

Réseaux sans fils et mobiles

Pr M. EL HALOUI

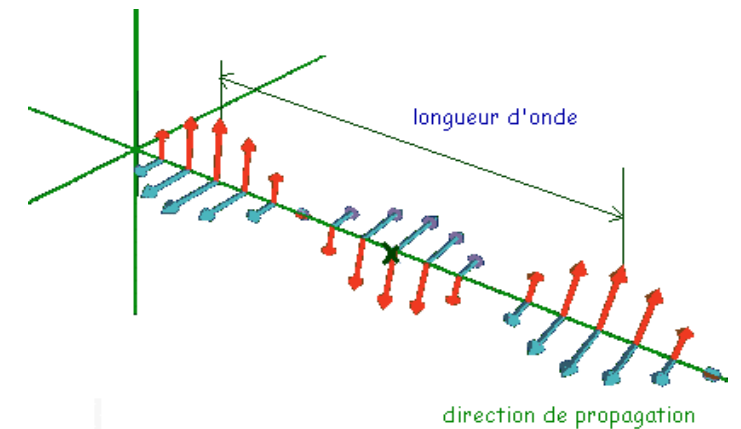
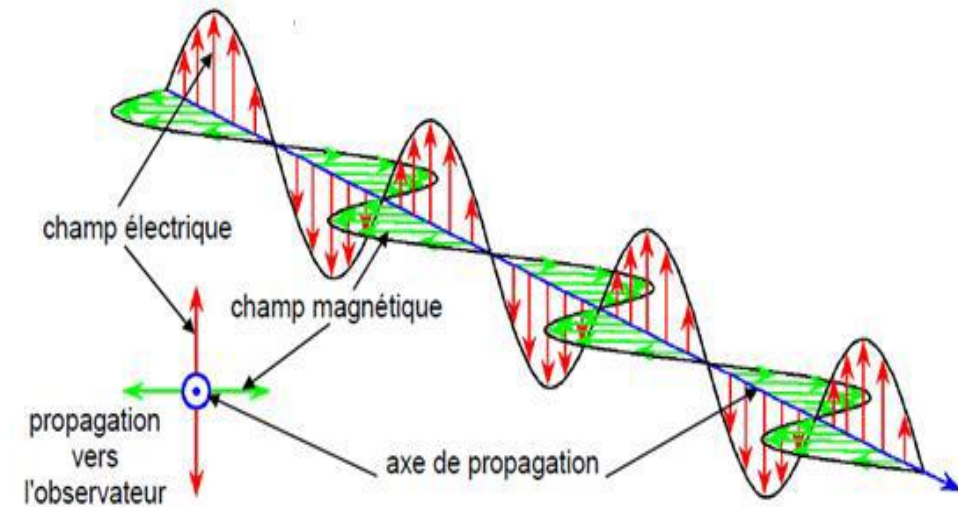
Rappels

- Importance des réseaux sans fils et réseaux mobiles
- Notion et norme de Wifi
- Organismes de normalisation agissant dans le domaine
- Exemples d'application des RSF
- Bandes de fréquences et canaux utilisés
- Questions ?

Propriétés d'une onde radio

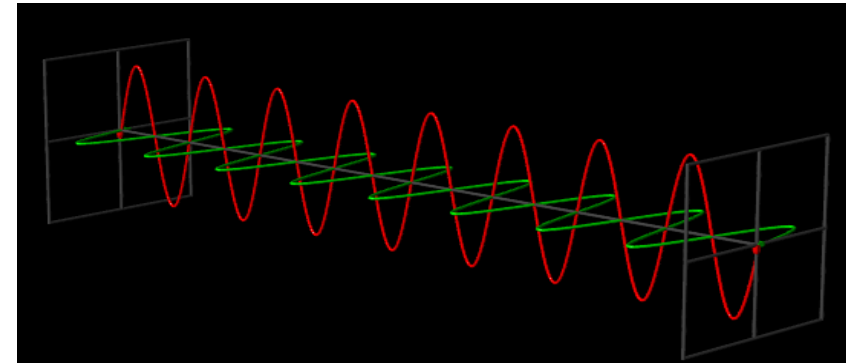
Une onde électromagnétique est constituée d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B qui varient au même rythme que le courant qui leur a donné naissance. Caractérisée par :

- **Fréquence** : fréquence d'une onde électromagnétique est la fréquence des champs E et B qui la composent c'est aussi la fréquence du courant circulant dans l'antenne.
- **Longueur d'onde** : La longueur d'onde λ est le trajet parcouru par l'onde durant une période T
- **Polarisation** : La polarisation d'une onde est la direction de son champ électrique E .
- **Propagation** : Rayonnement et progression de l'antenne d'émission à l'antenne de réception.



Propagation d'une onde Radio

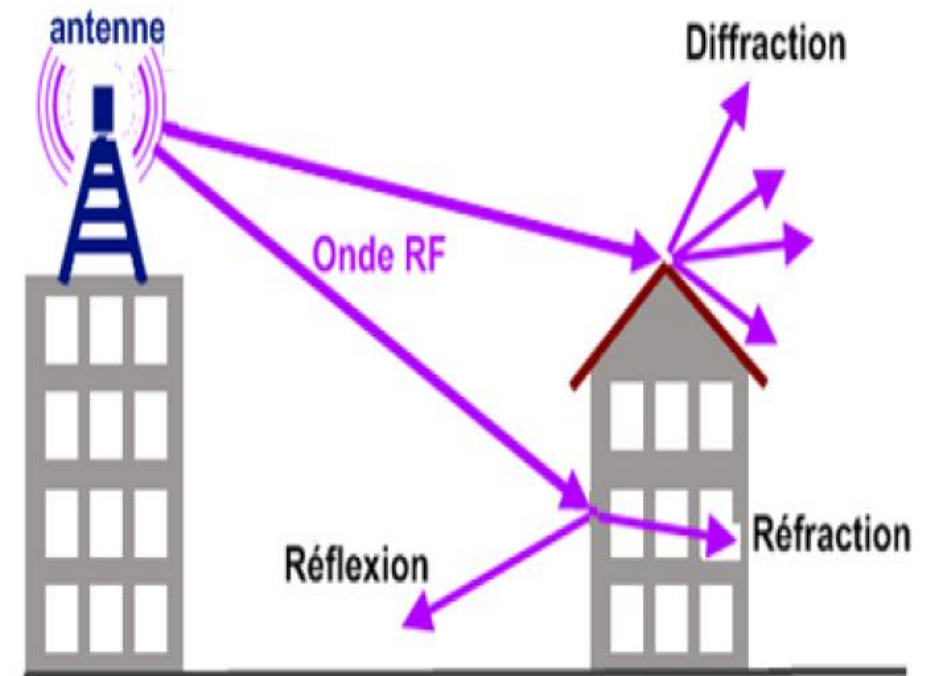
- **Propagation libre :**
 - Elle est rayonnée par une antenne aérienne au niveau de l'émetteur et détectée par une antenne au niveau du récepteur.
 - Souvent désignée par onde hertzienne ou onde radio.
- **Propagation guidée :**
 - L'émetteur est matériellement connecté à un support, tel qu'un câble, qui va transporter l'onde émise jusqu'au récepteur.
 - Les supports de transmission les plus utilisés sont le câble à paires torsadées, le câble coaxial, et la fibre optique.



Plus de représentation visuelle des phénomènes sur ondes sur le site EMANIM

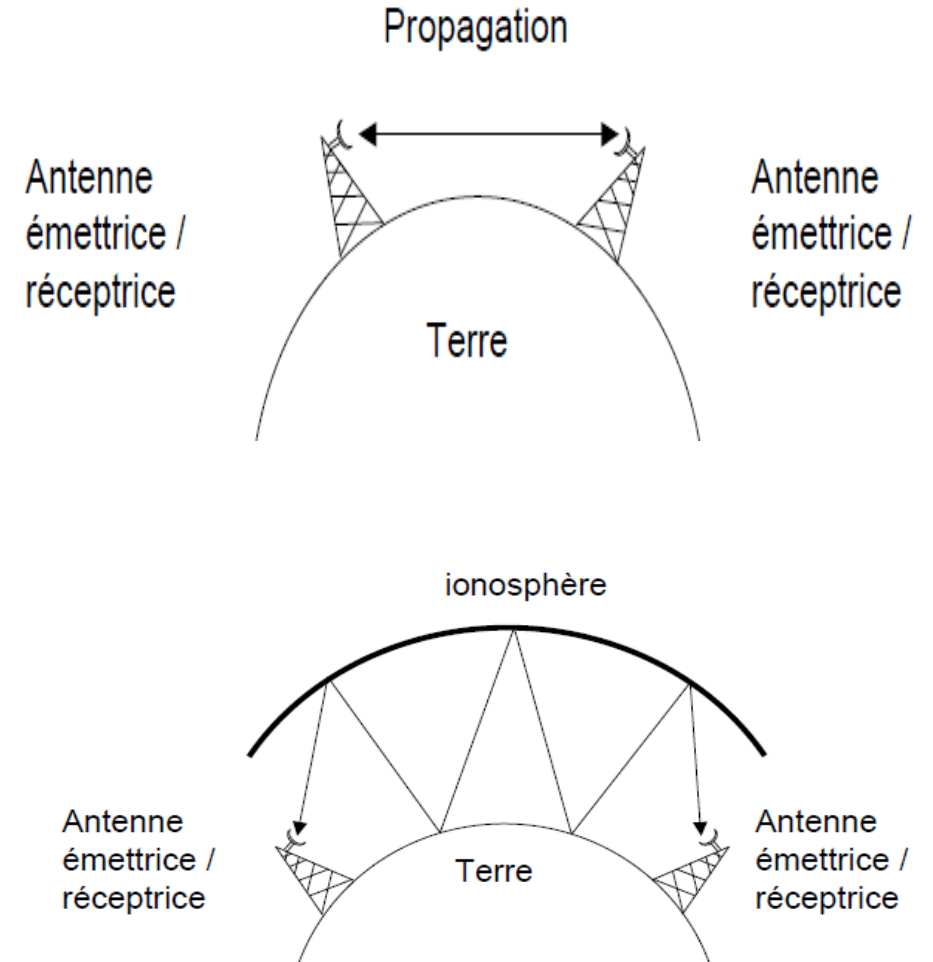
Propagation d'une onde radio

- Une onde interagit avec les obstacles et les matériaux qu'elle traverse.
- Si l'onde rencontre un obstacle, son énergie se partage entre l'onde réfléchie, réfractée et absorbée :
 - La réflexion : se produit lorsque le signal rebondit sur une surface (matériau, sol, voiture,...). Ex : Il est très difficile de faire passer un signal sans fil à travers le plafond métallique d'un ascenseur, car le signal rebondit.
 - La réfraction : le fléchissement d'une onde à l'interface entre deux milieux ayant des indices de réfraction différents.
 - La diffraction/ diffusion : signifie que le signal sans fil frappe une surface pas parfaitement plane et lisse ou une surface d'obstacle (montagne, construction, falaise, ...) et « se brise » en plusieurs morceaux ce qui cause son atténuation.
 - L'absorption : se produit lorsque le matériau absorbe le signal sans fil



Propagation d'une onde radio

- Les ondes radio se propagent de l'antenne d'émission à l'antenne de réception
 - Par **onde directe** : partant de l'émetteur et arrivant sur le récepteur sans rencontrer d'obstacles naturels (montagnes, couches atmosphériques) ou artificiels (immeubles,...)
 - Par **onde réfléchie**, lorsque l'onde rencontre un obstacle et est renvoyée dans sa totalité, ou en partie, dans une direction différente.
- Les couches ionisées de l'atmosphère (entre 60 et 1000 Km d'altitude) peuvent constituer des surfaces de réflexion (Fréquence < 30 MHz)



Antenne

- Types :
 - Omnidirectionnelle (émettre dans toutes les directions)
 - Directionnelle (émettre dans une seule direction). Ex : Yagi, Parabole,...
 - sectorielles (Diffusion sur un grand angle de 60 à 180°). Ex : patch
 - famille : les fils rayonnants ou les surfaces rayonnantes
 - Interne/Externe
- Caractéristiques et critères :
 - Type d'antenne
 - Directivité et diagramme de rayonnement (visualise les lobes de rayonnement)
 - Taille : performances radio mais contraintes de design
 - Gain : Capacité d'une antenne à concentrer les ondes radio dans une direction donnée. Une antenne isotrope est un modèle théorique qui rayonnerait de façon homogène dans toutes les directions.
 - Fréquence de travail : Fréquences autorisées par la réglementation (Exemple 2,4 Ghz et 5Ghz)
 - Polarisation (Vertical, Horizontal)

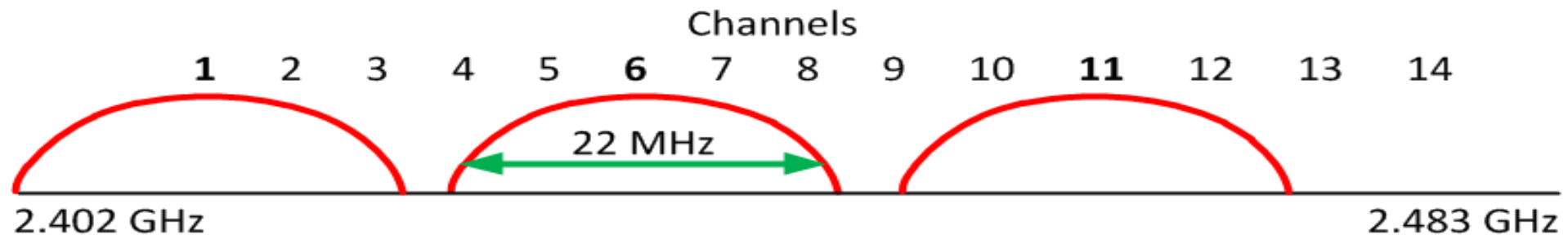


Bande de fréquence

- Les bandes de fréquences (ressource rare) sont soumis à régulation et une autorisation par un régulateur national (ANRT)
- Le spectre fréquentiel est subdivisée en plusieurs parties appelées bande de fréquence.
- Chaque bande peut être divisée en deux sous bandes espacées par un intervalle de garde.
- Le choix des sous bandes à utiliser pour l'émission de celle à utiliser pour la réception dépend de l'utilisateur.
- Les sous bandes sont à leur tour subdivisée canaux. La décomposition en canaux permet un partage de la bande.
- La disposition des canaux est normalisée par le CCIR(Comité consultatif International des Radiocommunications).

Exemple : Bande ISM

- L'UIT-R a déterminé quelques fréquences que nous pouvons utiliser pour nos réseaux sans fil.
- Appelées la bande ISM (Industrial, Scientific and Medical). Tout le monde peut utiliser ces fréquences sans avoir à obtenir de licence
- Les principales bandes ISM les plus utilisés au niveau mondial :
 - 2,4 GHz
 - 5 GHz
- 14 canaux avec des intervalles de 22 MHz.
- Attention : Leur utilisation suppose avoir des brouillages ou des interférences.



Défis d'utilisation des ondes radio

- **Couverture** : Bien choisir l'emplacement des points d'accès et les fréquences à utiliser pour obtenir une couverture optimale. Différents matériaux affecteront votre signal.
- **Interférences** : Les fréquences 2,4 et 5 Ghz sont très utilisées. Risque d'interférences qui affaibliront la qualité du signal.
- **Confidentialité** : Les données sont envoyés en air, ce qui signifie que nous n'avons aucun moyen de sécuriser notre couche physique, nous devons nous assurer d'avoir une authentification et un cryptage forts.
- **Réglementations** : Respect de la réglementation des pays. Qui concerne surtout les fréquences autorisés et les équipements de transmission valides.

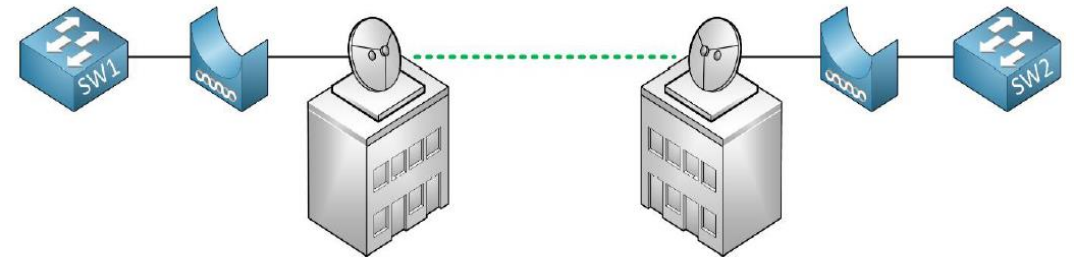
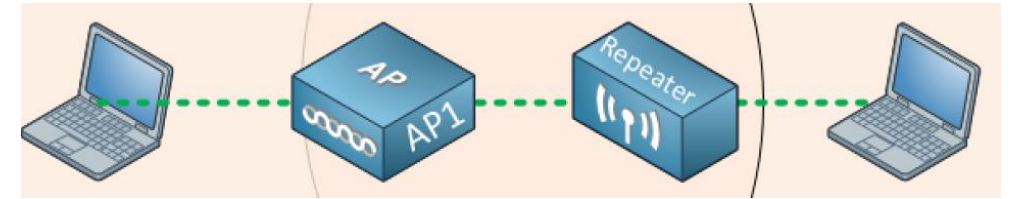
Point d'accès

- Equipement intermédiaire entre le réseau filaire et réseau sans fil ;
- Possède toute l'intelligence nécessaire pour offrir la connexion aux clients sans fil qui lui sont rattachés ;
- Gère le trafic des mobiles d'une cellule de communication en réception et en transmission de données;
- Utilise les protocoles 802.11 pour communiquer avec les clients sans fil et Ethernet du côté LAN ;
- Le sans fil étant Half-duplex (l'information circule dans un sens à la fois), la bande passante disponible dépend du nombre et de l'emplacement des appareils sans fil;
- Type de matériel : Station (dédiée de préférence) avec :
 - carte réseau traditionnelle pour le réseau filaire
 - carte émission / réception radio
 - couche logicielle adéquate



Pont (Bridge)

- Lien entre 2 réseaux câblés de 100 m jusqu'à quelques kms
- Se connecte à un réseau et non à une station
- Ne gère pas de LAN ou cellule de communication
- Un AP peut être configuré comme Pont



Borne d'extension

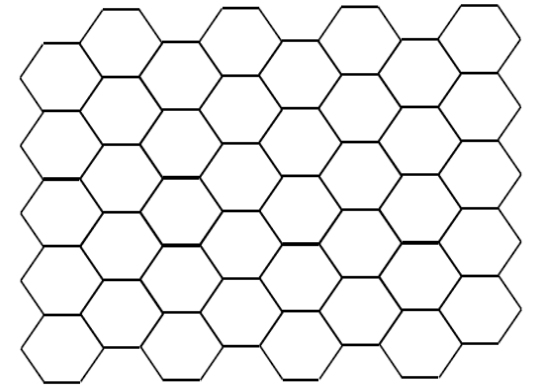
- Mélange : Point d'accès (gère une cellule) + pont radio
- Pas de connexion au réseau filaire (\neq point d'accès)
- Agrandit la zone de couverture sans ajout de câble
- Gère le trafic de sa cellule comme les points d'accès
- Possibilité d'en utiliser plusieurs pour atteindre les appareils mobiles les plus éloignés.

Bornes d'accès Wifi : Hot Spots

- Lieux de passage à forte influence, tels que les aéroports, les gares, les complexes touristiques, hôtels ...
- Pas d'autorisation lorsqu'elles sont raccordées directement à un réseau ouvert au public existant (en général un opérateur de télécommunications).
- Les opérateurs télécoms et autres FAI proposent des abonnements, à durée limitée ou illimité

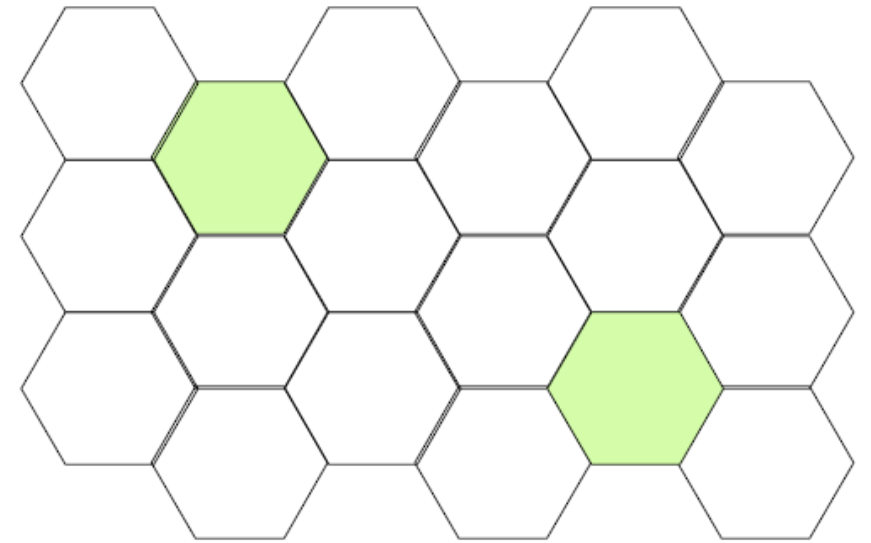
Organisation cellulaire

- Les zones géographique sont divisées en cellules
- **Cellule de communication (BSS : Basic Set Service)**
 - de traille variable
 - desservi par sa propre antenne
 - bandes de fréquences attribuées
 - cellules installées de telle sorte que les antennes de tous les voisins sont équidistants (motif hexagonal)
 - desservi par une station de base (BTS : Base Transceiver Station) composée de émetteur, récepteur et unité de contrôle (BSC : Base Station Controller)
- **ESS : Extended Set Service** : plusieurs BSS \Leftrightarrow plusieurs AP (Access Point)



BSS: Réutilisation des fréquences

- Cellules adjacentes ont des fréquences différentes pour éviter les interférences ou diaphonie.
- L'objectif est de réutiliser la fréquence dans les cellules
- Réutilisation de la même fréquence sur des zones géographiques différentes
- Avantage : augmentation de la capacité
- Inconvénient : augmentation des interférences



BSS: Réutilisation des fréquences

- Plusieurs types de cellules :
 - Femtocellules (qq mètres)
 - Picocellules (qq dizaines de mètres)
 - Microcellules (zone urbaine, antennes basses)
 - Macrocellules (zone urbaine, antennes hautes)
 - Megacellules Satellites (centaines de kms)
- Raisons : taille de la zone à couvrir, nombre d'utilisateurs, bâtiments, etc.

Exemple : Couverture d'une zone urbaine

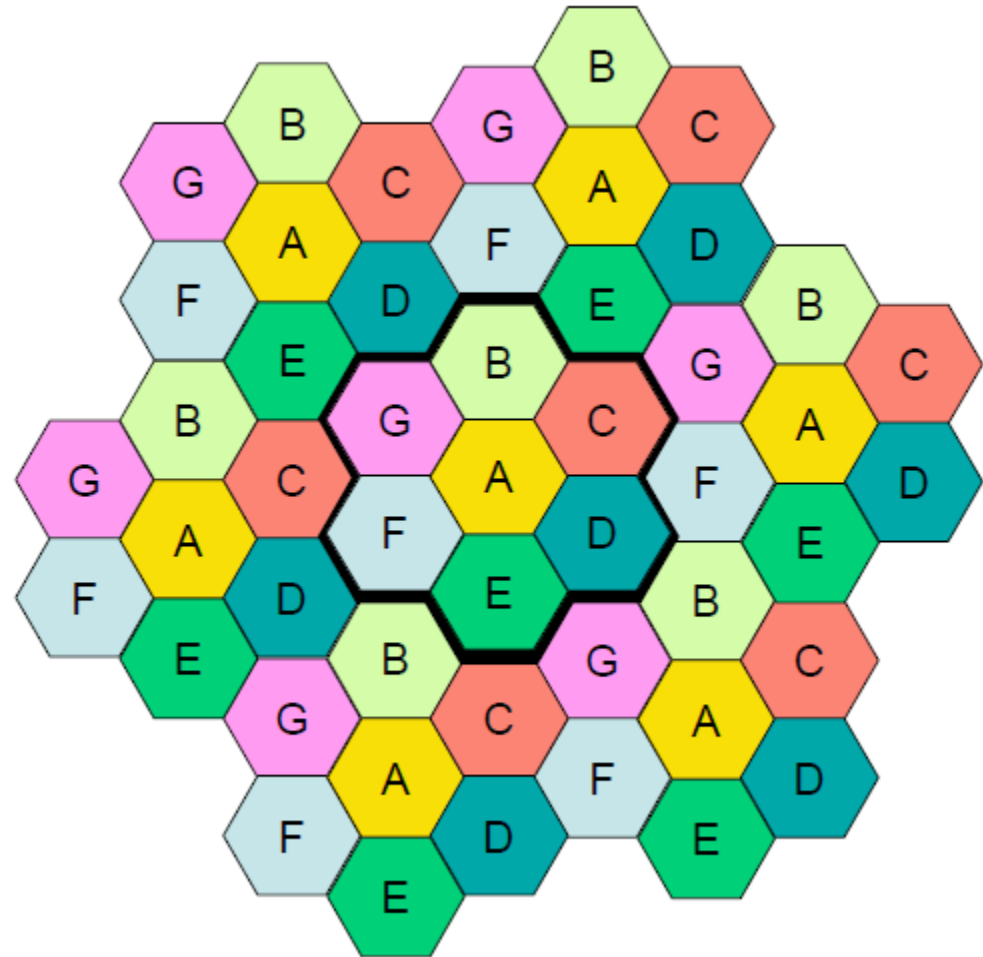
- Facteur de réutilisation :

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

- Avec :

- D = distance entre cellules
- R = rayon de la cellule
- N = taille du cluster

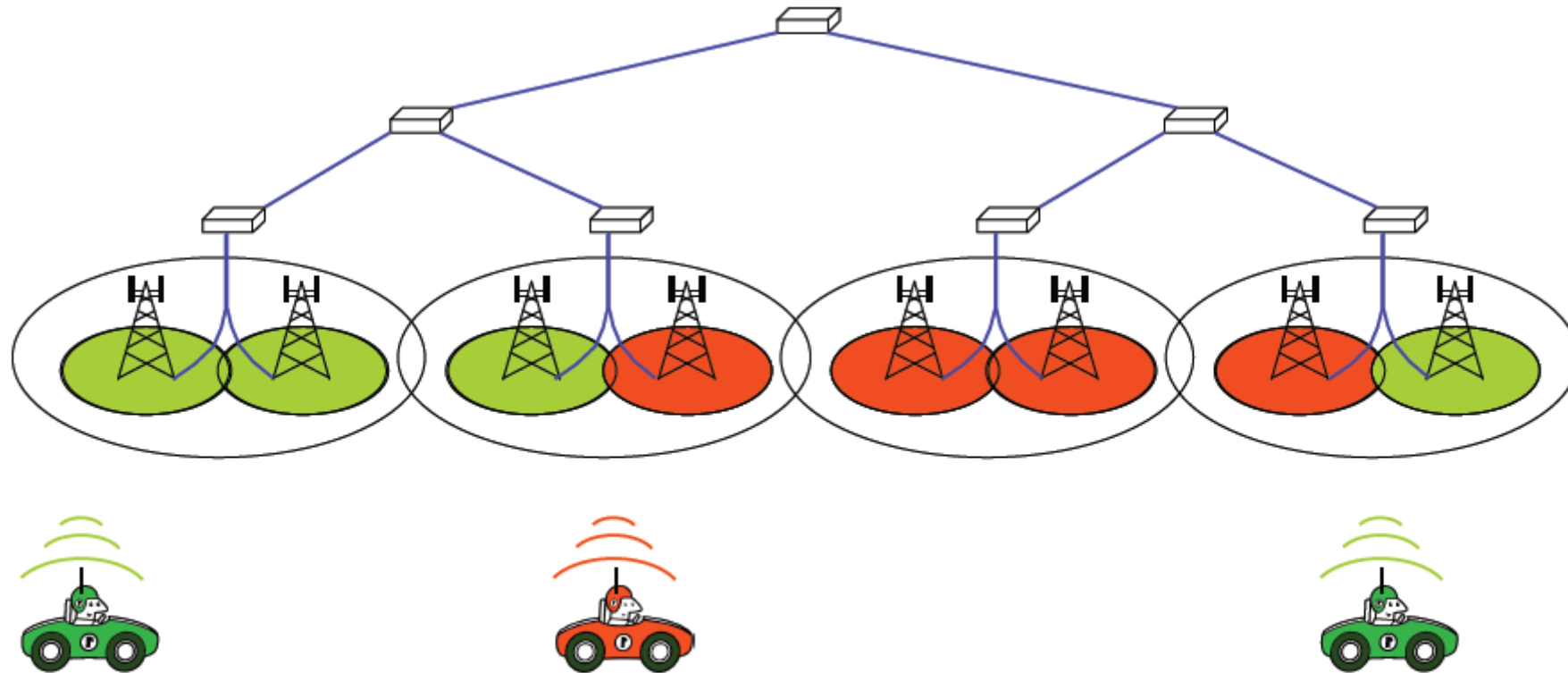
- Exemple un cluster de N=7



Mécanisme de "Handover"

- Objectif : assurer la continuité des communications tout en assurant une certaine qualité de service.
- Procédé issu du téléphone cellulaire GSM
- Mécanisme qui permet de se déplacer d'une cellule à l'autre sans interruption de la communication.
- Permet au mobile de continuer un transfert commencé dans une cellule, dans une autre
 - Intercellulaire : passage d'une cellule à une autre (AP<->AP)
 - Intracellulaire : Changement de canal (si signal fort) avec qualité faible
 - Inter-réseau : Très important pour les systèmes 3G
- On parle de *Handoff* dans les systèmes US

Mécanisme de "Handover"



En veille

En communication
Mécanisme de Handover

En veille