



# Réseaux de mobiles

**⚠** Ce document n'a pas été relu par un expert dans le domaine. Il est donc possible qu'il y ait des erreurs, mauvaises formulations, approximations etc. À vos risques et périls.

Document fondé sur le cours de téléphonie mobile de l'IUT R&T de Sophia Antipolis, enrichi avec le cours de réseaux d'opérateurs mobiles de l'ENSEEIH.

## Termes génériques

### ▼ Réseau de collecte

Réseau permettant de collecter les données des utilisateurs acheminé au travers du réseau d'accès afin de les acheminer vers le réseau destination (internet par exemple).

### ▼ Réseau d'accès

Réseau reliant l'utilisateur au réseau de collecte dans le cadre des réseaux de mobiles.

## La 2G

### GSM

Technologie visant à faire de la voix sur des réseaux mobiles.

### ▼ BTS

Station de base, émetteur récepteur, contrôle la liaison radio

### ▼ IMSI

Identifiant unique et universel pour un abonné, stocké dans la carte SIM

▼ **MS**

Mobile station, téléphone portable.

▼ **BSC**

Cerveau des BTS, gère les ressources radio des BTS associées, transmet les données entre les MS et le réseau NSS

▼ **BSS**

Sous-système Radio, ensemble des BTS et des BSC

▼ **NSS**

Sous-système réseau, ensemble des VLR, HLR, MSC, EIR, AuC et G-MSC

▼ **VLR**

Base de donnée contenant les informations des abonnés du MSC associé (IMSI, MSISDN, TMSI, LAI). Un VLR pour un MSC.

▼ **HLR**

Base de donnée contenant les informations sur tous les abonnés (IMSI, MSISDN et localisation du MSC-VLR). Une HLR logique par opérateur.

▼ **MSC**

Équipement gérant le routage des communications téléphoniques et la mobilité des abonnés

▼ **G-MSC**

MSC en bordure relié au G-MSC d'un autre opérateur

▼ **TMSI**

Identifiant temporaire d'un abonné, valable uniquement au sein d'un MSC-VLR.

▼ **LAI**

Identifiant de zone de localisation, composé de MCC+MNC+LAC. Permet de repérer un groupe de cellule.

▼ **Cellule**

Zone couverte par une BTS, plusieurs cellules forment un motif.

▼ **Interface**

Lien entre deux entités du réseau.

- MS - BTS : interface Um
- BTS - BSC : interface Abis
- BSC -MSC : interface A

#### ▼ RACH

Canal non dédié permettant de demander un canal de communication dédié type TCH. Est utilisé lorsqu'un abonné désire effectuer une opération sur le réseau.

#### ▼ TCH

Canal de communication dédié à un abonné utilisé pour la communication

#### ▼ Structure GSM

3 couches :

1. Couche physique : Transport des informations sur un support physique.

Protocoles :

- RR : Radio Ressource, établissement, maintient et abandon des connexions radio
- MM : Mobile Management, mise à jour de la localisation, authentification et identification des abonnés

2. Couche liaison de données : Transport logique entre 2 entités du réseau

3. Couche Message : Transport entre toutes les entités du réseau

## GPRS

Objectif, permettre aux MS d'accéder aux réseaux IP, c'est à dire faire du mode paquets en plus du service de voix du GSM.

#### ▼ SGSN

Assure le routage et le transfert des paquets vers et depuis les MS GPRS, gère la mobilité, joue le rôle de VLR (données pour la localisation)

#### ▼ GGSN

Gère le routage vers et depuis des réseaux de données externes.

#### ▼ GERAN

Réseau d'accès du GPRS

## Limites

Débit max descendant faible : 48 kbps

## EDGE

Amélioration du GPRS notamment sur l'allocation des ressources radios permettant un meilleur débit.

## 3G

Déploiement de nouveaux équipements par rapport aux équipements 2G. Contrairement à la 2G qui est européenne, la 3G est à visée mondiale. Pour cela un groupe s'est formé, le 3GPP qui propose des standards sous forme de Release pour la 3G. Le groupe s'est ensuite étendu et standardise maintenant la 2G, 3G, 4G et 5G.

La vision de la 3G est de fusionner le mode circuit pour la voix et le mode paquets pour les données pour ne faire qu'un seul réseau capable de faire les deux. Cela va notamment réduire les coûts et la maintenance maintenant qu'il n'y a plus qu'un réseau.

Topologiquement parlant le réseau d'accès reste relativement similaire bien qu'un lien ait été rajouté entre les contrôleurs de stations de bases afin de faciliter les changements de connexion (handover), on passe d'un hard-handover vers un soft-handover.

L'interface radio a changé, l'allocation des ressources ne se fait plus en multiplexage fréquentielle et temporelle mais en CDMA, c'est-à-dire que des codes orthogonaux sont attribués à chaque utilisateur.

Toutes les données, voix et paquets utilisent la pile protocolaire RLC MAC PHY entre le terminal et le contrôleur de station de base. Après, la voix téléphonique part sur le RTC et les données sont compressées et acheminées vers le 3G-GGSC.

## UMTS

### ▼ UTRAN

Nouveau réseau d'accès de la 3G, remplaçant celui du GSM et du GPRS/EDGE

### ▼ Interface Iu-r

Lien entre 2 contrôleurs de station de base

#### ▼ **Soft Handover**

Mécanisme utilisé lors du changement de cellule par un abonné. L'abonné envoie ses données à la fois à l'ancienne et à la nouvelle cellule, le réseau UMTS conserve la meilleure version des données. Cela permet un transfert en douceur entre 2 cellules, sans d'un coup retirer les ressources radio d'une cellule pour passer à l'autre. Le soft-handover est rendu possible grâce à l'interface Iu-r, i.e. le lien entre les contrôleurs de station de base.

#### ▼ **Couche MAC**

Responsable du partage des ressources. Gère les niveaux de priorité entre les différents flux. Fait le lien entre canal logique et canal physique proposé par la couche physique.

#### ▼ **Couche RLC**

Contrôle les transmissions et retransmet quand il le faut. Simplification des couches LLC et RLC en 2G. S'occupe de la segmentation, concaténation, correction d'erreur et de perte et chiffrement.

#### ▼ **GTP**

Technologie pour faire des tunnels entre 3G-SGSN de l'abonné et 3G-GGSN de sortie pour véhiculer les paquets IP de l'abonné. GTP encapsule le paquet IP du client. GTP repose sur UDP qui repose sur IP au sein du réseau d'accès de l'opérateur mobile. Ce tunnel est appelé GTP-U.

De même un tunnel GTP est établi entre le contrôleur de station de base (RNC) de l'abonné et le SGSN.

Cette philosophie du double tunnel permet de faciliter la gestion de la mobilité des utilisateurs : seul le tunnel RNC-SGSN doit être modifié en cas de changement de RNC car l'abonné a bougé.

#### ▼ **RNC**

Contrôleur de station de base en 3G

#### ▼ **Node-B**

Équipement radio permettant la connexion avec les User Equipment UE (téléphone) des abonnés. Équivalent 3G de station de base (BTS)

#### ▼ **Interfaces**

- Node-B - RNC : Iub | Pile protocolaire : ATM sur un Frame Protocol
- RNC - CN : Iu
  - RNC - 3G-MSC : IuCS | Pile protocolaire : AAL2-ATM
  - RNC - 3G-SGSN : IuPS | Pile protocolaire : GTP sur UDP sur IP
- RNC - RNC : Iur | Pile protocolaire SSCF-NNI, Q.2150.1 et MTP

#### ▼ CN

Core Network, cœur de réseau qui comprend le 3G-MSC, SGSN et GGSN

## 4G

Améliorations par rapport à la 3G :

- Les interfaces sont maintenant généralisées avec IP (plus de ATM ou Frame Protocol).
- La station de base et son contrôleur ne forme plus qu'un appelé E-Node B.
- Il n'y a plus de connexion avec le RTC, c'est du tout IP.
- Architecture simplifiée, moins d'équipements à traverser donc moins de délai. Un réseau d'accès, un réseau de collecte, c'est tout.
- Amélioration de la qualité de service.
- Amélioration de l'utilisation des ressources radio.

## LTE

#### ▼ E-Node B

Équipement 4G résultant de la fusion de la station de base et de son contrôleur.

#### ▼ MME

Mobility Management Entity, équipement ayant pour fonction la gestion de la mobilité des utilisateurs, de l'authentification, et l'allocation de l'adresse IP entre autres. Elle agrège les rôles présent sur le SGSN et GGSN en UMTS. C'est également la MME qui gère les handover.

#### ▼ E-UTRAN

Réseau d'accès de la 4G

▼ **EPC**

Evolved Packet Core, nom du réseau de collecte en LTE. Composé de MME, HSS, Serving GW et PDN GW.

▼ **HSS**

Base de données de l'EPC qui contient les données relatives aux abonnés

▼ **Serving Gateway**

Équipement de l'EPC permettant la connexion entre le réseau d'accès LTE et le EPC.

▼ **PDN Gateway**

Équipement de l'EPC permettant la connexion entre un EPC et un autre réseau (internet, ou l'EPC d'un autre opérateur par exemple)

▼ **CSCF**

Call Session Control Function, équipement permettant l'établissement, le contrôle et la terminaison des appels en VoLTE

▼ **VoLTE**

Voice over LTE, mécanisme pour faire de la voix en mode paquets sur un réseau LTE lui même sur IP.

Étape de l'établissement d'un appel en VoLTE

1. Un message SIP est envoyé du téléphone au CSCF pour établir l'appel
2. Une fois d'appel établi, le terminal envoie des échantillons de voix encapsulés dans la pile protocolaire suivante RTC/UDP/IP sur le plan de données.