

1 Historique

Le concept cellulaire a été imaginé par les Bell Labs dans les années 1970. Il consiste à déployer des Stations de Base (SBs) sur un territoire. Chaque SB couvrant une cellule.

Les premiers réseaux cellulaires sont apparus en Amérique du nord et les pays nordiques à la fin des années 70. En France, vers 1985.

Le service **unique** offert par les premiers réseaux cellulaires est le service de **téléphonie**.

Les premiers réseaux cellulaires utilisaient une transmission analogique. La voix était directement transmise sur la voie radio. Le multiplexage reposait sur le principe du FDMA (frequency Division Multiple Access), c.-à-d., une communication était faite sur une fréquence.

Les technologies étaient très variées (en France par ex., différentes technologies pour différents opérateurs : R200 pour France Telecom, NMT pour SFR).

L'europe a poussé à la spécification d'un système de réseau cellulaire reposant sur une transmission numérique qui soit commune à tous les pays d'europe. Le système spécifié aux normes européenne est Global System For Mobile Communications (GSM).

2 Présentation des générations de réseaux cellulaires

- LTE : Long Term Evolution.
- LTE Advanced : 1 Gb/s (débit envisagé).
- La technique de transmission OFDM est utilisée pour de nombreuses applications : la TNT (Télévision Numérique Terrestre, l'ADSL, le courant porteur sur ligne 220v.
- L'OFDM représente l'avantage d'offrir un débit léger avec des mécanismes de traitement de signal qui sont beaucoup plus simples que pour le CDMA.
- Ce qui est offert par la LTE est un accès IP à 100 Mb/s avec faible latence.
- La philosophie de LTE est que tous les services fournis par les opérateurs soient des services basés sur IP. Il n'y a pas de service de téléphonie spécifié. Un opérateur peut mettre en œuvre le protocole SIP qui sert à établir des communications téléphoniques sur IP.

Le système GSM est numérique et repose sur le multiplexage temporel TDMA (Time Division Multiple Access). Comme il était profondément différent du système précédent, on a parlé de nouvelle génération : 1, 2.

Il était possible de faire en GSM de la transmission de données dès les années 90, mais elle se faisait à bas débit (10 Kb/s) et elle consommait beaucoup de ressources.

Le besoin s'est fait sentir d'avoir un réseau mobile qui permette un accès de données par exemple (le réseau internet). GPRS fournit un accès possible à tout réseau de données d'où son nom General Packet Radio Service.

En pratique, le principal réseau auquel on accède est le réseau internet → le service fourni est l'accès IP.

GPRS se distingue du GSM par l'accès paquet, c.-à-d., une ressource n'est réservée que s'il y a réellement transmission de données.

Génération	Principaux services	Nom technologie en Europe	Type d'accès sur la voie radio	Période
1	Téléphonie	R200, NMT, ...	Analogique FDMA	1980-1995
2	Téléphonie, SMS	GSM	TDMA	1995-
2.5	Téléphonie, SMS, Accès IP IP à 100 Kb/s	Extension GPRS-EDGE	+ Accès paquet et nvlle modulation	2000-
3	Téléphonie, SMS, Accès IP à 1 Mb/S	UMTS	CDMA	2002-
3.9	Téléphonie, SMS, Accès IP à 10 Mb/s	Extension HSDPA	CDMA+ accès paquet et nvlle modulation	2006-
4	Accès IP à 100 Mb/s haut débit avec faible latence	LTE, LTE advanced	OFDMA	2010-
5	Téléphonie, SMS, accès IP 1-10 Gb/s faible latence	LTE-b IMT-2020	CDMA OFDMA	2020-

TABLE 1 – Caractéristiques des différentes générations des Réseaux Cellulaires.

Les débits fournis par GPRS étaient de l'ordre de quelques dizaines de Kilo par seconde (20, 30Kb/s) → perçues comme insuffisantes. Une évolution de GPRS a été spécifiée à la fin des années 90 pour augmenter le débit. Elle repose sur une nouvelle modulation, EDGE (Enhanced Data Rate for the Global Evolution). Avec EDGE, les débits tournent autour de 100 Kb/s.

Notons que le débit dépend de :

- la position du mobile par rapport au point d'accès au réseau
- la charge (débit partagé)

Dès les années 90, on s'est rendu compte que les débits offerts par la technologie GSM avec ses extensions seraient insuffisants.

Un nouveau système a été spécifié sous l'impulsion de la C.E pour disposer de débits plus importants. L'objectif est d'avoir un service universel : Universal Mobile Telecommunication System (UMTS), CDMA (Code Division Multiple Access).

Avec le développement d'internet, le débit à 1Mb/s était insuffisant : Evolution de l'UMTS → HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).

HSDPA → est affiché sur le terminal, HSDPA+ → H+ est affiché sur le terminal.

Avec la généralisation de l'usage de l'internet, le développement des smartphones, le visionnage des vidéos populaires → plus de débits → LTE (Long Term Evolution).

LTE n'est pas une évolution mais un nouveau système reposant sur une

technique de transmission différente du CDMA, à savoir l'OFDM (aspect multiplexage OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access). L'OFDM est utilisée pour de nombreuses applications : TNT, ADSL.

La LTE fournit un accès IP à haut débit 100Mb/s avec une faible latence.

Un opérateur déploie des SBs sur un territoire à couvrir.

— Nous représentons la cellule par un disque de rayon R . Cette représentation n'est pas réaliste étant donné que la propagation des ondes radio est irrégulière.

— On va avoir des zones non couvertes (présence d'un trou de couverture) et ce malgré les efforts de l'opérateur.

Il faut indiquer à l'utilisateur une indication sur son écran que le service est disponible et qu'il est bien couvert par le réseau.

En ville, on voit des antennes montées en haut d'un mât qui est au sol, ou qui est sur le toit d'un bâtiment. L'antenne est une partie importante mais ce n'est pas l'essentiel. L'essentiel se trouve dans cette petite cabane qui contient à l'intérieur un matériel important qui va réaliser les fonctionnements qui vont permettre au terminal d'accéder au réseau (transmission-réception). Il s'agit de la Station de Base (Base Station -SB-) (\forall la technologie, GSM, UMTS ...).

Une antenne est un dispositif rayonnant qui permet d'émettre une onde électro-magnétique lors de l'émission et de convertir cette onde électro-magnétique en courant électrique lors de la réception.

Là où il y a toutes les fonctions liées à la transmission (la mise en forme du signal, la modulation, la démodulation, la gestion du multiplexage) se trouve dans la SB.

On peut avoir une station de base sur une roulotte, dans le cas d'un site déployé à l'occasion d'un événement particulier (tour de France, un salon, etc.). Une SB mise pour un temps déterminé et va être enlevée ensuite par l'opérateur, permet d'écouler un fort trafic sur un endroit donné.