

Réseaux de mobiles et réseaux sans fil

Introduction

Les réseaux sans fil et mobiles ont connu un essor sans précédent ces dernières années. Il s'agit d'une part, des réseaux locaux sans fil qui sont rentrés dans la vie quotidienne au travers de standard tels que Wifi, Bluetooth, etc. D'autre part, du déploiement de plusieurs générations successives de réseaux de télécommunication essentiellement dédiés à la téléphonie puis plus orientés vers le multimédia.

Aujourd'hui, la majorité des ordinateurs et la quasi-totalité des appareils mobiles (tels que les téléphones portables) disposent de moyens de connexion à un ou plusieurs types de réseaux sans fil comme le Wifi, le Bluetooth ou l'infrarouge. Ainsi, il est très facile de créer en quelques minutes un réseau sans fil permettant à tous ces appareils de communiquer entre eux.

1. Définition

Un réseau sans fil (Wireless network) est un ensemble d'appareils connectés entre eux et qui peuvent s'envoyer et recevoir des données sans qu'aucune connexion « filaire » physique reliant ces différents composants entre eux ne soit nécessaire.

Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité".

2. Techniques de transmission dans les réseaux sans fil

Il existe principalement deux méthodes pour la transmission dans les réseaux sans fil:

2.1. Transmission par les ondes infrarouges

La transmission par les ondes infrarouges nécessite que les appareils soient en face l'un des autres et aucun obstacle ne sépare l'émetteur du récepteur. (Car la transmission est directionnelle).

Cette technique est utilisée pour créer des petits réseaux de quelques dizaines de mètres.

Télécommandes de : télévision, les jouets, voitures...

Communication à courte distance entre PC et périphérique.

2.2. Transmission par les ondes radios.

La transmission par les ondes radios est utilisée pour la création des réseaux sans fil qui a plusieurs kilomètres. Les ondes radios ont l'avantage de ne pas être arrêtées par les obstacles car sont émises d'une manière omnidirectionnelle. Le problème de cette technique est les perturbations extérieures qui peuvent affecter la communication à cause de l'utilisation de la même fréquence par exemple.

3. Avantages des réseaux sans Fil

- Liberté de mouvement des usagers et des terminaux.
- Moins de risques de rupture de liens que dans le filaire (coupure du câble, abîmer les connecteurs et prises, etc.).
- Délais de mise en service du réseau plus faibles.
- Des économies à long terme (retour sur investissements)

4. Composants

❖ Points d'accès

- Routeurs WiFi et ponts Ethernet/802.11
- Prise en charge de la norme 802.11 avec un aspect sécuritaire (authentification et cryptage)
- Logiciel de configuration (ex : serveur web intégré)
- Serveur DHCP.



❖ Interface client

WNIC (Wireless Controller) à insérer dans un slot PCI de la carte mère



❖ Adaptateurs Wifi USB

Plus facile à installer

Plus petite antenne que les WNIC donc moins fiable



5. Fonctionnement d'un réseau sans fil

Les environnements mobiles sont des systèmes composés de sites mobiles et qui permettent à leurs utilisateurs d'accéder à l'information indépendamment de leurs positions géographiques.

Les réseaux mobiles ou sans fil, peuvent être classés en deux classes : les réseaux avec infrastructure et les réseaux sans infrastructure.

5.1. Réseau avec infrastructure

- C'est un mode de fonctionnement qui permet de connecter les ordinateurs équipés d'une carte réseau WiFi entre eux via un ou plusieurs **points d'accès** qui agissent comme des concentrateurs. Chaque ordinateur se connecte à un point d'accès via une liaison sans fil.

- L'ensemble formé le point d'accès et les stations situés dans sa zone de couverture est appelé ensemble de service de base (basic service set BSS) et constitue une cellule.

- Il est possible de relier plusieurs points d'accès entre eux par une liaison appelé système de distribution (**DS : Distribution System**) afin de constituer un système un système de services étendu (**extended service set : ESS**).

Le système de distribution **DS** peut être un réseau filaire ou un réseau sans fil.

- L'ESS est repéré par un **ESSID** (service set identifier) un identifiant de 32 caractères de long au format ASCII. ESSID est abrégé **SSID**. Il représente le nom du réseau en quelque sorte un premier niveau de sécurité dans la mesure où la connaissance de SSID est nécessaire pour pour qu'une station se connecte au réseau étendu.



Figure1 : Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure.

5.2. Réseau sans infrastructure (le mode « AdHoc »)

C'est un mode de fonctionnement qui permet de connecter directement les ordinateurs équipés d'une carte réseau WiFi, sans utiliser un matériel tiers tel qu'un point d'accès.

Ce mode est idéal pour interconnecter rapidement des machines entre elles sans matériel supplémentaire.

- L'ensemble formé par les différentes stations est appelé ensemble de services de base indépendants (**Independent Basic Service Set: IBSS**).

- les machines utilisateurs servent des routeurs entre elles

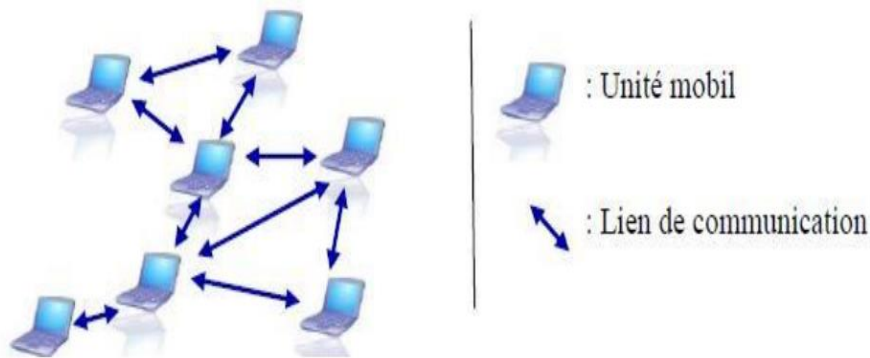


Figure2: Réseau en mode ad hoc.

Un réseau ad hoc est un réseau sans fil auto-configurable. Lorsque deux machines mobiles ou plus se retrouvent dans le même secteur géographique, elles doivent se reconnaître pour pouvoir s'échanger des données. Le réseau doit se configurer automatiquement ; périodiquement ou à la demande pour assurer la liaison entre ces machines

Un réseau ad hoc doit être facilement déployé, les nœuds peuvent joindre et quitter le réseau de façon totalement dynamique sans devoir en informer le réseau et si possible sans perturber les communications entre les autres nœuds du réseau.

La différence entre le mode Ad hoc et le mode avec infrastructure est que dans le premier mode, la communication entre deux machines se fait directement si elles se trouvent à la portée l'une de l'autre, alors que dans le second mode, toutes les communications passent par le point d'accès.

6. Les catégories de réseaux

On distingue plusieurs catégories de réseaux sans fil, selon le périmètre géographique offrant une connectivité. (Appelée zone de couverture).

Deux organismes principaux gèrent la normalisation des réseaux et les bandes de fréquences attribuées aux réseaux sans fil.

a- L'organisme Américain IEEE

Le centre **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), associé à la **FCC** ; l'organisme européen est L'**ETSI** (*European Telecommunications Standards Institute*). Une fois les normes établies, des commissions distribuent ces fréquences aux utilisateurs selon la taille du réseau créé.

Il distingue les catégories suivantes :

PAN : Personal Area Network

LAN : Local Area Network

MAN : Metropolitan Area Network

WAN : Wide Area Network

b- L'organisme Européen CEPT

Du côté européen, pour les mêmes types de réseaux, la **CEPT** (*Conférence Européenne des Postes et Télécommunications*) organise les fréquences de cette manière :

PAN : Personal Area Network

LAN : Local Area Network

MAN : Metropolitan Area Network

WAN : Wide Area Network

En France c'est l'ARCEP qui gère la distribution et la vente éventuelle des fréquences radio.

6.1. Réseaux personnels sans fil (WPAN)

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté **WPAN** pour Wireless Personal Area Network) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines mètres comme dans un bureau ou une maison.

Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ...) ou un assistant personnel (PDA) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes.

Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :

6.1.1. Bluetooth



La principale technologie WPAN est la technologie **Bluetooth**, lancée par Ericsson en 1994, proposant un débit théorique de 1 Mbps pour une portée maximale d'une trentaine de mètres (une couverture entre 10 et 30 mètres).

Bluetooth, connue aussi sous le nom **IEEE 802.15.1**, possède l'avantage d'être très peu gourmande en énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée à une utilisation au sein de petits périphériques.

Il utilise la bande de fréquences des 2,4 GHz (la même que WiFi et les fours micro-ondes)

Cette technologie permet de créer un réseau de 8 appareils en communication simultanée. La petite taille des composants Bluetooth lui permet d'être inséré dans des équipements tels que les claviers et les souris sans fil, les kits main libre ou écouteur et le transfert de données entre un pc et les PDA (Personal digital assistant) ou téléphones mobiles...etc.

6.1.2. HomeRF

HomeRF (pour *Home Radio Frequency*), lancée en 1998 par le HomeRF Working Group (formé notamment par les constructeurs Compaq, HP, Intel, Siemens, Motorola et Microsoft) propose un débit théorique de 10 Mbps avec une portée d'environ 50 à 100 mètres sans amplificateur.

La norme HomeRF soutenue notamment par Intel, a été abandonnée en Janvier 2003, notamment car les fondeurs de processeurs misent désormais sur les technologies Wi-Fi

embarquée (via la technologie *Centrino*, embarquant au sein d'un même composant un microprocesseur et un adaptateur Wi-Fi).

6.1.3. ZigBee



La technologie **ZigBee** (aussi connue sous le nom *IEEE 802.15.4*) est un réseau pour transporter les commandes essentiellement et non les données.

Il permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une très faible consommation d'énergie, ce qui la rend particulièrement adaptée pour être directement intégrée dans de petits appareils électroniques (appareils électroménagers, hifi, jouets, ...).

La technologie ZigBee, opérant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux, permet d'obtenir des débits pouvant atteindre 250 Kb/s avec une portée maximale de 100 mètres environ.

6.1.4. irDA(L'Infrared Data Association)



Enfin les liaisons infrarouges permettent de créer des liaisons sans fil de quelques mètres avec des débits pouvant monter à quelques mégabits par seconde. Cette technologie est largement utilisée pour la domotique (télécommandes) mais souffre toutefois des perturbations dues aux interférences lumineuses.

La technologie infrarouge a pour caractéristique principale d'utiliser une onde lumineuse pour la transmission de données. Ainsi les transmissions se font de façon unidirectionnelle, soit en "vue directe" soit par réflexion. Il est possible grâce à la technologie infrarouge d'obtenir des débits allant de 1 à 2 Mbit/s

6.2. Réseaux locaux sans fil (WLAN)

Le réseau local sans fil (noté **WLAN** pour *Wireless Local Area Network*) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, dans un foyer ou encore dans un espace public, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre-

aux les terminaux présents dans la zone de couverture. Il existe plusieurs technologies concurrentes :

6.2.1. Wifi



Le Wifi (ou **IEEE 802.11**) soutenu par l'alliance WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) offre des débits allant jusqu'à 54Mbps sur une distance de plusieurs centaines de mètres.

Il existe Plusieurs type de réseaux WiFi :

IEEE 802.11 peut être cité à titre historique comme le premier standard de la série (débit théorique de 2 Mb/s) ;

IEEE 802.11b : débit théorique 11 Mb/s - portée de 100 m à maximum quelques centaines de mètres - bande des 2,4 GHz. Ce standard a permis l'essor des réseaux sans fils ces dernières années ;

IEEE 802.11a : débit théorique 54 Mb/s (mais décroît avec la distance plus vite que 802.11b) - portée d'une trentaine de mètres - sur la bande des 5 GHz ;

IEEE 802.11g : débit théorique 54 Mb/s - portée d'une centaine de mètres - bande des 2,4 GHz ;

IEEE 802.11n : débit théorique 540 Mb/s - une trentaine de mètres - utilise les deux bandes 2,4 et 5 GHz.

6.2.2. HiperLAN2



HiperLAN2 (*High Performance Radio LAN 2.0*), norme européenne élaborée par l'ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

HiperLAN2 permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mbps sur une zone d'une centaine de mètres dans la gamme de fréquence comprise entre 5150 MHz et 5300 MHz.

6.3. Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)

Le réseau métropolitain sans fil (**WMAN** pour *Wireless Metropolitan Area Network*) est connu sous le nom de **Boucle Locale Radio** (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme **IEEE 802.16**. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, ce qui destine principalement cette technologie aux opérateurs de télécommunication.

La norme de réseau métropolitain sans fil la plus connue est le WiMAX, permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s sur un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres.

6.3.1. WiMAX

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), **IEEE 802.16** c'est un label délivré par le *WiMAX forum* aux équipements respectant la norme.

Aujourd'hui il est surtout utilisé comme système de transmission et d'accès à Internet à haut débit, portant sur une zone géographique étendue.

- Le WiMAX a été créé par les sociétés Intel et Alvarion en 2002.
- Il permet un débit théorique de 70 Mb/s sur un rayon de 50 km maximum.
- Le WiMAX est particulièrement bien adapté pour interconnecter entre eux à l'échelle d'une ville des HotSpots plus locaux (par exemple en WiFi).
- Le WiMAX peut être utilisé sur plusieurs bandes de fréquence dont certaines nécessitent une licence.

6.4. Réseaux étendus sans fil (WWAN)

Le réseau étendu sans fil (**WWAN** pour *Wireless Wide Area Network*) est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. Le coût de la mise en place d'un tel réseau est plus élevé que celui des réseaux cités au paravent.

Les principales technologies sont les suivantes :

GSM (2G) : 9,05 Kbpss

GPRS (2.5G) : 171,2 Kbps

EDGE (2.75G) : 383 Kbps

UMTS (3G) : 1.9 Mbps

HSDPA (3G+) : 14.4Mbps

LTE-Advanced (4G) : 1Gbps / 100Mbps

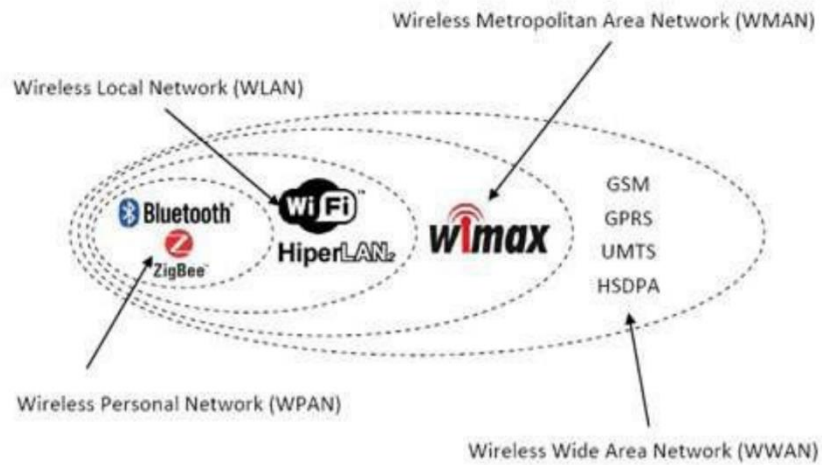


Figure3 : Les catégories de réseaux sans fils.

7. Caractéristiques des principales normes et bandes de fréquence

Caractéristiques des principales normes de réseaux locaux sans fil

	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a/11ac	IEEE 802.11g /11n	HiperLAN 1	HiperLAN 2	Bluetooth	ZigBee
Fréquence	Bande 2,4 GHz ISM	Bande 5 GHz ISM	Bande 2,4 GHz ISM	Bande 2,4 GHz ISM	Bande 5 GHz ISM	Bande 2,4 GHz ISM	Bande 2,4 GHz ISM + Bande 868+902-928 MHz
Technologies	DSSS	OFDM	OFDM	Narrowband	OFDM	FHSS	DSSS
Débit maximal	11 Mbit/s	54 Mbit/s / 1,3 Gbit/s	54 Mbit/s / 540 Mbit/s	23,5 Mbit/s	54 Mbit/s	1 à 3 Mbit/s	20 kbit/s à 250 kbit/s
Débit effectif	Environ 6 Mbit/s	Environ 30 Mbit/s / environ 400 Mbit/s	Environ 16 Mbit/s / environ 150 Mbit/s	Environ 20 Mbit/s	Environ 35 Mbit/s	0,7 à 2 Mbit/s	250 kbit/s

Portée	Maximum 50 m au débit maximal 500 m débit réduit	Maximum 30 m au débit maximal 500 m débit réduit	Maximum 30 m au débit maximal 500 m débit réduit	Maximum 150 m	Maximum 150 m	10 à 100 m	Maximum 10 m
Disponibilité	Mondiale	Mondiale	Mondiale	Européenne	Non déployé	Mondiale	Mondiale

8. Réseau mobile de 3 G

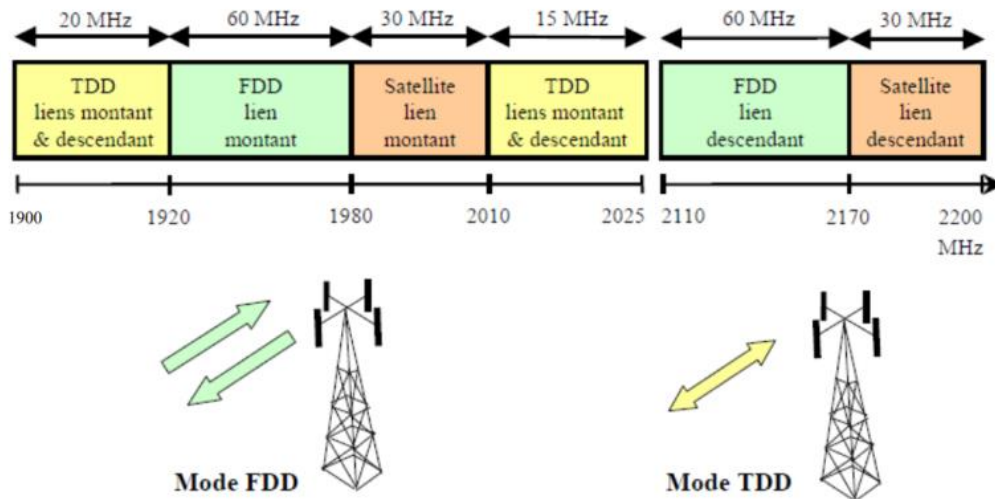
Le réseau 3G (appelé UMTS), la troisième génération de réseau mobile, mondialement connue et adoptée par l'IMT 2000. L'UMTS transforme plus radicalement l'interface radio pour améliorer la qualité des communications en tendant vers une qualité d'audition proche de celle de la téléphonie câblée.

L'UMTS est capable de supporter deux types de trafic à la fois; la téléphonie mobile et le transport de données en introduisant d'autres services par le moyen d'utilisation des débits nettement supérieurs aux systèmes précédents.

8.1. Les bandes de fréquences du réseau 3G

Le réseau de troisième génération utilise des bandes de fréquences différentes de celles des générations précédentes.

- **Pour le duplex temporel TDD :** 1885 à 1920 Mhz (bande de 35 Mhz de largeur) et 2010 à 2025 Mhz (bande de 15 Mhz).
- **Pour le duplex fréquentiel FDD :** 1920 à 1980 Mhz (pour le débit ascendant de 60 Mhz) et 2110 à 2170 Mhz (pour le débit descendant).
- **Pour les bandes satellites :** 1980 à 2010Mhz (pour le débit ascendant de 30 Mhz) et 2170 à 2200 Mhz (pour le débit descendant de 30 Mhz).



8.2.Débit du réseau UMTS

Les débits théoriques de la norme UMTS sont fixés de la manière suivante par l'Union Internationale des Télécommunications:

- 144 Kbit/s dont la couverture s'étend en zone rurale.
- 384 Kb/s dont la couverture convient pour une utilisation urbaine.
- 1,9 Mbits/s pour le mobile.

8.3.Architecture globale de l'UMTS

Lorsqu'on parle d'un réseau cellulaire, on parle de la partie radio et le cœur réseau. L'UMTS repose sur le réseau cœur GSM/GPRS. La principale différence entre le réseau GSM/GPRS et le réseau UMTS est au niveau de l'interface radio à cause de la nette différence dans le mode d'accès, où la partie radio repose sur la technique d'accès multiple WideBande-CDMA (W-CDMA) (pour augmenter le débit et la capacité), alors que l'accès multiple pour le GSM se fait par une combinaison de multiplexage temporel TDMA et de multiplexage fréquentiel FDMA (qui ont été superbes et suffisantes à leur périodes).

De point de vue architecture, on retrouve les différents éléments du Core Network tels que le MSC avec ses serveurs de données (HLR, VLR), les équipements liés au GPRS (GGSN,SGSN) et bien sûr l'OMC et les Media Gateways, ce qui change complètement c'est le RAN (Radio Access Network) dans lequel les BTS sont remplacées par des Node B (Node pour nœud et B pour Base Station) et les BSC par des RNC (Radio Network Controller).

On appelle maintenant cette partie du réseau UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).

Les éléments d'un réseau UMTS sont répartis en deux groupes :

- **le réseau d'accès radio** (RAN : Radio Access Network ou UTRAN : UMTS Terrestrial RAN) ;
- **le réseau cœur** (CN : Core Network).

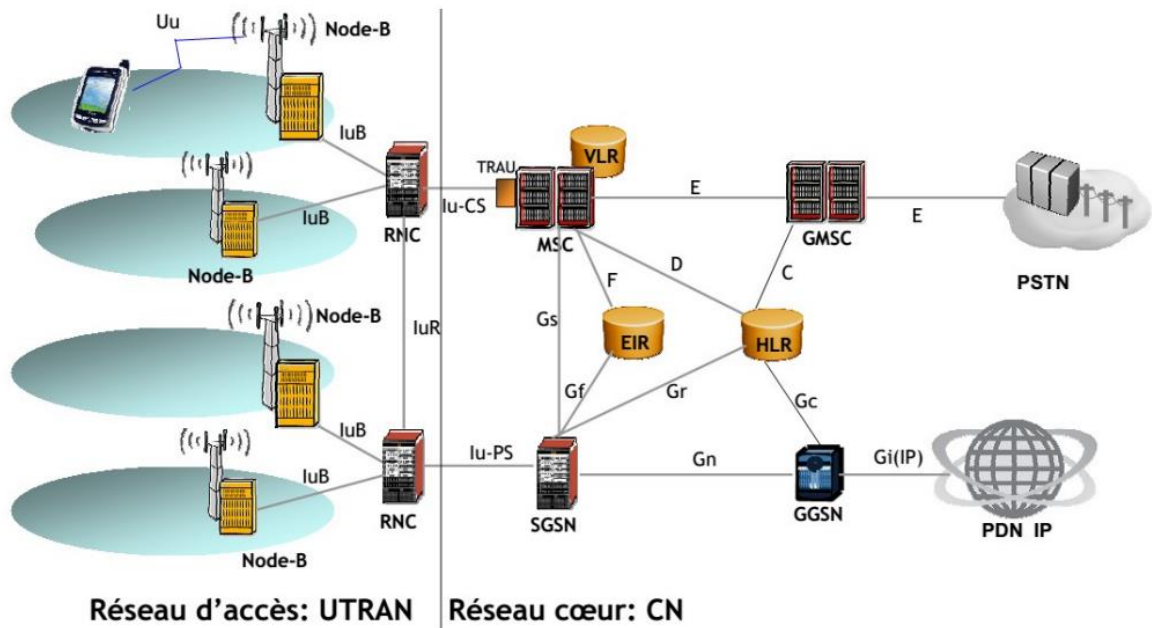


Figure4 : Architecture du réseau UMTS

8.3.1. L'équipement utilisateur:

Le terminal utilisateur est composé des deux éléments suivants :

- **le terminal mobile** (ME : Mobile Equipment), ou Le terminal utilisateur (UE, User Equipment) qui est l'équipement électronique émetteur-récepteur et interface homme-machine. Il peut prendre des formes variées (portatif de radiotéléphonie, terminal de transmission de données ou terminal multimédia, visiophone mobile, etc.) ;
- **la carte USIM** (UMTS Subscriber Identity Module), carte à puces aux fonctionnalités très voisines de celles de la carte SIM des réseaux GSM. Elle contient l'identité de l'abonné et certaines informations relatives à cet abonnement, les algorithmes d'authentification, les clés d'authentification et de cryptage.

8.3.2. Le sous-système radio (RNS, Radio Network Subsystem)

Le sous-système radio se compose de deux éléments distincts, à savoir le nœud B (node B) et le contrôleur de réseau radio (RNC, Radio Network Controller)

A. Node B (Node Base Station)

Le Node B est une antenne, réparties géographiquement sur l'ensemble du territoire, les Nodes B sont au réseau UMTS ce que les BTS sont au réseau GSM, Il peut gérer une ou plusieurs cellules. Ils gèrent la couche physique de l'interface radio et régit le codage du canal, l'entrelacement, l'adaptation du débit et l'étalement.

B. RNC (Radio Network Controller)

Le RNC est un contrôleur de Node-B et est l'équivalent du BSC dans le réseau GSM. Le **RNC** (Radio Network Controller) contrôle et gère les ressources radio de la zone dont il a le contrôle, c'est-à-dire les ressources de la zone de couverture de tous les Node B auxquels il est rattaché. Il assure la mobilité des usagers et la concentration du trafic. Le RNC est le point d'accès pour tous les services fournis par l'UTRAN au réseau cœur. Le RNC s'interface avec le réseau pour les transmissions en mode paquet et en mode circuit.

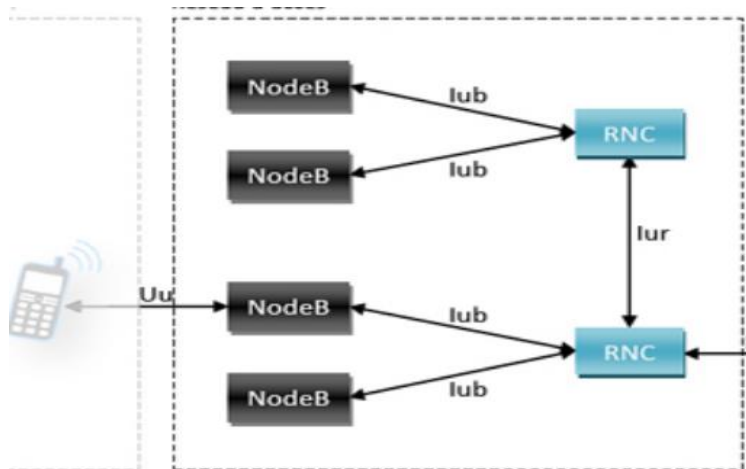


Figure 5 : Architecture du réseau d'accès

10.3.3. Le réseau cœur (Core Network)

8.3.3. Le réseau cœur :

Le réseau cœur (CN) est responsable de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes.

La version 99 des spécifications de l'UMTS s'appuie dans un 1er temps sur le réseau cœur du GPRS, c'est-à-dire que le réseau cœur de l'UMTS est composé de trois parties dont deux domaines :

- Le CS (Circuit Switched) Domain.
- Le PS (Packet Switched) Domain.
- Les éléments communs aux domaines CS et PS

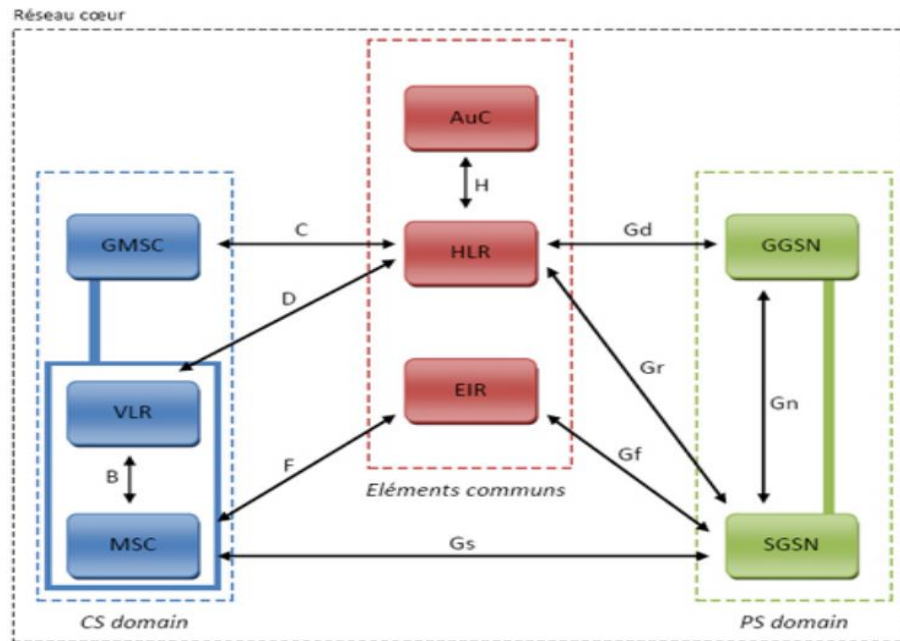


Figure 6 : Architecture du réseau cœur de l'UMTS

Le domaine circuit

Permet de gérer des services correspondant aux conversations téléphoniques. Il nécessite un temps de transfert faible ; le CS supporte un débit de 384 Kb /s. Les éléments qui composent ce domaine sont :

- MSC /VLR
- Base de données VLR
- GMSC (commutateur relié au réseau externe)

Le domaine paquet PS

A pour fonction de gérer les services correspondant à la navigation sur Internet, aux jeux en réseau et aux e-mails. Ces applications transitent en mode paquet avec des débits pouvant aller jusqu'à 2 Mb/s. Les éléments constituant ce domaine

- **SGSN** : est l'équivalent du MSC/VLR en mode paquet.

- **GGSN** : est l'équivalent du GMSC en mode paquet qui commutera vers Internet et les autres réseaux de transmission de données.

Comme il existe dans le réseau cœur des éléments communs aux PS et CS qui sont :

- HLR, - EIR, - AuC

10.4. Les services offerts et objectifs

L'UMTS représente la clef de réussite pour les systèmes 3G, car il permet des améliorations substantielles par rapport au GSM, parce que :

- il permet un accès plus rapide à Internet depuis les portables (Smartphones), grâce à l'accroissement significatif des débits (2 Mb/s théoriquement)
- il supporte des applications multimédias à large bande telle que la visiophonie, streaming...
- il permet l'utilisation de nouvelles ressources en fréquence : donc une meilleure efficacité spectrale.
- il permet la convergence de l'informatique, des télécommunications et de l'audiovisuel vers l'UMTS.
- il améliore la qualité des communications (en termes d'audition).
- il permet de concevoir une norme compatible à l'échelle mondiale, contrairement aux normes utilisées au Japon et aux Etats-Unis.
- il répond au problème de saturation des réseaux GSM surtout dans les grandes villes.
- il fournit des débits de 2 Mb/s théoriquement sous certaines conditions.
- il offre une haute flexibilité pour introduire facilement des services.
- il permet une surveillance vidéo à distance.
- il permet une navigation routière au GPS.

8.4.Évolution de la 3G

À partir de 2007, le réseau 3G et la norme UMTS ont connus une évolution considérable. On parle ici alors de 3G+, ou de 3,5G, utilisant les acronymes HSPA (high speed pack access) HSPA+ et DC (Dual Career) HSPA

Cette évolution permet d'atteindre des débits théoriques maximums allant jusqu'à 42 Mbit/s.

Le réseau 3G annonça l'arrivée de l'utilisation du haut débit sur mobile. Ses limites permettent d'ouvrir la voie à la génération suivante nommée 4G.