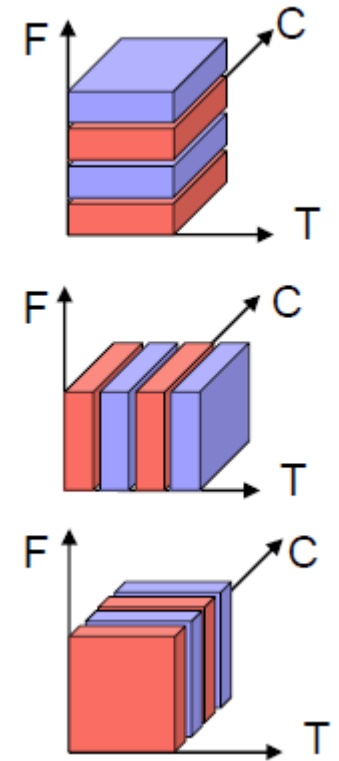


# Modulation combinée

- Il est possible de combiner plusieurs types de modulation parmi les trois types décrits. Exemples :
  - **QPSK** (Modulation de phase en quadrature) : addition de deux porteuses de même fréquence en quadrature de phase ;
  - **GMSK** (Gaussian Minimum Shift Keying) combinaison de modulation de phase et de fréquence (déplacement de fréquence à phase continue).
  - **CCK** (Complementary Code Keying) : Symboles de  $n$  bits codés par une séquence de  $m$  bits (codes orthogonaux complexes). (Utilisé au niveau de la norme 802.11b )

# Multiplexage

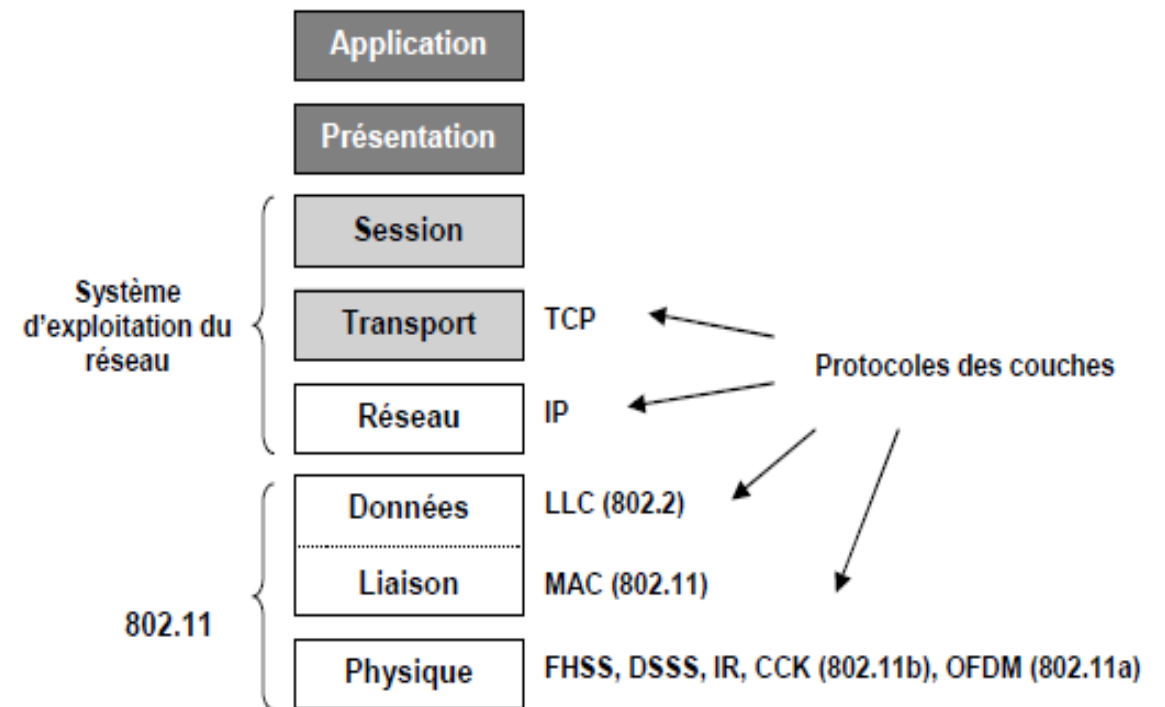
- **Objectif**: optimiser l'usage des canaux de transmission pour un transit simultané du maximum d'informations. Il s'agit du **partage(multiplexage)** du support physique de transmission entre plusieurs signaux.
- Ces techniques peuvent se classer en trois grandes catégories :
  - Le **multiplexage fréquentiel** ou **FDM** (Frequency Division Multiplexing): permet aux émetteurs ou sources d'information de transmettre simultanément chaque source ayant son propre canal ou bande passante. Ex TV
  - Le **multiplexage temporel** ou **TDM** (Time Division Multiplexing) : permet aux émetteurs ou sources d'information de transmettre périodiquement sur le support. Chacun transmet un **mot binaire** pendant une période de **temps t**. Ex. Réseau téléphonique
  - Le **multiplexage** par répartition de **codes** ou **CDM** (Code Division Multiplexing) : permet aux émetteurs de transmettre simultanément avec une largeur de bande très grande sans interférence entre les canaux grâce à la technique d'étalement du spectre. Ex. téléphonie cellulaire.



# La couche liaison de données

La **couche liaison de données** se compose de 2 sous-couches :

- **Sous-couche liaison logique LLC** : utilise les mêmes propriétés que la couche LLC 802.2.
- **Sous-couche d'accès au support MAC** :
  - Un rôle est similaire à celui de la couche MAC 802.3 du réseau Ethernet
  - les terminaux écoutent la porteuse avant d'émettre. Si la porteuse est libre, le terminal émet, sinon il se met en attente.
  - Intègre d'autres fonctionnalités nécessaires telles que Adressage des paquets, retransmissions de paquets, fragmentation et réassemblage ....
  - Exemples de protocoles MAC : ALOHA, 802.3 (CSMA/CD), CSMA/CA, 802.4 (bus à jeton), 802.5 (anneau à jeton).



# Accès au réseau : CSMA

- Le nombre d'utilisateurs est très supérieur au nombre de canaux disponibles. Difficulté de réserver le canal pour chaque communication.
- Concept d'accès aléatoire (type CSMA)
- **CSMA** (Carrier Sense Multiple Access) a pour origine un système de communications par radio entre des machines sur les îles Hawaï (ALOHA -années 1970) ;
- Principe **ALOHA** : une station qui veut émettre...émet, si aucun accusé de réception, attente aléatoire et réémission ;
- Très faible performance pour un fort trafic ;
- CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision) Detection) : écoute de porteuse et détection de collision utilisé par les réseaux Ethernet ;
- Norme IEEE 802.3 – CSMA/CD

# Accès au réseau : CSMA/CA

- Dans un environnement sans fil : Deux stations communiquant avec un récepteur commun (AP) ne s'entendent pas forcément mutuellement en raison de leur rayon de portée.
- Utilisation CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) commun aux normes a, b et g,...
- Le protocole CSMA/CA utilise un mécanisme d'esquive de collision basé sur un principe d'accusés de réception (ACK) réciproques entre l'émetteur et le récepteur
- Gère très efficacement les interférences et autres problèmes radio
- Deux méthodes d'accès au canal basées sur CSMA/CA ont été implémentées pour les réseaux 802.11 : DCF (Distributed Coordination Function) et PCF (Point Coordination Function) (voix, vidéos ...)

# Accès au réseau : CSMA/CA

- Etapes :
  - Ecoute du support réseau
  - Si media libre pendant un temps (DIFS) alors la station peut émettre
  - La station transmet un message appelé RTS (Ready To Send) contenant volume des données qu'elle souhaite émettre et sa vitesse de transmission
  - Le récepteur (généralement un point d'accès) répond par un CTS (Clear To Send) signifiant que le champ est libre pour émettre
  - la station commence l'émission des données. Toutes les stations avoisinantes patientent pendant un temps NAV (network allocation vector) calculé à partir du CTS (tous les voisins ne reçoivent pas forcément le RTS de la station émettrice en raison des rayons de portée radio).
  - À réception de toutes les données émises par la station, le récepteur envoie un accusé de réception (ACK).