MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Option : COMMUNICATION.

Thème:

ETUDE ET REALISATION DU ROAMING INTERNATIONAL DANS LE GSM (MOBILIS)

Proposé par : Mr T. LAHDIRI.

Dirigé par : Mr M. LAHDIR
Mr T. LAHDIRI

Présenté par :
Mlle MEZIANE Karima
Mlle AZEM Fazia

Année universitaire **2008/2009**

Soutenu le : 14/10/2009

Remericements

Nous tenons à remercier notre promoteur ***Mr. LAHDIR Mourad*** *enseignant au département d'électronique pour son encadrement,et ses conseils.*

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude vont droit à notre co-promoteur ***Mr. LAHDIRI Toufik****, chef du centre MSC Tizi-Ouzou, de nous avoir permis de réaliser notre stage pratique.*

Tout particulièrement nous adressons notre profonde reconnaissance à ***Mr. KHERFI Hamid*** *Ingénieur expert au centre GSM Mustapha-Mobilis- qui n'a épargné aucun effort pour le bon déroulement de ce travail et à toute l'equipe notamment* ***Mr. H. Hakim.***

Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont suivi tout au long de notre cursus et plus particulièrement ***Mr Ait BACHIR.Y***

Nous tenons à exprimer nos remerciments aux membres du jury d'avoir accepté de juger ce travail.

Dédicaces

Tant de fois j'ai pensé à vous offrir quelque chose comme signe de reconnaissance à tout ce que vous avez consenti rien que pour me voir réussir, cette fois c'est l'occasion, à toi ma mère et à toi mon père je vous dédie ce travail.

- *A mes chéres sœurs : Samia et Meriama.*
- *A ma grande sœur Zahia et son mari Farid, notamment à mes petits poussins Amine et Salah.*
- *A mes chèrs frères : Amirouche et Ghani.*
- *A ma sœur safia et son mari Ahcene, et à mes neveux Smina et Said.*
- *A la mémoire de mon oncle baba El Hadj dont le souvenir restera toujours vivace dans mon cœur.*
- *A ma tante chabha et à toute sa famille petits et grands.*
- *A tous mes amis(es) en particulier : Kahina, Rosa, Samia, Samira, Ghania, Farida, Kahina, Zahia, Samir, Boussad…*
- *A toute la promotion 2008 et en particulier les étudiants d'option' communication'.*

Je dédie ce travail plus particulièrement à' Karima' et à toute sa Famille.

Fazia

Dédicaces

Tant de fois j'ai pensé à vous offrir quelque chose comme signe de reconnaissance à tout ce que vous avez consenti rien que pour me voir réussir, cette fois c'est l'occasion, à toi ma mère et à toi mon père je vous dédie ce travail.

- *A mes chèrs frères : Karim, Salem et mon petit frère Nacer*
- *A ma belle sœur Lila et à toute sa famille*
- *A ma poussinette nièce Yakouta*
- *A ma future belle sœur Lila et à toute sa famille*
- *A mes chers grands parents à qui je souhaite une très longue vie.*
- *A tous mes oncles et tantes, et à leurs familles respectives petits et grands.*
- *A Majo, Farida et son mari « Hamid », Nadia et djigdjiga.*
- *A toute la famille Saidi .*
- *A tous mes amis(es) en particulier : Zhor, Lynda, Ouiza, Cherif, Ghania , Kahina, …*
- *A toute la promotion 2008 et en particulier Boussad et Samir.*
- *A mon adorable, Fazia avec qui j'ai partagé ce travail, ainsi à toute sa famille en particulier Amine.*

Karima

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

HISTORIQUE

CHAPITRE I……Généralités sur le réseau GSM

CHAPITRE II ……Gestion de la mobilité et des appels

INTRODUCTION GENERALE

Ces dernières années, la deuxième génération de réseaux de télécommunication GSM a connu un développement spectaculaire. Cette révolution, après celle du réseau analogique a su se faire apprécier du grand public.

Au début des années 90, la norme GSM est adoptée en Europe, depuis sa couverture est quasi mondiale, ses services de plus en plus nombreux utiles et conformes aux désirs des abonnés.

La principale caractéristique de cette norme est la mobilité native d'un téléphone GSM qui permet à tout abonné mobile de transmettre ou de recevoir des appels comme s'il se trouvait sur son site d'origine. Contrairement aux réseaux fixes traditionnels.

La position géographique du terminal de l'abonné varie au cours du temps. Il est donc nécessaire d'intégrer au réseau de communication cellulaire des fonctions de gestion de la mobilité permettant de joindre l'abonné quelle que soit sa position dans le réseau ou, plus généralement, d'assurer une continuité du service fourni à l'abonné indépendamment de sa localisation dans la zone de service de l'opérateur.

Et comme l'usager des moyens de communications est de plus en plus exigeant et toujours demandeurs de nouveaux services, le GSM a pu offrir un service appelé le « roaming » qui permet à l'abonné de voyager partout dans le monde accompagné de son portable en gardant le même numéro de téléphone.

Notons que l'étude du roaming est l'objectif primordial de notre travail, disons simplement que la définiton du mot « roaming » est nécessaire mais pas suffisante pour éclairer toutes les zones d'ombres entourant ce mot.

C'est quoi le principe du roaming ?

Pour répondre à cette interrogation, nous essayerons tout au long des chapitres d'élucider les mystères un à un. Ainsi, nous débuterons notre travail par donner un bref historique énumérant les événements majeurs qui ont conduit à la naissance du réseau GSM et son évolution.

Dans le premier chapitre, nous passerons en revue les équipements du réseau et les moyens nécessaires pour l'échange d'informations entre eux (le concept de signalisation).

Nous introduisons ensuite dans le deuxième chapitre, toutes les notions relatives à la mobilité, les fonctions mises en œuvre dans le mobile et le réseau lors de l'établissement d'un appel, ainsi que les différents mécanismes lors de l'inscription au réseau.

Dans le troisième chapitre, nous allons développer le concept du roaming pour passer à l'implémentation de ce service au niveau de l'ATM mobilis. Enfin nous terminons notre mémoire par une conclusion générale.

Historique

La première génération de téléphonie mobile (notée **1G**) possédait un fonctionnement analogique et était constituée d'appareils relativement volumineux. Il s'agissait principalement des standards suivants :

- **AMPS** (*Advanced Mobile Phone System*), apparu en 1976 aux Etats-Unis, constitue le premier standard de réseau cellulaire
- **TACS** (*Total Access Communication System*) est la version européenne du modèle AMPS.
- **ETACS** *(Extended Total Access Communication System*) est une version améliorée du standard TACS développé au Royaume-Uni utilisant un nombre plus important de canaux de communication.

Les réseaux cellulaires de première génération ont été rendus obsolètes avec l'apparition d'une seconde génération entièrement numérique.

La préhistoire du GSM a commencé en 1979 par la conférence Administrative Mondiale de la Radio WARC (world *administrative radio conference*). Un accord a été conclu au sein de cette instance internationale, dépendant de l'union internationale des télécommunications (UIT), pour ouvrir la bande des 900 MHz aux services mobiles. Cette décision a été suivie en 1982 par l'allocation de sous bandes précises par la conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT) : une sous bande de largeur 25 MHz de 890 à 915 MHz pour la transmission des terminaux vers les réseaux et une autre sous bande de même largeur , de 935 à 960 MHz pour les transmissions dans le sens inverse . Simultanément, la CEPT créait un groupe d'étude, le ***groupe spécial mobile*** d'où l'acronyme **GSM**. L'objectif principal de la CEPT est double :

- accès à une gamme cohérente de services mobiles dans toute l'Europe
- standardisation des terminaux et des infrastructures.

Ensuite les événements vont se succéder autour de ce projet :

- 1984 – 1986 : coopération franco-allemande pour le développement de prototypes.
- 1987 : signature à Copenhague d'un protocole d'accord « MOU » (Mémorandum Of Understanding) entre 13 pays européens (RFA, Royaume-Uni, Belgique, Suède, Norvège, Danemark, Italie, Espagne, Pays-Bas, Portugal, Irlande, Finlande et la France) pour la mise en place d'un système répondant à la norme GSM.

Des dizaines de pays ont signé l'accord depuis septembre 1987 : Luxembourg, Suisse, Autriche, Grèce, Turquie, …

- 1991 : réalisation des premières communications avec handover et l'apparition des premiers mobiles GSM commerciaux : ALCATEL, MATRA, MOTOROLA, ORBITEL.
- 1992 : Tout en conservant son abréviation, le GSM est rebaptisé ***Global System for Mobile Communications***. Un changement de nom qui symbolise le passage du concept de laboratoire au produit commercial.
- 1994 : la norme s'étend à 1800 MHz (DCS 1800 ou GSM 1800 Europe) et à 1900 MHz (PCS 1900 ou GSM 1900 –USA/ Canada).
- 1998 : la norme continue à évoluer, offrant de nouveaux services à la clientèle (transmission de données haut débit,…) et ses évolutions (**GPRS**) lui permettent de s'affirmer comme un support du futur système dit de troisième génération (**UMTS**).

Depuis ces dates la norme n'a cessé de s'étendre sur le plan mondial, l'Algérie et bien d'autres pays africains sont au banc de ceux qui ont épousé la norme GSM par la mise en service en de son premier réseau GSM.

Chapitre I

Généralités sur le réseau GSM

I.1. Introduction

Le réseau GSM est le système cellulaire numérique de télécommunication mobile le plus répandu au monde, c'est le premier à faire la différence entre un 'numéro' d'abonné et une 'identité' IMSI. Malgré son évolution visible, le GSM commence à laisser apparaitre ses limites, notamment la saturation du réseau dû à son succès, ce qui a nécessité l'évolution du réseau pour accueillir les nouveaux abonnés. Le GSM 900MHZ a été adapté au DCS (*Digital Communication System*) 1800MHZ et même à la bande PCS (*Personal Communication System*) (autour de 1900MHZ) aux Etats-Unis.

I.2. Le réseau cellulaire

I.2.1. Notion de cellules

Dans un système cellulaire, la zone géographique à couvrir est divisée en cellules, chacune possède une station de base (BTS) qui assure la transmission avec les mobiles présents dans la cellule.

La cellule est la zone géographique couverte par le rayonnement d'une antenne émettrice, sa taille est fonction de la puissance émise par l'antenne.

La forme de la cellule dépend de la topographie de la région servie par l'antenne, elle est représentée géométriquement par un hexagone comme le montre la **figure I.1.**

L'unité d'utilisation des fréquences radio qui définit les canaux de communication, est un motif de sept cellules appelé **« cluster »**

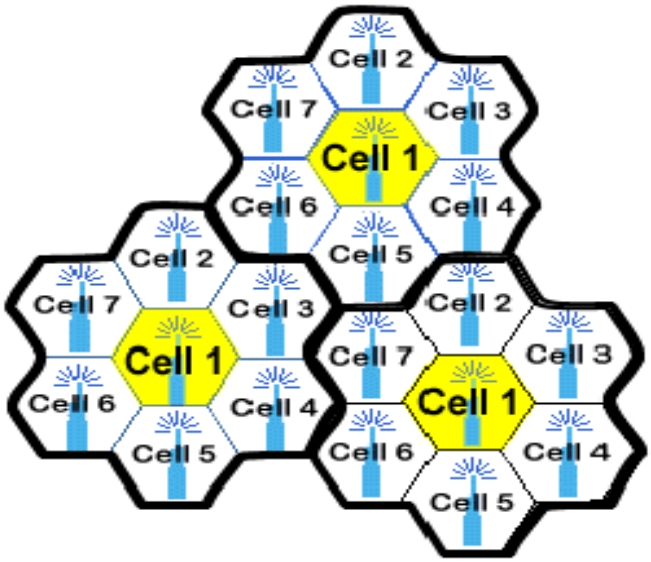


Figure I.1. Architecture cellulaire.

Dans la conception d'un réseau cellulaire, il faut considérer les aspects suivants :

- La topographie (bâtiments, montagnes,…).
- La densité de la population pour établir la dimension de la cellule.
- Deux cellules adjacentes ne peuvent utiliser la même bande de fréquence afin d'éviter les interférences.
- La distance entre deux cellules ayant la même bande de fréquence doit être de deux à trois fois le diamètre d'une cellule.

I.2.2. Différents types de cellules

La dimension d'une cellule est fonction de la puissance de son émetteur, il existe plusieurs types de cellules comme illustrés dans la **figure** ci après.

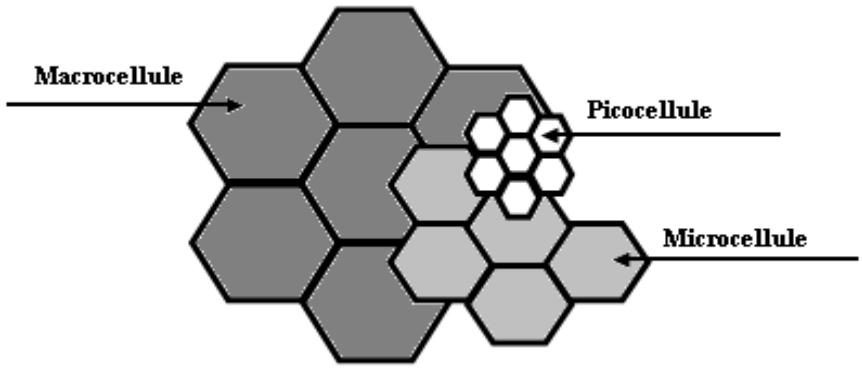


Figure I.2. Le découpage cellulaire

- **Les macrocellules :** ce sont des cellules dont le rayon s'étend jusqu'à 30 Km selon les obstacles rencontrés, elles sont utilisées pour couvrir les zones rurales à faibles densités de population. Les émetteurs utilisés dans ce type de cellules sont puissants et leurs antennes sont placées à au moins 30 m de hauteur.
- **Les microcellules :** ce sont des cellules de petites tailles destinées aux zones à très forte densité de trafic (exemple : rue passante). Leurs portées moyennes est d'environ 500 m. Pour éviter les interférences, on utilise des antennes émettrices de puissances réduites.
- **Les picocellules** : ce sont des cellules de tailles très petites, elles ont un rôle similaire que celui des microcellules mais dans des zones encore plus petites telles que les gares, les aéroports, les galeries marchandes,…etc. leurs portées maximales est d'environs 100 m.

I.3.L'architecture du réseau GSM

L'architecture de base du système GSM prévoit, alors, quatre sous-systèmes principaux dont chacun dispose d'un certain nombre d'unités fonctionnelles et est connecté à l'autre à travers des interfaces standard qui seront décrites ultérieurement. Les principaux sous-systèmes du réseau GSM sont représentés dans la **figure 1.3**

- La station mobile (MS).
- Le sous-système radio(BSS).
- Le sous-système réseau(NSS).
- Le sous-système d'exploitation et de maintenance(OSS).

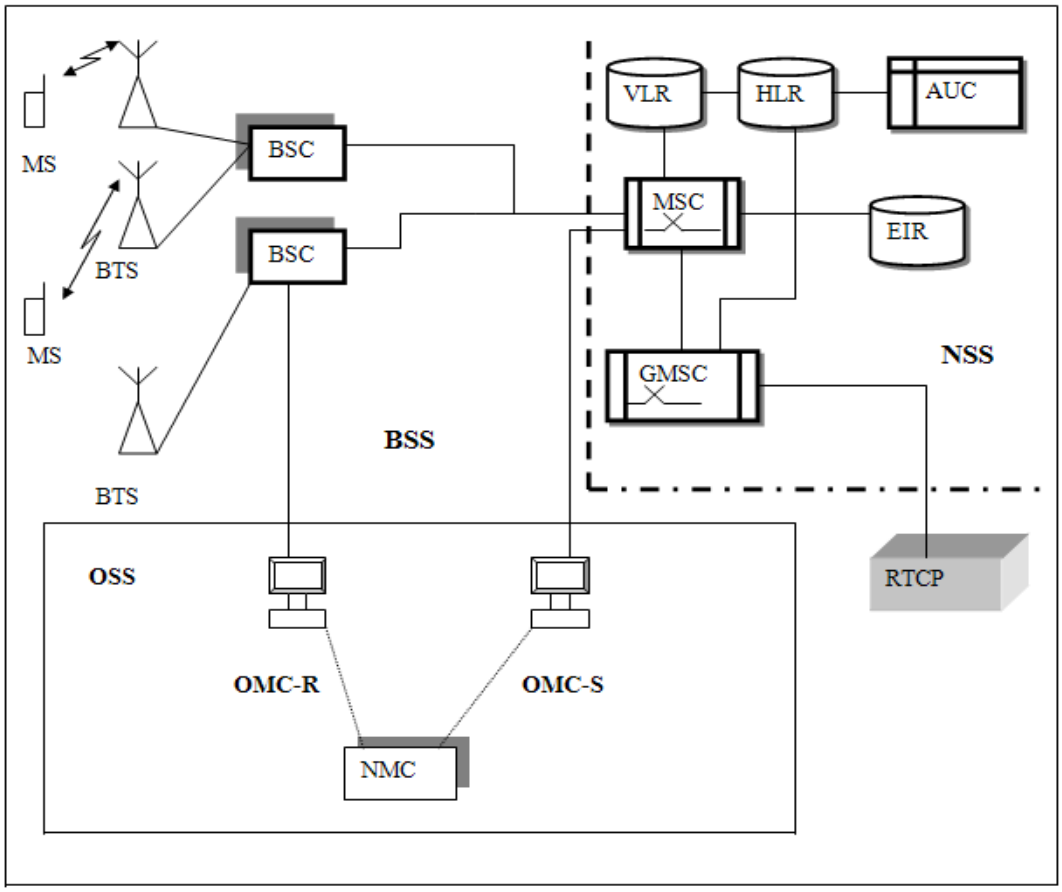


Figure I.3. Structure du réseau GSM

I.3.1. La station mobile MS : MS = Equipement mobile + SIM.

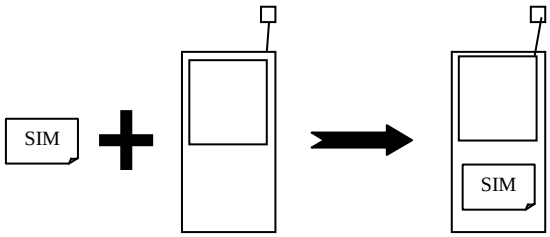


Figure I.4.la station mobile

Le terme station mobile désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM qui permet d'accéder au service de communication. Outre les fonctionnalités traditionnellement implantées dans les mobiles, la station mobile assure les fonctions suivantes :

- Protection des abonnements par réponse à la procédure d'authentification
- mesures des signaux reçus de la cellule serveuse et des cellules voisines, permettant le contrôle de puissance et le handover.
- conversion analogique/numérique de la parole.
- multiplexage TDMA.

❖ **Equipement mobile (ME)**

L'équipement mobile est un appareil utilisé par l'abonné, chaque terminal est muni d'une identité particulière : **IMEI** (***I**nternational **M**obile **E**quipment **I**dentity*) stockée coté réseau.

❖ **La carte SIM (*S**ub-scriber **I**dentity **M**odule*)**

La carte SIM est une carte à puce « amovible », elle contient un petit circuit constitué d'un système à processeur, des mémoires RAM et ROM dans lesquelles sont stockées des données. L'utilisateur peut avoir accès à tous les services souscrits en insérant la carte SIM dans le terminal.

Parmi les informations contenues dans la carte SIM :

- *L'identité IMSI* (International Mobile Suscriber Identity) avec laquelle on peut identifier l'abonné dans n'importe quel réseau GSM.
- *le MSISDN* (**M**obile **S**tation **I**SDN **N**umber) : est le numéro de l'abonné mobile qui est le seul identifiant connu à l'extérieur du réseau GSM.

- *Le MSRN* (Mobile Station Roaming Number): il permet le routage des appels entrant directement du commutateur passerelle(GMSC) vers le commutateur MSC de la station mobile.
- *L'identité TMSI* (Temporel Mobile Suscriber Identity) numéro temporaire de l'abonné mobile.
- *LAI* (Location Area Identification) : une zone de localisation est identifiée par cette adresse LAI.
- *Numéro d'identification personnel PIN* (Personnel Identity Number) : qui est un numéro composé de quatre chiffres utilisé comme un mot de passe par l'abonné pour accéder à son abonnement et pour le protéger des connections frauduleuses.

I.3.2. Le sous système radio BSS (*Base Station Sub-System*)

La fonction principale d'un sous système radio est l'attribution des ressources radio, il permet l'échange et la transmission des données par la voie hertzienne, ainsi il gère l'accès au réseau via l'interface air.

Le BSS consiste en une ou plusieurs stations de base(BTS) et d'un contrôleur de station (BSC).

❖ **La station de base « BTS »** *(Base Transceiver Station).*

La station de base est l'élément central, que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteurs/récepteurs. Elle gère les mobiles d'une cellule qui correspond à la couverture radio d'une zone géographique; une station de base peut gérer tout au plus huit connections simultanées par cellule.

La BTS assure la transmission du signal radio de et vers les équipements mobiles, ainsi elle gère :

- mesure du niveau de puissance et de la qualité de réception de la communication.
- modulation/démodulation, correction des erreurs, cryptage des communications.
- commande de la puissance émission des stations mobiles.
- codage, entrelacement, chiffrement du signal.
- multiplexage à répartition en fréquences (FDMA).
- élaboration et traitement de la trame (TDMA).

❖ **Contrôleur de station BSC (***Base Station Controller).*

C'est l'organe intelligent du BSS, il contrôle une ou plusieurs stations de base selon l'architecture du réseau.

Le BSC est un commutateur qui réalise une concentration des circuits vers le MSC, sa fonction principale consiste au maintien de la communication (handover) et il est capable de gérer plusieurs centaines de cellules simultanément.

Enfin, le BSC assure le contrôle de la puissance des terminaux mobiles et des stations de base, cela réduit le niveau du signal émis en minimisant les interférences avec les autres utilisateurs et optimisant la durée de vie des batteries du mobile.

I.3.3. Le sous système réseau NSS (*Network Sub-System*)

Le NSS assure toutes les fonctions de commutation et de routage, il permet l'accès au réseau public RTCP/ RNIS et la mise à jour des différentes bases de données (HLR, VLR et l'AuC). L'élément central du ce sous système réseau est le MSC.

❖ **Le centre de commutation mobile (MSC)** *(**M**obile services **S**witching **C**entre)*

Il gère l'ensemble des appels, il est responsable de l'établissement des communications, de leur routage, de leur contrôle et de leurs arrivées à destination, mais aussi du handover.

Il gère également les services supplémentaires (transfert ou blocage d'appels, transmission de données, messagerie vocale, etc.), et effectue la collecte des informations relatives à la facturation des communications.

On distingue deux types d'appels au niveau d'un MSC :

- Mobile – Mobile : dans ce cas le MSC établit une liaison avec un autre MSC.
- Mobile – réseau fixe (RTC) : le MSC doit posséder une fonction passerelle **GMSC** (***G**ateway **MSC***), qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un réseau mobile.

▪ **Passerelle MSC (***Gateway MSC***)**

Le GMSC est un MSC un peut particulier servant de passerelle entre le réseau GSM et le RTCP. Lorsque l'on cherche à joindre un abonné GSM à partir d'un point extérieure au réseau GSM (on parle alors d'appel entrant), l'appel passe par le GMSC, qui effectue une interrogation du HLR avant de router l'appel vers le MSC dont dépend l'abonné.

❖ **Enregistreur de localisation nominal HLR** *(Home Location Register)*

Lorsqu'un utilisateur souscrit à un nouvel abonnement au réseau GSM, toutes les informations qui concernent son identification sont mémorisées sur le HLR, ainsi à chaque abonné est associé un HLR unique. Il a entre autres pour mission celle de communiquer au VLR, dont on parlera après, quelques données relatives aux abonnés, à partir du moment où ces derniers se déplacent constamment d'une zone à une autre.

Si un HLR tombe en panne, l'abonné ne pourra pas effectuer d'appel. Pour cette raison, une implémentation de HLR dit Redondant, est mise en place par le réseau pour que ce deuxième HLR puisse le remplacer et prendre le relais.

Le HLR contient toutes les données relatives aux abonnés et ses informations sont les suivantes :

- La clé secrète de l'abonné(IMSI)
- Le numéro d'annuaire de l'abonné MSISDN.
- Tous les services auxquels l'abonné a souscrit et auxquels il est capable d'accéder (voix, service de donnés, éventuels verrouillages des appels internationaux, et d'autres services complémentaires),
- La position courante de la station mobile MS, autrement dit l'adresse du VLR sur lequel elle a été enregistrée.

❖ **L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)** *(Visitor Location Register)*

Le VLR est une base de données associée à un commutateur" MSC ", sa mission est d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau. Le VLR contient l'identité temporaire de l'abonné(TMSI).

La spécificité des abonnés GSM étant la mobilité, il faut en permanence localiser tous les abonnés présents dans le réseau et suivre leurs déplacements. A chaque changement de cellule d'un abonné, le réseau doit mettre à jour le " VLR " du réseau visité et le " HLR " de l'abonné, d'où un dialogue permanent entre les bases de données du réseau.

❖ **Centre d'authentification (AuC)** *(Authentification Center).*

AuC est une base de données qui stocke les informations confidentielles suivantes :

- ✓ la clé d'authentification Ki qui est en mesure de décrypter la clé secrète de l'abonné.
- ✓ L'algorithme d'authentification A3.

- ✓ L'algorithme de génération de clé de chiffrement A8.

Il contrôle les droits d'usages possédés par chaque abonné sur les services du réseau pour la protection contre l'usage frauduleux, les factures impayées…

❖ **Enregistreur d'identité des équipements (EIR)** *(Equipment Identity Register)*

L'EIR contient l'identité internationale des équipements « **IMEI »** ***(I**nternational **M**obile station **E**quipment **I**dentity*). A chaque appel, le MSC contacte l'EIR et vérifie la validité du IMEI afin d'empêcher l'accès au réseau des terminaux non autorisés (terminaux volés), du fait que chaque terminal contient :

- ✓ Un numéro d'homologation commun à tous les terminaux d'une même série.
- ✓ Un numéro identifiant l'usine d'assemblage.
- ✓ Un numéro spécifique.

L'EIR contient :

- ✓ Une liste blanche des terminaux certifiés.
- ✓ Une liste noire pour les équipements volés et interdit d'accès.
- ✓ Une liste grise pour un équipement mis en observation.

I.3.4. Le sous système d'exploitation et de maintenance (OSS) (*Operation Sub-System).*

L'OSS comprend deux entités fonctionnelles relatives au sous système réseau (NSS) et au sous système radio (BSS) administrées par un système centralisé.

❖ **Le centre d'exploitation et de maintenance(OMC)**

C'est l'entité de gestion de réseau, permet la supervision locale des équipements (BTS, BSC, MSC, VLR,…), on distingue:

➢ **L'OMC-S** *(Operation Maintenance Center Switch part)*

Le centre d'exploitation et maintenance du sous système réseau OMC-S assure les fonctions de supervision, de détection et de correction d'anomalies des MSC, VLR et HLR qu'il gère. Pour ce faire l'entité fonctionnelle OMC-S bénéficie d'une interface homme-machine assurant les communications entre les périphériques d'entrée/sortie et le système.
Ces périphériques qui peuvent être des imprimantes, des micro-ordinateurs, des tableaux d'alarmes, sont soit locaux soit distants.

- **L'OMC-R** *(Operations Maintenance Center Radio part) :*

Le centre d'exploitation et de maintenance radio OMC-R assure la centralisation de l'exploitation et la maintenance des sous systèmes radio BSS ; De ce fait il est localisé en lieu spécifique.

L'OMC-R assure pour le sous système radio :

- le pilotage du réseau c'est à dire, configuration du plan de fréquence, le paramétrage du transfert intercellulaire et du contrôle de puissance,…
- la configuration des équipements du réseau c'est à dire, téléchargement de leurs logiciels, reconfiguration éventuelle des équipements,…
- l'observation du trafic et de la qualité de service.
- la surveillance et la détection des défauts, donnant lieu à des comptes-rendus d'événements traduits si nécessaire en alarmes et présentés au personnel d'exploitation.

- **Le NMC (***Network Management center***)**

Le centre de gestion réseau NMC est un centre qui permet de centraliser les deux centres d'exploitation et de maintenance (OMC-S et OMC-R) pour une gestion globale du réseau.

I.4. Les régions géographiques d'un réseau GSM

La structure du réseau GSM est divisée en zones géographiques pour assurer l'acheminement des appels vers leurs destinations, ainsi on peut distinguer cinq régions comme l'indique **la figure 1.5**

- Les cellules.
- La zone de localisation ou de repérage.
- La zone de service MSC/VLR.
- La zone dédiée au réseau terrestre mobile public PLMN.
- La zone de service GSM.

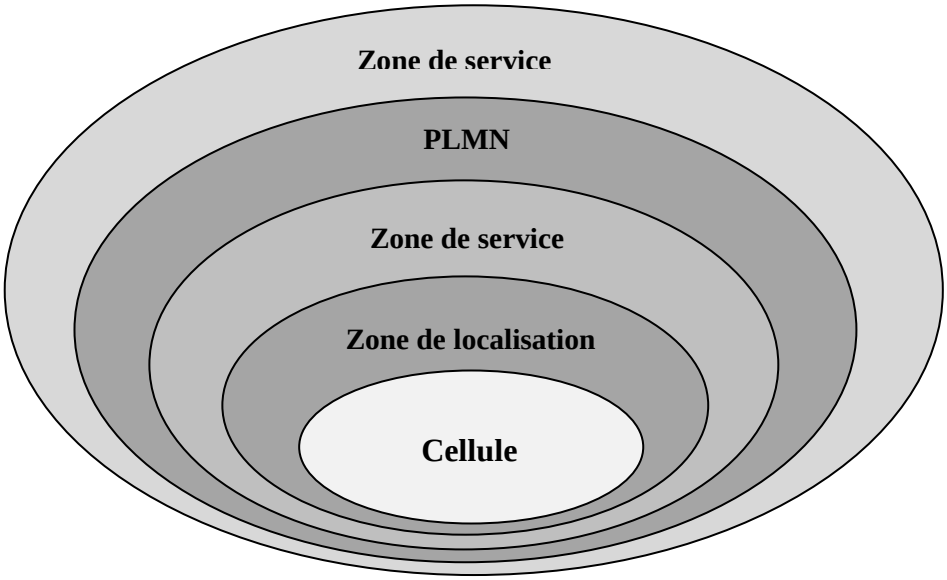


Figure I.5. Zones Géographiques d'un Réseau GSM.

❖ **La cellule :** C'est la zone de couverture d'une station de base BTS, elle est représentée géométriquement par un hexagone et est identifiée dans un réseau par un numéro unique.

❖ **La zone de localisation** (LA : *Location Area*) : Elle contient plusieurs cellules contrôlées par une ou plusieurs contrôleurs de stations de bases (BSC), mais appartient à un seul MSC. C'est la zone par laquelle on localise un abonné mobile appelé.

❖ **La zone de service MSC/VLR :** C'est un groupe de LA sous le contrôle d'un seul MSC. Ainsi pour acheminer un appel vers un terminal, le réseau doit connecter la communication au MSC de la zone de service MSC/VLR où le terminal est localisé.

❖ **Réseau terrestre mobile public (**PLMN : *Public Land Mobile Network***) :** C'est la région desservie par un opérateur, elle est constituée de plusieurs zones de services MSC/VLR. Par exemple en Algérie, il existe plusieurs PLMN, chacun appartenant à un réseau mobile d'un opérateur (Mobilis, Djezzy,…).

❖ **Une zone de service GSM :** C'est la zone géographique ou un abonné peut accéder au réseau GSM. Cette zone va en s'agrandissant grâce aux accords bilatéraux entre les différents operateurs pour travailler ensemble, on parle alors d'itinérance (roaming). (*détaillé dans le chap.3*)

I.5. Les interfaces du réseau

Les interfaces sont des composantes importantes qui assurent le dialogue entre les équipements et permettent leur inter fonctionnements, elles sont utilisées pour la transmission du trafic (paroles ou données) et pour les informations de signalisation entre les différentes entités du réseau [1]. Dans le réseau GSM, les données de signalisation sont séparées des données de trafic.

Ces interfaces sont représentées dans le tableau suivant:

Interface	Equipements	Fonctions principales
Um (radio)	BTS-MS	Gère les communications entre le mobile et les BTS pour tout ce qui concerne la transmission radio (transport du trafic et de signalisation).
Abis	BSC-BTS	Supervision de la BTS, activation et désactivation de la ressource radio.
A	MSC-BSC	Etablissement et libération de la communication. Allocation des ressources et gestion du handover.
B	MSC-VLR	Échange d'informations usager et mise à jour de zone de localisation.
C	MSC-HLR	Interrogation du HLR pour joindre un abonné mobile.
D	VLR-HLR	Le VLR informe le HLR de la localisation du mobile. Le HLR fournit au VLR les informations relatives à l'abonné.
E	MSC-MSC	Gestion du handover.
	MSC-GMSC	Transport des SMS.
F	MSC-EIR	Vérification de l'identité du terminal.
G	VLR-VLR	Gestion du changement de zone de localisation.
H	HLR-AUC	Echange des informations nécessaires au chiffrement et à l'authentification.

Tableau : les interfaces du réseau GSM.

I.6. Piles de protocoles du GSM

les protocoles assurent la liaison entre un mobile et un centre de communication MSC (voire Annexe A).

I.7. La signalisation SS7 (*Signalisation Sémaphore CCITT n°7*)

A l'origine des réseaux téléphoniques, la signalisation se définissait comme l'ensemble des signaux ou messages échangés pour permettre l'établissement, le maintien et la fin d'une communication téléphonique. Dans les réseaux téléphoniques modernes, la signalisation prend de plus en plus d'importance. Elle peut être échangée à tout moment entre commutateurs indépendamment d'appels téléphoniques sur un réseau. C'est le concept de signalisation sémaphore.

La signalisation est échangée entre les éléments de réseau sous formes de messages dans des canaux bidirectionnels à 64kbits/s, aussi appelés canaux sémaphores (*Signaling Links*).

I.7.1. Les points de signalisation

Chaque point de signalisation dans SS7 est unique et identifié par un numéro appelé code de point. Ces codes sont transmis dans les messages échangés entre deux points pour identifier la source et la destination de chaque message. Chaque point utilise une table de routage pour sélectionner le chemin approprié pour chaque message [2].

Il y en a trois types de points dans un réseau SS7 (voir **Figure I.6**) :

- SSP (*Service Switching Point*) commutateur d'accès de service
- STP (*Signal Transfer Point*) point de transfert sémaphore
- SCP (*Service Control Point*) point de contrôle de service

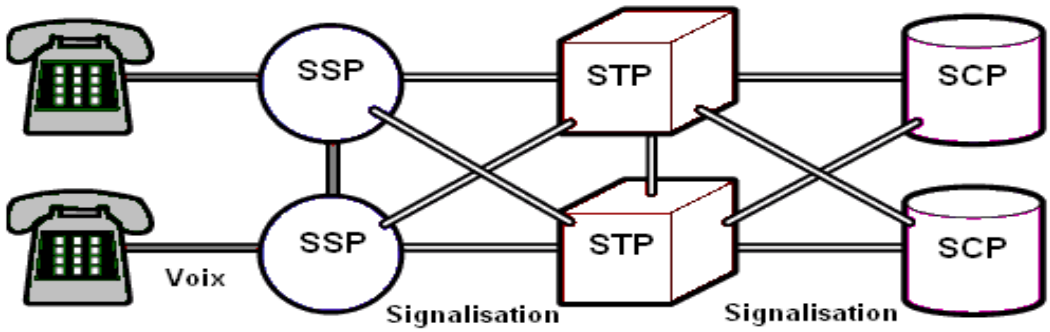


Figure I.6. Les points du réseau sémaphore SS7

- **SSP :** Est un commutateur qui permet d'initier, terminer les appels. Il envoi des messages de signalisation a d'autres SSP pour établir, gérer, et débrancher les circuits de transmission de la voix. Il peut aussi envoyer des messages au point **SCP** pour déterminer le chemin à emprunter pour un appel.

- **STP :** Sert à examiner la destination des messages qu'il reçoit, consulte la table de routage et envoie les messages à leur destination en utilisant la liaison appropriée.

- **SCP :** Est un point de contrôle servant à déterminer comment acheminer les appels.

Le réseau SS7 étant stratégique pour l'établissement des appels, les SCPs et STPs sont généralement doublés ainsi que les liens entre ces points. Le trafic est partagé à travers ces liens, si l'un d'eux échoue, le trafic de signalisation est réacheminé au-dessus d'un autre lien. Le protocole SS7 permet à la fois la correction d'erreurs et la retransmission pour assurer un service continu, quelque soit le problème (coupure de lien ou mauvais fonctionnement d'un point de signalisation).

I.7.2. Adressage au sein d'un réseau sémaphore [3]

Les points de signalisation disposent dans le réseau d'une « adresse » appelée PC (*Point Code*). Un PC a 14 bits. Chaque réseau national dispose librement de ses PC's. Par contre, pour le réseau international, les PC's sont attribués par l'UIT, elle attribue des séries de PC utilisables pour chaque pays ; le régulateur national peut ensuite les répartir entre opérateurs. Ceci implique qu'un nœud international (i.e. le commutateur international) a deux PC's : un côté international et un côté national.

Chaque message échangé sur une liaison entre deux nœuds comporte l'adresse du nœud de départ OPC (*Originating PC*) et du nœud d'arrivée DPC (*Destination PC*). Pour éviter la confusion entre réseaux (exp.national/international), le message contient également un NI (Network *Indicator*) qui indique le type de réseau. Ce principe peut être aussi appliqué pour les réseaux nationaux et les commutateurs d'interconnexion puisqu'il y a plusieurs opérateurs.

I.7.3.I. Types de liaisons SS7 [4]

La **figure I.7,** nous présente les différentes liaisons dans un réseau sémaphore.

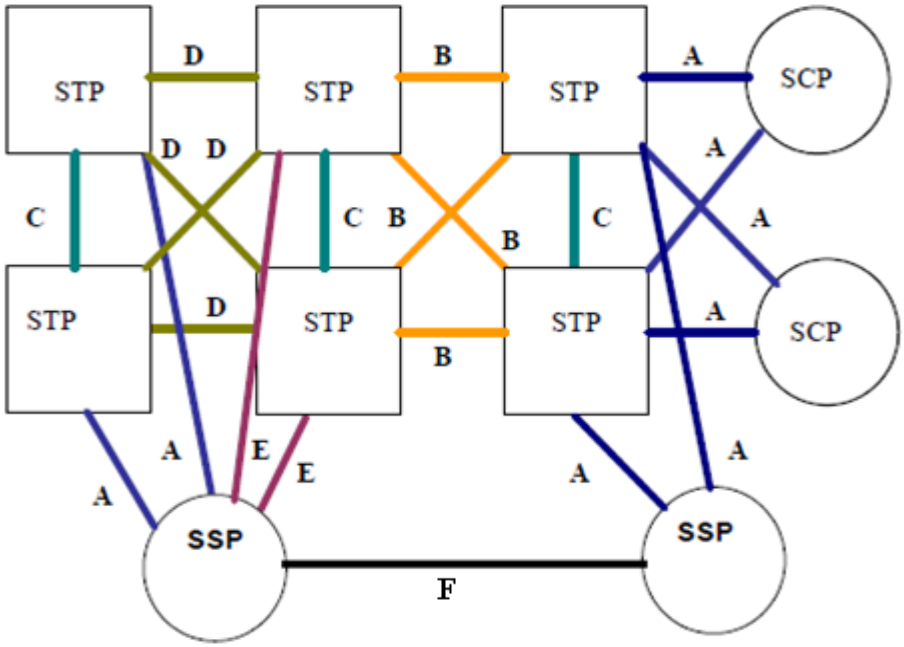


Figure I.7. Liaisons SS7

- **Liaison A** (*Access*): Permet de relier un STP d'une part, et un SSP ou un SCP d'autre part.
- **Liaison B** (*Bridge*): Connecte un STP à un autre.
- **Liaison C** (Cross): Permet la connexion de deux STP qui ont les mêmes fonctionnalités.
- **Liaison D** (Diagonal): Permet la connexion d'un STP secondaire a un STP primaire.
- **Liaison E** (Extended) **:** Permet la connexion d'un SSP a un point alternatif STP.
- **Liaison F** (*Fully associated*) : utilisés pour la communication SS7 directement entre SSP (aucun STP impliqué).

I.7.4. Architecture SS7

La signalisation SS7 est représentée suivant le model OSI, elle est formée des couches comme le montre la figure suivante :

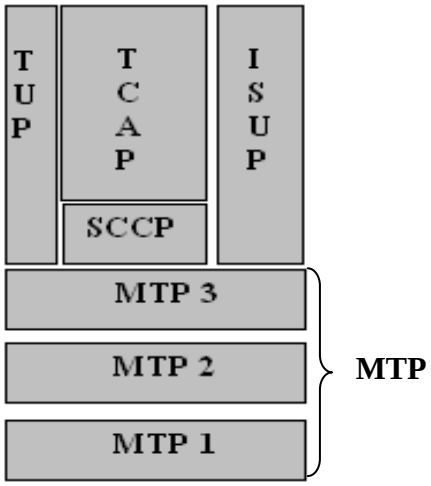


Figure I.8. Les différents niveaux du SS7

❖ **MTP (***Message Transfer Part*): Est divisé en trois niveaux et ceci de la couche physique à la couche réseau :

- **MTP 1** : Est une liaison sémaphore de données (SDL, Signaling Data Link) qui consiste en une paire de canaux de transmission numérique opérant à 64 Kbits/s, et qui transporte les unités de données SS7 entre deux points sémaphores. Plusieurs supports physiques peuvent être considérés (exp.E1).

- **MTP 2** : Assure la liaison d'un point à un autre et ceci par contrôle de flux et vérification des erreurs, afin de fiabiliser la transmission des messages sémaphores. Quand une erreur se produit sur un lien de signalisation, le message (ou l'ensemble de messages) est retransmis. Le niveau 2 de MTP est équivalent à la couche liaison de données du modèle OSI.

- **MTP 3** : Fournit le cheminement de message entre les points de signalisation dans le réseau SS7. Le niveau 3 de MTP conduit des messages basés sur l'étiquette de cheminement qui est composé du: (**figure I.9)**

- Code du point de destination (DPC) sur 14 bits.
- Code du point d'origine (OPC) sur 14 bits.
- Sélection des canaux sémaphores (SLS, Signaling Links Selection) sur 4 bits.

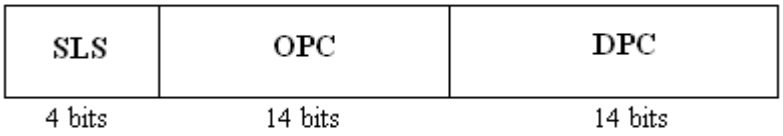


Figure I.9. Structure de l'étiquette d'acheminement.

Chaque point sémaphore est identifié de façon unique par un code de point sémaphore qui est utilisé par la fonction d'acheminement de la couche MTP 3 afin de router les messages sémaphores.

Le champ SLS est utilisé pour sélectionner un canal sémaphore particulier parmi d'autres canaux.

❖ **SCCP** (*Signaling Connections Control Part*) : Assure les fonctions supplémentaires à MTP3 pour transférer des informations de signalisation en mode avec ou sans connexion. Il permet aussi l'échange de signalisation entre deux réseaux SS7 différents. Le SCCP fournit une fonction de traduction d'adresse dénommée appellation globale (GT, *Global Title*) qui ne peut être routé directement, ainsi il traduit cette appellation globale en un code de point DPC.

❖ **ISUP** (*ISDN User Part*) : Est le protocole qui fournit les fonctions de signalisation nécessaire à la prise en charge des connexions dans les réseaux à commutation de circuits nationaux et internationaux. Les appels qui commencent et se terminent sur le même commutateur n'emploient pas la signalisation ISUP. Les principaux messages sont les suivants [5] :

- Le message IAM (*Initial Address Message)* : Est le message d'appel téléphonique ; il contient les numéros de l'appelé et de l'appelant, et des informations complémentaires.
- Le message ACM (*Address Complete Message)* : Signifie que le poste du demandé sonne.
- Le message ANM (*ANswer Message)* : Signifie que le demandé a décroché ;
- Le message REL (*RELease Message)* : Signifie que l'appelant ou l'appelé a raccroché ;
- Le message RLC (*ReLease Complete)* : Signifie que les libérations des circuits nécessaires après le raccroché ont été effectuées.

❖ **TCAP** (*Transactions Capabilities Applications Part*) : A pour objet de faciliter les dialogues à travers un réseau de façon indépendante d'une quelconque application et particulièrement de l'établissement d'un circuit téléphonique **[5].** Dans le cas de réseaux mobiles (GSM), TCAP transporte les messages MAP (*Mobile Application Part*) échangés entre MSCs pour assurer les fonctions d'identification, authentification et localisation de mobiles; ainsi que le roaming.

❖ **TUP (***Telephone User Part*) : Est utilisé seulement par quelques pays (Chine, Brésil). Il permet de fournir les services de base sur des circuits analogiques.

I.7.5. Applications SS7

La signalisation SS7 permet la mise en œuvre de plusieurs applications, telles que :

- ✓ Gestion des appels de base (établissement, maintenance, rupture).
- ✓ Gestion de la mobilité : roaming, identification, authentification et localisation des usagers mobiles.
- ✓ Acheminement de messages courts (SMS).

I.8. L'interface radio

Vu la rareté de la ressource radio, les concepteurs du réseau GSM se sont concentrés sur une utilisation optimale de la bande de fréquence. Et de fait, l'interface radio du système en constitue la principale originalité.

Elle est un point vulnérable et complexe à la fois, elle permet la connexion sans fil du terminal au réseau en utilisant des mécanismes permettant l'émission et la réception d'une manière très ingénieuse (les techniques de multiplixage, les canaux logiques…).

I.8.1. Les fréquences de travail du GSM

Le support de transmission utilisé entre le terminal et la BTS est le spectre hertzien. Pour communiquer en **duplex**, il est nécessaire de disposer d'une voie de communication de la BTS vers le mobile (appelé *sens descendant* ou *downlink)* et d'une voie du mobile vers la BTS (appelé *sens montant* ou *uplink*) comme l'indique la **figure I.10**.

Pour communiquer des informations entre deux points, il existe différentes possibilités pour le sens de transmission :

- Liaison simplex : elle se fait toujours dans le même sens Emetteur/Récepteur.
- Liaison duplex :
  - Half-duplex : permet de dialoguer l'émetteur et le récepteur à tour de rôle.
  - Full duplex (duplex) : permet une transmission simultanée dans les deux sens.

Pour le GSM

La bande 890-915 MHz est réservée au sens montant tandis que la bande 935-960 MHz est utilisée pour le sens descendant (bande de largeur totale 25MHZ).

Pour le DCS

La bande 1710-1785 MHz pour la voie montante et la bande 1805-1880 MHz pour la voie descendante, soit de largeur 75 MHz.

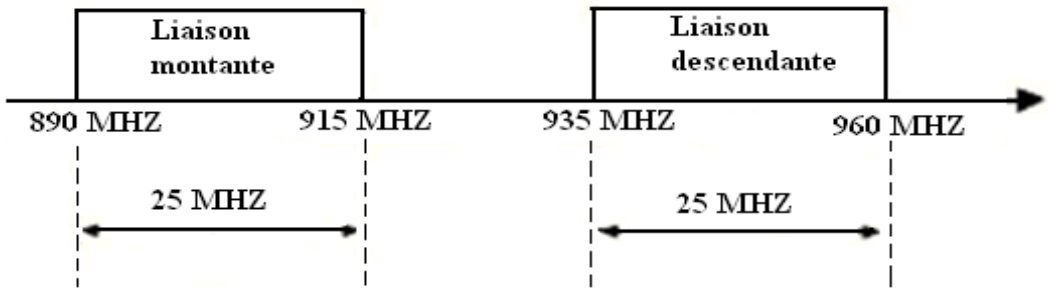


Figure I.10. Liaison entre mobile et station de base pour GSM

Si on considère $\mathbf{F_u}$ les fréquences pour la voie montante et $\mathbf{F_d}$ les fréquences pour la voie descendante.

Chaque couple de fréquences ($Fu_, F_d$) est identifié par un nombre « **n** » unique, désigné par le sigle **ARFCN** (*Absolute Radio Frequency Channel*) qui définit la fréquence de la voie descendante F_d.

- ✓ Bande GSM : $F_d = 935 + (0.2\times n)$ $n = 1 \ldots 124$
- ✓ Bande DCS1800 : $F_d = 1805.2 + (0.2\times (n - 512))$ $n = 512 \ldots 885$

On à l' ecart de fréquence entre les deux voies dans les bandes GSM / EGSM est de 45 MHz, ainsi on déduit : $F_u = F_d$ - 45 MHz.

Cette bande est limitée, alors pour l'utiliser, le choix est porté sur le découpage du spectre alloué dans un plan temps / fréquence pour obtenir des canaux physiques pouvant supporter une communication téléphonique ; on parle ainsi de multiplexage.

I.8.2. Techniques de multiplexage

I.8.2.1. Multiplexage FDMA

L'accès multiple à répartition en fréquence « FDMA » (Fréquency Division Multiple Acces) consiste à repartir le trafic sous une cellule, sur plusieurs canaux radio.

La bande de 25 MHz est divisé en 124 canaux fréquentiels (porteuses) d'une largeur de 200 KHz.

I.8.2.2. Multiplexage TDMA

L'accès multiple à répartition dans le temps « TDMA » (*Time Division Multiple Acces*), est une technologie de transmission numérique, son principe est de diviser chaque porteuse en intervalles de temps (**IT)** appelés **« time-slots ».**

Un signal de référence fournit par un quartz à 13 MHz qui est un signal d'horloge de tous les mobiles GSM, chaque 7500 périodes de ce signal égale à un time slot, tel que :

T_{slot} =7500/13=0,577ms; T_{slot} **(TS) = 577µs.**

Un slot accueille un élément de signal radioélectrique appelé **burst**.

Le multiplexage TDMA permet de partager entre différents utilisateurs une bande de fréquence donnée et, sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquet de 8, appelé trame qui est l'unité temporelle de base, tq: $\mathbf{T_{trame} = 8.T_{slot} = 4,6152\ ms}$.

Ainsi chaque mobile qui utilise le couple de fréquences (F_u, F_d) il lui est attribué un slot temporel TSi (i = 0 …7) pendant lequel il aura accès au réseau. (voir **figure I.11**)

On dit que le triplet (F_u, F_d, TSi) forme un canal physique de communication, Chaque mobile connecté au réseau GSM possède son propre canal physique. Le multiplexage temporel optimise l'utilisation de la capacité de transmission d'une voie.

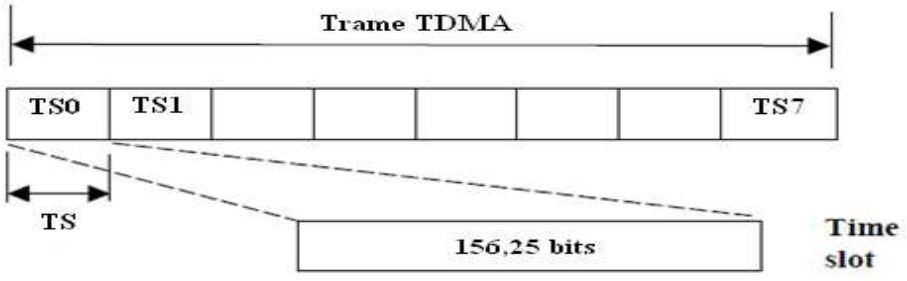


Figure I.11. structure d'une trame TDMA

Les trames TDMA sont regroupées en multi-trames dont :

- La multi- trame 26 d'une durée de 120 ms est composée de 26 trames. Elle est utilisée pour transporter des informations de l'utilisateur (données, parole ou signalisation).
- La multi-trame 51, d'une durée de 236 ms, est principalement utilisée pour transporter des informations relatives au réseau ainsi que des informations de signalisations (appels, SMS, contrôles …).
- Les supertrames et les hypertrames.

I.8.3. Le saut de fréquence

Le saut de fréquence lent (*Slow Frequency Hopping*) est la technique de variation de fréquence utilisée dans un canal radio à des intervalles réguliers (**Figure I.12**). Ainsi, le mécanisme de saut de fréquence se base sur le changement de fréquence à chaque émission de burst c'est-à-dire qu'un « canal physique » n'est plus bloqué sur une unique porteuse, mais parcourt l'ensemble des porteuses suivant une séquence prédéfinie afin d'améliorer la qualité de service à travers la diversité en fréquence (protection contre les évanouissements) et la diversité des brouilleurs (protection contre les interférences).

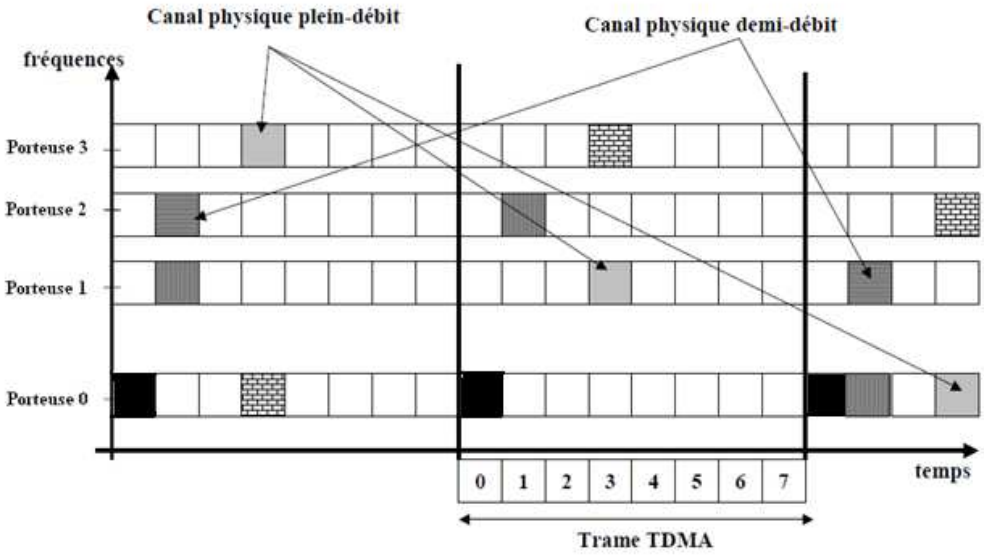


Figure I.12 Saut de fréquence

I.8.4. Décalage temporel des envois

Deux ondes émises par deux mobiles se trouvant à des distances différentes par rapport à la BTS, prennent des temps de propagation aller-retour différents. Si ces deux mobiles utilisent des slots successifs d'une même fréquence, il faut veiller à ce que les bursts envoyés par ces deux derniers ne se chevauchent pas au niveau du récepteur de la BTS comme le montre la **figure** ci-dessous.

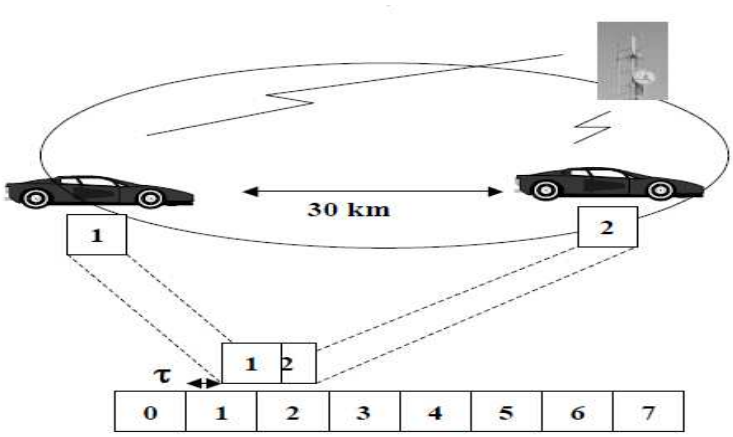


Figure I.13. Deux MS sur une même cellule

Pour palier ce phénomène :

- La norme GSM prévoit un décalage de 3 slots. Plus précisément, le mobile émet des informations 3 slots après réception des signaux envoyés par la station de base

- La station de base fournit une durée d'avance temporelle appelée TA (*Timing Advance)* aux mobiles les plus distants pour avancer le moment de l'envoi, afin d'éviter les interférences entre les bursts des différents mobiles.

- la station de base augmente le temps de garde GP (*Guard Period*) uniquement pour les mobiles se trouvant à des distances relativement petites, car sur des grandes distances on risque de se retrouver avec des temps de garde très grands. Prenant l'exemple d'un mobile qui se trouve à 30Km de la BTS, dont il lui faut 200µs de temps de garde équivalent à un tiers de la durée d'un slot, provoquant ainsi la dégradation de l'information.

I.8.5. Structure d'un slot

Comme nous l'avons vu, chaque trame est divisé en huit intervalles de temps et que chacun d'eux constitue un canal de communication dans lequel un message élémentaire

appelé paquet (burst) est transmis périodiquement. Ce paquet est un ensemble structuré de bits.

Il existe plusieurs types de bursts : les bursts d'accès, les bursts de synchronisation,… (voir Annexe B**).**

Tous les bursts ont une forme semblable, chacun d'entre eux contient 156,25 bits repartis en plusieurs groupes ayant chacun un rôle spécial, **la figure I.14** représente la forme d'un burst normale :

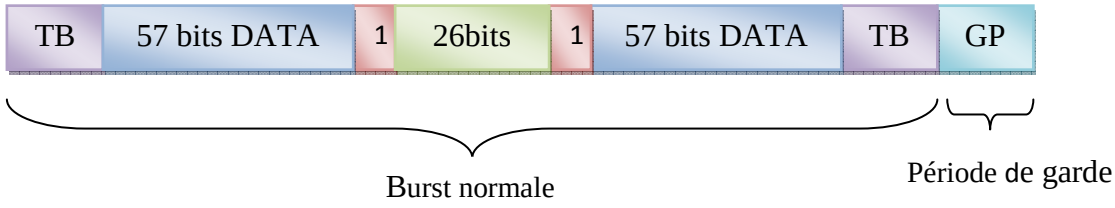


Figure I.14. Format d'un Burst Normal.

La structure d'un burst est un corps porteur des informations utiles, précédé et suivi par une zone **TB** (*Tail Bit*) nécessaire à la synchronisation.

La période de garde **GP** (*guard period*), sert à compenser la durée de transmission entre deux bursts successifs.

I.8.6. Concept d'un canal

Pour mieux comprendre l'utilisation de la technique TDMA, la clarification de certains mots clés concernant la répartition des canaux s'impose. On distingue deux types de canaux :

I.8.6.1. Canaux physiques

Un canal physique correspond à la ressource radio qu'il faut utiliser pour supporter une communication téléphonique. Il est définit comme étant une séquence de time slot, la répartition périodique de ce dernier dans la trame TDMA constitue un canal physique.

I.8.6.2. Canaux logiques

Les canaux logiques sont considérés comme un ensemble de bits, utilisés pour supporter les données ou les informations de signalisation qui sont destinées à la station mobile ou à la station de base. Ces canaux logiques sont contenus dans les canaux physiques et sont regroupés dans trois grandes classes : les canaux dédiés, les canaux non dédiés (de diffusion) et les canaux de contrôle communs.

- **Les canaux dédiés (duplex):** ils fournissent une ressource réservée à une MS, selon le

type d'information transportée, on distingue les canaux de trafic (TCH), ou les canaux de signalisation (SDCCH) :

- **Canal de trafic TCH** (*trafic channel*) : Il correspond aux bursts normaux, il véhicule des données de paroles en plein débit à13kb/s, à 5,6kb/s en demi-débit ou des données jusqu'à 12kb/s.
- **Canal de contrôle dédié autonome SDCCH** (*Stand-alone Dedicated Control Channel):*C'est un canal dédié à la signalisation, d'un débit de l'ordre de 800b/s (correspond à 1/12 du débit d'un TCH). Son rôle est l'échange d'informations de mise à jour de localisation pour l'établissement d'un appel.

Et comme il n'est pas possible de dédier un canal à un mobile sans le contrôler en permanence, on associe les deux canaux de control suivant :

- **Canal de control lent associé SACCH** (*Slow Associated Control Channel*) :

  C'est un canal de supervision d'une liaison radio, il contrôle la puissance d'émission d'un terminal, ainsi que la compensation du délai de propagation.

Sur un canal physique, on trouve soit un TCH avec son SACCH associé, soit huit canaux SDCCH avec leurs SACCH associés.

- **Canal de control rapide associé FACCH** (*Fast Associated Control Channel*) : Lorsqu'une signalisation rapide intervient, le canal FACCH entre en jeu en s'associant avec le TCH notamment pour l'exécution du handover.

❖ **Les canaux non dédiés (simplex) :** Les canaux logiques non dédiés, **a**ppelés encore les canaux de diffusion.ils sont utilisés pour la transmission des données dans le sens BTS-MS, ce qui permet aux mobiles la réception des données émises par une même BTS à travers ces canaux. On distingue :

- **Canal de correction de fréquence FCCH** (*Frequency Correction Channel*): permet le calage du mobile sur une fréquence porteuse.
- **Canal de synchronisation SCH** (S*ynchronisation CHannel*)**:** son but est de fournir au mobile tous les éléments nécessaires pour une synchronisation des trames.
- **Canal de contrôle de diffusion BCCH (***Broadcast CHannel*) : il permet la diffusion des données caractéristiques de la cellule, permettant au mobile de savoir s'il peut se mettre en veille, ainsi le numéro de la zone de localisation et la description des cellules voisines.

- **Les canaux de contrôle commun CCCH** (*Common Control Channel*) **:** on a

- **Canal d'accès aléatoire RACH** (*Random Access Channel*)**:** c'est un canal du type simplex mais diffusant dans le sens montant (MS-BTS), il permet l'accès aléatoire au réseau lorsque le mobile veut effectuer une opération.

- **Canal de paging PCH** (*Paging Channel*)**:** lorsque le réseau veut communique avec un mobile, il diffuse sur ces canaux PCH l'identité du mobile sur plusieurs cellules.

- **Canal d'allocation de ressources AGCH** (*Access Grant Channel*): il réserve un canal physique au mobile après l'accès de ce dernier au réseau.

- **Canal de transmission radio à partir d'une cellule CBCH** (*Cell Broacast Channel*)**:** c'est un canal de diffusion qui permet aux usagers présents dans la cellule l'acquisition des informations spécifiques (informations routières, météo)

I.9. Les services offerts par GSM

1/ Services support : ils fournissent

- Un circuit permettant la transmission de données, le débit peut varier de 300bit /s à 9,6kbit/s.
- L'accès à un réseau de données à commutation par paquets.

2/ Téléservices : Les principaux téléservices offerts par GSM sont :

- ***La Téléphonie*** **:** le premier service offert par un PLMN, est la transmission de la voix.

Un appel d'urgence permettra par un numéro unique à tous les abonnés GSM d'un pays de contacter un service d'urgence.

- ***Messages courts*** (**SMS,** Short Message Service):ont une longueur maximale de 160octets, ils sont utilisés par les abonnées, comme ils peuvent être utilisés par l'operateur, pour la gestion de certains services (transmettre des informations de taxation,…).
- ***Fax***

3/ Services supplémentaires

- Identification de numéro.
- Le renvoi d'appel.
- Le double appel.
- L'appel en conférence : permet d'adjoindre à une communication en cours un ou

plusieurs autres correspondants.

- La facturation.
- La restriction d'appel : concerne les envois et les réceptions d'appels (par exemple l'interdiction des appels internationaux).

I.10. Evolution technologique

Le réseau GSM de base ne propose qu'un débit de 9.6kbits/s, parfaitement satisfaisant pour la voix, mais insuffisant pour le transfert de fichiers, d'image, de vidéo, accès a l'internet...en revanche, de nouvelles structures sont nécessaires pour augmenter le débit et offrir aux utilisateurs un confort plus grand.

La technique retenue qui permet le passage de 2G(GSM) vers 2.5G(GPRS) est : HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) qui offre un débit de 14,4kbits/s par time slot.

I.10.1. Le standard GPRS (*General Packet Radio Service*).

- offre un débit plus élevé 170kbits/s.
- il utilise les mêmes bandes de fréquences attribuées au GSM (une bande dans les 900 MHz, une autre dans les 1800 MHz, et enfin dans les 1900 MHz pour les USA).
- il repose sur la transmission en mode paquet.
- pour la carte SIM, elle est similaire à celle utilisée pour accéder au GSM seulement quelques fichiers seront ajoutés.

I.10.1.1. Architecture du réseau GPRS

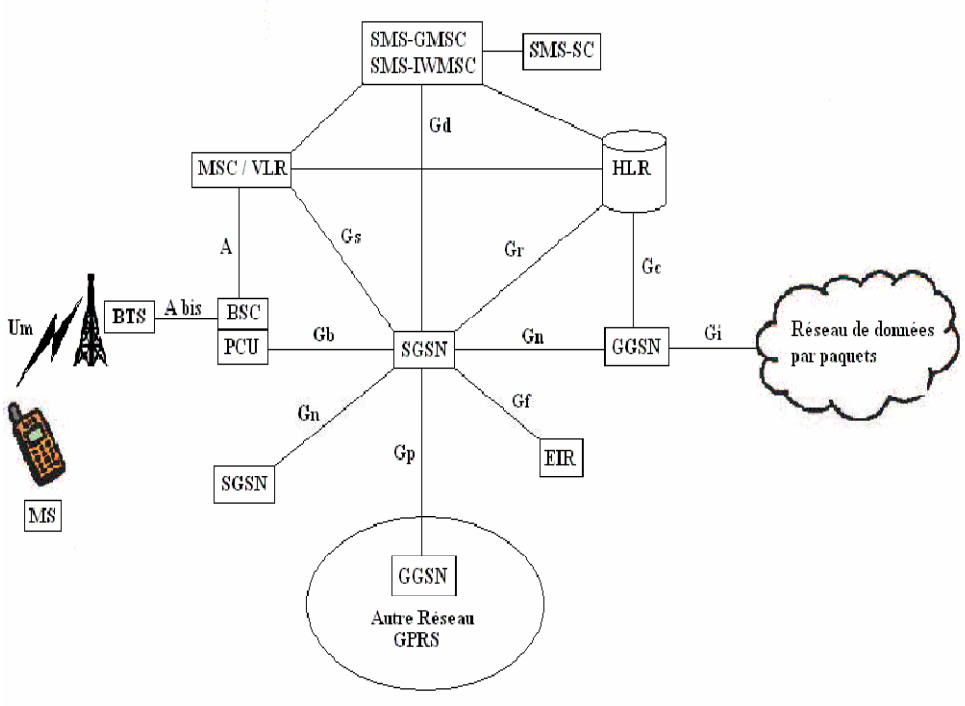


Figure I.15. Architecture du réseau GPRS

La conception du GPRS permet de réutiliser au maximum les infrastructures GSM existantes, telle que :

Les BTS ne subissent aucune modification à part l'adjonction d'un logiciel appelé PCU (*Packet Control Unit*) qui peut être installé par téléchargement, son rôle est de gérer la transmission des paquets dans le BSC.

L'intégration du GPRS dans une architecture GSM nécessite l'adjonction de nouveaux nœuds réseau appelés **GSN** (GPRS Support Nodes) situés sur un réseau fédérateur (*backbone*) :

- Le **SGSN** (*Serving GPRS Support Node*)

Routeur permettant de gérer les coordonnées des terminaux de la zone et de réaliser l'interface de transit des paquets avec la passerelle *GGSN*.

- Le **GGSN** (*Gateway GPRS Support Node*)

Passerelle s'interfaçant avec les autres réseaux de données (internet). Le GGSN est notamment chargé de fournir une adresse IP aux terminaux mobiles pendant toute la durée de la connexion.

Structure de communication : reliant les serveurs et les passerelles du réseau GPRS.

I.10.2. EDGE (*Enhanced Data rates for GSM Evolution*) [11]

EDGE est un réseau de transition entre le GPRS et l'UMTS proposant un débit supérieur (en pratique 100 kbit/s), et nécessite une modification technique moindre que pour l'UMTS (Elle est qualifiée à ce titre de technologie 2,75 G). Elle est en revanche beaucoup plus onéreuse que la migration GSM/GPRS car elle nécessite une nouvelle technologie de modulation.

I.10.3. UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System)* [11]

Offre un débit binaire plus élevé (jusqu'à 2 Mbps) afin de permettre la vidéoconférence et Internet à haut débit avec une station mobile. La bande de fréquences utilisée sera la même que celle de la deuxième génération et son lancement est prévu pour 2002.

I.11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le concept GSM en commençant par son architecture générale et le dialogue entre ses différents composants (signalisation), pour enchaîner avec les différentes caractéristiques de base de l'interface radio. Ceci nous sera nécessaire à l'étude des mécanismes de gestion de la mobilité (handover, sélection / resélection, les appels,…) dans le chapitre suivant.

Chapitre II

Gestion de la mobilité et des appels

II.1. Introduction

À l'heure actuelle, le monde de la recherche dans le domaine de la mobilité des utilisateurs se focalise particulièrement sur les technologies des réseaux d'accès. Une multiplicité de normes sont standardisées ou en cours de standardisation (GPRS, UMTS,…). Toutes ces normes ont pour objectif d'offrir des connexions mobiles, permettant ainsi à l'utilisateur d'être indépendant.

Les possesseurs de GSM apprécient d'être atteignables à tout moment, n'importe où, sans la contrainte d'un poste fixe et d'un câble. Un GSM permet de parler sans empêcher la liberté de mouvement.

Les opérateurs se servent d'ailleurs de cet argument pour promouvoir l'utilisation des GSM : «Etre mobile ? C'est pouvoir se rendre librement partout ! le téléphone mobile a aussi cet accent de liberté : communiquer quand on veut, comme on veut et où que l'on soit.»

II.2. Données liées à la mobilité

Pour commuter un appel à un abonné mobile, le système doit connaître son identité exacte, par conséquent chaque abonné à une adresse unique (identité).

Le système GSM utilise les adresses suivantes :

III.2.1. Identité internationale de l'abonné mobile (IMSI)

Chaque abonné du réseau mobile dispose d'une identité internationale, unique pour tous les réseaux GSM, et qui est invariable dans le temps, sauf dans le cas de renouvellement ou de perte de la carte SIM. Selon les spécifications du plan d'identification E.212 de l'UIT; l'IMSI a une longueur maximale de 15 chiffres et comprend trois parties:

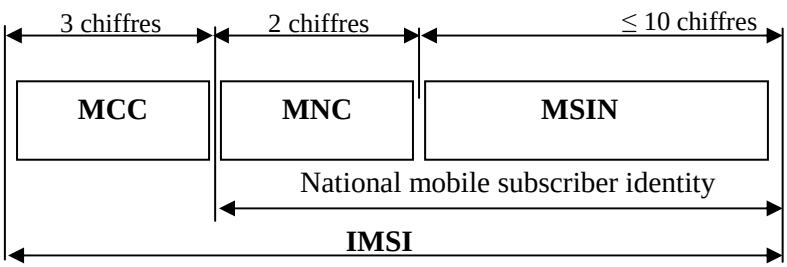


Figure II.1. Composition de l'IMSI

- **MCC** ***(****Mobile Country Code****)*** : qui est l'indicatif du pays domicile de l'abonné mobile comme le 603 pour l'Algérie.

- **MNC** ***(****Mobile Network code****) :*** qui est l'indicatif du réseau PLMN nominal de l'abonné mobile, 01 pour l'operateur (ATM mobilis).

- **MSIN** ***(****Mobile Subscriber Identification Number*) : est le numéro de l'abonné mobile à l'intérieur du réseau, (11 chiffre maximum).

Les deux champs MCC et MNC permettent de déterminer de façon unique dans le monde, le PLMN de l'abonné.

Les deux premiers chiffres du champ MSIN donnent l'indicatif du HLR de l'abonné au sein de son PLMN.

II.2.2. Identité temporaire de l'abonné mobile (TMSI)

Pour des raisons de sécurité et de confidentialité ; une identité temporaire (TMSI) est attribuée à l'abonné. Le TMSI est alloué au mobile de façon locale c'est-à-dire uniquement pour la zone gérée par le VLR concerné, plusieurs mobiles dépendant de VLR différents peuvent avoir le même TMSI. A chaque changement du VLR un nouveau TMSI doit être attribué.

La structure du TMSI est laissée libre à l'opérateur, mais il ne doit pas dépasser huit chiffres.

III.2.3- Numéro ISDN de l'abonné (MSISDN)

Le MSISDN est le numéro d'annuaire de l'abonné que composera une personne désirant joindre un abonné GSM, c'est le seul identifiant de l'abonné mobile à l'extérieur du système. Le MSISDN est conforme au plan de numérotage téléphonique international E.164, il peut être de longueur variable de 15 chiffres. Il comprend:

- **CC** (*Country Code*): indicatif du pays dans lequel l'abonné a souscrit son abonnement (exp: 213 pour l'Algérie).
- **NDC** (*National Distination Code*): le numéro du PLMN particulier dans le pays.
- **NS** (*Sebscriber Number*) : le numéro attribué librement par l'opérateur à un abonné.

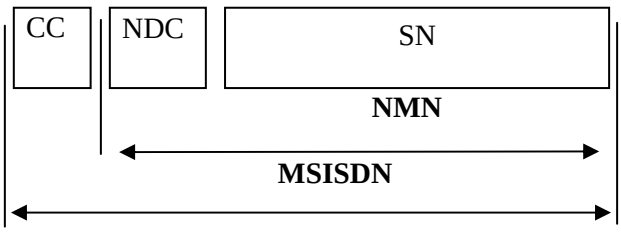


Figure II.2. Composition du MSISDN

III.2.4. Numéro du roaming de la station de base (MSRN)

Le MSRN est le numéro qui sert à l'acheminement d'un appel entrant directement du GMSC où la station mobile est localisée, il est attribué par le VLR concerné de façon temporaire et uniquement lors de l'établissement d'un appel à destination de la MS.

Il comprend:

- **CC**: code pays du VLR courant de mobile.
- **NDC**: code du PLMN du VLR courant de mobile.
- Le numéro d'abonné.

III.2.5. Identification de la zone de localisation (LAI)

Une zone de localisation est identifiée par l'adresse LAI qui détermine de manière unique la zone de localisation au sein de l'ensemble des PLMN du monde, elle permet donc aux MSC de connaître la position de la MS instantanément.

LAI est librement affecté par l'opérateur, elle a une longueur maximale de 20 octets. Elle comprend:

- **MCC** (*Mobile Country Code*) : code mobile national, identifiant le pays par les même trois chiffres que dans le numéro IMSI.

- **MNC** (*Mobile Network Code*) : code du réseau mobile, identifiant le numéro du réseau mobile GSM dans le pays ayans la même valeur que MNC dans le numéro IMSI.

- **LAC** (*Location Area Code*) : code de la zone de localisation, identifiant une zone de localisation dans le réseau public mobile GSM. La longueur maximale de LAC étant de 16 bits, il est possible de définir jusqu'à 65536 zones de localisation dans un réseau GSM.

III.2.6. Identité internationale de l'équipement mobile (IMEI)

Pour connaître l'IMEI, il suffit de composer * # 06 # et le numéro s'affiche immédiatement sur l'écran de terminal. En cas de vol ou de perte de combiné, l'abonné doit communiquer son numéro IMEI au central pour interdire son utilisation.

Tout terminal est référencié d'une manière unique par l'IMEI qui est codée sur plus de 15 chiffres.

II.2.7. CGI (Cell Global Identity)

Identité globale de la cellule. Le numéro CGI est utilisé pour l'identité des cellules dans le réseau GSM. Ceci est réalisé en ajoutant une identité de cellule CI (Cell Identity) à l'identité de zone de localisation. Le CGI est formé de : MCC, MNC, LAC et CI : identité de cellule, identifie une cellule dans une zone de localisation (longueur maximale de 16 bits).

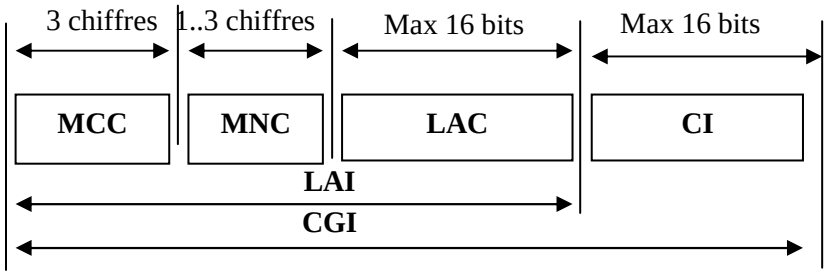


Figure II.3. Composition du CGI

II.3. Modes de mobilité

Ainsi pour maintenir les objectifs reliés à la mobilité, à savoir la garantie de la continuité de la transmission en cours, tout en satisfaisant à différentes contraintes la qualité de service,; le réseau doit gérer les deux modes de mobilité : **la mobilité radio** et **la mobilité réseau.**

II.3.1. La mobilité radio

La mobilité radio (Micro mobilité) assure l'accès limité à une zone bien déterminée et une diffusion restreinte, elle est assurée par le mécanisme du Handover.

II.3.1.1. Le HandOver

Assure les transferts de communications en cours entre le mobile et le réseau et il est systématiquement a l'initiative du réseau en vue de :

- maintenir une qualité de communication suffisante à travers un changement de cellule.
- Minimiser les interférences.
- optimiser l'utilisation des ressources radio.
- Baisser la consommation d'énergie des mobiles.
- Equilibrer la charge de trafic entre les cellules.

Bien que le HO soit fondamentalement un transfert intercellulaire, il existe aussi un type de HO appelé intracellulaire.

- **HandOver intercellulaire**

Lorsqu'un usager se déplace, il peut être nécessaire qu'il change de station de base parce que celle qu'il utilisait n'offre plus une qualité de transmission suffisante (à cause de l'éloignement, par exemple). Ce processus s'appelle transfert intercellulaire. La station mobile effectue un contrôle régulier de la puissance des signaux émis par un ensemble de stations de base dont la liste lui est fournie par celle à laquelle elle est rattachée. C'est par ce contrôle que le terminal acquiert des informations sur sa propre mobilité par rapport aux stations de base environnantes.

Pour décider s'il est nécessaire de demander un transfert au réseau, deux algorithmes sont communément utilisés. Le mobile peut d'une part augmenter sa puissance d'émission, dans les limites autorisées par la norme GSM, jusqu'à ce que cela n'ait plus d'effet. À ce moment là, un transfert est requis, cet algorithme est celui de *performance minimale*. L'algorithme *budget de puissance* préfère au contraire privilégier la demande de déclenchement du HandOver à l'augmentation de la puissance.

Les transferts intercellulaires peuvent aussi être déclenchés sur demande du réseau, par exemple dans un but d'équilibrage de charge.

- **HandOver intracellulaire**

Il est imposé par la qualité de service de la communication. Dans une même cellule, une interférence peut rendre impossible la transmission à une certaine fréquence, alors le BSC peut décider de libérer le canal radio courant et en établir un nouveau.

II.3.1.2. Types de HandOver : Quatre cas peuvent se présentés suivant les composants qu'ils mettent en jeu :

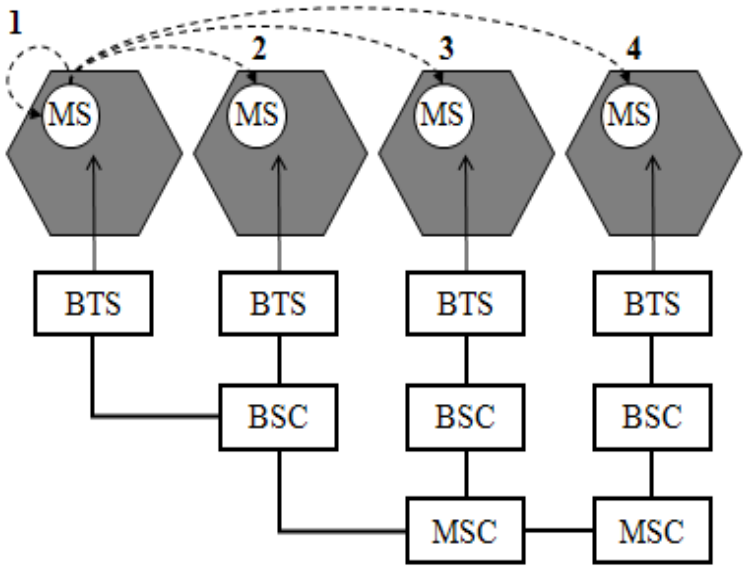


Figure II.4. Les différents types de handover**.**

1- Le HandOver entre canaux radio d'une même BTS.
2- Le HandOver entre BTS du même BSC en vue d'assurer la continuité de la communication quand une MS passe d'une cellule à une autre cellule.
3- Le handover entre cellules appartenant à deux BSC du même MSC.
4- Le HandOver entre BTS de différents MSC du même PLMN.

II.3.1.3. Principe de la mesure pour le handover

- Pour le "sens montant", la BTS mesure la qualité et le niveau du signal reçu .
- Pour le "sens descendant", la MS mesure la qualité et le niveau du signal reçu (RXQUAL et RXLEV), et les transmet toutes les 0,5 ms via le canal SACCH.
- La MS mesure la qualité et le niveau de la porteuse BCCH des BTS avoisinantes.

Le résultat des mesures pour 6 cellules adjacentes les plus fortes est transféré via le SACCH à la BTS. La cellule concernée est identifiée par le BSIC transféré dans le BCCH [6]

II.3.2. La mobilité réseau

La mobilité réseau est assurée principalement par deux mécanismes :

- Mécanisme de gestion de la localisation (itinérance).
- Mécanisme de sélection et resélection de cellule.

II.3.2.1. Gestion de la localisation

La procédure de mise à jour de localisation permet au réseau d'être informé de l'emplacement du mobile à tout moment. Cet emplacement correspond à la zone de localisation. Quand le mobile se déplace dans deux cellules appartenant à deux zones de localisation, la MS doit effectuer une **mise à jour de localisation** [7]**.** Il y a quatre types de mise à jour de localisation **:**

- ✓ Mise à jour sur changement de zone de localisation.
- ✓ IMSI DETACH.
- ✓ IMSI ATTACH
- ✓ Mise à jour périodique.

a/ Mise à jour sur changement de zone de localisation

Deux cas peuvent se présenter :

- **Mise à jour de localisation, même MSC/VLR**

Lorsqu'un mobile change de LA, mais reste toujours sous le même MSC/VLR, la mise à jour se fait selon les étapes suivantes :

1) La MS écoute le canal de contrôle BCCH dans la nouvelle cellule pour déterminer le LAI, celui-ci est comparé avec l'ancien, s'ils sont différents, une mise à jour est nécessaire.
2) La MS établit une connexion avec le réseau à travers le canal logique SDCCH et la procédure d'authentification est lancée.
3) Si la procédure d'authentification est réussie, la MS envoie un message de mise à jour.

4) La nouvelle position de la MS n'est enregistrée qu'au niveau du VLR qui envoie un message de reconnaissance.
5) Le MSC/VLR ordonne aux MS et BTS de libérer le canal de signalisation.

- **Mise à jour de localisation, nouveau MSC/VLR** [8]

Une station mobile se déplaçant d'une zone LA2 à la zone LA3 appartenant à deux MSC/VLR différents va effectuer une mise à jour dite inter-MSC/VLR.

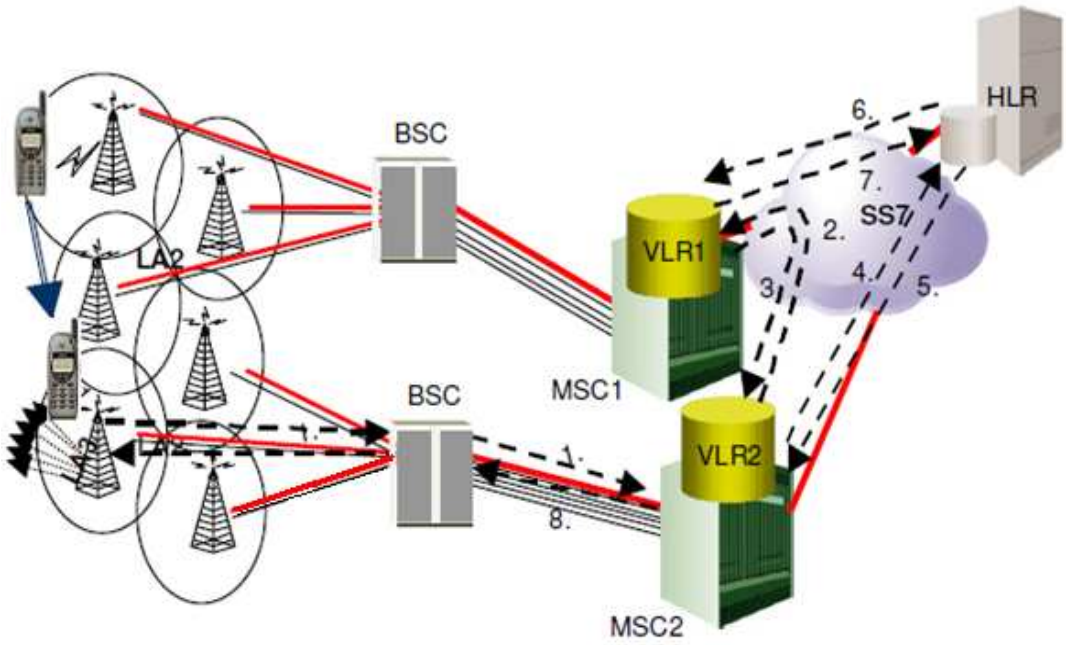


Figure II.5. Mise à jour de localisation inter VLR

La procédure, illustrée dans la **figure II.5** est comme suit :

1) Un message de mise à jour de localisation MM LOCATION UPDATING REQUEST est envoyé de la station mobile au nouveau MSC/VLR Ce message inclut l'ancien LAI (LA2), le nouveau LAI (LA3) et le TMSI (alloué par le MSC/VLR1). Le nouveau MSC relaye cette information au VLR2 via une requête MAP_UPDATE LOCATION_AREA.

2) Le VLR2 ne dispose pas d'enregistrement pour cette station mobile et l'IMSI correspondant n'est pas connu. A partir de l'ancien LAI (LA2), le VLR2 identifie le VLR prenant en charge cette localisation (VLR1) et lui envoie un message

MAP_SEND_IDENTIFICATION. Ce message contient le paramètre TMSI de la station mobile.

3) La réponse MAP_SEND_IDENTIFICATION_Ack retournée par le VLR1 contient l'IMSI.VLR2 crée un enregistrement correspondant et affecte un nouveau TMSI à la station mobile.

4) Le VLR2 émet une requête MAP-UPDATE-LOCATION de mise à jour de localisation au HLR puisque la station mobile est sous le contrôle d'un nouveau MSC/VLR.

5) Le HLR met à jour l‘ enregistrement de la station mobile (champ VLR) et retourne au VLR le profil correspondant via une requête MAP-INSERT-SUBSCRIBER-DATA.

6) Par ailleurs le HLR émet un message MAP_CANCEL_LOCATION afin de demander au VLR1 de supprimer l'enregistrement correspondant à cette station mobile.

7) Une réponse MAP_CANCEL_LOCATION_Ack est retournée du VLR1 au HLR.

8) Le VLR2 retourne au MSC le TMSI affecté à la station mobile via une réponse MAP_UPDATE_LOCATION_AREA_ack. Le MSC relaye ce TMSI à la station mobile dans un message MM LOCATION UPDATING ACCEPT. La station mobile stocke cette information sur sa carte SIM et retourne un message MM TMSI REALLOCATION COMPLETE au MSC/VLR.

b/ Mise à jour de localisation périodique

La mise à jour de localisation périodique est initiée par le mobile, après une période de temps prédéfinie par l’opérateur. Si le mobile ne lance pas la mise à jour de localisation à l’issue de cette période il est marqué comme injoignable.

L’avantage de la mise à jour périodique est d’éviter les messages de recherche inutiles et ceci typiquement lorsque le mobile se met hors service sans effectuer une procédure *«IMSI DETACH»* ou lorsqu’il perd la couverture du réseau.

c/ IMSI Detach

La procédure de mise à jour par *«IMSI DETACH»* est utilisée pour réduire le nombre de procédures de *«paging»*, le déroulement est comme suit :

1) À la mise hors tension le mobile demande un canal de signalisation.
2) Le mobile utilise ce canal pour émettre le message «IMSI_DETACH» au MSC/VLR.
3) Le MSC/VLR reçoit le message et signale au réseau que le mobile est détaché afin de rejeter tous les appels destinés à ce mobile.

Dans le cas où un VLR n'a pas eu de contact avec un mobile pendant une certaine période, le réseau peut prendre l'initiative de le « détacher ». Cette operation est appelée « IMSI Detach implicite » et consiste de la part du VLR à marquer un mobile comme étant détaché du réseau.

d/ IMSI Attach

La procédure de la mise à jour de localisation *«IMSI ATTACH»* est complémentaire à la procédure *«IMSI DETACH»*. Lorsque le mobile est mis sous tension, il informe le réseau avec le message *«IMSI ATTACH»* qu'il est revenu à l'état actif et capable de recevoir les appels.

Si le mobile change de zone en étant éteint, une mise à jour de localisation est déclenchée lors de la réception du message «IMSI_ATTACH».

II.3.2.2. Gestion de sélection et resélection de cellule [13]

Une station mobile sous tension doit pouvoir recevoir des appels ; le mobile est alors dans un « état de veille ».

La veille d'une station mobile correspond à une activité certaine, elle doit se caler sur une cellule c'est a dire écouter régulièrement une voie balise et surveiller constamment son environnement pour détecter une éventuelle sortie de la cellule.

Le choix de la voie balise se fait en fonction de critère radio pour assurer à l'usager que le terminal est capable de communiquer avec une qualité de service acceptable , et de critères administratifs pour orienter le terminal sur le PLMN nominal de l'abonné ou un PLMN autorisé .

Ce choix comporte donc un processus de « sélection de cellule » et un processus de « Sélection de PLMN ». Ces processus sont activés lorsque la station mobile est mise sous tension et lorsqu'elle sort d'une cellule. Dans ce cas particulier, les règles de choix de la

cellule peuvent être différentes, c'est un autre processus que l'on appel le processus de resélection de cellule.

a/ Processus de sélection de cellule

Il est constitué de quatre phases :

- **Constitution d'une liste de voies balises**

Une station mobile doit être capable de fonctionner sur le réseau le plus rapidement possible dé sa mise sous tension, alors elle doit utiliser au maximum les informations décrivant son environnement. Celles-ci peuvent être données par le réseau ou bien déterminées à partir des précédentes activités de la station mobile, ce qui veut dire qu'il y a deux cas :

- ✓ Lorsque la station mobile ne dispose d'aucun renseignement, elle effectue une sélection sur l'ensemble des fréquences possibles de GSM : le mobile recherche les 30 porteuses les mieux reçues en mesurant le champ.
- ✓ La sélection sur liste quand le mobile a mémorisé les voies balises lors de la dernière mise sous tension.

- **Etude des voies balises**

La station mobile va rechercher une cellule convenable dans la liste mémorisée ou constituée suivant plusieurs critères :

- appartenance au PLMN sélectionné.
- la cellule ne doit pas être interdite.
- elle ne doit pas se situer dans une zone interdite.
- l'affaiblissement entre le mobile et l'émetteur doit être inférieur à un certain seuil.

- **Sélection du PLMN**

Dans la plupart des cas, l'usager reste dans son PLMN nominal. Lorsqu'il met le terminal sous tension, le PLMN sélectionné est le PLMN nominal et la première voie balise trouvée fait partie de ce PLMN. Il n'est pas nécessaire d'effectuer une procédure de sélection de réseau.

Quand l'abonné voyage à l'étranger, le terminal échoue dans sa recherche de voies balises car celles-ci ne portent pas le numéro du PLMN sélectionné. Le mobile entre donc

dans un processus de sélection du PLMN et choisit un PLMN sur l'ensemble des fréquences GSM.

Le choix du réseau parmi les réseaux détectés peut être réalisé de deux manières différentes :

Mode automatique : Il y a une liste préétablie de réseaux classés par ordre de priorité, stockée dans la carte SIM de l'abonné .Cette liste permet au mobile de sélectionner le réseau disponible ayant la priorité la plus élevée.

Mode manuel **:** La station mobile affiche la liste des réseaux disponibles et c'est à l'utilisateur de choisir un.

Une fois le PLMN choisi, le terminal tente une inscription sur une cellule convenable. Si l'inscription est acceptée, le PLMN est alors sélectionné et le mobile peut se caler sur la cellule, sinon il indique que le service GSM n'est pas disponible.

- **Calage sur une cellule**

Quand le mobile a sélectionné un réseau et une cellule, il effectue les opérations suivantes :

- ✓ Il reçoit les informations concernant le système diffusées par le réseau sur le canal BCCH.
- ✓ Il peut à tout moment établir rapidement une communication en accédant au réseau sur le canal RACH de la cellule sélectionnée (canal de contrôle partagé permettant au mobile de se signaliser au réseau pour demander un service particulier).
- ✓ Il écoute le canal PCH pour surveiller les messages d'appel en diffusion émis par le réseau.

Une fois ces informations récupérées le mobile est alors dit calé sur une cellule.Il reçoit alors sur le canal BCCH la liste des porteuses à étudier. Le champ reçu sur chaque porteuse est mesuré périodiquement, ce qui permet de déterminer la liste des 6 cellules les plus puissantes.

Il y a en permanence vérification de la présence du mobile dans la cellule à l'aide du critère d'affaiblissement C1. De plus il vérifie fréquemment qu'il n'existe pas une meilleure cellule à l'aide du critère de resélection C2.

b/ Processus de resélection de cellule

La cellule sélectionnée est donc celle dont le paramètre C1 est le plus important. Toutes les 5 secondes C1 et C2 sont recalculées afin de vérifier que le mobile est toujours dans la

cellule ou qu'il n'existe pas de meilleure cellule. En cours de sélection d'une cellule, la station mobile peut avoir à en sélectionner une autre.

Le processus de resélection peut survenir si l'un des évènements suivants est vérifié pendant une durée supérieure ou égale à 5 secondes :

- ✓ Le paramètre C1 indique que l'affaiblissement avec la cellule courante est très grand.
- ✓ La station mobile ne reçoit plus les messages de signalisation sur le lien descendant.
- ✓ La cellule sélectionnée par le mobile est passée dans l'état interdit.
- ✓ Il existe une meilleure cellule (le paramètre C2).

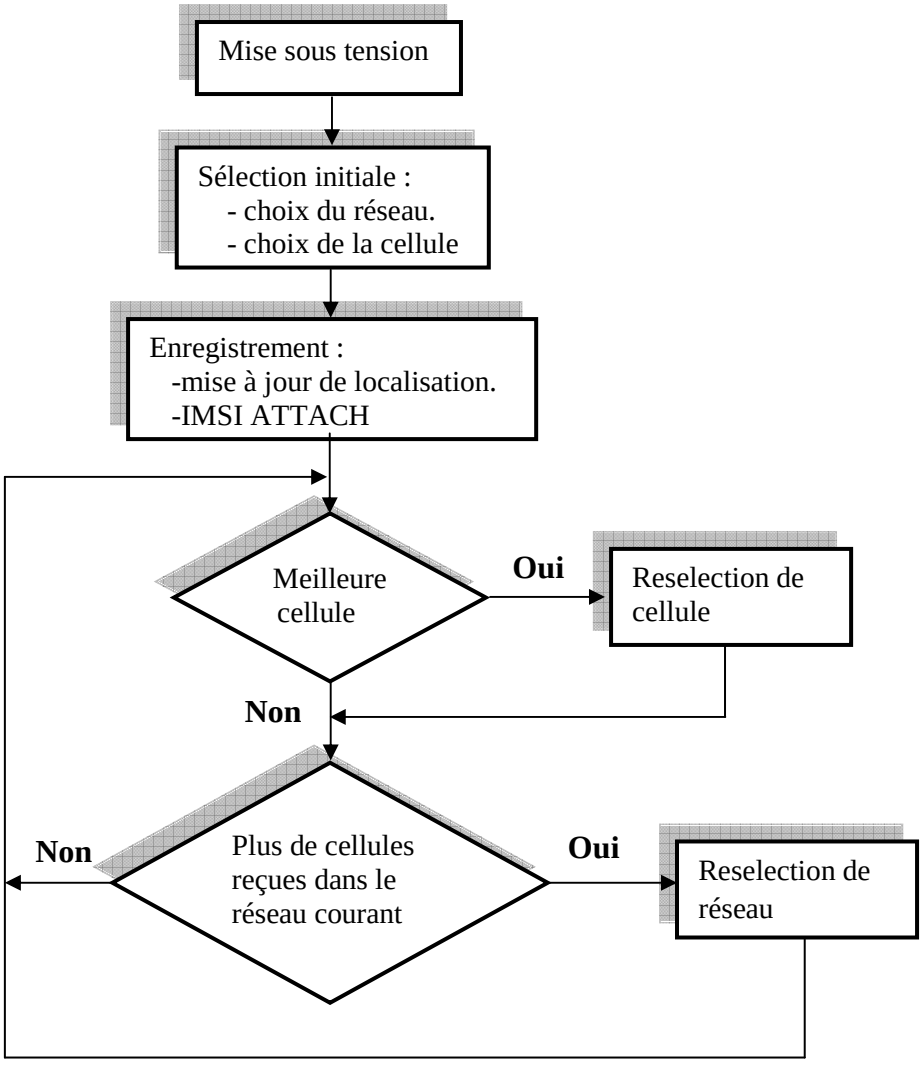


Figure II.6. Déroulement général du processus de sélection /resélection

II.4. Sécurité et confidentialité

L'emploi d'un canal radio dans le réseau GSM rend les communications vulnérables aux écoutes et aux utilisations frauduleuses, par conséquent le réseau a introduit des mécanismes d'identification qui garantissent une certaine sécurité et préservent l'anonymat des communications. En matière de sécurité, deux notions sont importantes :

- L'authentification.
- La confidentialité.

Pour assurer ces fonctions de sécurité le GSM utilise les éléments suivants :

- Ki : clé d'authentification individuelle secrète.
- RAND : nombre aléatoire généré par le système.
- SRES : signature de la réponse de la station mobile.
- A3 : algorithme d'authentification utilisé pour calculer SRES à partir du RAND et Ki.
- Kc : clé de chiffrement.
- A8 : algorithme permettant de générer Kc à partir du RAND et Ki.
- A5 : algorithme de cryptage utilisé pour crypter / décrypter les informations radio, en utilisant la clé Kc.

L'utilisation de ces différents éléments peut être schématisée par la **figure** suivante.

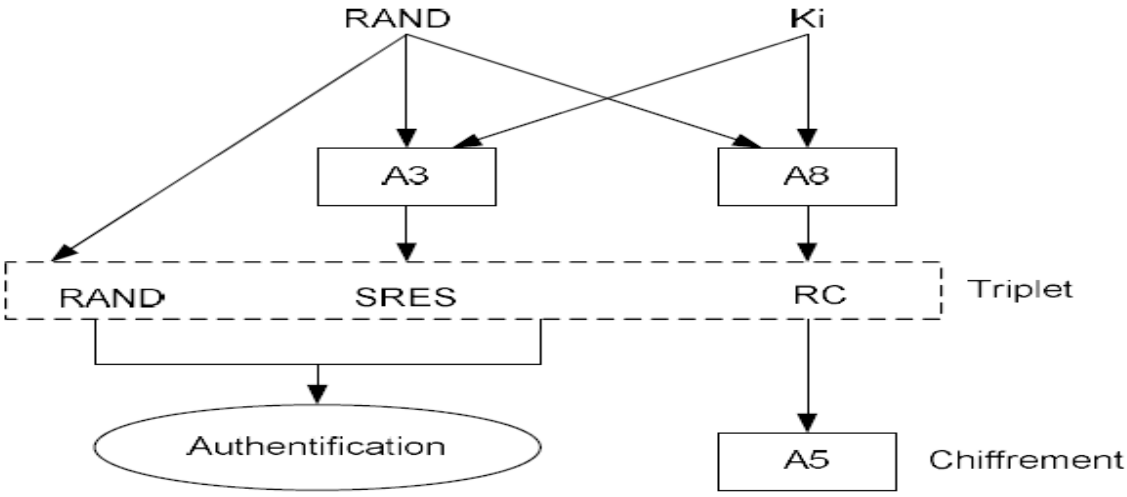


Figure.II.7. Utilisation des différents éléments de sécurité dans GSM

A chaque abonné est attribué une clé Ki propre. Les algorithmes A3 et A8 sont implantés dans l'AUC et la carte SIM, tandis que l'algorithme A5 est implanté dans la BTS et l'équipement mobile. Les éléments RAND, SRES et Kc jouent un rôle particulier et sont groupés dans des triplets, générés par l'AUC et stockés dans le HLR en réserve. Les triplets obtenus permettent au réseau (au niveau de MSC/VLR) d'authentifier chaque abonné et de chiffrer les communications.

III.4.1. Authentification de la MS

III.4.1.1. Authentification de l'identité de l'abonné

L'authentification de l'identité des abonnés confirme au système que le numéro IMSI (ou TMSI) envoyé par la MS est correct et valable.

La procédure d'authentification s'exécute selon les étapes suivantes :

1. Le MSC/VLR reçoit IMSI/TMSI émis par la MS.
2. Le MSC/VLR envoie un message contenant IMSI au HLR, en lui demandant de lui fournir des triplets.
3. Le HLR fournit les triplets au MSC/VLR.
4. Le MSC/VLR transmet RAND à la MS.
5. La MS calcul le nombre SRES, le résultat obtenu est envoyé par le mobile au MSC/VLR.
6. Le MSC/VLR compare SRES au SRES du triplet dont il dispose, si les deux entités sont identiques, l'abonné est authentifié.

Le déroulement de la procédure est schématisé dans la figure c dessous.

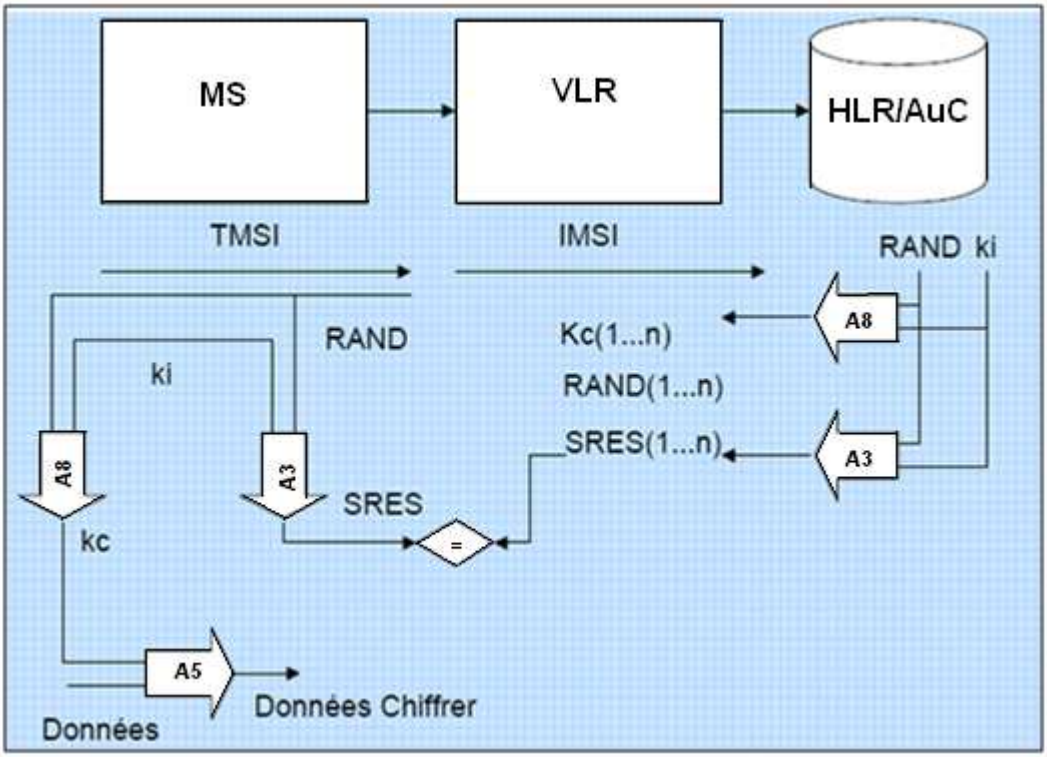


Figure II.8. Déroulement de la procédure d'authentification

II.4.1.2. Authentification de l'équipement mobile

Elle se fait selon les étapes suivantes :

1- Le MSC/VLR demande l'identité de l'équipement (IMEI) à la MS.

2- La MS envoie IMEI au MSC.

3- Le MSC/VLR transmet IMEI à l'EIR.

4- Le résultat d'accord ou d'interdiction est envoyé au MSC.

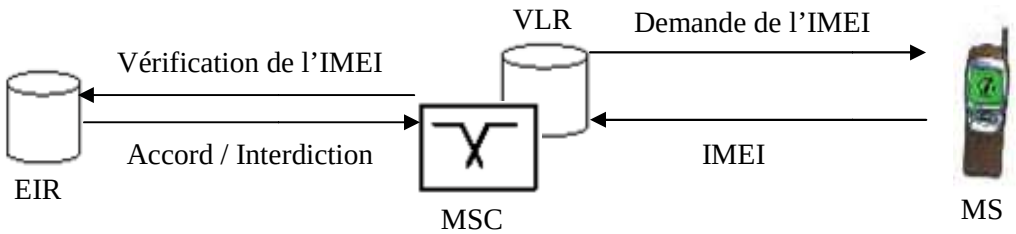


Figure II.9. Procédure d'identification de l'équipement mobile

II.4.2. Chiffrement de l'information

La confidentialité des informations usagers est obtenue grâce au chiffrement (cryptage) de celle-ci, elle ne concerne que les informations transmises sur l'interface MS /BTS.

L'information est chiffrée grâce à la clé Kc qui est également produite au niveau de la MS et l'activation de chiffrement/déchiffrement de l'information est réalisée à partir de l'algorithme A5. Le chiffrement ne peut pas être actif qu'en cas de procédure d'authentification positive.

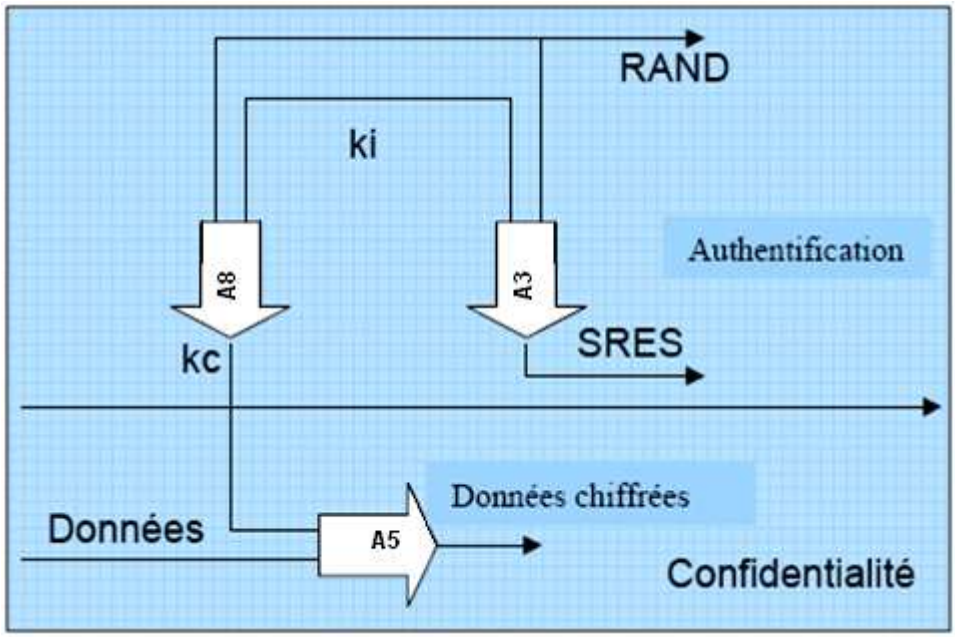


Figure II.10. Déroulement de la procédure de chiffrage

II.5. Acheminement des appels

L'une des fonctions essentielles d'un système de communication est l'acheminement des appels, le but de cette fonction est le routage et l'établissement des appels entre les différents abonnés.

Un appel comporte une conversation de signalisation au préalable nécessaire à l'établissement de l'appel, à la réservation des ressources, et à leur relâchement, puis la conversation des usagers, comme nous allons le voir dans les différents scénarios suivants.

II.5.1 Appel en provenance de la MS

La procédure de l'appel, illustrée dans la **Figure II.11**, est comme suit :

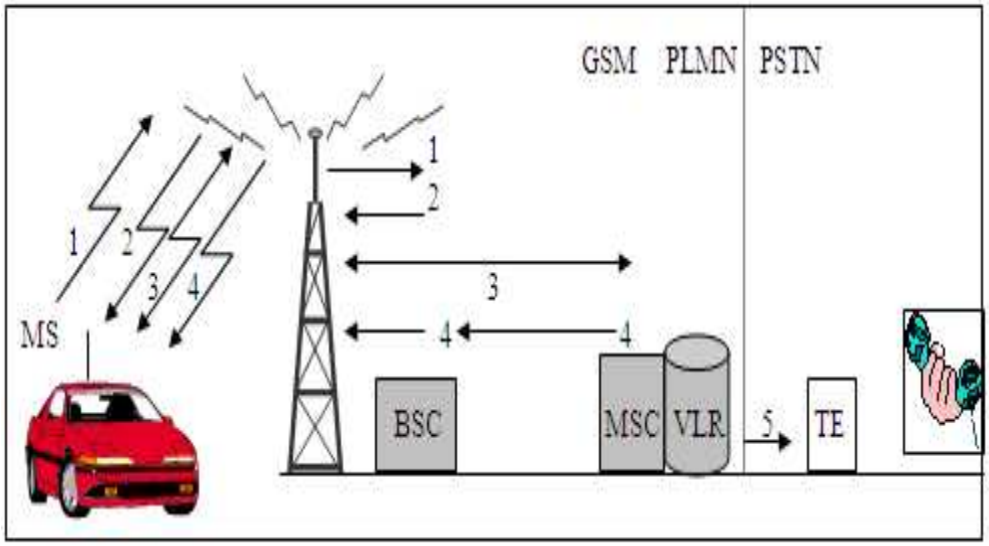


Figure II.11. Etablissement d'un appel de MS vers un abonné du réseau fixe PSTN

1) La MS effectue une requête sur le canal RACH de la BTS pour demander un canal de signalisation SDCCH afin d'établir un appel.
2) Le BSC attribue un canal de signalisation en utilisant le canal AGCH.
3) La MS envoie une demande d'établissement d'appel au MSC/VLR par l'intermédiaire du SDCCH, sur lequel a lieu toute la signalisation qui précède un appel. Ceci comprend « occupé » de la MS dans le MSC/VLR, la procédure d'authentification, l'envoi du numéro B (abonné demandé du RTPC) et la vérification de l'activation éventuelle du service « interdiction des appels sortants » (barring of outgoing calls) par l'abonné.
4) Le MSC/ VLR demande au BSC d'attribuer un TCH libre. Ceci est transmis au

BTS et au MS, qui reçoivent l'ordre d'activer le TCH.

5) Le MSC/ VLR transmet le numéro B à un central du RTPC, qui établit la liaison avec l'abonné B. Ce dernier répond et la communication est établie.

II.5.2 Appel à destination de MS

La différence principale entre un appel à destination d'un abonné mobile et fixe est que nous ne connaissons pas la localisation d'un abonné mobile. Il faut donc effectuer une recherche de la MS pour pouvoir établir la liaison. Etudions la procédure d'établissement d'un appel d'un abonné fixe du RTPC vers un abonné mobile qui est décrite dans la **figure II.12**.

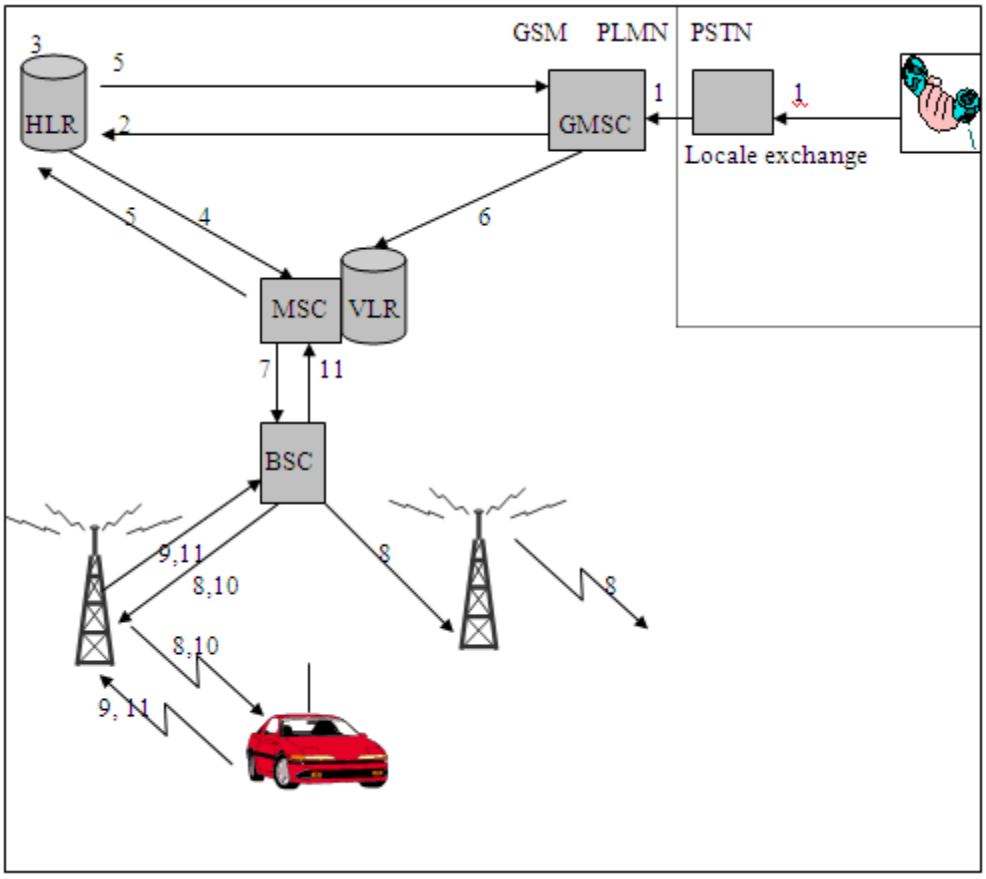


Figure II.12. Appel d'un abonné du réseau fixe RTCP vers MS

1) L'abonné du RTPC compose le numéro MSISDN (numéro d'appel de la MS). Le MSISDN est analysé dans le central local du RTPC, qui détermine qu'il s'agit

d'un appel à destination d'un abonné du réseau GSM. Une liaison est établie avec le GSMC.

2) Le GMSC analyse le MSISDN (appelé B-number) pour déterminer le HLR dans Lequel la MS est enregistrée, puis demande au HLR les informations de routage du distinataire pour trouver par quel MSC/ VLR l'abonné est servi.
3) Le HLR transpose le MSISDN en IMSI et peut alors déterminer le MSC/VLR qui dessert actuellement la MS.
4) Le HLR demande un numéro de roaming MSRN au MSC/VLR desservant. Le MSRN contient l'adresse du MSC/VLR.
5) Le MSC/VLR renvoie le MSRN au GMSC par l'intermédiaire du HLR.
6) Le GMSC réachemine l'appel au MSC/VLR directement ou par l'intermédiaire du RTPC, en y ajoutant les informations provenant du RTPC.
7) Le MSC sait dans quelle zone de localisation LA, la MS se trouve. Un message 'paging' est envoyé au BSC.
8) Le BSC envoie le message 'paging' aux BTS situées dans la zone localisée et les BTS diffusent ce message sur le canal PCH. La recherche de la MS s'effectue en utilisant le numéro IMSI ou TMSI.
9) Lorsque la MS détecte le message de recherche, elle envoie une demande de canal de signalisation SDCCH.
10) SDCCH est utilisé pour les procédures d'établissement d'appel comme dans le cas d'un appel en provenance de la MS, après quoi un TCH est attribué et SDCCH est libéré. Le mobile sonne et la communication est établie lorsque l'abonné mobile répond.

II.6. Conclusion

Les systèmes radio-mobiles ont été conçus pour assurer l'itinérance des utilisateurs sur un territoire à dimension nationale voire internationale. Les utilisateurs ont, par ailleurs, été habitués entre autres à bénéficier de service de mobilité leurs permettant de changer de cellule en cours de communication sans subir d'interruption, comme il a été décrit au cours de ce chapitre. Mais le réseau GSM ne s'est pas arrêté là, il a même pu permettre aux abonnés un accès étendu même au-delà du réseau de leurs opérateurs de souscription, que nous allons voir dans le chapitre 3.

Chapitre III

Principe du roaming

III.1. Introduction

Le téléphone cellulaire est tellement omniprésent dans les activités de l'homme qu'il veut l'avoir avec lui partout où il se rend sans tenir compte, ni de la couverture limite de son fournisseur de service ni de la disponibilité de ce dernier dans la zone donnée.

Certains utilisateurs se font accompagner de leurs téléphones mobiles lors des voyages à l'étranger pour un usage éventuel. Alors face à ces besoins, l'itinérance (Roaming) se présente comme une alternative pour les abonnés en déplacement afin qu'ils puissent être joignables partout.

III.2. Définition

L'itinérance plus connue sous le nom de ***Roaming*** est l'une des possibilités les plus fascinantes de la téléphonie mobile. Permettant à l'abonné d'utiliser son portable un peu partout dans le monde sans même changer de numéro d'appel.

L'abonné pourra ainsi émettre et recevoir automatiquement des appels, envoyer et recevoir des données (sms) ou d'accéder à d'autres services en dehors de la couverture géographique de son réseau de télécommunication au moyen de l'un des réseaux de la région visitée.

Le service d'itinérance, ou « roaming » est automatiquement activé via la carte Sim, ce qui procure une utilisation libre du téléphone.

III.3. Types de Roaming [9]

Le service Roaming peut être fourni à l'échelle nationale et internationale, trois types de Roaming sont fournis à travers le monde :

III.3.1. Le Roaming National

Le Roaming National peut se traduire par l'itinérance nationale .L'abonné peut roamer (se déplacer) ou se localiser d'un operateur mobile à un autre dans un même pays.

Le roaming national n'est pas vraiment très répandu mais toutefois les operateurs doivent s'associer entre eux pour couvrir des zones mal couvertes.

III.3.2. Interstandard roaming

Il s'agit d'un type de service roaming offert par deux compagnies utilisant deux technologies différentes (CDMA, GSM), ce type de service roaming peut être national ou international.

III.3.3. Le Roaming International

Signifie que l'abonné peut aller roamer sur un operateur d'un pays étranger. Pour permettre aux abonnés d'un operateur mobile de passer en toute transparence d'un réseau de communication sans fils à un autre.

L'accord bilatéral se décompose en deux parties :

- Roaming In ou Inbound Roaming :

L'operateur A accueil les abonnés de l'operateur B.

Le *roaming in* consiste pour un operateur donné à facturer les autres operateurs pour lesquels les abonnés auraient utilisé son réseau.

- Roaming Out ou Outbound Roaming :

Dans ce cas, les abonnes de l'operateur A sont accueillis par l'operateur B.

Le *roaming out* consiste pour un operateur donné à recevoir des justificatifs de communication et facturer ses abonnés en conséquence.

III.4. Privilèges du roaming

L'implémentation du service roaming offre des avantages indéniables à toutes les parties concernées :

- **pour le réseau d'origine (HPLMN)**
  - Satisfaction de sa clientèle (disponibilité du service n' importe où).
  - Génération des revenus indirects (à travers les réseaux d'accueil).
  - Moins de dépenses dans la mise en place des infrastructures.
  - Avantages compétitifs.
- **pour le réseau d'accueil (VPLMN)**
  - Plus d'abonnés, ce qui induit une utilisation optimale du réseau.
  - Génération des revenus.
  - Avantages compétitifs.
- **pour l'abonné**
  - Disponibilité des services n' importe où.
  - Possibilité de basculement entre les différents operateurs du pays d'accueil avec lesquels y'a eu déjà un accord.
  - En utilisant le même numéro d'appel, le roamer est favorisé pour garder tous ses contacts.

- La fidélité à son réseau d'origine, le roamer n'aura pas à se souscrire auprès d'un autre operateur étranger.

III.5. Mise à jour de localisation d'un Roamer

Pour la mise à jour de localisation internationale, la procédure est presque la même qu'au niveau national. Considérons un abonné d'un PLMN-1se présentant dans un PLMN2 autre que son PLMN d'origine (VPLMN).

La station mobile transmet son IMSI au MSC/VLR sous la couverture duquel elle se trouve qui est appelé dans ce cas VMSC (*Visited* MSC), celui-ci doit contacter le HLR de l'abonné, et la seule donnée dont dispose le VMSC pour l'adressage SCCP est l'IMSI.

Cependant, avec le réseau de signalisation internationale, l'IMSI ne doit pas être utilisé, Alors, il est nécessaire de convertir l'IMSI en MGT (*Mobile Global Title*) pour router les messages de signalisations vers le HLR approprié.

La structure du MGT est arrangée en deux parties, l'une suit le plan E.164 et l'autre le plan E.212, pour former ensemble une structure conforme à la recommandation E.214 qui est illustrée dans la **figure** suivante.

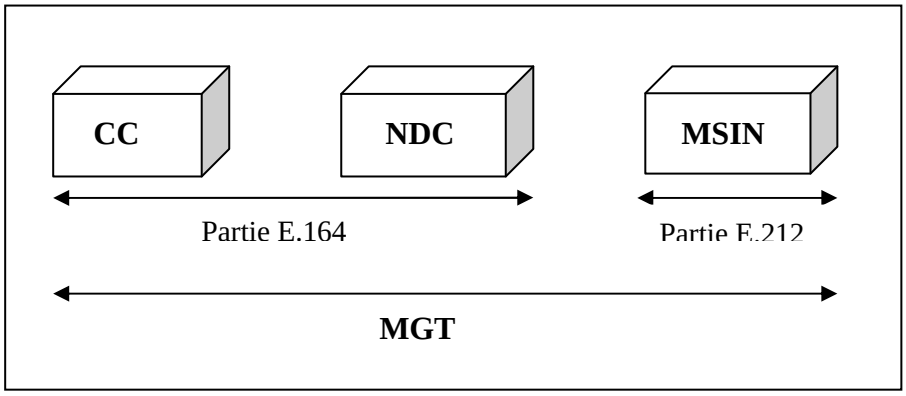


Figure III.1. Structure du MGT

Les échanges de message se font ensuite de manière classique. A l'issue de la mise à jour de la localisation, le VMSC/VLR contient l'ensemble du profile de l'abonné et le HLR mémorise l'adresse du VLR où l'abonné est enregistré.

III.6. Déroulement des appels en roaming

Avant d'entamer toute procédure d'un appel, le roamer doit procéder à une mise à jour de localisation pour informer le réseau visité de sa position.

III.6.1. Appel entrant

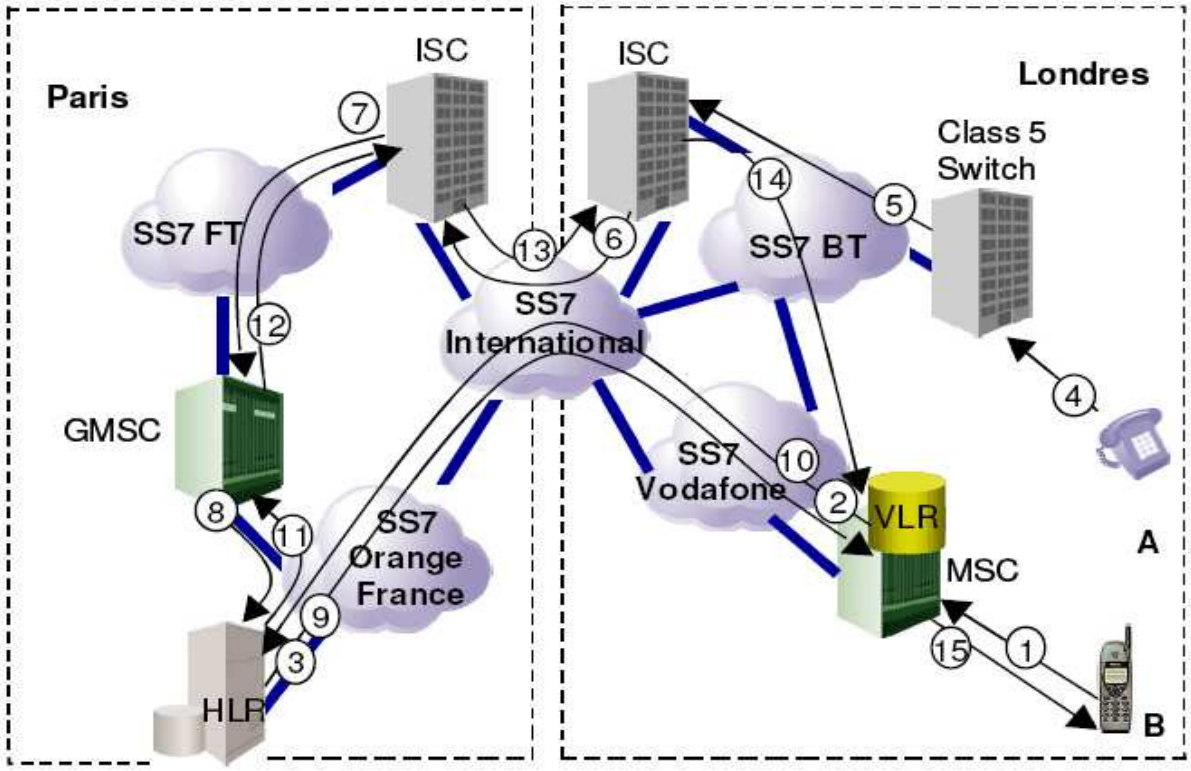


Figure III.2. Appel entrant à destination d'un roamer.

Supposant qu'un usager B ayant souscrit à un abonnement avec roaming international auprès de l'operateur Orange France met sous tension son mobile alors qu'il se trouve à Londres et rattaché à l'operateur Vodafone UK.

1- Un message d'attachement MM ATTACH REQUEST est envoyé de la station mobile au MSC visité à travers la BTS et le BSC. Ce message inclut le LAI et le TMSI mais sachant que le VLR ne disposant pas d'enregistrement pour cette station mobile, alors le MSC lui envoie un message MM Identity Request pour qu'il lui acquitte par une réponse MM Identity Response contenant son IMSI. Le MSC relaye cette information au VLR via une requête MAP-UPDATE-LOCATION-AREA.

2- D'après le numéro d'IMSI fourni par la station mobile B lors de son attachement au réseau, le VLR de rattachement met à jour le HLR d'Orange France contenant le profil de cet usager par une requête MAP-UPDATE-LOCATION.

3- Le HLR met à jour l'enregistrement de l'usager et retourne les informations relatives à l'usager via une requête MAP-INSERT-SUBSCRIBER-DATA.

4- Un abonné du RTCP de British Telecom (BT) souhaite établir une communication avec l'usager B, il compose le numéro 00336608xxxxxx.

5- Le Class 5 Switch de BT qui rattache l'appelant analyse le numéro, identifie qu'il s'agit d'un appel international et route l'appel vers un Class 4 Switch international de BT via le message ISUP IAM après avoir réservé un circuit de parole disponible.

6- Le Class 4 Switch de BT route à son tour l'appel vers le Class 4 Switch international de France Telecom (FT) via un message ISUP IAM après analyse du préfixe 0033.

7- Le Class 4 Switch de FT analyse le numéro de destination et grâce au 608, il identifie que l'appelé appartient au réseau mobile d'Orange France.il route l'appel vers un GMSC d'Orange France le plus proche possible de ce class 4 switch de FT, après avoir réservé un circuit de parole avec ce GMSC.

8- Le GMSC interroge le HLR via une requête MAP-SEND-ROUTING-INFORMATON pour connaitre la localisation de la MS.

9- Le HLR Orange France demande au VLR Vodafone UK un MSRN à l'aide de la requête MAP-PROVIDE-ROAMING-NUMBER.

10- Le VLR affecte alors un MSRN à ce mobile et le retourne au HLR avec la réponse MAP-PROVIDE-ROAMING-NUMBER-ACK.

11- Puis le HLR retourne à son tour ce MSRN au GMSC demandeur avec la réponse MAP-SEND-ROUTING-INFORMATON-ACK.

12- Le GMSC analyse le MSRN et identifie qu'il s'agit d'un appel vers l'étranger. il route alors l'appel à un class 4 Switch international de FT après avoir réservé un circuit de parole libre avec ce dernier (message ISUP IAM).

13- Le class 4 Switch de FT route l'appel à son tour à un class 4 Switch international de BT.

14- Ce dernier analyse le MSRN et achemine l'appel vers le MSC de rattachement de la station mobile appelée.

15- Le VLR gérant la zone de couverture de ce MSC retrouve, par l'opération de paging sur toutes les BTS de la zone de localisation, le mobile demandé. [8]

III.6.1. Appel sortant international [10]

L'abonné mobile désire appeler l'abonne fixe d'un autre pays, il entame une procédure d'appel au cas d'un appel national. Le VMSC/VLR lit le profil de l'abonne (restriction d'appel en particulier) et vérifie que l'appel est autorisé.

Le VMSC établit l'appel par l'intermédiaire d'un centre de transit international a partir duquel il est routé vers le pays destinataire toujours sur la base du numéro composé. Dans ce cas, le PLMN qui est le PLMN nominal de l'abonne n'intervient pas dans l'établissement de l'appel. A la fin de la communication ou ultérieurement le VMSC/VLR va transmettre les données de facturation au PLMN pour que l'operateur puisse facturer directement la communication à l'abonné.

III.7. Service de messages courts (SMS)

Le service de messages courts offert par le réseau GSM (SMS, pour Short Messages Service) permet à un utilisateur de composer un message textuel d'au plus 160 caractères à partir de son terminal mobile et de l'envoyer à un destinataire possédant également un téléphone mobile GSM.

L'un des atouts de ce service , est son adaptabilité aux circonstances où l'écrit est le mieux adapté en particulier lorsque l'on a besoin de transmettre un message à une personne sans vouloir la déranger (réunion, heure tardive...) ou bien lorsque son environnement immédiat ne permet pas une conversation téléphonique dans de bonnes conditions (bus, taxi-moto, lieux bruyants...)

En outre, lors d'un évènement important entraînant de nombreux appels d'abonnés reliés à une même cellule, la communication vocale devient de plus en plus difficile alors que les SMS sont acheminés correctement ; en ce sens, les SMS sont plus disponibles que la voix, et notons que la réception des SMS en état de roaming international est gratuite contrairement aux appels reçus qui sont facturés.

III.7.1. Eléments mis en œuvre dans la transmission d'un SMS

Parmi les différentes entités impliquées dans la transmission des sms, on a :

- SMS-C (*Short Message Service-Center*) : Permet de gérer le transfert de messages SMS entre téléphones mobiles. En particulier, quand un abonné envoie un SMS vers un autre, le téléphone transmet en réalité le SMS vers le SMSC. Le SMSC stocke le message puis le transmet au destinataire lorsque celui-ci est présent sur le réseau (mobile allumé), le SMSC fonctionne sur le mode "Store and Forward".
- SMS-GMSC : La fonction passerelle SMS-GMSC permet de router les messages vers le VMSC (MSC visité) en interrogeant le HLR.
- SMS-IWMSC (*Short Message Service- InterWorking MSC*): Un message émis par un mobile est acheminé du MSC visité jusqu'au MSC où se trouve le serveur. Ce dernier MSC remplit alors une fonction d'interfonctionnement.

III.7.2. Procédures de transmission

III.7.2.1. Selon le chemin suivi

- ✓ **SMS Interworking :** Le chemin est le plus direct, le sms parviendra à destination en passant juste par le centre de messagerie SMS-C.
- ✓ **SMS via un centre intermédiaire :** Dans ce cas, le SMS ayant déjà passé par le centre SMS-C doit être réacheminé vers un centre de messagerie international Nilcom pour le router vers le destinataire.

III.7.2.2. Selon la destination

Lorsqu'un texto est envoyé d'un mobile à un autre, il est décomposé en deux étapes :

- Mobile Terminating SMS-MT : Envoyé du SMS-C vers une station mobile.
- Mobile Originating SMS-MO : D'une station mobile vers un SMS-C.

Il n'y a pas à s'étonner de recevoir un message et un appel de façon simultanée. Sur l'interface radio, les SMS sont envoyés à travers les canaux (SACCH, SDCCH), selon que le mobile est en communication ou en veille. Leurs acheminements entre les divers équipements du réseau sont gérés par le réseau de signalisation SS7 via le protocole MAP.

a/ Transfert d'un message vers un roamer (SMS-MT)

Le SMS à destination du roamer permet de transférer un message court du SMS-C vers le mobile. Il faut également des informations relatives sur la délivrance du message court sous la forme d'un rapport (delivery report) qui confirme la délivrance du message au destinataire ou

d'un rapport d'échec qui informe l'expéditeur que le message court n'a pas été livré et le pourquoi. La **figure III.3** modélise l'acheminement d'un SMS vers un mobile.

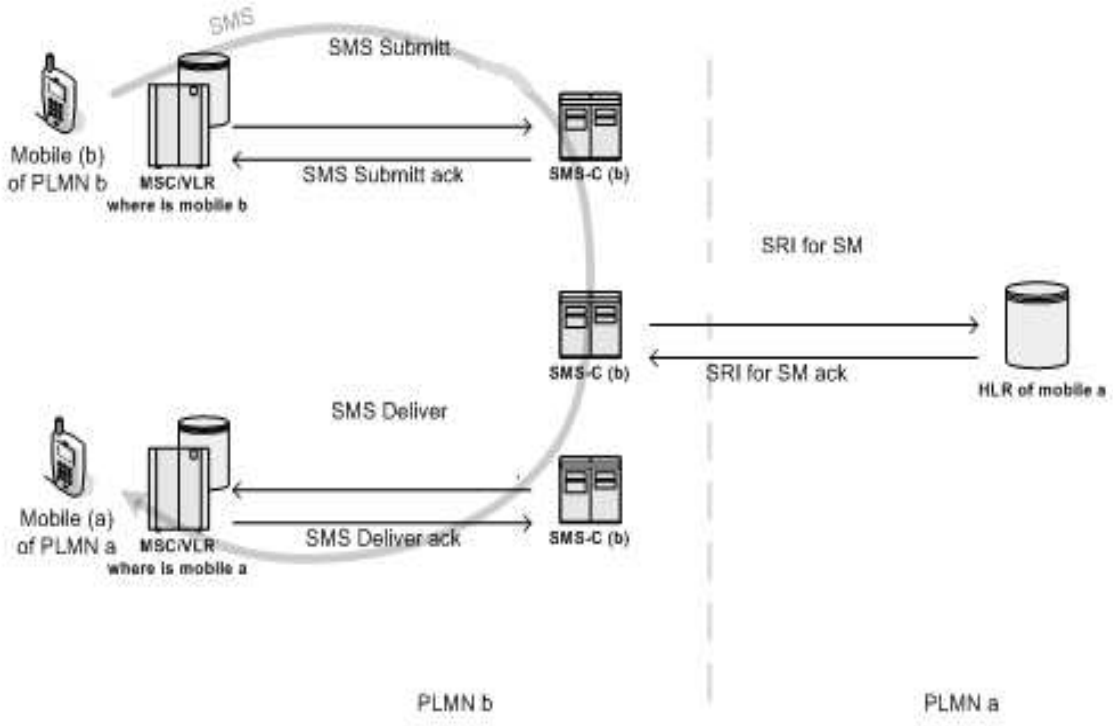


Figure III.3. Acheminement d'un SMS-MT. [13]

1) Un abonné (b) du PLMN(b) envoie un message à un SMS-C(b).
2) Le SMS-C(b) envoie le message au SMS-GMSC.
3) Le SMS-GMSC interroge le HLR du roamer (a) pour obtenir les informations d'acheminement.
4) Le HLR(a) fournit une adresse au SMS-GMSC(b) pour identifier le MSC/VLR de la destination (PLMN(b)) pour le message court.
5) Le SMS-GMSC réachemine le message au MSC/VLR.
6) En cas d'authentification réussie, le MSC/VLR délivre le message à la MS à travers le canal de signalisation dédié SDCCH.
7) En cas de délivrance réussie du message court, le MSC/VLR envoie un rapport de délivrance au SMS-C. Dans le cas contraire, le HLR est informé par le MSC/VLR et un rapport d'échec est transmis au SMS-C.

b/ Transfert d'un message depuis un roamer (SMS-MO)

Il consiste à ce que le texto envoyé par le roamer atteigne le centre des messages courts (SMSC) ; En effet, lorsque le texto est envoyé, il passe successivement par les équipements BTS, BSC, MSC /VLR avant de rejoindre le IWMSC qui se charge de le router vers le SMSC approprié. Si à ce niveau le texto est bien reçu, un acquittement de bonne réception est envoyé au MSC/VLR, qui à son tour l'envoi au mobile. La **figure III -4** nous illustre la transmission d'un SMS depuis un mobile :

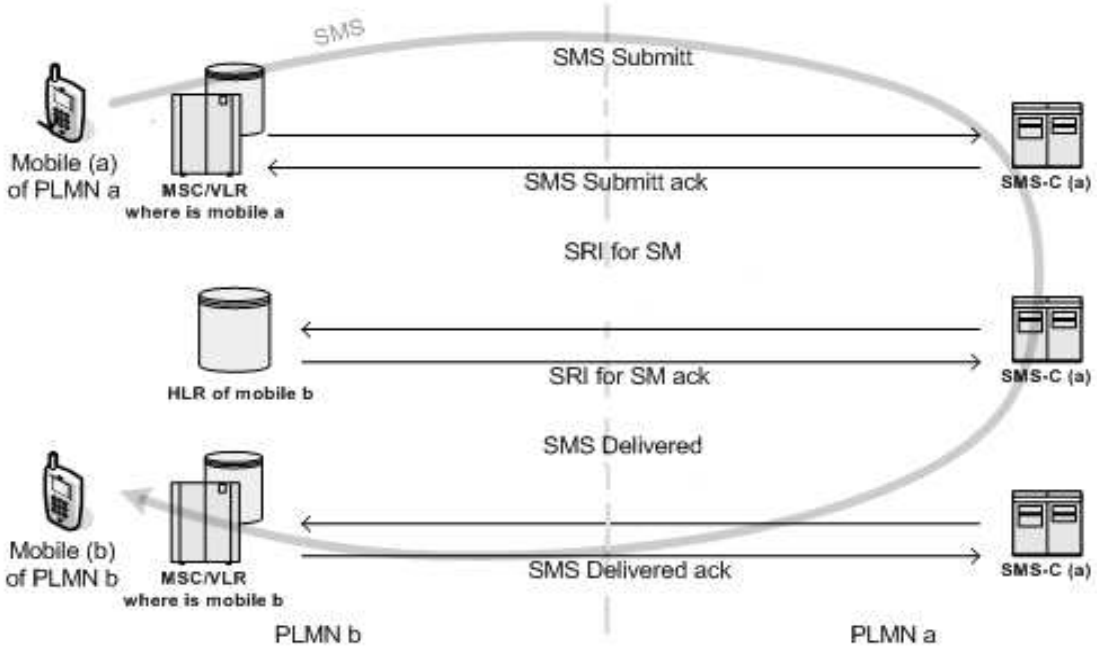


Figure III.4. Acheminement d'un SMS-MO. [13]

III.8. Implémentation des données d'un nouveau operateur Vodacom Mozambique sur le réseau ATM mobilis

Le principe du roaming repose sur une coopération volontaire entre les operateurs du monde entier, qui signent des accords bilatéraux pour accueillir les clients de l'un sur le réseau de l'autre. Il est donc bien clair qu'un mobile d'un operateur donné ne pourra s'inscrire (par conséquent fonctionner), sur le réseau d'un autre qu'à la condition qu'un tel accord existe entre les deux.

L'accord bilatéral s'établit à plusieurs niveaux :

- Contractuel.
- Technique.

III.8.1. Contractuel

Avant de commencer toutes procédures ; le OK entre les deux operateurs concernés c'est à dire, être favorable pour signer le contrat.

III.8.2. Technique

Le coté technique consiste :

- L'échange des documents : IR21 (International Roaming 21), AA14, puces de test.
- L'implémentation.
- Remplir l'IR24 (International Roaming 24).
- L'ouverture commerciale.

III.8.2.1. L'échange des documents

a/ Présentation de l'IR21

C'est une base de données spécifique à l'operateur, elle a été crée pour stocker les informations les plus importantes pour accomplir le roaming, elle est considéré comme une identité propre à chaque operateurs.

Parmi ces données ,on a :

Données liées à l'operateur :

- Le nom de l'operateur.
- Le code du pays de l'operateur.
- La liste des technologies utilisées et les fréquences allouées à l'operateur.

- Le E.164 (CC+NDC).
- Le E.212 (MCC+ MNC).
- Le E.214 MGT.
- Signalisation.

Données concernant GPRS :

- APN configurés par l'operateur : MMS, WAP, internet, BlackBerry.

Exemple : un aperçu sur l'IR21 de l'operateur ATM Mobilis

Operator name: (Nom de l'opérateur)	ATM MOBILIS
Country (Pays)	ALGERIA

ROUTING INFORMATION		
CCITT E.164 Number series:	Country Code (**CC**)	National Destination Code (**NDC**)
	213	**696/697/698/699/ 66X** **X is any digit from 0 to 9**
E.212 Number series:	Mobile Country Code (**MCC**)	Mobile Network Code (**MNC**)
	603	**01**
E.214 Mobile Global Title: (MGT)	Country Code of MGT (**CC**)	Network Code of MGT (**NC**)
	213	**66**

INTERNATIONAL SCCP GATEWAY		
Signature:	PARIS	REIMS
Type:	IGP	IGP
International DPC:	**2.020.7**	**2.020.6**

b/ AA14 (*Association According 14***)**

C'est un document qui décrit les différents tarifs appliqués par l'operateur et cela en répartissant les pays du monde entre différentes zones.

III.8.2.2. L'implémentation

Consiste à déclarer les puces de test (varie entre 2 et 10 puces) dans le MSC à l'aide des commandes propre au système (Ericsson).

a/ La première étape

On a les IMSIs des puces de test envoyées par l'opérateur étranger, qui sont les suivantes :

643049101000436
643049101000437
643049101000438
643049101000439
643049101000440

On doit les faire configurer dans les deux MSCs : MSC Mustapha et le MSC Novembre, avec des commandes citées ci-dessous :

MSC NOV

MGISp:imsis=64304;

mgizi;

mgici;

mgisi:imsis=643049101000436,m=5-25484,na=4,anres=oba-33&bo-33&mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

mgisi:imsis=643049101000437,m=5-25484,na=4,anres=oba-33&bo-33&mapver-1 &cba-140&cbaz-0 &add;

mgisi:imsis=643049101000438,m=5-25484,na=4,anres=oba-33&bo-33&mapver-1 &cba-110&cbaz-0 &add;

mgisi:imsis=643049101000439,m=5-25484,na=4,anres=oba-33&bo-33&mapver-1 &cba-140&cbaz-0 &add;

mgisi:imsis=643049101000440,m=5-25484,na=4,anres=oba-33&bo-33&mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

MGISp:imsis=64304,nop ;

mgiai;

mgisp:imsis=64304;

MSC MUS

MGISp:imsis=64304;

mgizi;

mgici;

mgisi:imsis=643049101000436,m=5-25884,na=4,anres=oba-33&bo-33 &mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

mgisi:imsis=643049101000437,m=5-25884,na=4,anres=oba-33&bo-33 &mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

mgisi:imsis=643049101000438,m=5-25884,na=4,anres=oba-33&bo-33 &mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

mgisi:imsis=643049101000439,m=5-25884,na=4,anres=oba-33&bo-33 &mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

mgisi:imsis=643049101000440,m=5-25884,na=4,anres=oba-33&bo-33 &mapver-1 &cba-140&cbaz-0&add;

MGISp: imsis=64304, nop;

mgiai;

mgisp:imsis=64304;

Quand on veut introduire de nouvelles données dans le MSC, on doit utiliser les deux zones, la zone opérationnelle OP (*Operating area*) qui est une zone où le trafic s'écoule en temps réel, tandis que la zone non-opérationnelle NOP (*Not Operating area*) est destinée à l'insertion ces nouvelles données dans l'OP avec l'enchainement des commandes suivantes:

- **MGISP**: (*Mobile telephony, IMSI number series analysis, specification, print*) imsis=64304 : voir et vérifier que la série de chiffres 64304 constituant l'imsi n'a pas déjà été définie.
- **MGIZI** ; (*Mobile telephony, IMSI number series analysis, zeroig, initiate*) : c'est une commande utilisée pour effacer la NOP.
- **MGICI** ; (*Mobile telephony, IMSI number series analysis, copy, initiate*) **:** elle sert à faire une copie de l'OP dans la NOP.

- **MGISI** ;(*mobile telephonie , IMSI number series analyses,specification,initiate*) elle est utilisée pour insérer les données dans la NOP, cette commande contient plusieurs paramètres :

- **imsi** de la puce de test.

- **m**: paramètre de modification, M=5- 25884, c'est-à-dire on va remplacer les cinq premiers chiffres de l'IMSI par MGT qui vaut dans ce cas à 25884. Cette conversion d'IMSI en MGT se réfère à l'analyse d'IMSI Number Series.

- **na** (*Nature of Address*) : il définit si l'adresse est dans le format national ou international, comme na= 4 ,alors il est international.

- **anres**: il spécifie ce qui est permit à l'abonné, lui-même content d'autres paramètres (oba, bo, Mapver …)

- **oba-**33(*Origin for B number Analysis*) : la table 33 est définie spécialement pour les roamers pour leurs appels orignaux.

- **bo-**33 (*B- origine*) : la table 33 est définie pour leurs renvois d'appels.

- **mapver**1 (*Map version*) : les équipements Ericsson de Mobilis utilisent la version 1 du protocole MAP.

- **cba-**140 (*Call Baring Access*) : Chaque pays possède un cba propre à lui, il indique la liste des pays autorisés par l'état.

- **cbaz-**0 (*Call Barring Access for inter-Zonal*): c'est le fait d'interdire à un aboonné les appels vers d'autres operateurs comme Nedjma, entre autre. Ce paramètre est toujours à zéro.

- **add** : c'est un paramètre qu'on trouve dans la table d'analyse IMSI Number Series, il indique l'IMEI de la MS.

- **MGISP**: imsis=64304,nop; cette commande est utilisée pour printer, afficher toutes les données relatives aux imsis qu'on a défini par la commande MGISI dans la NOP, qui commencent par 64304 (appelé IMSI range).
- **MGIAI**: elle va permuter l'OP et la NOP**.**
- **MGISP**: imsis=64304; c'est pour printer l'OP ayant l'IMSI range qui vaut 64304.

b/ La deuxième étape

Pour l'établissement d'un appel, le MSC doit consulter la table d'analyse B-number, elle contient tous les plans de numérotage qui peuvent être composés depuis un mobile. Parmi ces tables d'analyse, on a la table 30.Tous les appels en provenance des abonnés passent par cette dernière, elle analyse les numéros pour les acheminés vers d'autres tables. A titre d'exemple, si un abonné compose un numéro qui commence par 00 ou (+), le numéro sera routé de la table 30 vers une autre table d'analyse 32, celle-ci possède tous les numéros au format international (tous les country code des pays).

En plus des appels sortants, on a les appels entrants ; pour qu'ils puissent aboutir, le MSC doit fournir un MSRN qui va être configuré dans la table 8 qui est dédiée aux MSRNs des roamers.

B-analysis.

anbsp:b=32-258;

MSC MUS

anbsp:b=8-258;

anbzi;

anbci;

anbsi:b=8-258,bnt=1,d=6-140,rc=250,cc=16,l=7-20,a=489;

anbsp:b=8-258,nop;

anbai;

MSC NOV

anbsp:b=8-258;

anbzi;

anbci;

anbsi:b=8-258,bnt=1,d=7-0,rc=12,cc=16,l=7-20;

anbsp:b=8-258,nop;

anbai;

Comme pour le cas précédent, on va utiliser l'OP et la NOP pour insérer ces changements dans les tables d'analyse, en utilisant les mêmes commandes sauf qu'ici on va les appliquer sur les tables d'analyse B-number.

- **ANBSP (***Analysis*, *B-number*, *spécification*, *print*):b=32-258; printer le CC= 258 dans la table b= 32, qui est bien sur défini dans tous les MSCs de Mobilis.
- **ANBSP**:8-258; printer la table 8.
- **ANBZI**; effacer la NOP.
- **ANBCI** ; copier l'OP dans la NOP.
- **ANBSI**:b=8-258; on va définir dans la table 8 le country code 258, cette commande utilise les paramètres suivants :

- **bnt** (*B-Number Type*) : bnt = 1; indique que le numéro est au format international.
- **d**=6-140, est un discriminateur, la table 6 représente la table des cba.
- **rc** (*Routing Case*) : indique la destination des appels. Pour rc = 250, les appels sont derigés vers l'international ; pour le MSC NOV, rc = 12 ; cette route va acheminer les appels vers le GMSC MUS.

- **cc** (*Charging Case*) : cc = 16 ; il prend en charge le coté facturation des appels, indique la route vers le service billing.
- **l** (Length): l=7-20; la longueur des MSISDN varie entre 7 et 20 chiffres.
- **a** = 489; l'adresse du billing.

- **ANBSP:**b=8-258, nop; printer la NOP.
- **ANBAI** ; activation et permutation de l'OP et la NOP.

c/ La troisième étape

Tous les messages MAP échangés entre le HLR et les différents nœuds du réseau tel que le GMSC, le VLR…, utilisent le SCCP. Pour que le SCCP puisse transférer ces messages, il s'appuie sur le GT (*Global Title*) qui détermine l'adresse du nœud correspondant dans le réseau SS7.

Pour cela, on doit définir le GT analysis dans tous les MSCs et les HLRs.

GT analysis (SCCP)

MSC MUS

c7gsi: ns=258, na=4,np=7,tt=0,gtrc=1;

c7gsi: ns=258, na=4,np=1,tt=0,gtrc=1;

MSC NOV

c7gsi: ns=258, na=4,np=7,tt=0,gtrc=21;

c7gsi: ns=258, na=4,np=1,tt=0,gtrc=21;

in all HLRs

c7gsi: ns=258, na=4,np=7,tt=0,gtrc=21;

c7gsi: ns=258, na=4,np=1,tt=0,gtrc=21;

- **C7GSI (***CC***/** *TT7, Global Title Series,* □*ntiate***)**: cette commande utilise les paramètres suivants:

- **ns** : (ns=258) il correspond au country code du pays.
- **na** : (na= 4) l'adersse est au format international.
- **np** (*Numbering Plan*) : il définit le plan de numérotage de l'adresse si :

  ***np= 1** : le numéro utilisé est suivant le plan de numérotage E.164.

  ***np= 7** : le numéro est suivant la recommandation E.214.
- **tt** (*Translation Type*): par défaut le tt vaut toujours zéro.
- **gtrc** (*Global Title Routing Case*) : (gtrc= 1) c'est la route désignée pour envoyer les messages signalisation SCCP vers d'autres nœuds.

La commande C7GSI avec le paramètre np= 7, est utilisée pour autoriser la mise à jour de localisation.

La commande C7GSI avec le paramètre np= 1, est fourni pour toutes les autres communications entre le HLR et le VLR.

III.8.2.3. L'IR24

C'est un document envoyé par l'operateur étranger, il est décomposé en deux parties :

- Une partie décrit l'operateur d'origine ainsi que ses équipements.
- Partie teste voix et sms.

Roaming Scenario to be Tested

HPLMN(a)	VPLMN(b)
2G / GSM	2G / GSM
3G / UMTS	2G / GSM
2G / GSM	3G / UMTS
3G / UMTS	3G / UMTS

a/ Partie description (Network Operator Information)

HPLMN (a) ...….....

VPLMN (b) ….....

Date of Tests ….....

Testing personnel PLMN (a).....

Tel/Fax: …….

Testing personnel PLMN (b).....
Tel/Fax: …….

HLR Identity/Identities.....

HLR Manufacturer(s).....

GMSC Identity/Identities.....

GMSC Manufacturer(s).....

GMSC Software Build Level(s).....

VMSC Identity/Identities.....

VMSC Manufacturer(s).....

VMSC Software Build Level(s).....

SMS-SC Identity / Identities ……

SMS-SC Manufacturer(s) ……

SMS-SC Software Build Level(s) ……

b/ Partie test

1) **Location Update by MS (a) in VPLMN (b)** (*mise a jour de localisation d'un Roamer*)

(a) VLR Record contents:

MSISDN .....
IMSI .....

Teleservices: Speech [✓=Yes/X=No].....
SMS MO [✓/X]..... SMS MT [✓/X].....
Fax [✓/X].....

Bearer Services.....

Supplementary Services
BAOC [✓/X].....
BOIC [✓/X].....
BOICexHC [✓/X].....
CFB [✓/X].....C Number.....
CFNRy [✓/X].....C Number.....
CFNRc [✓/X].....C Number.....
CW [✓/X].....
CH [✓/X].....
MPTY [✓/X].....

AOCC [✓/X].....
AOCI [✓/X].....

HLR E164 Address.....

(b) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester.....Time..... Date.....

Operator Control of Service *(contrôle des services de l'operateur)*

A) Location Cancellation for MS (a) Subscription held in VPLMN (b*) (purger le Roamer)*

(a) VLR Record contents prior to cancellation *(le contenu du VLR avant de le purger)*

MSISDN.....

IMSI.....

(b) Establish a call prior to cancellation (*établissement d'un appel avant purgation*).

(c) VLR record erased? [Yes/No] ….....

(d) Communication is interrupted? [Yes/No] ….....

(e) Time delay between HLR deleting subscription and VLR erasing record ..... sec

(f) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester.....Time...…….... Date ….....

B) Operator Determined Barring (ODB) of All Outgoing Calls and All Incoming Calls when on Roaming of MS(a) *(interdiction des appels sortants et entrants)*

(a) MSISDN of MS(a) …….

(b) Operator performed barring from HLR [Yes/No] …….

(c) VLR record contains barring tags [Yes/No] …….

(d) Perform a call from MS (a). Is it successful? [Yes/No] …….

(e) Call MS (a). Is it successful? [Yes/No] ……..

(f) Test case Result [Pass/Fail/Not Performed] ……

Signature of Tester ……...Time ……..….Date ……..……

MS_1 (a) Calls MS_2 (a), both Roamed To VPLMN (b) (*MS1 appele MS2, les deux sont des Roamers dans VPLMN).*

(a) MSISDN of originating MS (i.e. MS_1 (a))…….

(b) Number keyed into MS_1 (a)…….

(c) Time of start of call .....hrs.....mins ....secs

(d) Delay between SEND key operation at MS_1 (a) and MS_2 (a) alerting

……. secs

(e) Time of perceived answer of call ..... hrs..... .mins ..... secs.

(f) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call. Duration must be 60sec or more)

..... secs

(g) Quality of call [Excellent, Good, Fair, Poor, Bad] .....

(h) Echo present? [Yes/No] …….....

If Yes, to which MS? [MS_1 (a) / MS_2 (a)] .....

(i) Is the MSISDN of MS_1 (a) displayed at MS_2(a) in proper format?

[Yes/No]……..

IF NO, what does MS_2 (a) display? .....

2) Test case Result [Pass/Fail/Not performed] …….....

Signature of Tester..... Date …….....

Les autres tests sont les suivants

- ✓ PSTN Telephone(b) Calls MS_1(a)
- ✓ PSTN Telephone (b) Calls MS (a) Roamed To Country (b) - IMSI Detached
- ✓ Supplementary Service Test Results
  - Barring Of All Outgoing Calls [BAOC] (*interdiction de Tous les appels sortants*)
  - Barring Of Outgoing International Calls [BOIC] (*interdiction de Tous les appels internationaux sortants)*
  - Barring Of Outgoing International Calls except To Home PLMN Country [BOICexHC] *(interdiction de tous les appels internationaux sortants sauf les appels vers HPLMN)*
  - Barring Of All Incoming Calls [BAIC / BAICroaming] (*interdiction de Tous les appels entrants)*
  - Call Forwarding On Not Reachable (Before IMSI Detach, TAKE BATTERY OFF WHILE PHONE IS SWITCHED ON).[CFNRc] *(le renvoi d'appel si inaccessible (enlever la batterie avant imsi detach)*
  - Call Forwarding On Not Reachable (After IMSI Detach, SWITCH THE PHONE OFF) [CFNRc] *(le renvoi d'appel si éteint ou hors la zone de couverture).*
  - Call Forwarding On Busy [CFB] *(le renvoi d'appel si occupé).*
  - Call Forward On No Reply [CFNRy] *(le renvoi d'appel si non réponse).*

SMS Test Results (*resultants de tests sms)*

Mobile ORIGINATED AND Terminated Short Message Service *(sms-MO et sms- MT)*

(a) MSISDN of MS_1 (a).....

(b) E164 address of HPLMN SMS – Service Centre .....

(c) Time of transmitting to SMS - Service Centre .....hrs.....mins.....secs

(d) MSISDN of MS_2 (a) …….

(e) Time of switching on MS_2 (a) ……..hrs ……..mins ……..secs

(f) Time of receipt of SMS at MS_2 (a) ……..hrs …….mins …….secs

(g) Was message correctly received? [Yes/No] ……

h) If the message was not received, repeat test with MS_2 (a) switched on. Was message correctly received this time?

[Yes/No] ……..

i) Test case Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date.....

Les tests effectués pour les appels sont aussi valables pour les sms.

III.10. Conclusion

Le service d'itinérance dépend d'accords entre opérateurs mobiles. Il leur fournit l'occasion de réaliser des marges confortables qui ne sont en aucun cas justifiées par les coûts sous-jacents engendrés par la livraison du service.

Quand l'utilisateur est en déplacement dans un autre pays et qu'il passe un appel, il dépend du tarif international du réseau visité qui peut être majoré de frais de gestion. Quand il reçoit un appel, le tarif correspondant au transfert de la communication entre son réseau d'origine et le réseau visité, majoré également de frais de gestion est appliqué. Les tarifs de détail sur l'itinérance peuvent s'élever jusqu'à quatre fois plus que les tarifs nationaux.

CONCLUSION GENERALE

Aujourd'hui, les réseaux de téléphonie mobile ne cessent d'évoluer dans le but de fournir le maximum de services, avec une qualité supérieure pour gagner de plus en plus d'abonnés.

Le GSM s'est démocratisé largement grâce à la possibilité d'itinérance des services voix ; cette fonctionnalité incluse dans la norme implique des relations importantes entre l'opérateur mobile qui gère traditionnellement le client itinérant et l'opérateur mobile qui va héberger le client itinérant. Comme nous venons de le voir à travers ce projet, qu'un processus technique d'implémentation est nécessaire pour proposer ce service qui doit absolument conserver une utilisation simple par l'abonné GSM.

Pour le moment, la clientèle post payée est la cible privilégiée. En revanche, la clientèle prépayée est touchée partiellement par cette offre d'itinérance.

Un abonné prépayé peut recevoir des appels.par contre, côté sms, l'émission et la réception, les deux sont assurées. Et comme la clientèle prépayée est très importante, pourquoi ne pas ouvrir entièrement ce service afin de la satisfaire et répondre à ses besoins.

Pour une raison ou pour une autre, Mobilis doit surmonter les difficultés rencontrées quelques soit leur nature .Il doit assurer l'émission des appels et même l'échange de données GPRS, afin de garder sa clientèle prépayée. Alors l'ATM Mobilis envisage de compléter sa tâche en remplissant l'IR 32 avec ses différents tests, et bien sur l'ajout de nouveaux paramètres pour l'implémentation de ce type d'abonnement.

Plusieurs opérateurs à travers le monde, où chacun d'eux cherche à envahir le marché. L'ATM Mobilis souhaite en perspective réaliser un plus grand chiffre d'affaire, et conclure de nouvelles collaborations avec tous les operateurs

du monde entier. D'ailleur, il prévoit même de passer d'une technologie d'accès à une autre (GSM à l'UMTS) en état de roaming, afin d'optimiser son réseau en assurant en permanence une bonne qualité de service aux abonnés à des tarifs accessibles.

Nous avons essayé de regrouper toute l'information de telle façon que chaque personne qui voudrait se renseigner sur le roaming, son principe et ses techniques d'implémentations, puisse assimiler facilement l'information proposée.

Le présent travail a été très utile pour nous, nous avons amélioré nos connaissances dans le domaine des télécommunications, un fait qui pourrait s'avérer fort utile dans notre prochaine activité professionnelle.

Nous espérons que notre travail puisse servir de documentation de base pour les étudiants et les personnes désirant approfondir cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] www.Ib.refer.org/memoires/775777FadiBOUNAHED.doc

[2] www.web.univ-pau.fr/signalisation_telephonique.doc

[3] www.ulb.ac.be/students/bep/files/sig2.3.pdf

[4] www.supinfo-projects.com/fr/2003/telephonie_signalisation

[5] www.membres.lycos.fr/delpolo/SS7

[6] www.ebook-search-engine.com/GSM intro_CS

[7] http://www.gsmworl.com.

[8] www.efort .com/GSM_EFORT.pdf

[9] http://Wikipedia.org/wiki/itinérance

Ouvrages:

[10] « Réseaux GSM »,5^{éme} édition revue et augmenté.
Xavier Lagrange, Philippe Godlewski, Sami Tabbane.

[11] Le réseau GSM, évolution GPRS, I-mode et wap.
Joachim Tisal ,4^{éme} édition.
Dunod.paris ,2003.

[12] Documentation Mobilis :

- IR 24(International Roaming 24)
- IR 21(International Roaming 21)

[13] thèse d'Ingénieur en télécommunication : *Sécurité et Gestion de la mobilité dans le réseau GSM*
Institut des télécommunications « ABDELHAFID Boussouf » d'ORAN
Réalisé par : Mr. BOUTIOUTA Aboubakr
Promotion 2004-2005.

[14] Ericsson Alex: MSC and HLR R13.

GLOSSAIRE

A

AGCH: Access Grant Channel

ARFCN: Absolute Radio Frquency Channel Number.

ARPT: Agence de Régulation des Postes et Télécommunication.

AUC: Authentification Center.

B

BAOC: Barring Of All Outgoing Calls

BAIC: Barring Of All Incoming Calls

BCCH: Broadcast Control Channel.

BOIC: Barring Of Outgoing International Calls

BOICexHC: Barring Of Outgoing International Calls except To Home PLMN Country

BSC: Base Station Controller.

BSS: Base Station Subsystem.

BTS: Base Transceiver Station.

D

DPC : Destination PC

C

CC: Country Code

CEPT: Conférence Européenne des Postes et Télécommunications.

CFNRc: Call Forwarding On Not Reachable

CFB: Call Forwarding On Busy

CFNRy: Call Forward On No Reply

CGI: Cell Global Identity.

D

DCS: Digital Communication System.

DPC: Destination PC

E

EDGE: Enhanced Data for GSM Evolution

EGSM: Extend Global System for Mobile communications

EIR: Equipment Identity Register.

ETSI: European Telecommunication Standardization Institute

F

FACCH: Frequency Associated Control channel.

FCCH: Frequency Correction Channel.

FDMA: Frequency Division Multiple Access.

FH: Faisceaux Hertziens.

G

GGSN: Gateway GPRS Support Node

GMSC: Gateway Mobile Switching Center.

GP: Guard Period.

GPRS: General Packet Radio Service.

GSM: Global System for Mobile communications.

H

HLR: Home Location Register.

HPLMN: Home PLMN

I

IMEI: International Mobile Equipment Identity.

IMSI: International Mobile subscriber Identity.

IR: International Roaming

ISUP: ISDN User Part

IT: Intervalle de Temps.

L

LA: Localization Area.

LAC: Location Area Code

LAI : Location Area Identification

M

MAP : Mobile Application Part

MCC: Mobile Country Code

MGT : Mobile Global Title

MNC: Mobile Network code

MO: Mobile Originating

MS: Mobile Station.

MSC: Mobile Switching Center.

MSISDN: Mobile Station Integrated Service Digital Number.

MSIN: Mobile Subscriber Identification Number

MSRN: Mobile Station Roaming Number

MT: Mobile Terminating

N

NDC: National Distination Code

NMC: Network Management Center.

NS: Subscriber Number

NSS: Network SubSystem.

O

OMC: Operating and Maintenance Center.

OPC: Originating PC

OSS: Operating SubSystem.

P

PC: Point Code

PCH: Paging Channel.

PIN: Personal Identification Number.

PLMN: Public Land Mobile Network.

R

RACH: Random Access Channel.

RNIS : Réseau Numérique à Intégration de Service.

RTC : Réseau Téléphonique Commuté.

S

SACCH: Slow Associated Control Channel.

SCH: Synchronisation Channel

SCP: Service Control Point

SCCP: Signaling Connections Control Part

SDCCH: Stand Alone Dedicated Control Channel.

SGSN: Serving GPRS Support Node

SIM: Subscriber Identity Module.

SMS: Short Messages Service

SMS-C: Short Message Service-Cente

SMS-IWMSC: Short Message Service- InterWorking MSC

SS7 : Signalisation Sémaphore CCl TT n°7

SSP: Service Switching Point

STP: Signal Transfer Point

T

TA: Timing Advance.

TB: Tail Bit

TCH: Traffic Channel.

TCAP : Transactions Capabilities Applications Part

TDMA: Time Division Multiple Access.

TMSI : Temporel Mobile Subscriber Identity

U

UIT : Union Internationale des Télécommunications.

UMTS : Universal Mobile Telecommunication System.

V

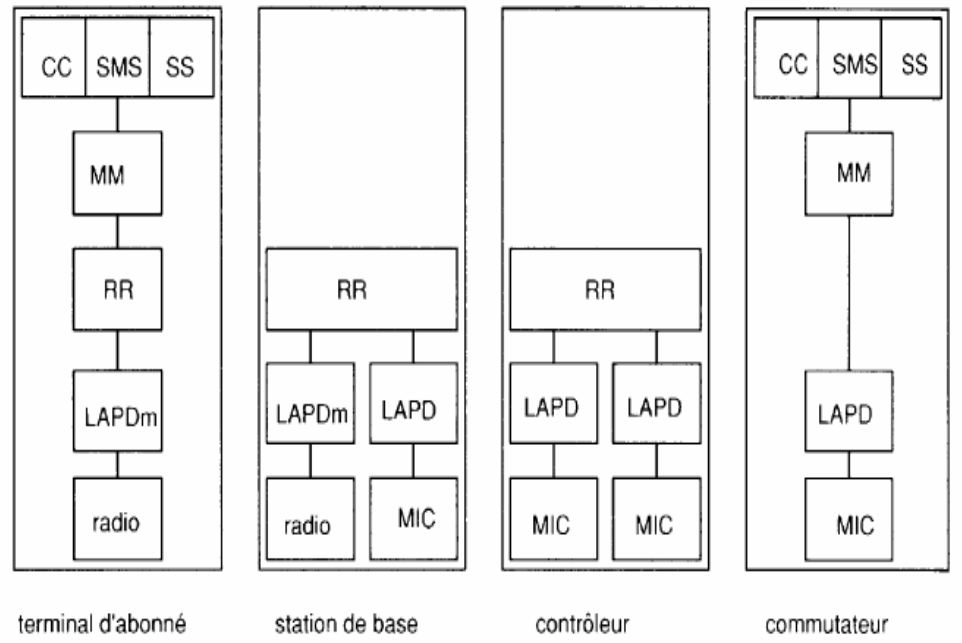
VLR: Visitor Location Register.

VPLMN : Visited PLMN

ANNEXE

Annexe A

Piles de protocoles du GSM



La figure ci-dessus, nous montre les protocoles qui assurent la liaison entre un mobile et un centre de communication MSC :

- **La couche physique** : définit l'ensemble des moyens de transmission et de réception physique de l'information (MIC, multiplexage des canaux, mesure radio).
- **la couche liaison de données** : permet une transmission fiable entre deux équipements par un protocole (protocole LAPD et LAPDmobile).
- **La couche réseau** : permet d'établir, de maintenir et de libérer des circuits commutés (parole ou donnés) avec un abonne du réseau fixe. Cette couche comprend trois couches RR, MM et CM, cette dernière couche étant elle-même divisée en trois sous couches CC, SS et SMS.

- *La sous couche CC (Call Control)* : cette couche gère tout ce qui a un rapport avec la communication GSM de son établissement à sa terminaison.
- *La sous couche SMS (Short Message Services)* : cette couche gère tout ce qui traite des messages courts

- *La sous couche SS (Supplementary Services*) : cette couche gère tout ce qui a trait aux services supplémentaires comme le Calling Line Identification Presentation (CLIP), qui consiste à afficher le numéro du correspondant sur le terminal, et le Calling Line

Identification Restriction (CLIR) qui empêche que le numéro du correspondant n'apparaisse sur la terminal d'un utilisateur.

- *La couche MM (Mobility Management)* : cette couche gère tout ce qui à un rapport au déplacement du mobile et à sa localisation dans le réseau avant, pendant ou après la communication. Cette application de localisation se situe dans le sous réseau (NSS) et dans le terminal.
- *La couche RR (Radio Ressource management)* : gère la liaison radio, cette gestion des ressource radio intéresse la station mobile et le sous système radio car c'est le contrôleur de station de base qui gère l'attribution des fréquences radio dans un motif

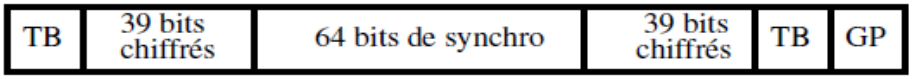
Les applications de services (CC, SMS, SS) se trouvent dans les équipements terminaux, et sont transportés de façon transparente par les équipements relais (BSC, BTS).

Annexe B

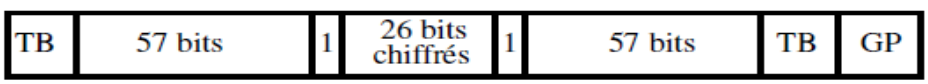
Les autres bursts qui existent sont les suivants :

- **les bursts d'accès** : sont émis par les stations mobiles lorsqu'elles cherchent à entrer en contact avec le réseau soit pour l'établissement d'une communication, soit pour un *handover*.

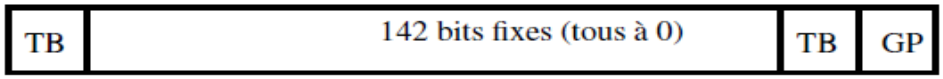
- **les bursts de synchronisation** : Ces bits contiennent les informations sur la localisation et les fréquences à utiliser.



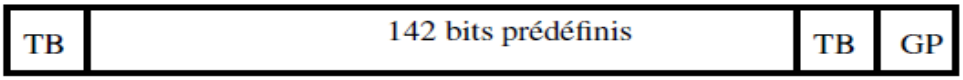
- **Les bursts normaux :** c'est le plus couramment utilisé, il permet de transmettre 114 bits d'information (parole, message…).



- **Les bursts de correction de fréquence :** Le type de burst au format le plus simple. La station de base envoie 142 bits de données servant à prévenir des interférences possibles avec des fréquences voisines.



- **Les bursts de bourrage (dummy packt) :** Lorsqu'un mobile est allumé, le terminal teste le niveau de puissance des fréquences des cellules proches pour déterminer la station de base à laquelle il doit s'asservir. Le burst de bourrage est une séquence prédéfinie qui sert donc d'étalon de puissance. Il est aussi utilisé pour forcer une décision de handover.



Tous les types de paquets possèdent une structure similaire. La queue qui est une, variable pour un récepteur d'un paquet au suivant car soit le récepteur soit l'émetteur aura bougé. Un canal de transmission offre un débit brut de 270 kbits mais le débit maximum utile pour un abonné est de 13 kbits.

AnnexeC

Supplementary Service Test Results

1/ Barring Of All Outgoing Calls BAOC]

(a) MSISDN of MS (a).....

(b) Time of activation of BAOC ……hrs ……mins …….secs

(c) Emergency code keyed [i.e.112].....

(d) Time of start of emergency call (i.e. SEND key operation)

.....hrs.....mins.....secs

(e) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(f) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call) ....secs

(To be measured irrespective of charging policy for emergency calls in VPLMN)

(g) Emergency Call successful? [Yes/No].....

(h) PSTN number keyed.....

(i) PSTN call successful? [Yes/No].....

(j) Time of deactivation of BAOC ……..hrs ……mins …….secs

(k) Comments

(l) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date .....

2/ Barring Of Outgoing International Calls [BOIC]

(a) MSISDN of MS(a) .....

(b) Time of activation of BOIC ……hrs …….mins …….secs

(c) Operator Service number or PSTN (b) number keyed.....

(d) Time of start of national PSTN call (i.e. SEND key operation)

.....hrs.....mins.....secs

(e) Delay between SEND key operation and MS(a) receiving alerting indication

…….secs

(f) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(g) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)

.....secs

(h) Call routed to correct Operator position? [Yes/No].....

(i) Home PLMN Country number keyed.....

(j) Home PLMN Country call successful? [Yes/No].....

(k) Time of deactivation of BOIC ……hrs …….mins ……secs

(l) Comments

(m) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date .....

3/ Barring Of Outgoing International Calls except To Home PLMN Country [BOICexHC]

I) General:(a) Method of Supplementary Service Configuration

[MS User/HLR operator].....

(b) Does the switch support the SS: BOICexHC? [Yes/No].....

(c) MSISDN of MS(a) .....

II) Split into different cases if VPLMN(b) supports (i.e. A) or does not support (i.e. B) the SS:BOICexHC.

A) Activated Service is BOICexHC (VPLMN supports SS: BOICexHC)

A.1) Call to Home-PSTN-telephone(a):

(d) Home PSTN Country number keyed.....

(e) Time of start of Home PSTN Country call (i.e. SEND key operation)
.....hrs.....mins.....secs

(f) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(g) Home PSTN Country call Chargeable Call Duration
(i.e. perceived answer until end of call) .....secs

A.2) Call to country where the MS is presently located:

(h) PSTN number of the country keyed, where MS(a) is presently located…….

(i) Time of start of call within the country where the MS(a) is presently located (i.e. SEND key operation) .....hrs.....mins.....secs

(j) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(k) Chargeable call duration, to the country where the MS(a) is presently located (i.e. perceived answer until end of call) ….....secs

A.3) International Call, not to Home PLMN country and not to country where the MS is presently located:

(l) International (Non Home PLMN Country and non country where MS(a) is presently located) number keyed .....

(m) International (Non Home PLMN Country and non country where MS(a) is presently located) call successful [Yes/No].....

B) Activated Service is BOICexHC (VPLMN does not support SS: BOICexHC):

B.1) Call to country where the MS is presently located:

(n) PSTN number keyed.....

(o) Time of start of national PSTN call (i.e. SEND key operation)
.....hrs.....mins.....secs

(p) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(q) PSTN Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)
.....secs

B.2) Call to Home-PSTN-telephone(a):

(r) Home PSTN Country number keyed.....

(s) Home PSTN Country call successful? [Yes/No].....

III) Results of this test case and comments:

(t) Comments

(u) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date.....

4/ Barring Of All Incoming Calls [BAIC / BAICroaming]

(a) MSISDN MS (a).....

(b) Time of activation of [BAIC / BAICroaming] .....hrs ….mins ….secs

(c) PSTN number.....

(d) Number keyed by PSTN.....

(e) Call successful? [Yes/No].....

(f) Time of deactivation of [BAIC/BAICroaming] ….hrs …mins ….secs

(g) Comments

Testcase result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date.....

5/ Call Forwarding On Not Reachable (Before IMSI Detach, TAKE BATTERY OFF WHILE PHONE IS SWITCHED ON). [CFNRc]

(a) MSISDN of MS (a_1).....

(b) Time of activation of CFNRc ……hrs …….. mins ……..secs

(c) Directory Number (i.e. DN) of calling PSTN telephone(b_2) ….....

(d) DN of forwarded - to - PSTN telephone(b_1). Note 1.....

(e) Time of start of call

.....hrs.....mins.....secs

(f) Delay between dialing last digit of MSISDN of MS(a_1) at PSTN telephone(b_2) and PSTN telephone(b_1) ringing Note 1

.....secs

(g) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(h) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)

….....secs

(i) Was an announcement that call was - being - forwarded received by PSTN telephone(b_2)? [Yes/No].....

(j) Language of announcement [If applicable].....

(k) Text of announcement [If applicable].....

(l) Quality of call [Excellent, Good, Fair, Poor, Bad].....

(m) Echo present? [Yes/No].....

If Yes, to which party? [caller/called].....

(n) Comments.

(o) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date .....

6/ Call Forwarding On Not Reachable (After IMSI Detach, SWITCH THE PHONE OFF) [CFNRc]

(a) MSISDN of MS (a_1) .....

(b) DN of calling PSTN telephone (b_2) .....

(c) DN of forwarded - to - PSTN telephone(b_1) Note 1 ……

(d) Time of start of call .....hrs.....mins.....secs

(e) Delay between dialing last digit of MSISDN of MS(a_1) at PSTN telephone(b_2) and PSTN telephone(b_1) ringing. Note 1

.....secs

(f) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(g) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)

..... secs

(h) Was an announcement that call was - being - forwarded received by PSTN telephone(b_2)? [Yes/No].....

(i) Language of announcement [If applicable].....

(j) Text of announcement [If applicable].....

(k) Quality of call [Excellent, Good, Fair, Poor, Bad].....

(l) Echo present? [Yes/No].....

If Yes to which party? [caller/called].....

(m) Time of deactivation of CFNRc …….hrs ……mins ……secs

(n) Comments

(o) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date .....

7/ Call Forwarding On Busy [CFB]

(a) MSISDN of MS(a_1) .....

(b) Time of activation of CFB ……..hrs ……..mins ……secs

(c) DN of calling PSTN telephone(b_2) .....

(d) DN of forwarded - to - PSTN telephone(b_1) Note 1 .....

(e) Party with which MS(a_1) is in conversation [DN] .....

(f) Time of start of call .....hrs.....mins.....secs

(g) Delay between dialing last digit of MSISDN of MS(a_1) at PSTN telephone(b_2) and PSTN telephone(b_1) ringing.

.....secs

(h) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(i) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)

.....secs

(j) Was an announcement that call was - being - forwarded received by PSTN telephone (b_2)?

[Yes/No].....

(k) Language of announcement [If applicable].....

(l) Text of announcement [If applicable].....

(m) Quality of call [Excellent, Good, Fair, Poor, Bad].....

(n) Echo present? [Yes/No].....

If Yes to which party? [caller/called].....

(o) Time of deactivation of CFB …….hrs ……..mins ……..secs

(p) Comments:

(q) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date .....

8/ Call Forward On No Reply [CFNRy]

(a) MSISDN of MS(a_1) .....

(b) Time of activation of CFNRy …….hrs ……..mins ……..secs

(c) Interrogate Supplementary Service at MS(a) by pressing *#61#SEND

(d) Time of start of SS activity (i.e. SEND key operation)

…..hrs ……mins ……secs

(e) Delay between SEND key operation and receipt of Display information

…….secs

(f) Information displayed on MS(a) ……

(g) Does MS(a) displays correct status of the call forwarding service?

[Yes/No] ……

(h) DN of calling PSTN telephone(b_2) ….....

(i) DN of forwarded - to - PSTN telephone(b_1)

(j) Time of start of call .....hrs.....mins....secs

(k) Delay between dialing last digit of MSISDN of MS(a_1) at PSTN telephone(b_2) and PSTN telephone(b_1) ringing. Note 1 .....secs

(l) Length of time for which MS(a_1) "rings" .....secs

(m) Time of perceived answer of call .....hrs.....mins.....secs

(n) Chargeable Call Duration (i.e. perceived answer until end of call)

….. secs

(o) Was an announcement that call was - being - forwarded received by PSTN telephone(b_2)?

[Yes/No].....

(p) Language of announcement [If applicable].....

(q) Text of announcement [If applicable].....

(r) Quality of call [Excellent, Good, Fair, Poor, Bad].....

(s) Echo present? [Yes/No].....

If Yes to which party? [caller/called] .....

(t) Time of deactivation of CFNRy ……..hrs ……..mins ……secs

(u) Comments

(x) Testcase Result [Pass/Fail/Not performed].....

Signature of Tester..... Date.....