

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
Faculté de Génie Electrique et d'informatique.
Département d'électronique



Mémoire

De fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat
En électronique.*

Option : communication

Thème

*Etude du rôle du FNR et de
l'AVC au niveau du GSM*

Présenté par:

M^{lle} : KISSOUM FARIDA

Encadré par :

Mr : LAHDIRI.T

Mr : OUALLOUCHE.F

Promotion 2010-2011

Résumé

Les nœuds du réseau cœur (core network) sont les entités du réseau mobile qui prennent en charge les fonctions de gestion d'abonnés, d'établissement et de contrôle des appels, de taxation, de gestion de mobilité, de connexion avec d'autres réseaux, de gestion des ressources ... etc. La capacité d'un nœud à gérer toutes ces fonctions dépend non seulement du volume des tâches qu'il est appelé à exécuter mais aussi de l'état dans lequel il se situe.

L'objet de ce projet est l'étude de deux nœuds de réseau GSM et la capacité de ces nœuds en fonction des différents cas de trafic qui les sollicitent. Nous avons été amenés en premier lieu d'étudier l'architecture des nœuds cœurs utilisés chez les différents opérateurs de Télécommunications dans le but d'identifier les paramètres dont dépend la charge.

Ensuite en se basant sur l'étude de rôle de FNR et de L'AUC au niveau de réseau GSM, puis nous avons basé sur l'étude de la portabilité de numéros, enfin on termine par un exemple d'application sur la portabilité des numéros.

Remerciement

Nous remercions **Monsieur LAHDIRI Toufik Directeur de l'Agence Mobilis de Tizi-Ouzou**, d'avoir accepté de nous encadrer, de nous avoir suivis pendant toute la durée du travail et d'avoir contribué à sa réalisation et **Monsieur OUALLOUCHE Fethi Enseignant au Département d'Electronique** à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour ses conseils, tout le soutien et le suivi qu'il nous a apporté.

Nos remerciement vont également, au **Président** et aux **Membres de jury** qui nous feront l'honneur d'évaluer notre modeste travail, ainsi qu'à tous les **Enseignant** qui ont contribué à notre formation.

L'aboutissement de ce travail doit beaucoup à nos familles et nos amis (es) qui nous ont soutenu et encouragé durant ces long mois de labeur.

Que **toute personne**, qui d'une manière ou d'une autre, nous a aidé et encouragé pour l'aboutissement de ce travail, trouve ici l'expression de notre gratitude.

Sommaire

Introduction générale :	01
Chapitre I : généralités sur le réseau GSM	
I.1) Préambule	03
I.2) Historique	03
I.3) Architecture d'un réseau GSM.....	04
I.3.1) Le sous-système radio BSS (Base Station Sub-system)	05
I.3.1.1) La station de base BTS (Base Transceiver Station)	05
I.3.1.2) Le contrôleur de stations de base BSC (Base Station Controller)	07
I.3.1.3) Le transcodeur TRC (TransCoder)	08
I.3.2) Le sous-système NSS (Network Sub- System).....	08
I.3.2.1) Commutateur de service mobile MSC (mobile switching center)	09
I.3.2.2) Commutateur d'entrée de service mobile GMSC (Gateway MSC)	10
I.3.2.3) Registre des abonnés locaux HLR (Home Location Register).....	10
I.3.2.4) Registre des abonnés visiteurs VLR (visitor location register).....	12
I.3.2.5) le centre d'authentification AUC (AUthentication Center)	12
I.3.2.6) Registre d'identification d'équipement EIR (Equipment Identity Register).....	13
I.3.3) Sous-système opération OSS (Opération and Support System)	14
I.3.4) La station mobile MS (mobile station).....	14
I.4) Les interfaces de réseau GSM	14
I.4.1) Les interfaces	14
I.4.1.1) Interface radio U_m	15
I.4.1.2) Interface Abis	15

I.4.1.3) Interface A	15
I.4.1.4) Interface X25	16
I.4.1.5) Interface E	16
I.4.1.6) Interfaces B, C, D, G	16
I.4.1.7) Interfaces passerelles	16
I.4.2) Les Zones géographiques de réseau GSM	16
I.4.2.1) Zone de localisation LA (Location Area)	16
I.4.2.2) zone de service MSC/ VLR	17
I.5) Identité d'un abonné	18
I.5.1) IMSI (International Mobile Subscriber Identirty).....	18
I.5.2) TMSI (Temporary Mobile Station Identity).....	19
I.6) Mobile Application Part (MAP)	20
I.6.1) Dialogues dans un réseau GSM.....	20
I.6.2) Les couches MTP et SCCP.....	20
I.6.3) Rôle du TCAP	21
I.6.4) Discussion	22

Chapitre II : Etude de FNR et de l'AUC

II.1) Registre Flexible de nombres FNR (Flexible Number Register).....	23
II.1.1) Préambule	23
II.1.2) Configuration	23
II.1.2.1) Nœud combiné (complanté)	23
a) Avantage des nœuds intégrés de HLR et de FNR	24
II.1.2.2) Configuration par autonome (un seul nœud).....	24
a) Avantages de séparer des nœuds de FNR et de HLR	24
II.1.3) Fonctionnement de FNR	25

II.1.3.1) Attribution flexible de MSISDN	25
II.1.3.2) portabilités de numéro	27
II.1.3.3) Interface	27
II.1.4) Discussion.....	29
II.2) Le centre d'authentification(AUC)	30
II.2.1) Préambule.....	30
II.2.2) Configuration	30
a) AUC combiné	30
b) AUC autonome	31
II.2.3) Services d'authentification.....	31
II.2.4) Les algorithmes utilisés dans le centre d'authentification AUC	32
II.2.4.1) Les algorithmes utilisés dans la sécurité GSM	32
II.2.4.1.1) Algorithme A3.....	32
II.2.4.1.2) Algorithmes A5	33
II.2.4.1.3) AlgorithmeA8	33
II.2.4.2) algorithme A4 alternatif d'AUC (AXE)	33
II.2.4.2.1) gestion des clés A4 d'AUC (AXE)	34
II.2.5) Fonctionnement d'AUC	34
II.2.5.1) Authentification	34
II.2.5.2) Principes généraux d'authentification et de chiffrement.....	36
II.2.5.3) Relation entre les nœuds HLR/AUC	37
II.2.6) Discussion	38

Chapitre III : La portabilité des numéros

III.1) Préambule.....	39
III.2) Définition.....	39
III .2.1) Opérateur donneur(OPD).....	39
III.2.2) Opérateur receveur(OPR).....	39
III.2.3) Numéro d'acheminement d'emplacement (NAE)	39
III .2.4) Opérateur exploitant (OPE).....	39
III.2.5) Client.....	39
III .2.6) Utilisateur final.....	40
III.2.7) SIM.....	40
III.2.6) MSISDN portables.....	40
III.2.7) PRF.....	40
III.2.8) LOA.....	40
III.3) Types de portabilité.....	40
III.3.1) Portabilité de fournisseur de services.....	40
a) Portabilité intramodale.....	40
b) Portabilité intermodale.....	41
III.3.2) Portabilité d'emplacement	41
III.3.3) Portabilité des services	41
III.4) Exécution du processus de portabilité	42
III.4.1) Initiation de la portabilité.....	42
III.4.1.1) Double Guichet.....	42
a) Les différentes étapes de la méthode double guichet.....	42
b) Les avantages de cette méthode.....	43
c) Les inconvénients de cette méthode.....	43
III.4.1.2) Simple Guichet.....	43

a) Les différentes étapes de la méthode simple guichet.....	44
b) Les avantages de cette méthode.....	45
c) Les inconvénients de cette méthode.....	45
I.4.2) Échange des informations de portage.....	45
III.4.3) routage des appels vers le numéro porté.....	46
III.4.3.1) Le routage direct.....	46
III.4.3.2) Le routage indirect.....	47
III .4.4) Mécanismes de routage des appels.....	47
III.4.4.1) All Call Query (ACQ).....	47
III.4.4.2) Query on Release (QoR).....	48
III.4.4.3) Onward Routing (OR).....	48
III.4.4.4) Call Drop Back ou Return to Pivot (RTP).....	49
III.4) Architecture de portabilité.....	51
III.4.1) Number Portability Administration Center (NPAC).....	51
III.4.2) Service Order Administration (SOA).....	51
III.4.3) Service Management System (SMS).....	51
III.4. 4) Number Portability Database (NPDB).....	51
III.4. 5) Low Technology Interface (LTI).....	51
III.4.6) Operations Support System (OSS).....	51
III.4.7) Inter-Carrier Communications Process (ICP).....	52
III.5) Schéma fonctionnel.....	53
III.6) les avantages de la portabilité des numéros.....	55
III.7) Les inconvénients de la portabilité.....	56
III.8) Discussions.....	57

Chapitre IV : Application

IV.1) Préambule.....	58
IV.2) Etude de portabilité intramodale (djezzy vers mobilis.....	58
IV.2.1) Demande de portage de numéro.....	58
IV.2.2) Echange d'informations de portage.....	58
IV.2.3) Routage des appels de numéro porté	59
IV.2.3.1) Schéma synoptique de routage des appels de Djezzy vers Mobili.....	59
IV.2.3.2) Organigramme de routage des appels.....	60
IV.2.3.3) Description de différents blocs de routage des appels de Djezzy vers Mobilis.....	61
IV.3) Discussion	65
Conclusion générale.....	66
Annex	
Glossaire	
Bibliographie	

Introduction générale

Au début des années 80, la plupart des systèmes de téléphonie mobile étaient analogiques et ils étaient incapables de supporter une capacité croissante, par conséquent, la convergence a eu lieu vers les systèmes numériques qui offrent une signalisation plus facile, moins d'interférences, intégration de transmission et de commutation et enfin une aptitude à supporter et à gérer plus de trafic et par suite une capacité meilleure.

Durant l'évolution des réseaux cellulaires, plusieurs systèmes ont été développés sans être standardisés ce qui cause beaucoup de problèmes liés surtout à la compatibilité. En tant que solution, le GSM (Global System for Mobile communication) est la première norme de téléphonie cellulaire de seconde génération et elle constitue désormais la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles.

Le réseau GSM est donc, un système cellulaire numérique de télécommunication mobile qui car il offre des services et des possibilités élaborées comme par exemple la possibilité de téléphoner depuis n'importe quel réseau GSM dans le monde.

Le réseau GSM a été conçu pour permettre à un abonné d'effectuer des appels téléphoniques quelque soit sa position géographique, il est constitué de plusieurs entités, lesquelles ont des interfaces spécifiques.

Les nœuds du réseau GSM (core network) sont parmi les plus importantes fonctions dans l'infrastructure des télécommunications, puisqu'ils prennent en charge les fonctions de gestion d'abonnés, d'établissement et de contrôle des appels, la gestion de mobilité, la connexion avec d'autres réseaux, la gestion des ressources ... etc. La capacité d'un nœud à gérer toutes ces fonctions dépend non seulement du volume des tâches qu'il est appelé à exécuter mais aussi de l'état dans lequel il se situe.

Le présent projet réalise en collaborations avec le centre Mobilis de Tizi-ouzou l'étude de deux nœuds dans le réseau GSM, qui sont le centre d'authentification AUC (authentication center) et le registre flexible des numérotations FNR (flexible number register).

A partir de cette étude on va expliquer l'un des services exploitant le FNR qui est la portabilité des numéros.

Pour mener à bien notre projet, nous avons partagé notre mémoire comme suite :

- Dans le premier chapitre, nous décrivons les caractéristiques générales généralités du réseau GSM.
- Dans le deuxième chapitre, nous expliquons le rôle FNR et de l'AUC dans le GSM.
- Le troisième chapitre décrit en détail le principe de fonctionnement de la portabilité des numéros mobiles.
- Pour mettre en évidence les étapes à suivre pour la portabilité des numéros, on présente dans le quatrième chapitre un exemple de la portabilité des numéros d'un abonné Djezzy vers Mobilis.

Enfin, nous terminons notre mémoire par une conclusion et les perspectives de ce travail.

Chapitre I: Généralités sur le réseau GSM

I.1) Préambule :

GSM est la première norme de téléphonie cellulaire qui soit pleinement numérique. C'est la référence mondiale pour les systèmes radiomobiles.

Le réseau GSM offre à ses abonnés des services qui permettent la communication de stations mobiles de bout en bout à travers le réseau. La téléphonie est le plus important des services offerts. Ce réseau permet la communication entre deux postes mobiles ou entre un poste mobile et un poste fixe. Les autres services proposés sont la transmission de données et la transmission de messages alphanumériques courts.

Le GSM présente des services supports sans restriction sur le type des données utilisées par l'utilisateur. Il transporte les informations sans modification de bout en bout en mode circuit dans le réseau GSM ce qui garantit la chronologie des informations échangées. Dans le réseau GSM, les données de l'utilisateur et la signalisation du réseau sont transportées dans des canaux de communication différents.

I.2) Historique :

En 1971, Bell téléphone fait apparaître la notion de cellule dans le réseau. Sa première mise en place se fera à Chicago en 1978 sur le système « Advanced mobile phone service » qui est toujours opérationnel. On a alors un changement de contrôle devenu dynamique, pour la prise en charge du récepteur par différents émetteurs, réalisable par zone, ou cellule. Mais l'histoire de la téléphonie mobile (numérique) débute réellement en 1982. En effet, à cette date, le groupe spécial mobile, appelé GSM est créé par la conférence européenne des administrations des postes et télécommunications mobiles pour l'Europe dans la bande de fréquence de 890 à 915 [MHz].

Les années 80 voient le développement du numérique tant au niveau de la transmission qu'au niveau du traitement des signaux, avec pour dérivés des techniques de transmission faibles, grâce à un encodage particulier des signaux préalablement à l'envoi dans un canal, et l'obtention de débits de transmission raisonnables pour les signaux (par exemple 9,6 kilo bits par seconde, noté [kb/s], pour un signal de parole).

Ainsi, en 1987, le groupe GSM fixe les choix technologiques relatifs à l'usage des télécommunications mobiles:

- Transmission numérique
- Multiplexage temporel des canaux radios
- Cryptage des informations sur le canal radio

Il faut attendre 1991 pour que la première communication expérimentale par GSM ait lieu.

Au passage, le sigle GSM change de signification et devient *Global Système for Mobile Communications*.

Le GSM a évolué de façon à transporter des données à des débits plus élevés c'est l'étape du GPRS (general packet Radio Service), en suite l'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), à l'heure actuelle des laboratoires de recherche travaillent sur les systèmes sans fil de la 4^{ème} génération qui est à l'état de concept et qui a pour but d'unifier l'ensemble des applications sans fil.

I.3) Architecture d'un réseau GSM :

Un réseau de radiotéléphonie a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau téléphonique fixe (RTC). Lorsqu'un utilisateur accède au réseau, plusieurs étapes sont nécessaires. Tout d'abord le sous-système radio assure le lien entre l'abonné et le sous système réseau. Celui-ci permet ensuite l'accès au réseau téléphonique traditionnel ; tout ceci étant supervisé par l'ensemble du sous-système d'exploitation et de maintenance.

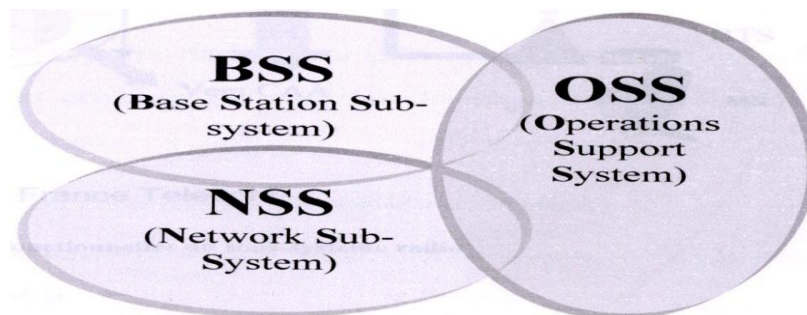


Figure (1): les sous systèmes de réseau GSM

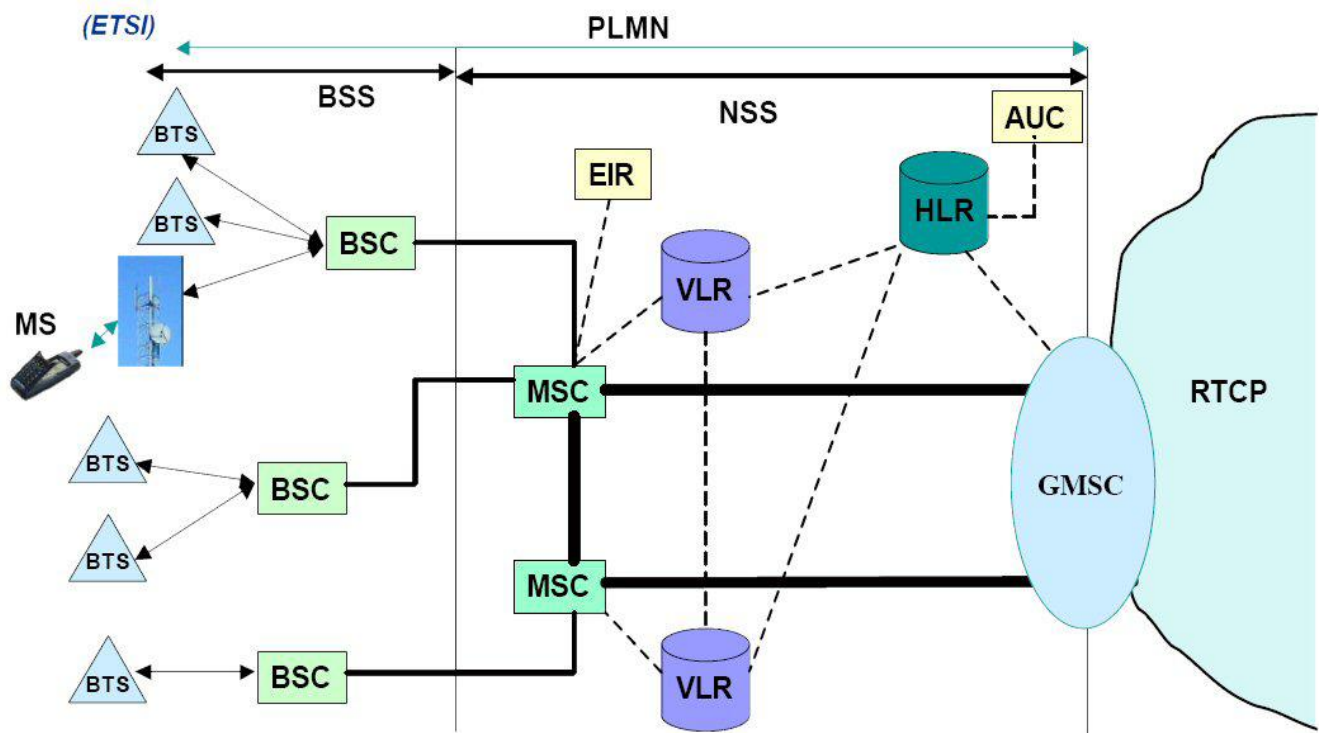


Figure (2): Architecteur d'un réseau gsm

I.3.1) Le sous-système radio BSS (Base Station Sub-system) :

C'est l'ensemble des constituants du réseau qui gère l'échange et la transmission des données par voie hertzienne. Le sous-système radio est principalement constitué de trois éléments :

I.3.1.1) La station de base BTS (Base Transceiver Station) :

La BTS est un ensemble d'émetteurs/récepteurs TRX. Elle gère les problèmes liés à la transmission radio (modulation, démodulation, codage correcteur d'erreur,...). Le placement et le type des BTS déterminent la forme des cellules. Elle réalise également des mesures radio pour vérifier qu'une communication en cours se déroule correctement.

La répartition géographique et le type de BTS utilisées jouent un rôle primordial pour évaluer la qualité du réseau. Il existe différents types de station de base : rayonnantes, ciblées, micro BTS.

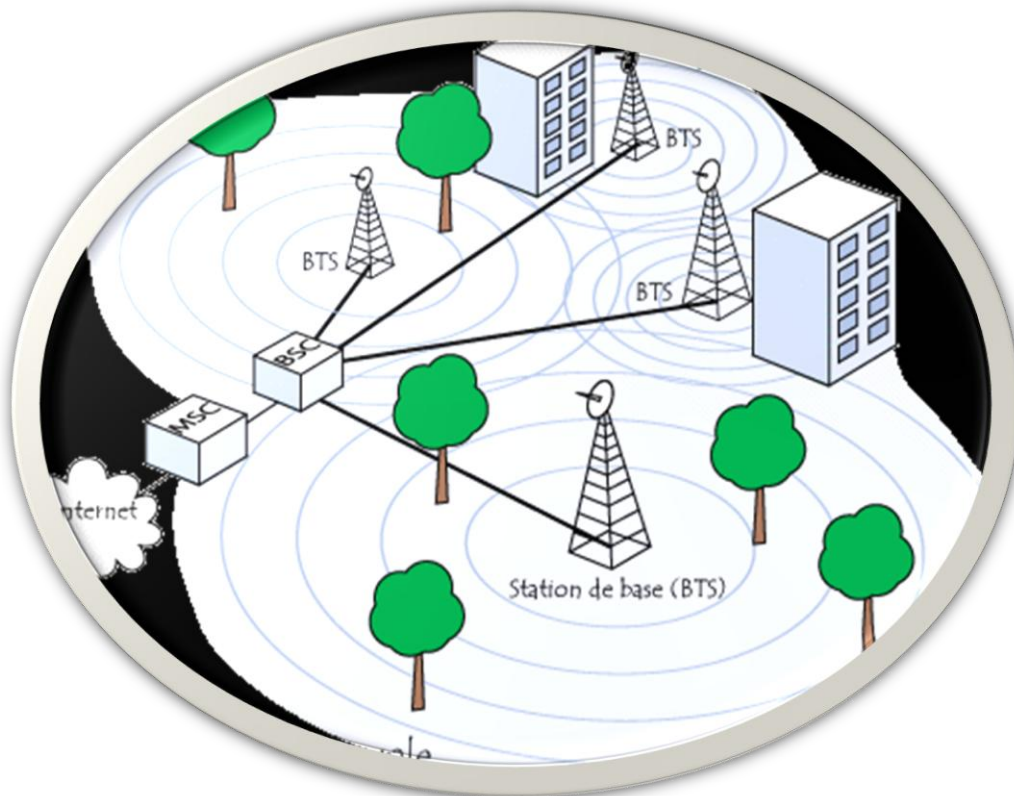


Figure (3) : la station de base BTS.

La BTS gère :

-La couche physique des réseaux (multiplexage TDMA, saut de fréquence lent, et le chiffrement). Elle réalise aussi l'ensemble des mesures radio nécessaires pour vérifier qu'une communication en cours se déroule correctement.

-La couche liaison de données pour l'échange de signalisation entre les mobiles et l'infrastructure réseau de l'opérateur.

Lorsqu'on téléphone à partir d'un mobile GSM :

- le mobile transmet par radio la communication vers la station de base de sa cellule.
- la conversation est ensuite acheminée de façon plus classique (câble, fibre optique ...) vers le correspondant s'il est raccordé au réseau téléphonique filaire, ou à sa station de base s'il est équipé d'un mobile.
- cette station de base transmet finalement la conversation par radio au correspondant.

Même si deux personnes se trouvent dans la même cellule et se téléphonent, la conversation ne passe jamais directement d'un GSM à l'autre.

Au cours d'un déplacement, il est possible qu'on sorte d'une cellule. Il est nécessaire alors de changer de la station de base tout en maintenant la communication : c'est le **transfert intercellulaire** ou **handover**. (Le handover est un mécanisme grâce auquel un mobile peut transférer sa connexion d'une BTS vers une autre (handover inter BTS) ou, sur la même BTS d'un canal radio vers un autre (handover intra BTS).

On parle de transfert automatique inter/intra cellule).

Pour gérer ce transfert :

- le téléphone GSM mesure en permanence la force du signal radio reçu de la station de base et écoute aussi régulièrement les stations de base des cellules voisines.
- lorsqu'il constate qu'il reçoit mieux une autre station de base que celle avec laquelle il échange les signaux, il en informe sa station de base.
- La station de base décide alors de passer le relais à la station de base voisine et met en œuvre la procédure de Handover (voir l'annexe).
- Ce processus oblige tous les mobiles GSM à écouter les stations de base des cellules voisines en plus de la station de base de la cellule dans laquelle il se trouve.



Figure(4) : Exemple des BTS

I. 3.1.2) Le contrôleur de stations de base BSC (Base Station Controller) :

Le contrôleur de stations de base est l'organe intelligent du sous-système radio. Il a pour fonction de gérer une ou plusieurs stations de bases et communique avec elles par le biais de l'interface A-bis. Ce contrôleur remplit différentes fonctions tout au niveau de la communication qu'au niveau de

l'exploitation. Pour les fonctions de communication des signaux en provenance des stations de base, le BSC agit comme un concentrateur, puisqu'il transfère les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique. Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données en les dirigeant vers la bonne station de base.

Au même temps, le BSC remplit le rôle de relais par les différents signaux d'alarme destinée au centre d'exploitation et de maintenance, il alimente aussi la base de données des stations de base. Enfin, il assure la gestion des ressources radio pour la zone couverte par les différentes stations de base qui sont connectées.

C'est donc un maillon très important de la chaîne de communication et il est de plus, le seul équipement de sous-système à être directement gérable. Le BSC est relié au sous-système d'exploitation et de maintenance, par le biais de l'interface **X2**.

Le BSC pilote enfin les transferts entre deux cellules ; il avise d'une part la nouvelle BTS qui va prendre en charge l'abonné « mobile » tout en informant le HLR de la nouvelle localisation de l'abonné.

Les BTS sont « contactées » par le centre de maintenance et d'exploitation par le biais des BSC qui jouent ce rôle de relais.

II.3.1.3) Le transcodeur TRC (TransCoder) :

Le TRC a pour but principal le transcodage (codage et décodage) de la parole et l'adaptation du débit pour les transmissions de données utilisées dans le réseau fixe (PCM) spécifié par la norme GSM. Le transcodage de la parole est réalisé entre 64 Kbit/s arrivant du MSC et 16 Kbit/s transmis vers le BSC 13 Kbit/s de téléphonie et 3 Kbit/s de signalisation de la bande. L'unité responsable du transcodage est le TRAU dans le BSC/TRC ou seulement le TRC.

I.3.2) Le sous-système d'acheminement appelé couramment réseau fixe NSS (Network Sub- System) :

Le sous-système réseau est l'interface entre le réseau téléphonique public commuté et les BSC. Il est constitué de commutateurs et de bases de données utilisateurs.

Le NSS contient des commutateurs, plusieurs bases de données et un centre de calcul. Le NSS joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-système radio gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge, toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions, utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming.

Un NSS se compose de :

- Une base de données relative aux abonnés HLR.
- Un centre de commutation mobile MSC.
- Un centre d'identification des abonnés AUC.
- Un enregistreur de localisation des mobiles VLR.
- Registre d'identité d'Equipement EIR.

I.3.2.1) Commutateur de service mobile MSC (mobile switching center) :

Cet élément peut être considéré comme le cœur d'un système cellulaire puisqu'il fait la gestion des appels et de tout ce qui est lié à l'identité des abonnés, à leur enregistrement et à leur localisation. Le MSC agit en somme comme un nœud d'un réseau commuté.

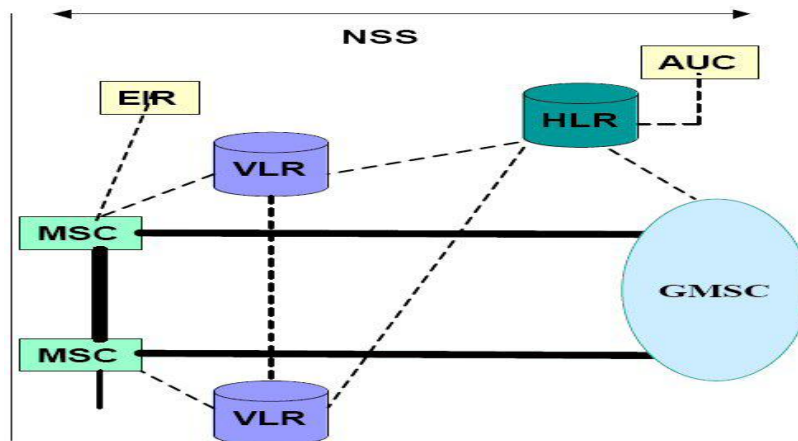


Figure (5) :le commutateur de service MSC et ces équipements

Les commutateurs du service mobile (MSC) constituent l'élément central du NSS, ils sont reliés au sous-système radio via l'interface A.

Ils sont souvent des commutateurs de transit des réseaux téléphoniques fixes sur lesquels ont été implantées des fonctionnalités spécifiques au réseau GSM.

Un MSC assure une interconnexion entre le réseau mobile et le réseau fixe, il gère aussi : l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC, la transmission des messages courts et l'exécution du handover (voir annexe) si le MSC concerné est impliqué.

Le processus du handover a lieu lorsqu'un utilisateur sur le réseau GSM, franchit les limites de la cellule dans laquelle il se trouve, il peut se présenter dans deux cas :

La MS se déplace dans une cellule contrôlée toujours par le même MSC, dans ce cas le processus de handover est géré par le même MSC.

La nouvelle cellule dans laquelle la MS évolue est sous le contrôle d'un autre MSC, dans ce cas, le handover est effectué par deux MSC sur la base de relevés du signal effectué par les BTS récepteurs de la MS.

-Il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR, VLR, AUC) qui donnent toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau.

-En connexion avec VLR, le MSC contribue à la gestion de la mobilité (localisation) des abonnés et aussi à la fourniture de tous les télé services offerts par le réseau : voix, messageries, données,...

-Un couple MSC/VLR gère généralement une centaine de milliers d'abonnés.

I.3.2.2) Commutateur d'entrée de service mobile GMSC (Gateway MSC) :

Ce commutateur est l'interface entre le réseau cellulaire et le réseau téléphonique public. Le GMSC est chargé d'acheminer les appels du réseau fixe à un usager GSM.

I.3.2.3) Registre des abonnés locaux HLR (Home Location Register) :

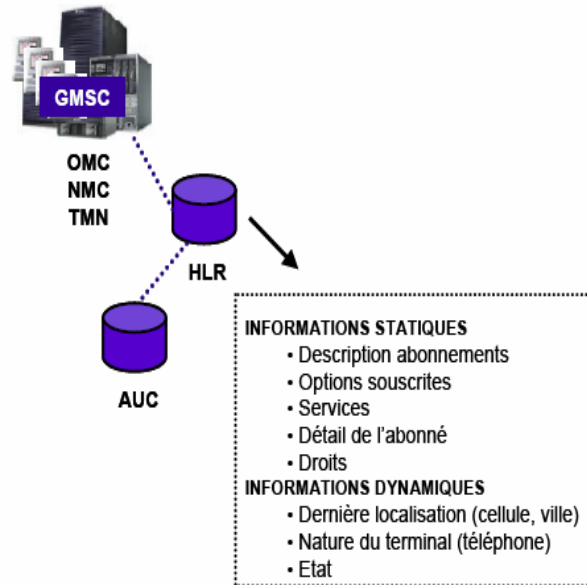
Il gère toutes les informations concernant les abonnés au réseau (numéro de l'utilisateur, numéro réseau d'un abonné, profil de l'abonnement,...) cette base de données gère également la position courante de l'abonné puisqu'elle enregistre le numéro de la zone de localisation où il se trouve. Il y a une HLR par opérateur.

Le HLR est une base de données de localisation et de caractéristiques des abonnés. Un réseau peut posséder plusieurs HLR selon des critères de capacité de machines, de fiabilité et d'exploitation. Le HLR est l'enregistreur de localisation nominale par opposition au VLR qui est l'enregistreur de localisation des visiteurs.

Le schéma ci-dessous décrit les informations gérées par le HLR.

Une base de données qui conserve des données statiques sur l'abonné et qui administre des données dynamiques sur le comportement de l'abonné.

Les informations sont ensuite exploitées par l'OMC. L'AUC est une base de données associée au HLR. Les données dynamiques sont mises à jour par le MSC. Cette base de données est souvent unique dans un réseau GSM, et seule quelques personnes y ont accès directement.



Figure(6) : Registre des abonnés locaux.

Les informations dynamiques relatives à l'état et à la localisation d'un abonné sont actualisées en permanence. Ces informations sont particulièrement utiles lorsque le réseau achemine un appel vers l'abonné.

Le réseau commence par interroger le HLR pour prendre connaissance de la dernière localisation connue, de l'état du terminal (On / Off) et de la date de ces données avant toute action. La mobilité constitue la différence essentielle entre le réseau filaire et le réseau de radiotéléphonie.

Ainsi sur le réseau mobile, l'opérateur doit interroger les différentes bases de données (HLR) afin de localiser un abonné pour établir une connexion.

Prenons un exemple :

IMSI + KI : Identification de l'abonné x.

MSISDN : (Mobile Station *ISDN* Number) Numéro de téléphone de x. C'est le seul identifiant de l'abonné mobile connu à l'extérieur du réseau GSM.

Le HLR vérifie que le couple $IMSI + KI = MSISDN$.

L'AUC vérifie que le couple $IMSI + KI$ est valide.

L'IMSI (International Mobile Subscriber Identity) : qui est gère par le HLR .l'IMSI n'est connu qu'à l'intérieur du réseau GSM, il donne des informations sur le réseau d'origine et le pays entre autre.

Le KI (clé de cryptage) : qui est géré par la base de données AUC

L'IMSC et le KI sont les deux informations importantes transmises par la carte SIM.

I.3.2.4) Registre des abonnés visiteurs VLR (visitor location register) :

Cette base de données contient temporairement des informations sur les abonnés qui visitent une région desservie par un MSC autre que celui auquel ils sont abonnés.

L'enregistreur de localisation des visiteurs est une base de données associée à un commutateur MSC. Le VLR a pour mission d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau, ainsi l'opérateur peut savoir à tout instant dans quelle cellule se trouve chacun de ses abonnés. Les données mémorisées par le VLR sont similaires aux données du HLR mais concernent les abonnés présents dans la zone concernée.

A chaque déplacement d'un abonné le réseau doit mettre à jour le VLR du réseau visite et le HLR de l'abonné afin d'être en mesure d'acheminer un appel vers l'abonné concerné ou d'établir une communication demandée par un abonné visiteur.

Pour ce faire un dialogue permanent est établi entre les bases de données du réseau.

La mise à jour du HLR est très importante puisque lorsque le réseau cherche à joindre un abonné, il interroge toujours le HLR de l'abonné pour connaître la dernière localisation de ce dernier, le VLR concerné est ensuite consultés afin de tracer le chemin entre le demandeur et les demandés pour acheminer l'appel.

I.3.2.5) le centre d'authentification AUC (AUthentication Center) :

Le centre d'authentification AUC est base de données qui stocke des informations **confidentielles** ; il est localisé dans une pièce dont l'entrée est contrôlée et **où** seul un personnel habilité peut pénétrer. Avant tout accès à la base de données, ce personnel doit fournir un mot de passe.

La mission du centre d'authentification est de contrôler l'identité des utilisateurs du réseau et celui des stations mobiles, et de contrôler les droits d'usages possédés par chacun des abonnés sur les services du réseau. Cette vérification est faite pour chacune des demandes d'utilisation d'un service formulées par un abonné. Ce contrôle vise à protéger le fournisseur de service aussi bien que les abonnés.

Le centre d'authentification, ou AUC mémorise toutes les informations nécessaires à la protection des communications des abonnés mobiles. Les particularités de la norme GSM sont le chiffrement des transmissions sur la voie radio et l'authentification des utilisateurs du réseau, les clés de chiffrement étant présentes dans la station mobile et dans un centre d'authentification.

Par ailleurs, l'identification certaine d'un utilisateur protège chaque abonné l'usage frauduleux de son abonnement et lui évite donc de payer à la place d'un éventuel fraudeur. L'usage du réseau étant interdit aux fraudeurs, aucune contestation de la facturation n'est possible. Les abonnés savent qu'ils payent pour des services qu'ils ont effectivement utilisés. Cette identification se fait en deux étapes. La première est locale : lors de la mise en service de son terminal, un abonné doit s'identifier à l'aide d'une signature électronique. Il compose pour cela sur le clavier de son terminale son code

confidentiel, lequel est vérifié par le microprocesseur de sa carte d'abonné SIM qu'il a au préalable insérée dans le lecteur de son poste d'abonné

Une fois le code attendu fourni, il peut faire usage de son poste. La seconde étape de l'identification se réalise quand l'abonné veut utiliser un service de réseau. Le réseau demande alors au terminal, dans un premier temps, de fournir l'identité de l'abonné, qui est son numéro d'abonnement. Dans un second temps, le réseau demande à l'abonné de prouver son identité en utilisant un algorithme inscrit dans un espace mémoire, protégé en lecture, de sa carte.

Une copie de cet algorithme est également présente dans le centre d'authentification. Ainsi l'algorithme secret ne circule jamais sur le réseau, seul le résultat d'un calcul effectué avec cet algorithme y circule, sous une forme codée.

Le centre d'authentification, par une simple comparaison entre le résultat reçu et le résultat attendu, authentifie l'abonné.

Un numéro d'abonnement est une information non protégée, bien que différente du numéro d'annuaire. Mais un fraudeur peut connaître le numéro d'abonné d'une de ses relations. Si ce fraudeur se déguise avec un numéro d'abonné qu'il connaît, quand le centre d'authentification lui demande d'apporter la preuve de son identité, il en est incapable.

Le centre d'authentification le démasque alors et lui interdit l'usage des services du réseau. Quand un abonné est authentifié, le réseau interroge l'enregistreur nominal de l'abonné HLR pour contrôler les options souscrites dans l'abonnement et le droit d'accès de l'abonné au service demandé. Si les droits sont valides, l'abonné accède au service qu'il sollicite.

I.3.2.6) Registre d'identification d'équipement EIR (Equipment Identity Register):

L'EIR est une base de données annexe contenant les identités des **équipements mobiles (terminaux)**. Un terminal est identifié par un numéro de série dénommé IMEI (IMEI = numéro d'homologation (série), Numéro d'identifiant. Numéro du terminal). La base EIR est consultée lors des demandes de services d'un abonné pour vérifier si le terminal utilise est autorisé à fonctionner sur le réseau. Ainsi l'accès au réseau peut être refusé si le terminal n'est pas homologué, si le terminal perturbe le réseau ou si ce même terminal a fait l'objet d'une déclaration de vol. Dans la réalité ces bases de données EIR sont peu utilisées faute d'accords entre les opérateurs d'un même pays. La création d'une liste noire des terminaux volés pour en interdire leur utilisation pourra décourager les vols de téléphones portables.

I.3.3) Sous-système opération OSS (Opération and Support System) :

Les éléments constituant les deux sous réseaux précédents sont reliés à distance, via X25, au centre d'exploitation et de maintenance.

Dans un réseau GSM l'OSS comporte un OMC-R (centre d'exploitation et de maintenance radio) et un OMC-N (centre d'exploitation et de maintenance réseau).

I.3.4) La station mobile MS (mobile station) :

Station mobile composée de :

- **Une carte SIM** (*Subscriber Identity Module*), pour identifier l'utilisateur de manière unique et d'un terminal mobile (en général un téléphone portable).

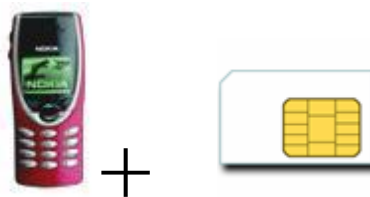
- **Un terminal** : le téléphone portable est identifié par un numéro d'identification unique de 15 chiffres appelé **IMEI** (*International Mobile Equipment Identity*).

-Chaque carte SIM possède un numéro d'identification unique (et secret) : **IMSI**

(*International Mobile Subscriber Identity*), qui peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés *code PIN*.

-La communication entre une station mobile et la station de base se fait par l'intermédiaire d'un lien radio, généralement appelé **interface air**.

MS : ensemble de deux éléments physiques :



I.4) Les interfaces de réseau GSM :

I.4.1) Les interfaces :

Les interfaces sont aussi des composants importants d'un réseau, ils supportent le dialogue entre les équipements et permettent leurs interactions fonctionnelles. La normalisation des interfaces garantit l'interopérabilité d'équipements hétérogènes produits par des constructeurs différents.

Nom	Localisation	Utilisation
Um	Terminal - BTS	Interface radio
Abis	BTS - BSC	Divers (transfert des communications...)
A	BSC - MSC	Divers (transfert de données)
B	MSC - VLR	Divers (transfert de données)
C	GMSC -HLR	Interrogation HLR pour appel entrant
D (1)	VLR - HLR	Gestion des informations d'abonnés et de localisation
D (2)	VLR - HLR	Services supplémentaires
E	MSC - MSC	Exécution des "handover"
F	MSC - EIR	Vérification de l'identité du terminal
G	VLR - VLR	Gestion des informations d'abonnés
H	HLR - AUC	Echange des données d'authentification

Figure (7): tableau des interfaces

I.4.1.1) Interface radio U_m :

Il est localisé entre la station mobile (MS) et la station de base (BTS) c'est l'interface la plus importante du réseau. Au niveau physique l'interface U_m est la seule qui n'utilise pas la transmission de données à 64 Kbit/s, que le canal radio ne peut véhiculer.

Au deuxième niveau (liaison), il se singularise également par l'emploi d'un protocole adapté au traitement d'un canal à fort taux d'erreurs.

I.4.1.2) Interface Abis :

Cette interface relie la station de base à son contrôleur, la couche physique est définie par une liaison MIC à 2Mbit/s, la couche liaison de données est le protocole LAPD.

Dans une station de base, sur l'interface radio, un canal de phonie possède un débit de 13 Kbit/s, mais le débit d'un canal d'une liaison MIC est de 64 Kbit/s. Pour régler cette différence de débit on utilise le multiplexage de quatre canaux de phonie dans un canal MIC. Cette différence offre l'avantage de réduire les besoins et les coûts des supports de transmission entre les stations de bases et la station contrôleur.

I.4.1.3) Interface A :

L'interface A relie le sous système radio au sous système réseau, sa couche physique est définie par une ou plusieurs liaisons à 2 Mbit/s ainsi que sa couche liaison de données est le protocole CCITT n°7.

Les voies GSM sont restituées en voies MIC en utilisant des transcodeurs qui sont généralement installés entre le BSC et le sous système réseau. Les transcodeurs de parole adaptent le format de codage bas débit de la parole GSM utilisé sur les canaux radio à celui de réseau fixe.

Pour exploiter de façon optimum les possibilités offertes par le codage bas débit de la parole de GSM, les transcodeurs sont le plus souvent installés sur les sites de commutation, mais parfois ils peuvent être sur les sites de BSC.

I.4.1.4) Interface X25 :

C'est l'interface qui relie d'une part l'OMC_N au sous système réseau à travers le réseau de données, d'autre part il relie le système OMC_R au sous système radio.

I.4.1.5) Interface E :

C'est la liaison inter MSC réalisée par une couche physique utilisant des circuits 2Mbit/s et une liaison de données utilisant le protocole CCITT n°7.

I.4.1.6) Interfaces B, C, D, G :

Elles gèrent une liaison de données entre les différentes entités composant le sous système réseau et le MSC.

- Interface B relie le registre des abonnés visiteurs au MSC.
- Interface C relie le registre des abonnés locaux au MSC.
- Interface D relie les deux bases de données HLR et VLR.
- Interface G c'est la liaison inter VLR.

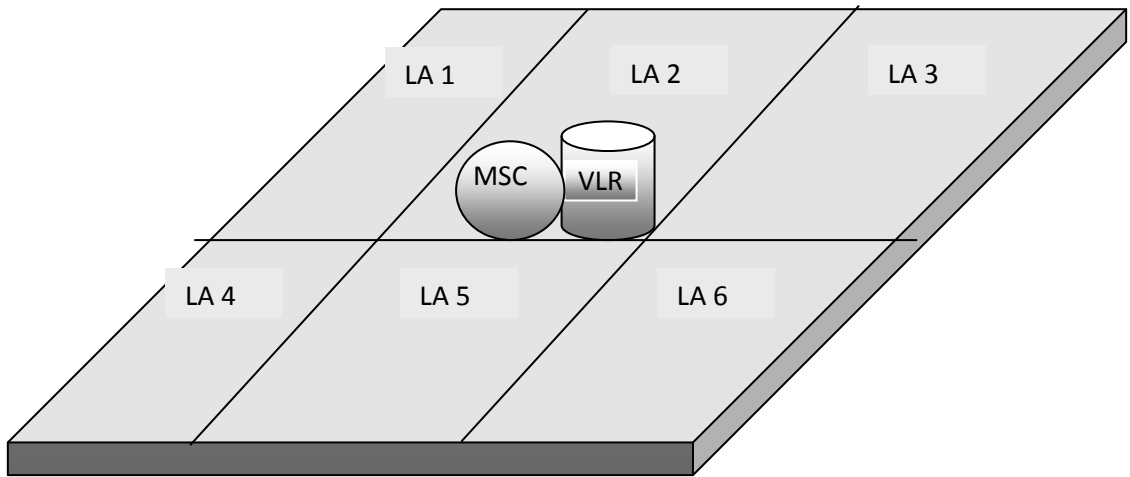
I.4.1.7) Interfaces passerelles :

C'est une interface entre le MSC et le réseau public s'appuie sur le protocole sémaphore CCITT n°7 et sont utilisées pour le transport du trafic et de données de signalisation.

I.4.2) Les Zones géographiques de réseau GSM :

I.4.2.1) Zone de localisation LA (Location Area) :

Chaque zone de BSC est subdivisée en plusieurs zones de localisation, un MS peut se déplacer librement dans une LA sans devoir remettre à jour son information de localisation dans le central MSC/VLR qui commande la zone de localisation. LA est la zone où le paging est diffusé pour rechercher un abonné mobile appelé. Elle peut comporter plusieurs cellules et dépendre d'un ou plusieurs BSC.



Figure(8) : Subdivision en zones de localisation

I.4.2.2) zone de service MSC/ VLR :

Une zone MSC représente la partie du réseau couverte par un MSC. Pour acheminer un appel vers un abonné mobile ; il est transmis au travers du réseau au MSC dans la zone duquel l'abonné se trouve à ce moment.

Une zone de service est la partie du réseau définie comme une zone où une station mobile peut être jointe. En raison du fait que la MS est enregistrée dans un registre de localisation des visiteurs (VLR). Dans le GSM, la zone MSC et la zone de service couvrent exactement la même partie du réseau, le MSC et le VLR étant toujours implantés dans le même nœud

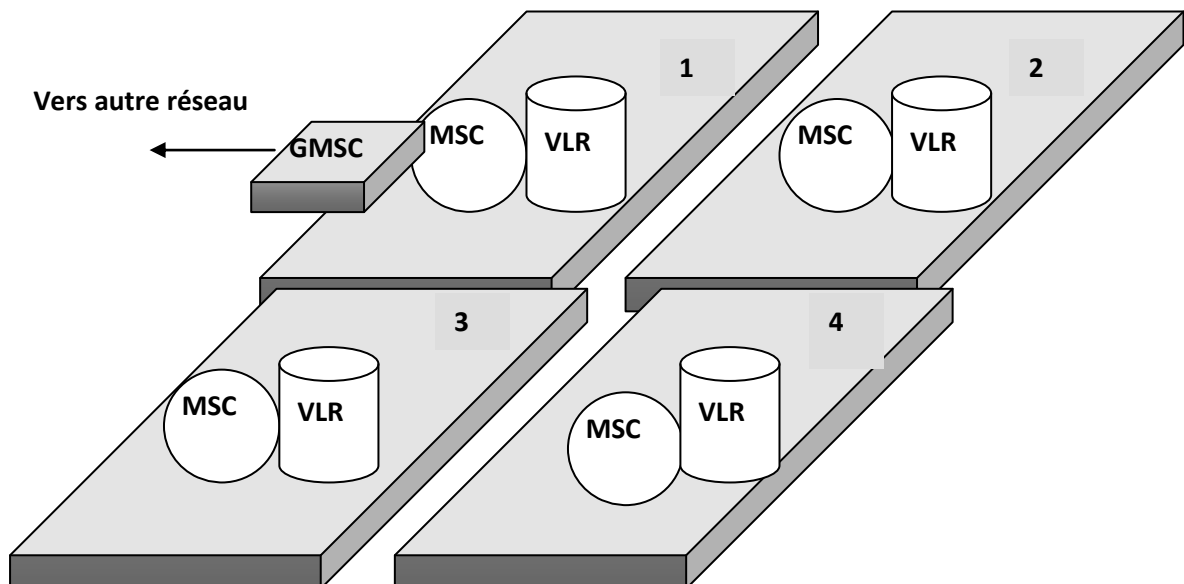


Figure (9) : Zone de service MSC/ VLR 1 à 4

I.5) Identité d'un abonné :

I.5.1) IMSI (International Mobile Subscriber Identity) :

Chaque abonné dispose d'une identité internationale IMSI, unique pour tous les réseaux GSM et qui ne varie pas dans le temps.

L'IMSI suit le plan d'identification. On le transporte aussi rarement que possible sur l'interface radio pour des questions de sécurité et de confidentialité.

L'IMSI sert également au réseau à rechercher l'abonné dans les cas où le TMSI n'est pas disponible.

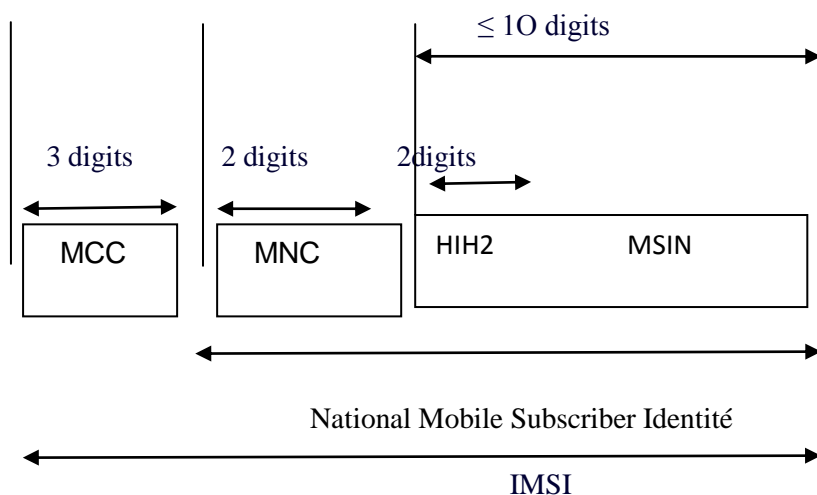
-Mobile Country Code(MCC) : indicatif du pays domicile de l'abonné mobile.

-Mobile Network Code(MNC) : indicatif du PLMN (*Public Land Mobile Network*) nominal de l'abonné mobile.

PLMN :Réseau GSM géré par un opérateur.

-Mobile Subscriber Identification Number (MSIN): numéro de l'abonné mobile à l'intérieur du réseau GSM.

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. Les MSC/VLR sont donc capables à partir d'un IMSI quelconque d'adresser le HLR de l'abonné correspondant.



Figure(10) : Composition de l'IMSI.

I.5.2) TMSI (Temporary Mobile Station Identity) :

A l'intérieur d'une zone gérée par un VLR, un abonné disposé d'une identité temporaire, le TMSI attribuée au mobile de façon locale, c'est à dire uniquement pour la zone gérée par le VLR courant du mobile .Le TMSI n'est connu que sur la partie MS-MSC/VLR et le HLR n'en a jamais connaissance.

Le TMSI est utilisé pour identifier le mobile appelé ou appelant lors d'un établissement de communication. Plusieurs mobiles dépendant de VLR différents peuvent avoir le même TMSI. A chaque changement de VLR, un nouveau TMSI doit être attribué.

L'utilisation du TMSI est optionnelle ; en effet, la norme GSM prévoit la possibilité pour l'opérateur de n'avoir recours qu'à l'IMSI. Cependant pour les raisons de sécurité évoquées précédemment, il est préférable d'utiliser le TMSI.

La structure du TMSI est laissée libre à l'opérateur. Il est codé sur 4 octets, sa structure plus courte que l'IMSI permet de réduire la taille des messages d'appel sur la voie radio.

I.5.3) MSISDN (Mobile Station ISDN Number):

Le MSISDN est le numéro que composera une personne désirant joindre un abonné GSM. Seul le HLR contient la table de correspondance entre le MSISDN et l'IMSI d'un abonné.

Il comprend les champs suivants :

-Country Code (CC ou code pays) : indicatif du pays dans lequel l'abonné a souscrit son abonnement.

-National Mobile Number: numéro national du mobile composé du **National Destination Code (NDC)** déterminant le PLMN particulier dans le pays et **Subscriber Number (SN)** attribué par l'opérateur.

Comme pour l'IMSI, le MSISDN permet à un PLMN de connaître le HLR de l'abonné à partir des premiers chiffres du champ SN. La présence des champs CC et NDC permet aussi de l'utiliser comme appellation globale dans le message SCCP (*Signaling Connection Control Part.*) pour le routage des messages entre un PLMN (quelconque et le HLR nominal de l'abonné.

- **SCCP :** c'est une passerelle chargée pour traduire l'adresse globale en un numéro de destinataire. le message SCCP est transmis par relais au destinataire : CC+ Préfix +NDC+SN

Exemple :

IMSI :

➤ IMSI mobilis : 21360301661825643
MCC : 213

MNC : 60301

MSIN : 661825643

➤ IMSI djezzy : 2136002772129662
MCC : 213

MNC : 60302

MSIN : 772129662

MSISDN:

➤ MSISDN Mobilis : 213661825643
CC : 213
NDC : 6
SN : 61825643

➤ MSISDN Djezzy : 213772129662
CC : 213
NDC : 6
SN : 61825643

I.6) MOBILE APPLICATION PART (MAP) :

I.6.1) Dialogues dans un réseau GSM :

Dans le SSS un réseau GSM, les interfaces B à H sont toutes des variantes d'un même protocole MAP (Mobile Application Part) défini par le GSM et s'appuyant sur le système de signalisation N°7, cette fois un plus étoffé puisqu'il inclut la couche TCAP (Transaction Capability Application Part).

L'aspect international des relations entre machine apparaît donc ici, car un dialogue MAP doit pouvoir être assuré entre eux, par exemple, un HLR d'un PLMN d'origine et un VLR d'un pays visité. Les plans de numérotage (numéros de points sémaphores) du réseau SS7 étant nationaux, nous devons utiliser les possibilités offertes par la couche SCCP.

On aura donc recours à des passerelles SCCP, chargée de traduire l'adresse globale en un numéro de PS destinataire, tout d'abord d'un passerelle capable d'atteindre le réseau international, puis d'un autre passerelle dans le pays destinataire, (via le réseau SS7 international).

Le MAP est structuré comme catalogue de requêtes et réponses possible, associées à des composants TCAP (Invoke et Result), eux-mêmes insérés dans des transactions (de type TC _begin, TC_continue t TC_end) TCAP.

Le gestionnaire de transaction TCAP s'appuie lui-même sur les couches basses du SS7 MTA et SCCP, ce dernier étant utilisé en classe 0 et 1, c'est-à-dire sans connexion.

L'adresse globale peut être :

- Un numéro de PS national.
- Une adresse RTCP.
- Une adresse GSM (IMSI).

Une traduction SCCP est indispensable, à la source (A), puis à chaque passerelle (GA, GB).

En GSM, l'adresse SCCP inclut une sous adresse spécifiant le numéro et le type de sous-système destinataire (HLR, VLR, MSC, EIR).

I.6.2) Les couches MTP et SCCP :

Les couches MTP et SCCP du SS7, sont entièrement détaillées dans les références [4] et ne seront pas abordées ici. Nous noterons cependant que toutes les communications SCCP sont de classe 0 et 1 (mode sans connexion), ce qui permet le transfert des messages entre deux entités du PLMN ou de PLMN différents en assurant en particulier les fonctions de traduction d'adressage permettant, même si le destinataire appartient à un autre PLMN, de déterminer vers quel PS orienter le message.

Le SCCP et les messages de gestion qui lui sont associés permettent également l'exécution des procédures destinées à maintenir les performances du réseau en assurant le réacheminement dans le cas de fautes ou de congestion du réseau

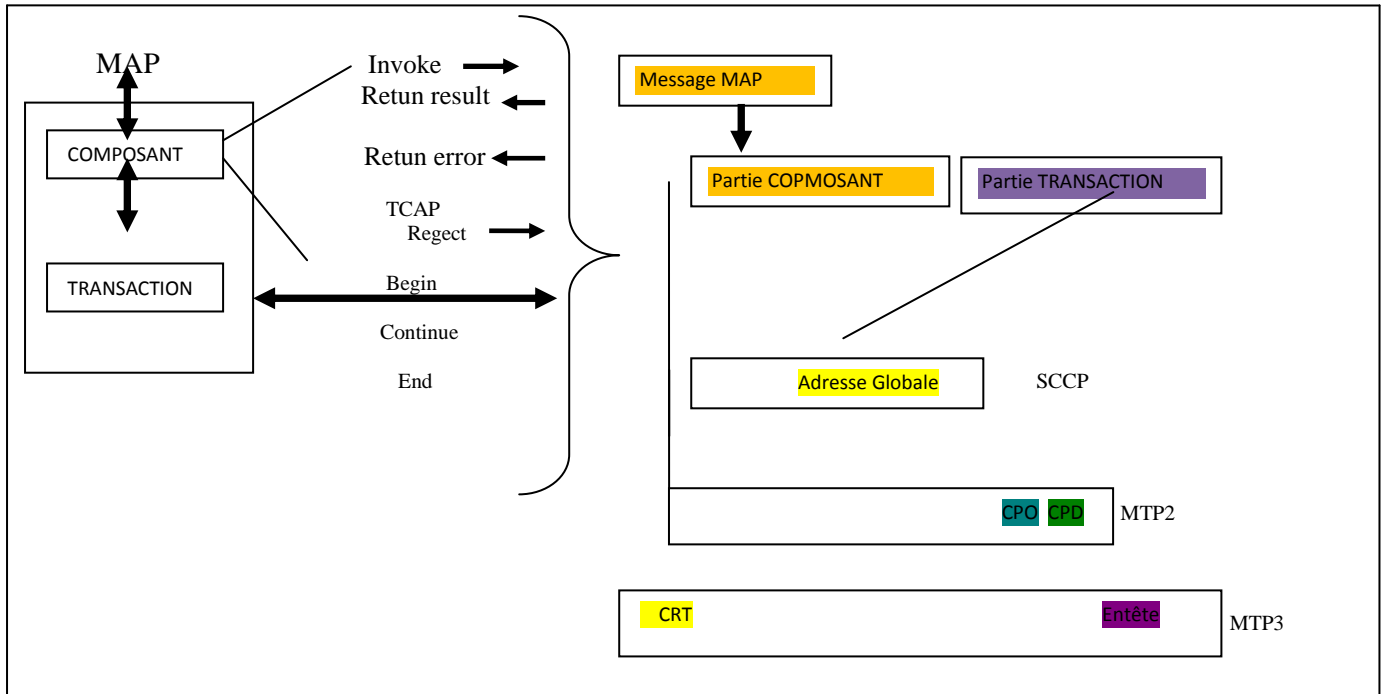
I.6.3) Rôle du TCAP :

Le MAP utilise les services offerts par la couche TCAP du SS7.

Cette couche est structurée en deux sous-couches : la sous-couche « composant » au-dessus de la sous-couche « transaction ».

- La sous-couche « composant » fournit des services applicatifs pour l'échange de paquet de données mettant en œuvre des tâches et fournissant les résultats après exécution. Ces services sont accédés à travers des primitives spécialisées.
- Le sous-couche « transaction » fournit un service d'association permettant de relier plusieurs paquets de données échangées sur l'interface et faisant parti de la même transaction.

En tant qu'utilisateur de TCAP, le MAP peut être modélisé comme un ensemble d'éléments du service applicatif correspondant à chaque entité du réseau PLMN (MSC, VLR, HLR, etc), et composé d'un ensemble de procédures opératoires.



Figure(11) : Architecteur du protocole MAP.

I.7) Discussion :

La structure de GSM permet aux abonnés de disposer de tous les services d'un réseau numérique mobile, dont la possibilité d'utiliser la radiotéléphonie mobile pour des interconnexions entre réseau.

Chapitre II: Etude du FNR et de l'AUC

II.1) Registre Flexible de numérotation FNR (Flexible Number Register) :

II.1.1) Préambule :

Le registre flexible de numérotation (FNR) est un nœud mobile en temps réel de télécommunication pour le nœud du système de GSM d'Ericsson (et accomplit des caractéristiques de 3GPP (3rd Generation Partnership Project) GSM 900/1800/1900). Le FNR est une entité de capacité élevée conçue pour faire face à la manipulation de la série de grand nombre.

Le FNR a été depuis octobre 1995. Les exigences de client ont été essentielle pour le développement du FNR comme nœud capable de jouer un rôle principal dans les messages, et leurs cheminement dans le réseau GSM et le WSDMA/UMTS.

Le FNR est conçu par la technologie de L'AXE10 (technologie), Ce qui garantit une capacité de la disponibilité de système et une **fiabilité** élevée. Le FNR est mis en application le concept de modularité (AM), qui donne un niveau important de flexibilité dans la topologie de réseau de plus l'utilisation de plate-forme commune offre également des avantages comme : sans panne, sans couture et l'interaction entre les différents nœuds. Le FNR subit le développement étendu continu, où des effets de **synergie** des améliorations générales de l'AXE 10.

II.1.2) Configuration :

La plate-forme de (HW) hardware (matériel) et les différentes applications de (SW) software (logiciel) de commutateur résidant dans le nœud FNR et FNR Intégré dans le nœud de HLR ou dans le FNR autonome ou dans les diverses configurations en a offert dans la combinaison avec FNR (exemple HLR/FNR, HLR/FNR/AUC).

Le FNR existe dans deux configurations :

- Configuration autonome qui signifie un seul nœud.
- Configuration (combiné) Complantée, les moyens qu'ils sont intégrés avec le registre de localisation nominal (HLR), le centre de commutation mobile de passerelle (GMSC),

II.1.2.1) : Nœud combiné (complanté) :

Quand les opérateurs ont commencé dans le GSM, la quantité d'abonnés est petite pour la portabilité de numéros. Ceci mènera aux configurations réseau avec le nœud combiné de FNR/HLR/AUC.

II.1.2.1.a): Avantage des nœuds intégrés de HLR et de FNR :

- Moins de signalisation HW est due nécessairement à la distribution de MSISDN dans le réseau, une certaine partie des données tenues compte à l'installation d'appel peut être trouvée sans besoin de l'interrogation de GSMC vers un autre nœud de HLR dans le réseau.
- Une **population** plus rapide des données de FNR au moyen des procédures existantes : les données de l'abonné complanté de HLR sont déjà disponibles dans le même échange.

II.1.2.2) Configuration par autonome (un seul nœud):

Au premier début du FNR, seulement la fonction de l'attribution flexible MSISDN était disponible. Les conditions de mémoire étaient fixes selon le numéro de rapports manipulés par FNR. Puisque tout numéro de MSISDN appartient à la même série de numéro, et la mémoire requise (nécessaire) pour stocker ces adresses d'abonné, où le stockage d'autres numéros appartenant à la série différente devient applicable, la signalisation de nœud a été limitée seulement aux abonnés pour l'appel et les messages courts que ceci a menés à la configuration réseau avec FNR/HLR complanté.

En raison de l'introduction de la fonction de portabilité des numéros dans le sous-système flexible de numérotation (pour fournir les abonnés mobiles la capacité de changer l'opérateur de réseau, et le numéro d'annuaire original) la condition de mémoire et de signalisation était numéro lié aux abonnés importés et l'abonné qui appartient aux autres opérateurs de réseau et séries différentes puis « pour posséder » le domaine est devenu approprié pour le stockage. Ce que fait a impliqué qu'il y avait un besoin de prolongation de mémoire de stocker la nouvelle série de numéros aussi bien que les rapports entre MSISDN et portabilité de numéros. Pour augmenter et améliorer la capacité de signalisation et de mémoire, une autre configuration réseau a été présentée pour déplacer FNR des nœuds complantés et pour mettre dans un seul nœud.

II.1.2.2.a) Avantages de séparer des nœuds de FNR et de HLR :

- Plus de capacité mémoire d'abonné de FNR.
- Une administration plus simple de FNR si seulement un nœud de FNR est employé dans le réseau.
- FNR est une application puissante, selon la configuration réseau, peut être employée pour équilibré la capacité entre les HLR du réseau.
- FNR est capable de manipuler la **redondance** des données avec un FNR joint. En cas d'échec de nœud de FNR ; le nœud joint prend tout le trafic d'une manière transparente pour l'utilisateur.

II.1.3) Fonctionnalité de FNR :

II.1.3.1) Attribution flexible de MSISDN :

Dans les systèmes mobiles de GSM/WSDMA/UMTS quand un nœud a un besoin de communiquer avec le HLR d'un abonné de station mobile et l'adresse de HLR n'est reconnu, ce nœud utilise l'IMSI ou bien le MSISDN au destinataire HLR, selon le cas du trafic et sur quelle identité est disponible.

Les couples de digits MNC de IMSI et NDC de MSISDN sont employés en tant que titre globale pour conduire les messages au HLR.

Les numéros consécutifs d'IMSI et de MSISDN (d'une série) ne peuvent pas appartenir au HLR déferent. Les IMSI et les MSIDIN sont employés pour le **remorquage** (réparation) dans le réseau, comme clé pour corriger le profil d'abonné et pour conduire au HLR approprié.

Il doit y avoir rapport physique également fixe entre l'IMSI et MSISDN pour permettre à une table de cheminement d'être construite pour diriger le message de signalisation vers le HLR et pour faire à cette table de cheminement d'une taille maniable, cette association doit être entre les gammes ou les blocs relativement grands d'IMSI et de MSISDN.

Dans un environnement multiple de HLR, il est nécessaire que les SIM (IMSI) doivent être **préemballés** dans les groupes ainsi que la série des numéros de MSISDN appartenant à certain bloc.

Un tel **empaquetage** coûteux pour l'opérateur et ce dernier n'a aucun contrôle de la distribution de l'abonnement dans leur HLR puisqu'il est très difficile d'avoir le contrôle de la répartition géographique des ces paquets (blocs) pour le revendeur qu'elle est également coûteuse.

Quand un abonné a plusieurs MSISDN, comme un pour la téléphonie et un pour le fax, ils doivent tout se diriger au même HLR et de préférence faire partie du même bloc de numéros afin de laisser accorder (équilibrage de la charge) le HLR .Si non, il est dans la pratique impossible de déplacer des abonnements entre les HLR sans avoir changer les MSISDN, GSM/ SIM et WSDMA/UMTS USIM seront la masse lancée sur le marché avec MSISDN. Il est très probable que le MSISDN ne pas être dans le même secteur géographique que l'enregistreur nominal de localisation HLR de l'abonné, les abonnés demandera un changement et l'opérateur devrait pouvoir apporter cette modification sans exiger les abonnés de changer SIM/USIM.

Le but de ce dispositif est d'ajouter la flexibilité dans le système de sorte qu'il soit possible que le fournisseur de services assigne tous numéros de MSISDN à un IMSI.

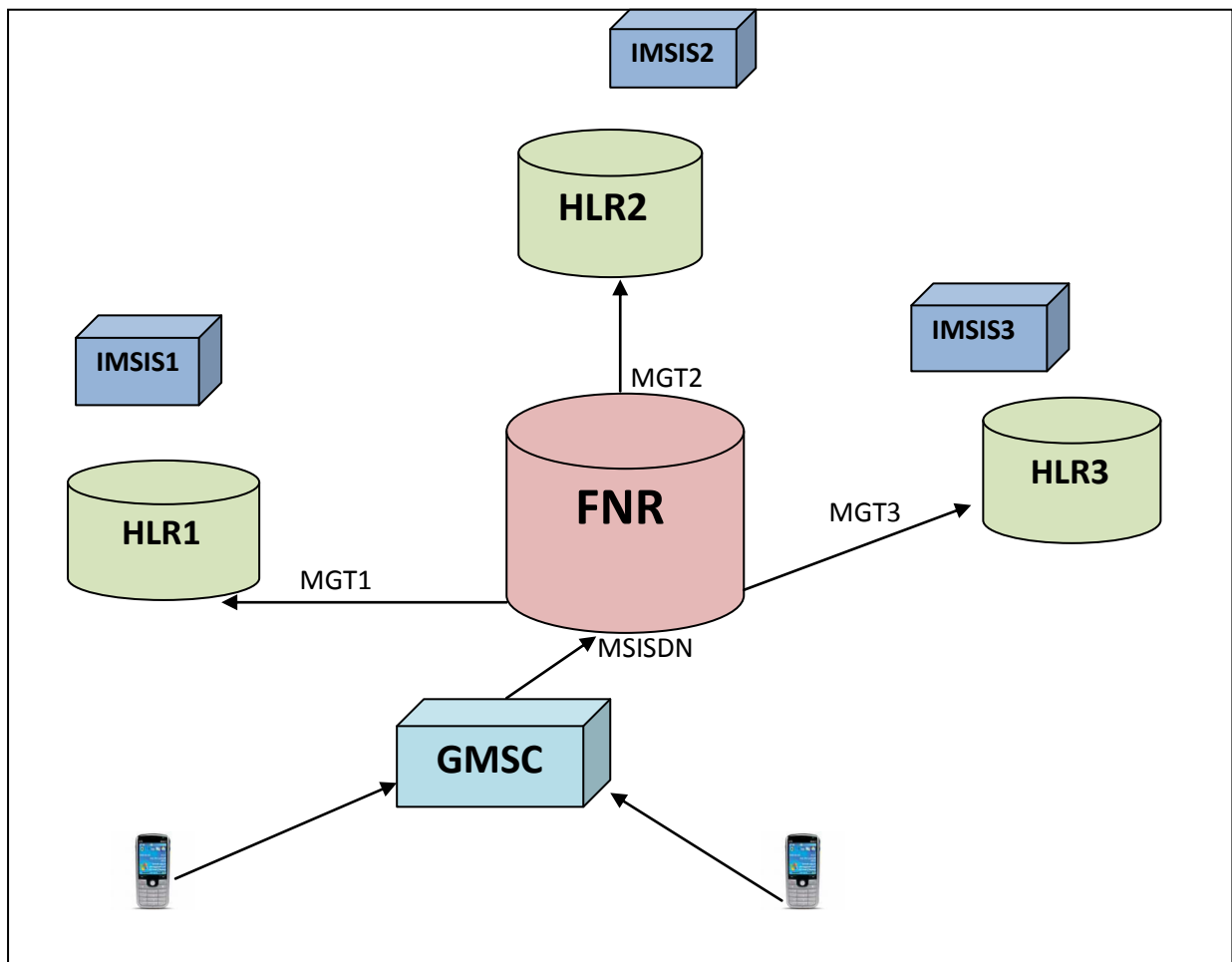


Figure (1): flexibilité de MSISDN dans le FNR

Dans cette figure, un réseau est montré : un appel est reçu dans le GMSC. Pour que le HLR sache où l'abonnement est gardé, l'interrogation est envoyée au FNR qui traduit le MSISDN reçu dans l'adresse appelée (au niveau de SCCP) à un MGT (Mobile global Title) construit avec l'abonné IMSI à l'extrémité, le FNR transmettra par relais le message au HLR correspondant.

L'attribution flexible de MSISDN et de fonctions mobiles de portabilité de numéro peut être simultanément en activité dans le nœud.

II.1.3.2) portabilités des numéros :

Ce dispositif est conforme à la norme mobile de la fonction de relais de signalisation de portabilité de numéro 3GPP).

La portabilité de numéro mobile dans le réseau GSM est la capacité d'un abonné mobile pour maintenir son numéro d'abonnement en changeant l'opérateur de réseau dans un pays. Elle inclut aussi la portabilité de service. Elle ne doit pas être considérée comme service d'abonné au lequel un abonné peut souscrire

La portabilité de numéro mobile et l'attribution flexible de la fonction de MSISDN peuvent être simultanément en activité dans le nœud.

Quand la fonction mobile de portabilité de numéro est en activité, la base de données de FNR stocke le MSISDN et le type d'abonné selon le préfixe associé de réseau défini. Elle sera :

- **Abonné maison** : L'abonné dont le MSISDN ni été mis en communication dehors ni dedans, il est servi toujours par le réseau qui à l'origine reçu la forme correspondante de série des numéros.
- **Abonné importé** : l'abonné dont le MSISDN a été mis en communication dedans ; ce MSISDN n'est pas une partie du réseau réceptif qui possède une série des numéros correspondante.
- **Abonné exporté** : l'abonné dont le MSISDN a été mis en communication dehors et maintenant, il est servi par un autre réseau qui n'a pas à l'origine reçu la série correspondante des numéros de l'organisme de normalisation de télécoms national.

Là des solutions de portabilité des numéros avec différents scénarios selon la norme sont couvertes par FNR.

II.1.3.3) Interface :

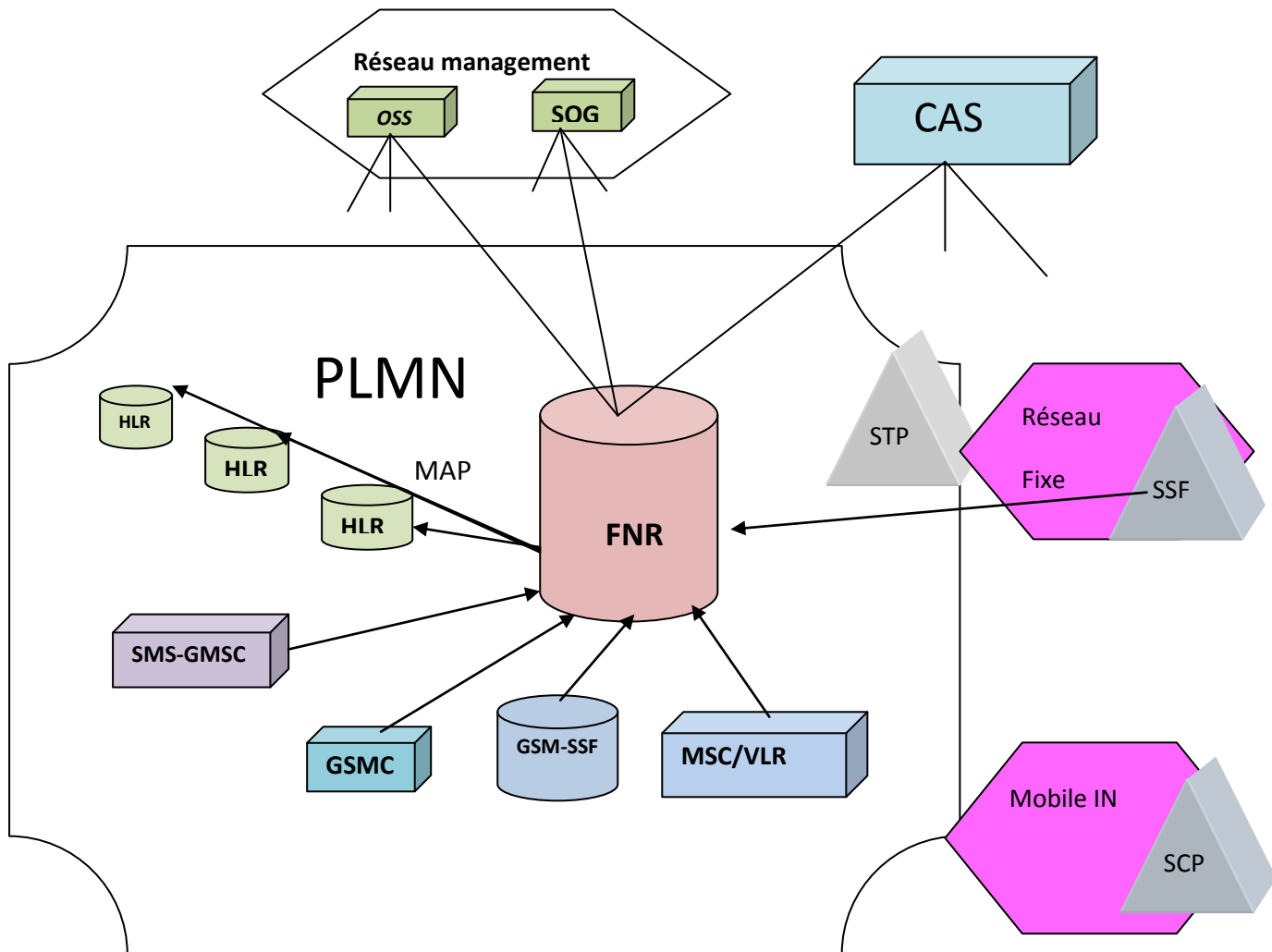
Le FNR a un rôle de routeur dans les réseaux de PLMN. Il communique avec d'autres entités par le réseau de signalisation de CCTTT numéro 7. Les protocoles utilisés sont conformes selon les caractéristiques 3GPP appropriées.

Le nœud de FNR aide tous les nœuds qui doivent localiser le nœud réceptif, tel que HLR ou GMSC, utilisant le MSISDN en tant que numéro d'appel.

La pièce mobile d'application du protocole Number7 (MAP) est employée entre le FNR et d'autres entités de GSM (HLR, GMSC etc.).

Le FNR peut être physiquement relié aux éléments de réseau suivants :

- La passerelle MSC (**Gateway MSC (GMSC)**), qui interroge le HLR pour tous les appels de terminaison et également interroge le FNR pour obtenir l'information de portabilité d'abonné (numéro de cheminement) pour conduire l'appel au réseau réceptif quand le numéro est mis en communication dehors.
- Service de message court GSMC (**Short Message service GSMC (SMS-GSMC)**), qui interroge le HLR pour terminer des interventions courtes de message et demande l'inclusion d'une adresse de centre de service dans la liste de données d'attente de message.
- Point de commande de service SCP (**Service Control Point**), avec lequel interroge le FNR pour obtenir une information de portabilité d'abonné (numéro de cheminement).
- Entretenir la fonction de commutation SSF (**Service Switching function**), ou Mini-SSF qu'interroge le FNR pour obtenir l'information de portabilité d'abonné (numéro de cheminement) pour conduire l'appel au réseau réceptif quand le numéro est mis en communication dehors.
- Centre de commutation mobile de services/registre endroit de visiteur MSC/VLR(**Mobile services Switching/center visitor location Register**) qui envoie au HLR l'interrogation de sujet de l'accomplissement des service des appels de l'abonné.
- Système de support d'opérations OSS (Operations Support System) qui peut être utilisé pour l'opération et les entretiens.
- service d'ordre de passage SOG (**Service Order Gateway**) est un produit fournissant à des systèmes d'administration de client (CAS) à l'information d'échange des éléments de réseau d'Ericsson contenant l'information. Les SOG et les CAS sont reliés par l'intermédiaire d'une interface X.25 d'IOG 11/20.



Figure(2) : Les interfaces de FNR

II.1.4) Discussion :

FNR peut être employé pour équilibrer la capacité entre HLR du réseau, et pour une attribution flexible de MSISDN, et également pour la portabilité des numéros.

La relation proche entre HLR et FNR signifie l'utilisation d'une configuration complétée de HLR/FNR.

II.2) Le centre d'authentification AUC (Authentication center) :

II.2.1) Préambule:

Lorsqu'un abonné passe une communication, l'opérateur doit pouvoir s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un **usurpateur**. Le centre d'authentification remplit cette fonction de protection des communications. Pour ce faire, la norme GSM prévoit deux mécanismes :

1/Le chiffrement des transmissions radio. Il s'agit d'un chiffrement faible, qui ne résiste pas longtemps à la crypto-analyse.

2/L'authentications des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé Ki qui est à la fois présente dans la station mobile et dans le centre d'authentification.

L'authentification s'effectue par résolution **d'un défi** sur base d'un nombre RAND (nombre aléatoire) généré aléatoirement et envoyé au mobile, à partir de ce nombre, un algorithme identique (algorithme A3) qui se trouve à la fois dans la carte SIM et dans l'AUC produit un résultat sur base de la clé Ki et du nombre RAND.

Lorsqu'un VLR obtient l'identifiant d'un abonné, il demande au HLR du réseau de l'abonné, le nombre RAND servant au défi et le résultat du calcul afin de le comparer à celui qui sera produit et envoyer par le mobile.

Si les résultats concordent, l'utilisateur est reconnu et accepté par le réseau.

Grâce à ce mécanisme d'authentification, un VLR peut accueillir un mobile appartenant à un autre réseau (moyennant un accord préalable entre opérateurs de réseau) sans qu'il ne soit nécessaire de **divulguer** la clé de chiffrement du mobile.

II.2.2) Configuration :

La plate-forme de matériel est partagée par les différentes applications de logiciel résidant dans le nœud. Quel est un AUC combiné avec HLR, un nœud de HLR/FNR ou un AUC autonome. La structure de matériel permet également à plusieurs applications qui résident dans le même nœud.

a) AUC combiné :

L'AUC utilise une configuration combiné avec le HLR (ou un HLR/FNR) signifie que les ressources de matériel peuvent être partagées efficacement. Par exemple, il est possible de partager des ressources de signalisation et de communiquer intérieurement avec le HLR sans besoin de n'importe quels liens de signalisation ou matériel supplémentaires de signalisation. Il est également possible de partager l'équipement d'opération et d'entretien.

Quand le nombre d'abonnés dans le réseau se développe, l'AUC n'augmente pas de manière **significative** la charge de processeur pour le HLR.

b) AUC autonome :

L'AUC peut être défini dans une configuration autonome, **étouffant** de tous les avantages de la plate-forme de l'AXE. L'AUC existant peut être enlevé des nœuds combinés et être employé dans une configuration autonome.

Selon **l'ampleur** du réseau, dans beaucoup de cas il peut être utile d'avoir un AUC autonome soutenir l'autre configuration de HLR. Appliquer un AUC autonome permet à des opérateurs de bénéficier des avantages d'une plate-forme de AXE au même temps libèrent vers le haut des ressources dans le HLR (l'application d'AUC ne consomme pas beaucoup de capacité en raison de sa technologie distribuée de processeur).

Cependant, avec AUC autonome, les données d'abonné sont concentrées, facilitant la gestion de sécurité.

II.2.3) Services d'authentification :

1. L'abonné dispose des valeurs (**LAI**, TMSI) stockées dans le module SIM, suite à un appel précédent.

2. Le mobile transmet au VLR les valeurs (LAI, TMSI).

TMSI: identité temporaire d'un abonné à l'intérieur d'une zone gérée par un VLR .

(Temporary Mobile Station Identity).

LAI : Identification d'une Zone de location (**Location Area Identification**).

3. Si le VLR échoue pour retrouver l'IMSI, il envoie une requête (demande) d'identification au mobile.

4. Le VLR récupère l'IMSI mémorisé dans la carte SIM.

5. Le VLR envoie au HLR/AuC une demande d'authentification.

6. AUC produit un triplet GSM (RAND, SRES, Kc).

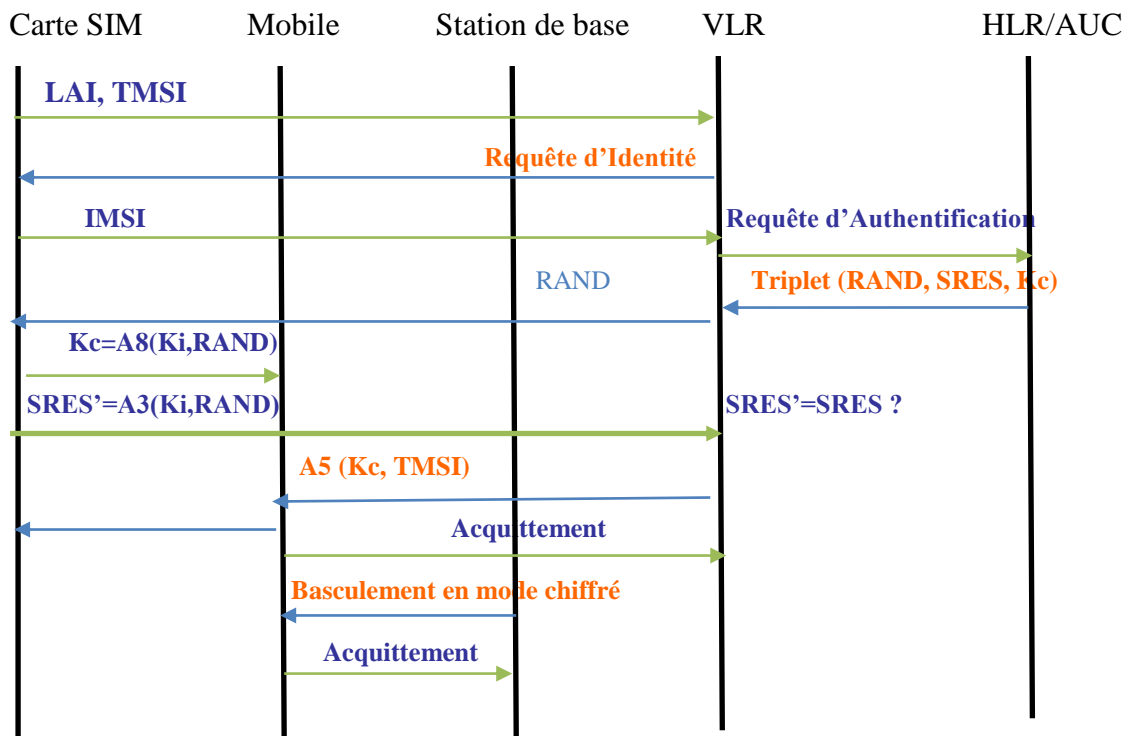
7. A la réception du triplet, le VLR transmet au mobile le nombre aléatoire RAND.

8. La carte SIM calcule $SRES' = A_3(K_i, RAND)$ qui est envoyé au HLR.

9. Le HLR vérifie l'égalité entre SRES et $SRES' \Rightarrow$ authentification de l'abonné en cas de succès.

10. Le VLR choisit un nouveau TMSI, le chiffre avec l'algorithme A5 et la clé Kc et l'envoie au mobile qui le déchiffre.

Les opérations de chiffrement et de déchiffrement appliqués aux signaux radio sont réalisées par le mobile (et non la carte SIM). Au-delà des stations de base, dans le réseau câblé de l'opérateur, il n'y a aucune garantie de confidentialité.



RAND : nombre aléatoire de 16 octets.

SRES (Signed RESponse) : réponse signée $SRES=A3(Ki, RAND)$.

Kc : clé de chiffrement des communications, $Kc=A8(Ki, RAND)$.

Figure(3) : les Services d'authentification

II.2.4) Les algorithmes utilisés dans le centre d'authentification AUC :

II.2.4.1) Les algorithmes utilisés dans la sécurité GSM :

Trois types d'algorithmes sont utilisés dans les protocoles de sécurité et confidentialité des données GSM :

II.2.4.1.1) Algorithme A3 :

Cet algorithme est utilisé pour l'authentification d'un utilisateur du réseau. A3 fournit une réponse SRES à partir d'un nombre aléatoire envoyé par le réseau. Pour la détermination de SRES, A3 utilise aussi la clé d'authentification K_i .

Du côté mobile, l'algorithme A3 est enregistré dans la carte SIM.

Du côté du réseau, il est obtenu dans le centre d'authentification (AuC) qui correspond juste à une subdivision du HLR.

Les deux paramètres utilisés par l'algorithme A3 ont les formats suivants :

Longueur de Ki :128bits.

Longueur du nombre aléatoire (RAND) :128 bits.

Le résultat de l'algorithme (SRES) à une longueur de 32 bits.

II.2.4.1.2) Algorithmes A5 :

Cet algorithme est implémenté dans le mobile, il est utilisé dans les processus de cryptage et décryptage.

Pour le cryptage , l'algorithme A5 produit toute les 4.615ms une séquence de 114 bits de cryptage/décryptage qui sont additionnés modulo 2 avec les 114 bits du texte en clair. Le décryptage est accompli du coté du MS avec le premier bloc de 114 bits produit par l'algorithme A5 et l'encryptage est accompli avec le second bloc.

En conséquence, du coté du réseau le bloc1 est utilisé pour encrypter et le bloc2 pour décrypter. Ainsi A5 produit 2 fois 114bits toute les 4.615ms.

Le cryptage démarre quand une réponse positive à l'authentification est reçu de la part du MS en utilisant la synchronisation pour le démarrage du cryptage qui a été sélectionnée dans le BSC.

L'algorithme A5 doivent avoir le format suivant :

-Longueur de Kc : 64 bits.

-Longueur de COUNT : 22 bits.

-Longueur du bloc1 : 114 bits.

-Longueur du bloc2 : 114 bits.

-L'algorithme A5 doit produire un bloc1 et bloc2 en un temps plus court que la durée d'une trame (4.615ms).

II.2.4.1.3) AlgorithmeA8 :

Du coté de la station mobile, l'algorithme A8 est contenu dans la carte SIM. Du coté du réseau, l'algorithme A8 est colocalisé avec A3.

Les deux paramètres en entrée (RAND, Ki) et le paramètre de sortie (Kc) d'A8 doivent avoir les formats suivant :

- Longueur de Ki :128 bits.
- Longueur du paramètre RAND :128 bits.Longueur de Kc :64 bits.

II.2.4.2) algorithme A4 alternatif d'AUC (AXE) :

Le centre d'authentification (AUC) est une entité qui fournit des données pour l'authentification et L'AUC stocke les clés d'abonné (ki) comme chiffage dans la base de données d'AUC pour préserver la confidentialité. L'algorithme A4 est employé pour déchiffrer les clés d'abonné (ki) avant leur utilisation dans le processus de calcul.

Ce dispositif permet à l'opérateur d'employer un algorithme de l'alternative A4 (blowfish)

II.2.4.2.1) gestion des clés A4 d'AUC (AXE) :

Le centre d'authentification (AUC) est une entité qui fournit des données pour l'authentification et le processus de chiffrement utilisés dans le GSM et le WCDMA.

L'AXE d'AUC stocke les clés d'abonné (ki) comme chiffrement dans la base de données d'AUC pour assurer leur intégrité et confidentialité. Les clés d'abonné sont chiffrées avec un algorithme A4.

Ce dispositif permet à l'opérateur de changer les valeurs d'une ou plusieurs clés A4 assignées à la base de données de l'abonné.

II.2.5) Fonctionnalité d'AUC :

II.2.5.1) Authentification :

L'authentification permet de vérifier l'identité transmise par le mobile (TMSI ou, par défaut, IMSI) afin de se prémunir des utilisations frauduleuses. L'authentification de l'abonné peut être exigée par le réseau :

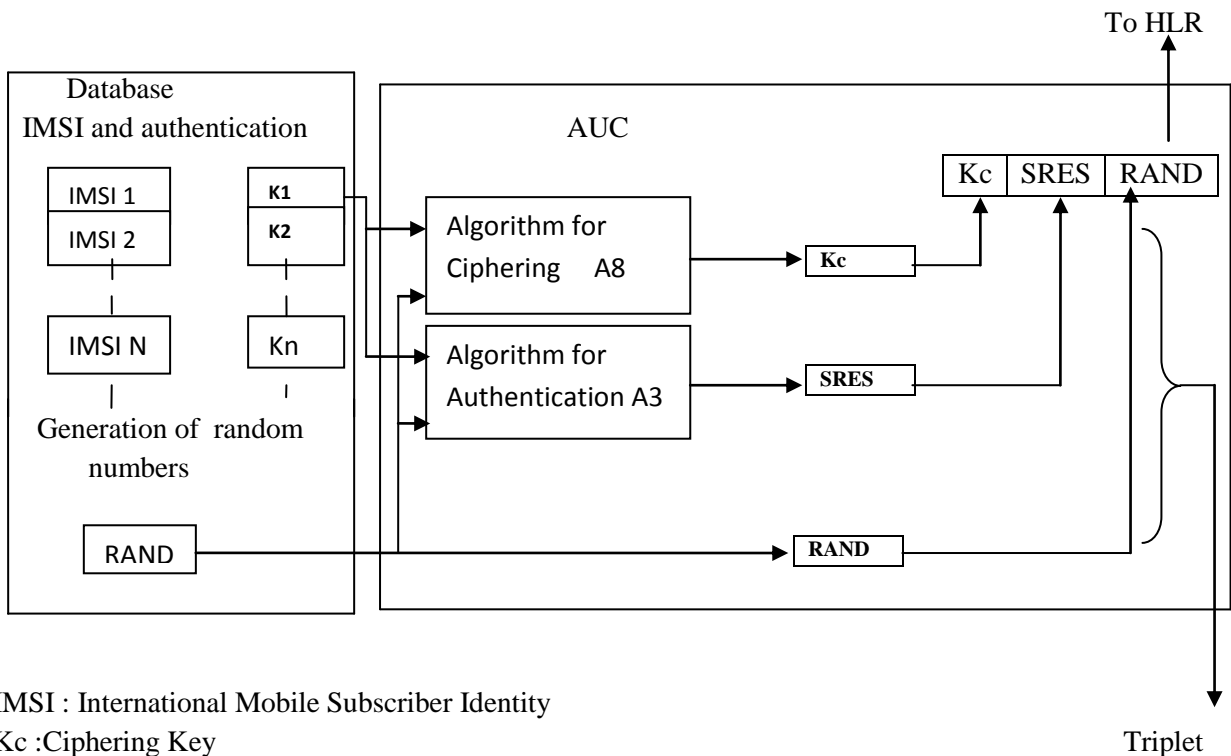
- Avant une mise à jour de localisation.
- Avant l'établissement d'une communication (entrante ou sortante).
- Avant l'activation /désactivation de certains services.
- Avant la mise en œuvre de la clé de chiffrement KC sur certains canaux dédiés.

La procédure de l'authentification comprend les étapes suivantes :

- Préalablement, le centre d'authentification AUC génère le triplet (RAND, Kc, SRES) en appliquant l'algorithme d'authentification A3, et à l'algorithme A8.

Un **triplet** se compose de trois paramètres :

- Kc (clé de chiffrement)
- COUCHE-POINT (à nombre aléatoire) RAND.
- SRES (réponse si



IMSI : International Mobile Subscriber Identity

Kc :Ciphering Key

Kn : Subscriber Authentication Key

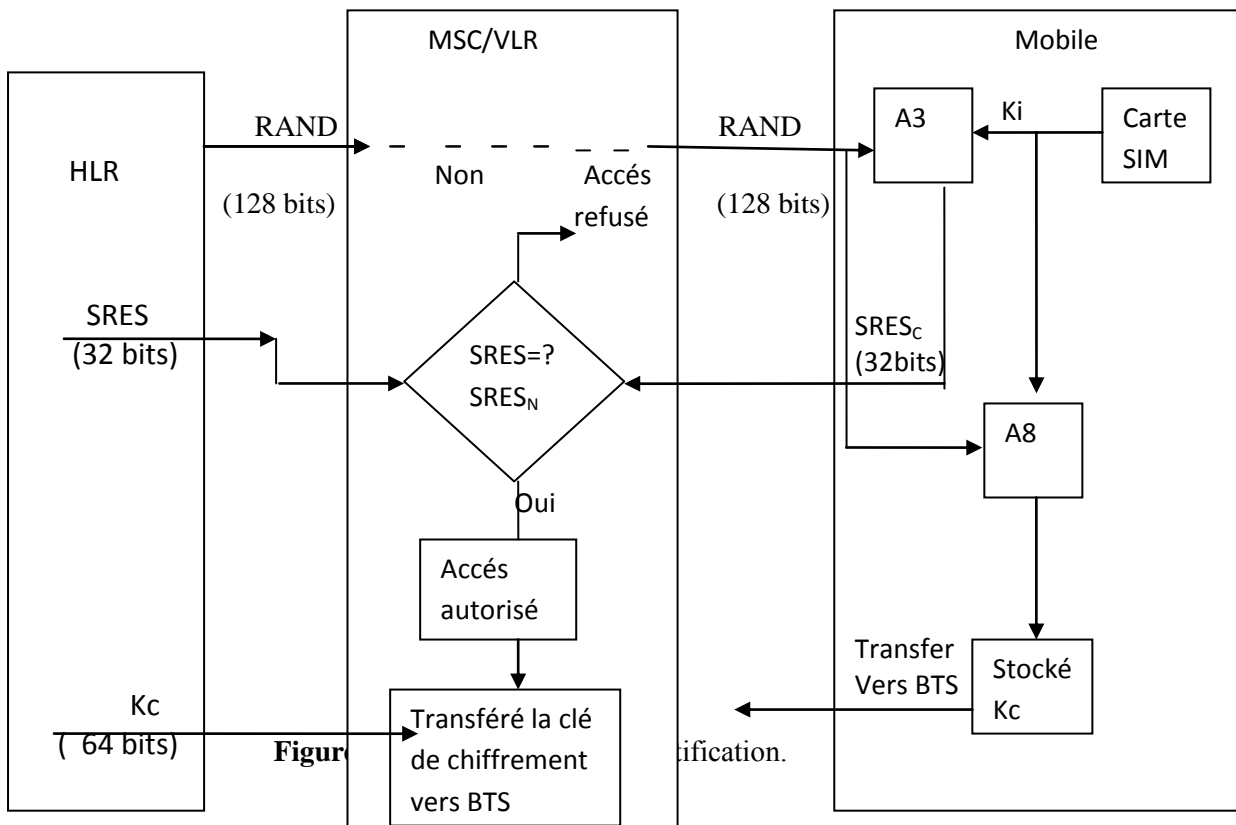
SRES:Signed Response

RAND: Randon Number

Figure (4) : la génération du triplet (RAND, Kc, SRES) dans l'AUC.

- Le triplet est transféré de l'AUC vers le HLR sur ordre du MSC/VLR.
- La carte SIM effectue un calcul cryptographique similaire à celui effectué dans l'AUC après avoir reçu le RAND du réseau.
- L'enregistreur VLR compare la réponse signée SRES_c à celle contenue dans le triplet choisi, et, en cas d'égalité des réponses, la carte est authentifiée.

Si cette procédure d'authentification permet au réseau fixe d'authentifier la carte, elle ne permet en revanche à la carte SIM d'authentifier le réseau fixe. Aucune authentification mutuelle n'est prévue.



II.2.5.2) Principes généraux d'authentification et de chiffrement :

Pour mettre en oeuvre les fonctions d'authentification et de chiffrement des informations transmises sur la voie radio, GSM utilise les éléments suivants :

- des nombres aléatoires RAND,
- une clé Ki pour l'authentification et la détermination de la clé de chiffrement Kc,
- un algorithme A3 fournissant un nombre SRES à partir des arguments d'entrée RAND et la clé Ki pour l'authentification,
- un algorithme A8 pour la détermination de la clé Kc à partir des arguments d'entrée RAND et Ki,
- un algorithme A5 pour le chiffrement/déchiffrement des données à partir de la clé Kc.

A chaque abonné est attribuée une clé Ki propre. Les algorithmes A3, A5 et A8 sont les mêmes pour tous les abonnés d'un même réseau.

Les données RAND, SRES et Kc jouent un rôle particulier et sont groupées dans des triplets. L'utilisation de ces différents éléments pour la mise en oeuvre des fonctions de sécurité est schématisée sur la figure ci-dessous.

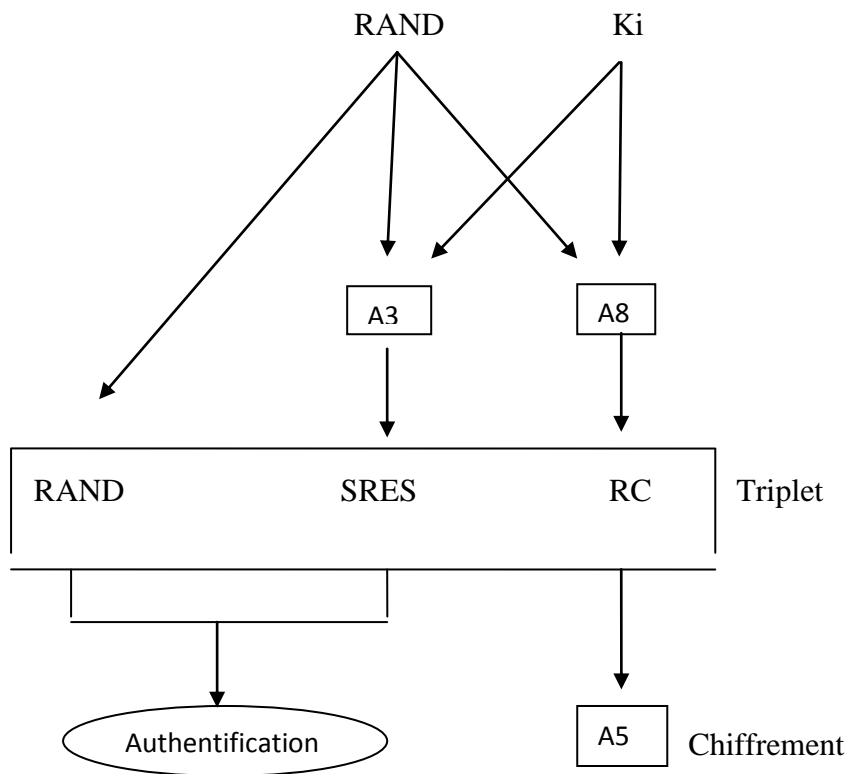


Figure (5) : Utilisation des différents éléments de sécurité dans GSM

L'algorithme A3 au niveau du HLR/AUC et de la MS permet de déterminer SRES à partir d'un nombre aléatoire RAND et de la clé d'authentification Ki.

L'algorithme A8 permet au niveau du HLR/AUC et de la MS de déterminer la clé de chiffrement Kc à l'aide de RAND et de Ki. Les triplets obtenus (RAND, SRES, Kc) permettent au réseau (au niveau du MSC/VLR) d'authentifier un abonne et de chiffrer les communications.

II.2.5.3) Relation entre les nœuds HLR/AUC :

Utilisation configuration de HLR/AUC signifie que les ressources de HW peuvent être efficacement partagées. **Par exemple** il est possible de partager la ressource de signalisation et de communiquer avec le HLR intérieurement sans besoin de n'importe quels liens de signalisation ou signalisation supplémentaires HW vers des noeuds non-Co-assignés. Il est également possible de partager l'équipement d'opération et d'entretien.

Pendant que le nombre d'abonnés se développe dans le réseau et dans l'AUC, L'AUC n'augmente pas de manière significative la charge de CP exigée sur la plate-forme de HLR HW, puisque la génération de vecteur d'authentification d'AUC est exécutée par les processeurs régionaux distribués.

Une fois combiné, l'AUC peut également servir l'autre HLR externe, indépendamment de celui avec lequel il est combiné, par les interfaces internes externes.

II.2.6) Description :

Le centre d'authentification AUC mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour confirmer les demandes de services et pour chiffrer les communications. Un AUC est en générale associé à chaque HLR. L'ensemble peut être intégré dans un même équipement.

Chapitre III:

Etude de la portabilités des numéros

III.1) Préambule :

La portabilité des numéros de téléphone mobile permet aux utilisateurs de téléphones mobiles de changer d'opérateur sans subir l'inconvénient de devoir changer de numéro de téléphone. Autrement dit, elle permet aux utilisateurs (qu'il s'agisse de particuliers ou de sociétés) de conserver leur(s) numéro(s) quel que soit l'opérateur. Elle a été introduite en vue de promouvoir la concurrence entre les opérateurs.

III.2) Définition :

MNP : Mobile Number Portability (Portabilité des numéros de téléphone mobile).

IBPT : Institut belge des services postaux et des télécommunications.

CRDB : Common Reference Database (base de données de références commune), traitant tous les messages de transfert entre opérateurs durant le processus de transfert.

CRDC : Common Reference Database Center, chargé de la gestion de la CRDB.

III .2.1) Opérateur donneur(OPD) : l'opérateur actuel du client qui transfère des numéros de téléphone mobile à un autre opérateur, dans le cadre de la portabilité des numéros de téléphone mobile.

III.2.2) Opérateur receveur(OPR) : le futur opérateur du client qui reçoit des numéros de téléphone mobile transférés par un donneur, dans le cadre de la portabilité des numéros de téléphone mobile.

III.2.3) Numéro d'acheminement d'emplacement (NAE) ou Local Routing Number (LRN) : désigne le numéro d'acheminement (composable pour effectuer un appel) retourné pour un numéro porté et qui identifie le nouvel emplacement d'arrivée.

III .2.4) Opérateur exploitant (OPE) : l'opérateur exploitant le numéro mobile (MSISDN) appelé. On distingue l'opérateur exploitant technique (OPEt) c'est-à-dire, l'opérateur exploitant le réseau technique de l'opérateur du client à un instant donné et l'opérateur attributaire technique (OPAt) celui exploitant le réseau technique de l'opérateur auquel le numéro a été attribué.

III.2.5) Client :

- Un client « postpayé » est une personne physique ou morale au nom ou pour le compte de qui un contrat a été signé avec un opérateur de téléphonie mobile pour un numéro de téléphone mobile donné.

- Un client « prépayé » est l'utilisateur final de services prépayés liés au numéro de téléphone mobile (MSISDN). Dans un souci de facilité, lorsque nous utiliserons le terme "client" dans le présent document, cette notion visera les deux types de clients, sauf mention contraire.

III .2.6) Utilisateur final :

La personne physique qui utilise les services du réseau de téléphonie mobile par le biais d'un numéro de téléphone mobile (MSISDN).

III.2.7) SIM : Subscriber Identity Module

Il s'agit d'une petite carte insérée dans le GSM. Des informations importantes y sont stockées (par ex. informations personnelles, carnet d'adresses, paramètres wap, messages SMS, ...).

NAMNO : Number Block Allocated Mobile Network Operator : Il s'agit du réseau de téléphonie mobile initial auquel un MSISDN a, à l'origine, été attribué par l'IBPT.

III.2.8) MSISDN portables :

Les MSISDN non actifs : tous les MSISDN «gelés» ou faisant partie d'un ensemble de MSISDN disponibles, en ce compris les numéros réservés. Les MSISDN "gelés" sont des MSISDN qui ont été désactivés et qui sont conservés pendant une certaine période à la disposition du client au cas où celui-ci souhaiterait les réactiver. En ce qui concerne le client «prépayé», les MSISDN sont aussi considérés comme non actifs tant qu'un premier appel n'a pas encore été effectué. Pour ce qui est du client «postpayé», les MSISDN sont aussi considérés comme non actifs tant qu'un contrat n'a pas été signé avec un client. Sont actifs : tous les MSISDN qui ne sont pas "non actifs"

III.2.9) PRF : Porting Request Form Il s'agit du document que le client signe pour demander le transfert de son numéro chez un autre opérateur mobile. Ce document contient des informations permettant à l'opérateur d'identifier la personne et le type de transfert. Il contient aussi la clause LOA.

III.2.10) LOA : Letter Of Autorisation Il s'agit d'une clause ajoutée au PRF. Lorsqu'il signe le PRF, le client donne mandat à l'opérateur receveur de demander la désactivation du MSISDN à l'opérateur donneur et de lancer le processus de transfert du/des numéro(s).

III.3) Types de portabilité :

III.3.1) Portabilité de fournisseur de services : permet à tout abonné de conserver son numéro quand il change d'opérateur.

Deux types de portabilité de fournisseur de services: **intramodale** et **intermodale**.

a) Portabilité intramodale : elle se subdivise en deux approches :

-Fixe-à-fixe : Transfert ou portage d'un fournisseur de services fixes à un autre fournisseur de services fixes, le numéro de téléphone est transféré d'une LEC/ESL (Entreprise de Services Locaux au Canada ou Opérateur de Boucle Locale (OBL) en France) à une autre LEC/ESL

dans la circonscription d'une ILEC/ESLT (ESL Titulaires). ILEC est l'opérateur historique et CLEC/ESLC (ESL Concurrent) est l'opérateur concurrent sur le marché local.

-Mobile-à-mobile : Portage d'un fournisseur de services sans fil (FSSF) à un autre fournisseur de services sans fil, le numéro de téléphone est transféré d'un FSSF à un autre FSSF dans la zone d'appel local d'une ESLT (*ILEC Local Calling Area - LCA*) d'où provient le numéro de téléphone initial.

b) Portabilité intermodale : elle se subdivise en deux approches :

- Fixe-à-mobile : Portage d'un fournisseur de services fixes à un fournisseur de services sans fil, le numéro de téléphone est transféré d'une ESL à un FSSF dans la zone d'appel local d'une ESLT d'où provient le numéro de téléphone initial. En effet, le numéro de téléphone fixe doit être dans la zone de couverture ou de service de l'opérateur mobile.

-Mobile-à-fixe : Portage d'un fournisseur de services sans fil à un fournisseur de services fixes le numéro de téléphone est transféré d'un FSSF à une ESL/LEC et l'emplacement physique de l'abonné est situé dans la circonscription d'une ESLT associée au numéro de téléphone. Dans le contexte de la PNM, les stations mobiles posséderont deux types d'identificateurs: un MSID (*Mobile Station Identifier*) et un MDN (*Mobile Directory Number*). Le MDN sera un numéro composable du répertoire téléphonique et sera portable. Le MSID sera soit un IMSI (*International Mobile Station Identifier*) formaté comme un numéro à 15 chiffres et/ou un MIN (*Mobile Identifier Number*) formaté à 10 chiffres et ne sera pas portable. Quand le client effectue la portabilité, le MDN et le MSID seront séparés et distincts, le MSID étant remis à l'opérateur donneur (OPD). Cependant, le MDN de l'utilisateur porté restera le même. Une fois que le MDN et le MSID sont séparés, chaque commutateur desservant un abonné doit être capable de reconnaître que ces paramètres sont distincts et séparés. Les composants réseaux et les logiciels doivent être mis à jour pour permettre la séparation entre le MDN et le MSID. L'IMSI est utilisée dans la technologie GSM (mise en avant par 3GPP2) tandis que le MIN est utilisé pour la technologie CDMA (mise en avant par 3GPP23).

III.3.2) Portabilité d'emplacement : permet à tout abonné de conserver son numéro quand il change d'emplacement physique sans dégradation de la qualité de son service. Pas encore implémentée.

III.2.3) Portabilité des services : permet à tout abonné de conserver son numéro quand il change de service fourni par le même opérateur. Pas encore implémentée.

III.4) Exécution du processus de portabilité :

Trois étapes essentielles :

-Initiation de la portabilité;

- Échange d'information entre les deux opérateurs;
- Routage ou réacheminement des appels.

III.4.1) Initiation de la portabilité :

Afin de commencer la procédure de portabilité, un abonné doit avant tout contacter un opérateur ou fournisseur de services pour demander le portage de son numéro. Deux méthodes classiques ont été implémentées dans différents pays avec des degrés de réussite plus ou moins variables. On a la méthode de double guichet et de simple guichet. L'approche double guichet a été proposée en premier. Suite aux problèmes rencontrés sur le marché lors de son déploiement, des améliorations ont été faites, ce qui a permis d'avoir l'approche simple guichet.

III.4.1.1) Double Guichet :

Dans cette approche d'initiation de la portabilité, l'abonné contacte son fournisseur de services (OPD) et l'informe de son désir de changer de fournisseur tout en conservant son numéro. L'OPD initie la procédure administrative avec le nouveau fournisseur de services (OPR). Dans certaines situations ou pays, l'abonné obtient un code ou document (bon de portage) montrant son **éligibilité** à porter son numéro. L'OPR coordonne le portage avec l'OPD en utilisant les informations disponibles sur le bon de portage. Dans d'autres cas, par exemple, si l'abonné a déjà choisi son OPR, l'OPD contacte directement l'OPR sur initiation de la demande de portabilité par l'abonné.

a) Les différentes étapes de la méthode double guichet sont les suivantes :

1. L'abonné demande à son ancien opérateur (OPD) la résiliation (annulation) de sa ligne (numéro) et un bon de portage ;
2. L'abonné reçoit le bon de portage ;
3. L'abonné souscrit une nouvelle offre et présente son bon de portage au nouvel opérateur (OPR) ;
4. Le portage est effectif le jour de la résiliation de l'ancien contrat.

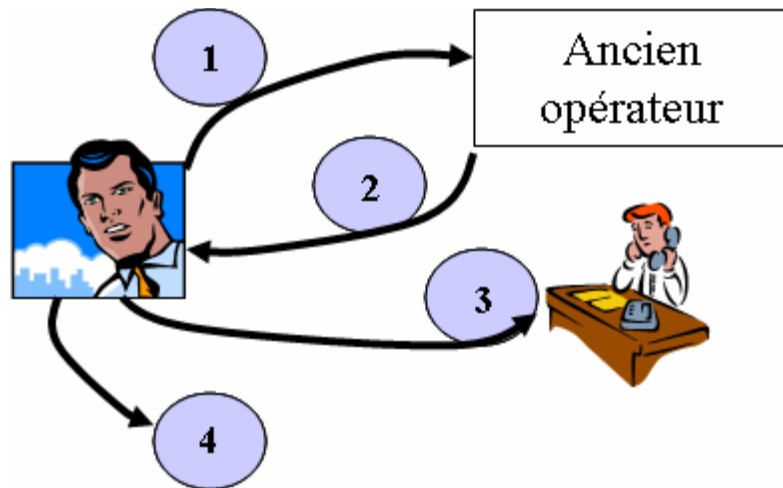


Figure (1) : Initiation de la portabilité – Double Guichet.

b) Les avantages de cette méthode sont :

- a. Etant donné que l'abonné initie le portage auprès de l'OPD, la validation des informations de l'abonné n'est pas nécessaire par l'OPR ;
- b. Permet à l'OPD de retenir éventuellement l'abonné, faire le recouvrement de la dette ou solde en souffrance ou éviter une **rupture** de contrat.

c) Les inconvénients de cette méthode sont :

- a. Nécessite l'**interaction** de l'abonné avec l'OPD et l'OPR ;
- b. Est généralement un processus long ;
- c. Peut inégalement avantager l'OPD car il peut retarder le portage;
- d. Peut obliger l'abonné de payer sa facture avant le portage, même si un différend légitime de facturation existe.

III.4.1.2) Simple Guichet :

Le processus de PNM dit de Double Guichet est trop complexe et long. Il n'a pas rencontré de succès commercial. La longueur des **préavis** de résiliation bloquait toute amélioration du système. Ainsi, la stratégie dite de Simple Guichet a été introduite dont le principe de base est que : à l'initiation de l'opération de portabilité, l'abonné donne mandat à l'opérateur receveur (celui auprès duquel l'abonné souscrit le nouveau contrat) pour effectuer les opérations de portage de son numéro et résilier le contrat auprès de l'opérateur donneur (celui à partir duquel le numéro est porté).

Autrement dit, le client qui souhaite conserver son numéro de téléphone tout en changeant d'opérateur ne doit plus adresser de demande de résiliation directement à son ancien opérateur quand bien même son contrat prévoyait l'obligation de le faire et de respecter des formes particulières (par exemple, courrier avec accusé de réception)

ou des délais spécifiques (par exemple, préavis de résiliation supérieur à dix jours). Par contre, en cas de résiliation simple c'est-à-dire, sans portabilité du numéro, le client s'adresse à l'opérateur qu'il souhaite quitter et confirme sa demande dans les formes et les délais prévus par son contrat.

Pour exécuter la PNM, l'utilisateur (abonné) doit contacter son nouveau fournisseur de services, qui s'occupera de la réalisation du processus. L'abonné ne doit pas rompre son contrat actuel, car le transfert n'est possible que pour les numéros actifs. Le nouveau fournisseur de services doit en premier lieu confirmer l'identité de l'abonné et par la suite faire la demande auprès de l'ancien fournisseur (opérateur). L'abonné devrait soumettre au nouvel opérateur sa facture la plus récente, qui contient son nom exact et son adresse tels qu'ils apparaissent dans la base de données de l'ancien opérateur. D'autres informations comme, le code postal régional, le numéro de sécurité sociale, le numéro de compte de l'abonné auprès de l'ancien fournisseur de services. Le nouvel opérateur pourrait aussi avoir besoin du numéro ESN (*Electronic Serial Number*) ou du MEID (*Mobile Equipment Identifier*). Ce qui faciliterait l'exécution de la portabilité.

Une fois que la demande de portabilité a été faite, l'ancien opérateur ne peut pas refuser de l'effectuer sauf si par exemple les informations fournies par l'OPR sont incorrectes. Afin de réduire les erreurs lors de la validation de la demande de portage, trois champs spécifiques ont été choisis :

- 1) le numéro de téléphone,
- 2) le code postal de l'abonné,
- 3) l'une ou l'autre des informations suivantes : le numéro de sécurité sociale, le numéro de compte de l'abonné auprès de l'OPD. La saisie de l'adresse (nom de la rue) étant sujette à différente variante, il est préconisé de l'exclure de la liste des champs de validation.

Le client (abonné) souscrit directement un contrat chez un nouvel opérateur en gardant son numéro. Il ne s'adresse plus à son ancien opérateur.

a) Les différentes étapes de la méthode simple guichet sont les suivantes :

1. L'abonné souscrit une nouvelle offre et demande la portabilité de son numéro auprès de l'OPR. L'OPR a la charge de tout le processus vis-à-vis du client.
2. L'abonné a changé d'opérateur à la date prévue.

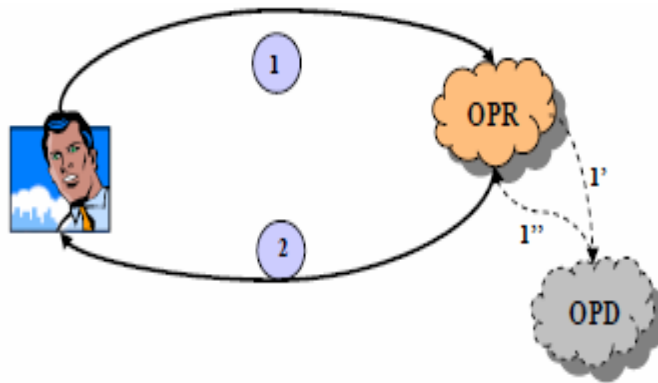


Figure (2): Initiation de la portabilité – Simple Guichet.

b) Les avantages de cette méthode sont :

- a. L'abonné ne fait affaire qu'avec l'OPR, processus moins lourd pour l'abonné ;
- b. En général, cette procédure est de courte durée l'OPR à tout intérêt d'effectuer la portabilité rapidement.

c) Les inconvénients de cette méthode sont :

- a. Nécessite la validation des informations de l'abonné entre l'OPD et l'OPR ;
- b. Un potentiel élevé pour la fraude sur l'abonnement.

III.4.2) Echange des informations de portage :

Pour réaliser la portabilité, les opérateurs OPD et OPR doivent échanger entre eux les informations sur le portage incluant les informations sur l'abonné, l'instant et la date exacte du portage et bien sur le numéro de téléphone afin de valider et coordonner la procédure. Cette échange d'information est communément appelée procédure de communication inter-opérateur (*Inter-Carrier Communications Process* : ICP). Elle englobe les standards, les technologies et les processus d'échange de données entre les opérateurs. Les exigences opérationnelles et les spécifications techniques pour l'ICP sont définies soit par le régulateur national ou par un groupe de travail auquel participe les différents opérateurs. Dans le contexte de la PNM, le WICIS (*Wireless Inter-Carrier Interface Specifications*) définit les exigences opérationnelles et les spécifications techniques pour l'échange d'information nécessaire pour l'ICP.

Dans le cas d'une portabilité **mobile-à-mobile**, les données dans cet échange peuvent être très simples : nom de l'abonné et l'adresse de facturation, numéro de compte, le numéro de téléphone à porter et la date et l'instant du portage. Par contre, pour le scénario de portage **fixe-à-fixe**, la quantité d'information dans la procédure ICP peuvent être de plusieurs pages, incluant l'information sur les circuits et le réseau, l'emplacement physique de plusieurs éléments réseau de même que l'information sur l'abonné.

Plusieurs approches sont utilisées pour effectuer la procédure ICP. Une d'elles étant une méthode d'échange complètement automatisée à travers un centre commun. Cette méthode utilise un format prédéterminé de données et peut être complétée en quelques minutes. Cette approche consiste à entrer les informations à l'aide d'une interface graphique (GUI). L'information est alors échangée entre les opérateurs à l'aide d'une entité centralisée. Enfin, une deuxième approche plus rudimentaire se fait manuellement en utilisant par exemple la messagerie électronique ou un fax pour échanger l'information.

Il y a un compromis à faire entre l'approche automatisée et manuelle. En effet, l'approche automatisée permet de minimiser les erreurs et d'accélérer tout le processus de portage pour un usager. Cependant, cette automatisation génère des coûts : besoin de développer des logiciels et modifications au niveau système des opérateurs afin de permettre l'échange des informations. En effet, on peut perdre les fax, les emails peuvent être supprimés et dans les deux cas, l'intervention humaine est nécessaire pour interpréter et entrer les informations dans différents systèmes. Et bien sur, l'approche manuelle engendre un délai plus élevé pour réaliser la portabilité.

III.4.3) routage des appels vers le numéro porté :

Une fois que l'échange d'information de portage a été effectué entre l'OPD et l'OPR, les appels effectués vers le numéro porté devrait être ré-routé adéquatement. Autrement dit, un appel entrant doit trouver le chemin vers l'OPR. Le routage du trafic à destination des numéros portés se faisait initialement de manière indirecte. Autrement dit, avant d'aboutir sur le réseau de l'opérateur qui exploite le service rendu au client (opérateur exploitant technique ou OPEt), l'appel est acheminé sur le réseau de l'opérateur exploitant le service pour le compte de l'opérateur à qui a été attribué le numéro concerné (opérateur attributaire technique ou OPAt et opérateur attributaire ou OPA). Ce mode de routage n'est pas très approprié car il nécessite l'implication de l'ancien opérateur à chaque fois qu'un appel est initié vers un numéro porté. Les opérateurs (fixes et mobiles) doivent avoir les éléments nécessaires pour leur permettre d'arbitrer entre deux solutions de routage du trafic vers les numéros portés (logique du *make or buy*) :

III.4.3.1) Le routage direct : qui présuppose la connaissance du réseau de l'opérateur exploitant technique (OPEt) (via un système centralisé) ; il consiste à acheminer directement l'appel vers un numéro porté sur le réseau destinataire, i.e. sur le réseau de l'OPEt, sans qu'il transite par le réseau de l'opérateur attributaire (OPAt). Le routage direct exige deux pré-requis (obligations) indispensables :

- la connaissance du réseau destinataire (OPEt) pour acheminer l'appel ;
- la définition préalable des modalités techniques et économiques de routage.

Dans le cas du routage direct, il n'y a plus de prestation de ré-routage. L'un des pré-requis technique au routage direct est le bon préfixage des appels depuis le réseau appelant vers le réseau destinataire. En effet, si l'appel est mal préfixé, les opérateurs attributaires ou l'opérateur destinataire de cet appel seraient obligé de « casser » les appels.

III.4.3.2) Le routage indirect : Il consiste à acheminer l'appel vers un numéro porté sur le réseau destinataire (OPET) en transitant par le réseau de l'opérateur attributaire (OPAt). Cette méthode est très utilisée en Europe pour le routage du trafic vers des numéros mobiles portés. Cependant, elle présente plusieurs inconvénients comme le blocage d'appels en cas de problème dans le réseau OPA.

III.4.3.3) Mécanismes de routage des appels :

a) All Call Query (ACQ) : l'opérateur qui initie l'appel (OPO) consulte toujours une base de données (BD) centralisée et obtient le chemin pour router l'appel. En effet, l'opérateur qui initie l'appel ne le route pas vers l'OPD. Une fois que le numéro a été porté, l'OPD n'est plus du tout impliqué. Le problème de la maintenance et de l'administration de la BD centralisée se pose comme c'est le cas avec la méthode *Query on Release* (QoR).

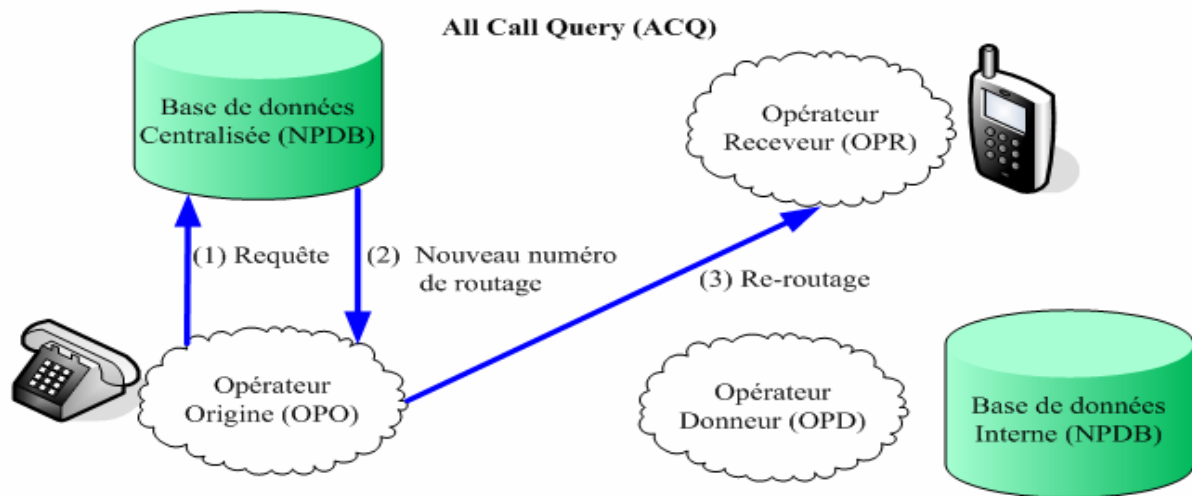


Figure (3): Méthode de routage ACQ.

b) Query on Release (QoR) : l'opérateur qui initie l'appel (OPO) contacte en premier lieu l'opérateur auquel le numéro appartenait (OPD), comme si la portabilité n'avait pas eu lieu.

Ce dernier vérifie si le numéro a été porté. Si c'est le cas, il informe la source qu'il ne possède plus ce numéro. L'OPD ne garde pas l'information à propos du nouvel opérateur de l'abonné porté. Par la suite, l'opérateur qui a initié l'appel consulte la base de données centralisée comme pour la méthode ACQ, détermine les informations révisées de routage vers le nouveau réseau et réachemine l'appel correctement. Bien que l'OPD soit toujours impliqué lors de chaque appel, son implication est par contre minimale. Cette méthode est plus efficace en termes de circuits et équipements de transmission. Cependant, un nouvel élément (base de données centralisée) réseau est requis. Ce qui exige que tous les opérateurs soient d'accord sur la procédure de maintenance et de mise à jour de cette BD, typiquement en s'accordant que cette BD soit administré et gérée par une tierce-partie qui soit impartiale. Le coût d'opération de cette BD doit être partagé entre tous les opérateurs.

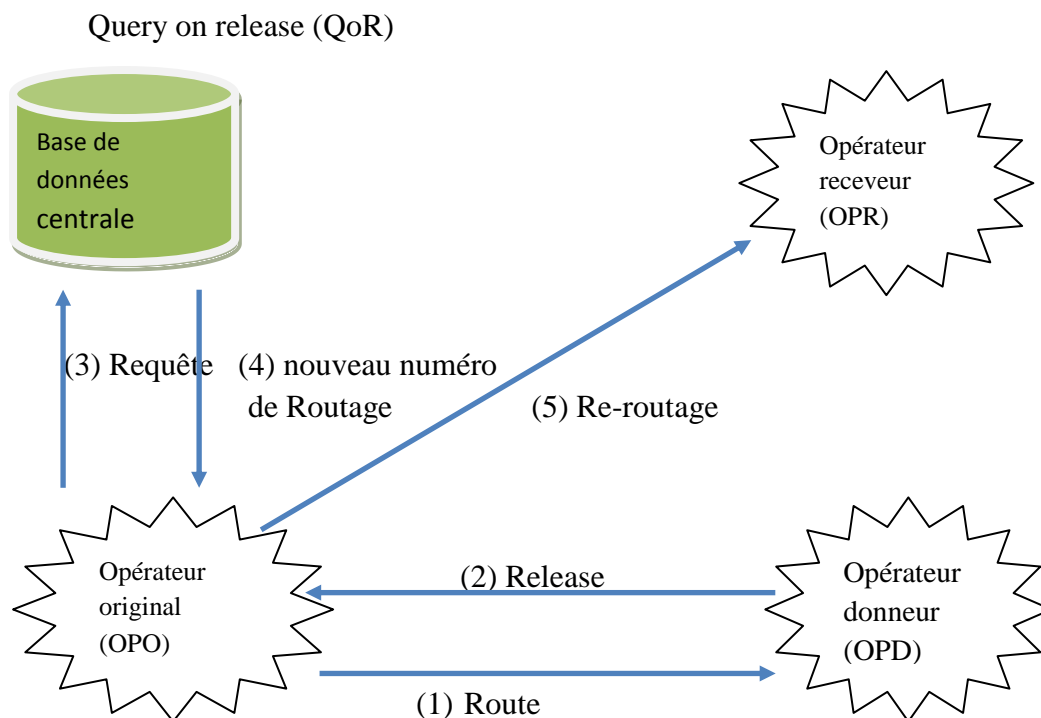


Figure (4): Méthode de routage QoR.

c) Onward Routing (OR) : l'opérateur qui initie l'appel (OPO) contacte en premier lieu l'opérateur auquel le numéro appartenait (OPD), comme si la portabilité n'avait pas eu lieu. Ce dernier consulte sa BD interne et constate que le numéro a été porté. Il détermine alors vers quel opérateur le numéro a été porté pour effectuer le routage d'appel. L'opérateur auquel le numéro a été assigné (OPD ou OPA) route lui-même l'appel vers le nouvel opérateur. Ce modèle est appelé routage indirect.

Plusieurs commutateurs ont la fonctionnalité de transfert d'appels, ce qui rend la méthode simple et rapide ; elle ne nécessite pas une BD centralisée et une coopération étroite entre les

opérateurs concurrents. Cependant, cette méthode requiert une mise à jour de plusieurs segments de l'appel, ce qui pourrait devenir inefficace pour les équipements de transmission et les ressources des commutateurs. De plus, un opérateur qui a perdu les abonnés devrait continuer à utiliser ses ressources pour transférer des appels, ce qui n'est pas adéquat.

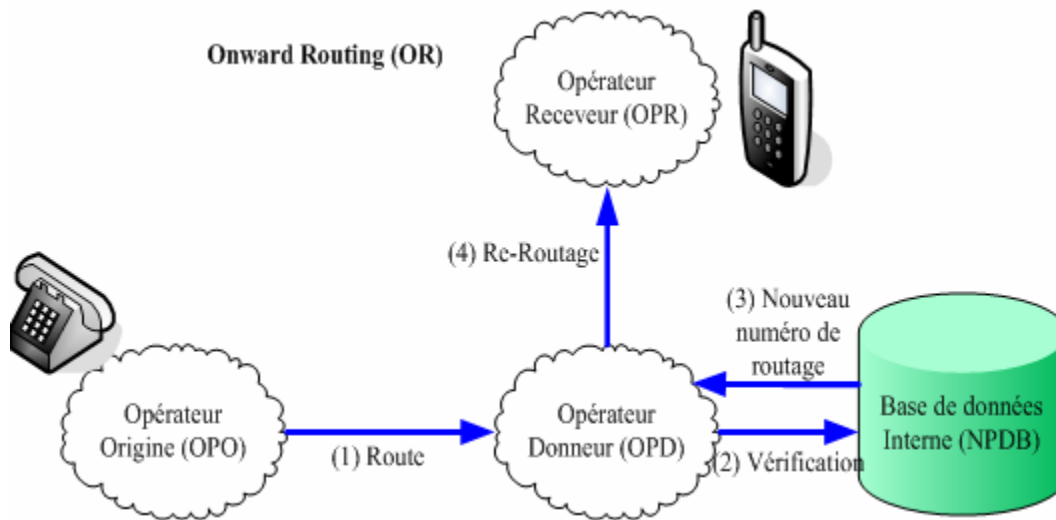


Figure (5) : Méthode de routage OR.

d) Call Drop Back ou Return to Pivot (RTP): c'est une méthode hybride qui a été proposée, mais n'a pas encore été implémentée à grande échelle. Comme dans la méthode OR, l'OPD maintient une BD interne qui est utilisée pour consulter les nouvelles informations de routage. L'opérateur qui initie l'appel (OPO) contacte en premier lieu l'opérateur auquel le numéro appartenait (OPD). Ce dernier vérifie sa BD interne et fournit la nouvelle route. L'appel est retourné vers l'OPO avec les nouvelles informations de routage puis il utilise ces informations pour réacheminer l'appel.

Aucune BD centralisée n'est nécessaire et aucun circuit entre l'OPD et l'OPR n'est requis. Cependant, des changements majeurs au protocole de signalisation sont nécessaires pour permettre de réaliser ce mécanisme ; ce qui fait que la méthode n'a pas été largement adoptée.

Query on release (QoR)

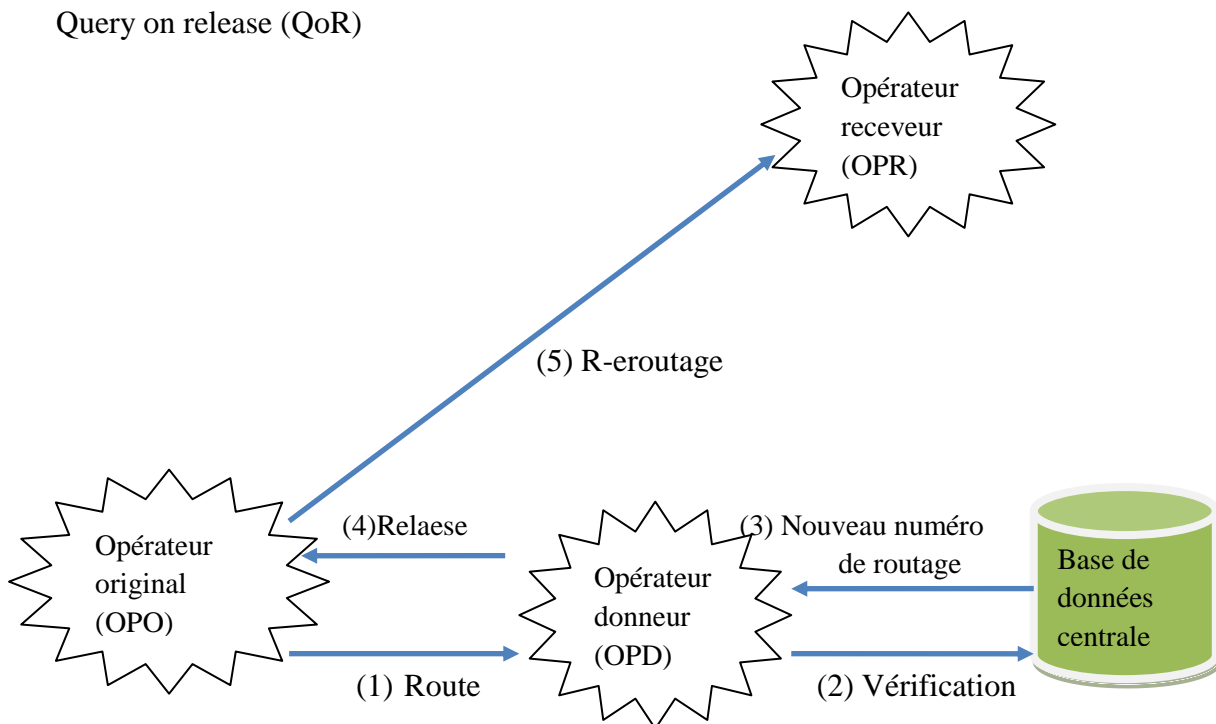


Figure (6): Méthode de routage RtP.

Il serait adéquat de mettre en place un système permettant la généralisation du routage direct du trafic vers les numéros portés. En effet, ce mode de routage permet notamment de réduire les inefficacités techniques liées au routage indirect (*tromboning*), de s'affranchir d'éventuels problèmes (incidents chez l'OPA) de qualité de service du réseau de l'opérateur attributaire (OPA) du numéro porté et d'éviter le blocage du trafic pour de nouveaux services (exemple : visiophonie). Avec l'augmentation du volume de demande de portage, la méthode QoR devient le plus efficace pour le routage d'appels. Dans certaines situations, les pays ont commencé avec la méthode OR quand le volume de portage était faible et ont migré vers l'ACQ quand le volume augmentait. La méthode OR est la moins efficace pour l'utilisation des infrastructures de transmission. Dans d'autres pays, les méthodes QoR et ACQ coexistent et le choix de l'implémentation est laissé à chaque opérateur. La méthode de routage ACQ est la plus utilisée et elle ne nécessite pas l'intervention du réseau donneur pour le routage d'un appel vers un numéro porté.

III.5) Architecture de portabilité :

III.5.1) Number Portability Administration Center (NPAC) : entité impartiale qui gère la BD centralisée des numéros « portés ». Le NPAC n'est pas impliqué dans le traitement réel de l'appel mais contient les informations de routage associées aux numéros « portés ».

III.5. 2) Service Order Administration (SOA) : joue le rôle d'interface entre le NPAC et les opérateurs.

Fonctions : gestion des requêtes, transfert des données au NPAC, génération des rapports, suivi des souscriptions. Le NPAC dispose de son SOA et les opérateurs ont aussi chacun un LSOA (Local Service Order Administration).

III.5.3) Service Management System (SMS) : plateforme qui contient une BD avec l'information de routage pour les numéros « portés ».

Fonctions : gestion des données réseau, traitement des notifications d'erreurs, génération de rapports et historiques des transactions, transmission des événements d'activation/désactivation.

Les opérateurs disposent d'un local SMS (LSMS) qui gère les souscriptions et les données du fournisseur de services.

III.5.4) Number Portability Database (NPDB) : contient tous les numéros « portés » ainsi que l'information de routage nécessaire pour supporter la portabilité.

Fonctions : association entre l'appelé et le LRN (*Location Routing Number*) de l'opérateur, identifie le commutateur vers lequel l'appel doit être routé.

III.5.5) Low Technology Interface (LTI) : interface permettant aux opérateurs d'envoyer des requêtes au SOA (*Service Order Administration*) du NPAC pour la mise à jour du SMS (*Service Management System*). Développé initialement comme solution temporaire, mais avec l'ajout de nouvelles fonctionnalités.

III.5. 6) Operations Support System (OSS) : centre de traitement permettant à l'opérateur de gérer différentes opérations dans son réseau.

III.5. 7) Inter-Carrier Communications Process (ICP) : permet l'échange d'information entre l'OPD et l'OPR pour effectuer le portage d'un numéro. La communication entre l'OPD et l'OPR ne devrait pas dépasser 30 minutes si on a opté pour une approche automatisée.

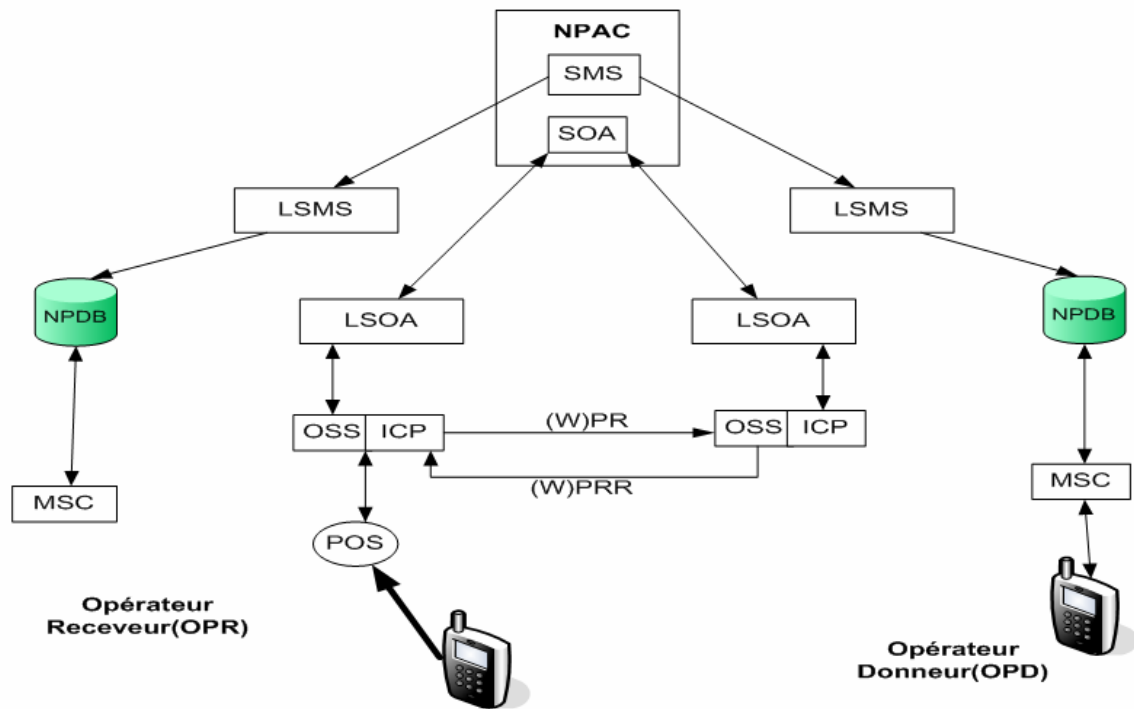


Figure (7) : Architecture centralisée pour la portabilité.

Dans cette architecture, chaque opérateur pourra gérer son propre LSOA avec l'interface LTI, base de données des numéros portés et LSMS ou alors utiliser les services d'un contractant ou d'un autre opérateur. Les architectures de réseaux de deux opérateurs concurrents seront connectées à deux endroits : ICP et NPAC. La connexion à la BD des numéros portés (NPDB) peut se faire à l'aide des messages via le protocole HTTPS ou par une interface graphique (GUI). Il est recommandé que les requêtes destinées à la NPDB soient transportées à l'aide d'une couche sécurisée ou à l'aide de mécanismes de sécurité avancés afin de garantir l'intégrité des données. En effet, si le numéro ou le préfixe de routage dans la réponse à la requête est modifié durant le transport du message, l'appel sera routé vers une mauvaise destination. La communication entre l'opérateur et le NPAC peut se faire soit à partir d'une interface high-tech (SOA) ou une interface low-tech (LTI).

L'opérateur est libre de choisir le type d'interface qui lui convient. En plus des modifications logicielles au MSC, l'opérateur sans fil/mobile doit s'assurer que la traduction d'appellation

globale (*Global Title* - GT) est supportée à partir du commutateur. Typiquement, cela veut dire qu'un indicateur de routage du côté de l'appelé traite la portion SCCP (*Service Connection Control Part*) du message TCAP (*Transaction Capabilities Application Part*). Le routage au NPDB peut être effectué en utilisant le GT ou le DPC/SSN (*Destination Point*

Code/Subsystem Number). Les avantages du routage GT incluent le support et l'habilité d'utiliser une architecture régionale distribuée aussi bien la fonctionnalité de répartition de charges à travers les bases de données et l'ensemble de liens associés. Les spécifications des exigences fonctionnelles (*Functional Requirement Specifications - FRS*) décrivent le comportement global du NPAC et les spécifications de l'interface d'interopérabilité (*Interoperability Interface Specifications - IIS*) fournissent les règles des interfaces entre le NPAC, SOA, et LSMS.

Même si une tierce partie (contractant) gère le SOA et/ou LSMS, une familiarité avec ces documents est nécessaire pour assurer une meilleure opération.

III.6) Schéma fonctionnel :

L'exécution de la procédure de portabilité se fait en plusieurs étapes. Elle implique des défis opérationnels et techniques pour les opérateurs et fournisseurs de services. Nous présentons ici les principales étapes qui sont illustrées à la [Figure 8](#) ci-dessous:

1. L'abonné fait la demande de changer d'opérateur auprès du nouveau fournisseur de services (OPR) via son point de vente ou POS (*Point of Sale*) qui est en général un vendeur agréé, le site web de l'opérateur, etc. Ce dernier enregistre les informations de portage dans son système OSS.
2. La requête de portage (*Port Request - PR*) est envoyée par l'OPR vers l'ancien fournisseur de services (OPD) via le processus de communication inter-opérateurs (ICP).
3. La réponse à la requête de portage (*Port Request Response - PRR*) est envoyée par l'OPD à l'OPR via l'ICP. L'émission du message PRR est cruciale, car la portabilité ne peut se faire sans ce message. L'OPD peut utiliser le message PRR pour retarder la portabilité, demander plus d'informations auprès de l'OPR ou bien confirmer les détails de la requête de portabilité. L'OPR ne peut transférer le numéro tant qu'il n'a pas reçu une réponse de l'OPD. L'OPD n'a pas le droit de refuser le transfert s'il a été convenablement formaté et contient des données exactes. L'OPD peut par contre dire à l'OPR que quelque chose ne va pas.
4. Sur réception du message PRR, le système OSS de l'OPR met à jour son LSOA. Idéalement, les processus ICP et LSOA devraient être intégrés avec le système POS afin d'éviter que les données soient traitées à plusieurs niveaux durant la procédure de portage. Ce qui permettrait de faire des économies et d'accroître la précision.
5. Le LSOA de l'OPR fera suivre la requête de portage au NPAC, en spécifiant la date et l'instant où la portabilité devrait avoir lieu.
6. Le NPAC notifie le LSOA de l'OPD de la requête de portage. À cet instant le chronomètre est déclenché pour le délai des deux heures allouées pour l'exécution de la procédure de

portabilité. L'OPD a une heure pour répondre et l'OPR a aussi une heure pour confirmer la requête.

7. Le LSOA de l'OPD informe son OSS de la requête de portabilité en cours, incluant la date et l'heure pour arrêter le service pour le numéro concerné par la demande de portage. L'OPD peut à cet instant effectuer le calcul pour la facture finale de l'abonné incluant les frais de rupture prématurée de contrat.

8. Le LSOA de l'OPD notifie le NPAC qu'il a bien reçu la requête de portage et confirme la date et le moment de l'arrêt de service.

9. Le NPAC notifie l'OPR que l'OPD a acquitté la requête et confirmé la date et le moment des changements et tous les autres accords. Si l'OPD ne répond pas, le NPAC suppose que l'OPD est entrain d'accepter la demande de portabilité.

10. L'OPR envoie la requête d'activation du portage au NPAC et à l'abonné.

11. Le SOA du NPAC envoie alors l'information à son SMS pour la mise à jour et diffuse l'information à tous les LSMS opérants dans la région de couverture que le numéro de téléphone et le LRN/NAE sont maintenant assignés à l'OPR et qu'ils sont disponibles la prochaine fois que le numéro sera composé. Le numéro de l'abonné est alors porté.

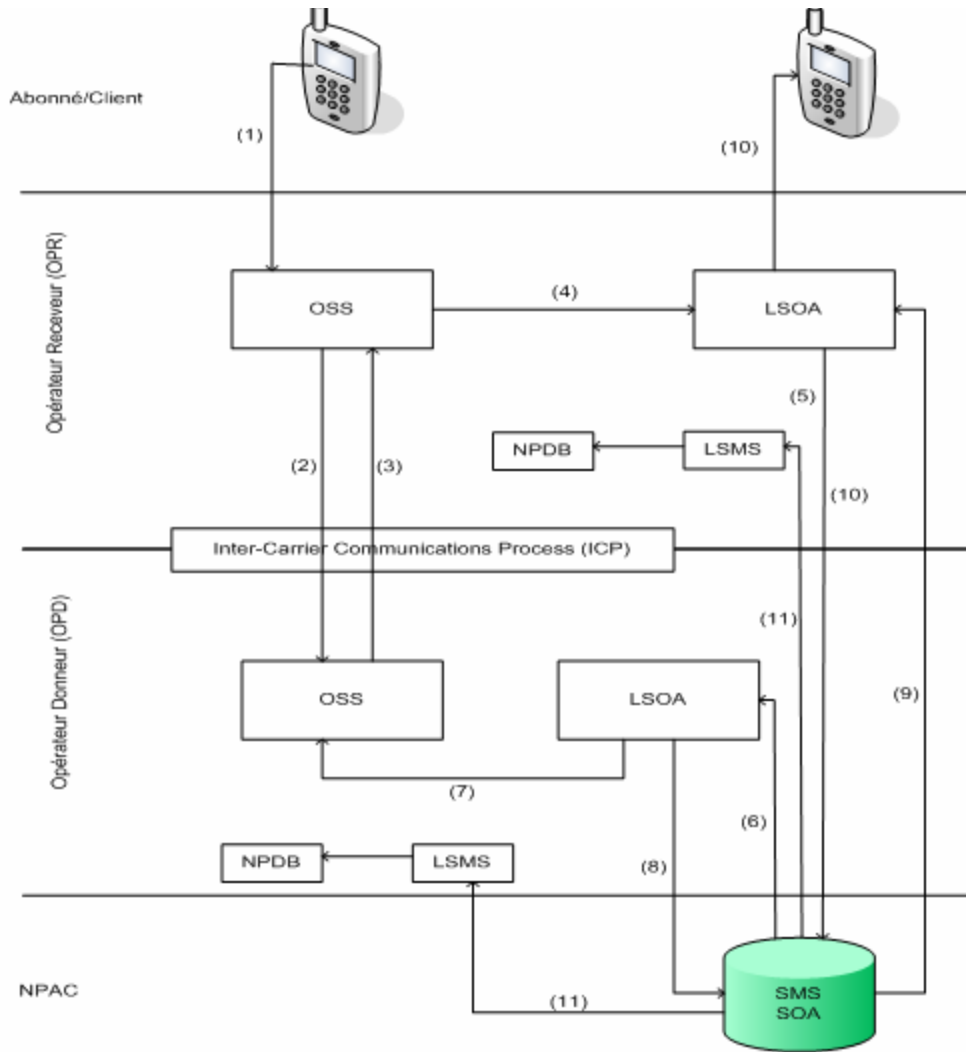


Figure (8) : Exécution de la procédure de portabilité.

III.7) les avantages de la portabilité des numéros:

- Permet d'accroître l'efficacité et la rentabilité des opérateurs et fournisseurs de services;
- Ouverture du marché à la libre concurrence et lancement des programmes de fidélisation par les opérateurs et fournisseurs de services;
- L'utilisateur peut changer d'opérateur sans se soucier d'effectuer la mise à jour auprès de ses correspondants, de changer les documents d'affaire pour une entreprise;
- Les opérateurs améliorent le service à la clientèle, réduisent les temps d'attente, améliorent la couverture de leur réseau, initient des nouveaux services à valeur ajoutée, etc.;

- Utiliser l'infrastructure de portabilité pour résoudre les problèmes de manque de ressources (par exemple, allocation des blocs de 1000 numéros au lieu de 10,000);
- Permettre à l'opérateur de développer des stratégies de rétention et d'acquisition de clients;

- Identifier les raisons qui poussent les abonnés à vouloir « porter » leur numéro à l'extérieur;
- Établir les conditions pour fidéliser le nouvel abonné. La demande de portabilité est la première expérience de l'abonné avec l'OPR (Opérateur Receveur). Donc tout doit se passer dans les meilleures conditions possibles.
- Permettre la collaboration et la coopération entre les acteurs du marché des télécommunications;
- Permettre au régulateur national d'établir des politiques équitables pour les opérateurs et garantir un meilleur service au bénéfice des usagers

III.8) Les inconvénients de la portabilité :

- La portabilité affectera plusieurs aspects du système de l'opérateur : facturation, service à la clientèle, activation des commandes, livraison des appels, gestion du réseau, etc.;
- La portabilité permet seulement de « porter » le numéro, pas les services; L'abonné doit souscrire à un nouveau plan de services (transfert d'appels, messagerie, renvoi automatique, etc.) auprès de l'OPR (Opérateur Receveur);
- L'incompatibilité des technologies peut obliger l'abonné à changer son terminal;
- Interprétation différentes des règles de portabilité entre opérateurs ajoute la complexité;
- Collaboration entre opérateurs: impact direct sur l'exécution de la portabilité (réduction des délais, partage des coûts, meilleure expérience pour l'abonné).
- Mise à jour des plateformes (matérielles et logicielles) induit un coût d'opération et de maintenance;
- Réduire le temps d'interruption de la ligne de l'abonné durant l'exécution de la portabilité.

-Coût de la portabilité :

- Coûts des systèmes d'information;
- Coûts du réseau et des infrastructures ;
- Coûts commerciaux.

- Choix de la solution de portabilité dépend de plusieurs paramètres :

- Volume des transactions et demande de portabilité;
- Capacité de supporter la prévision de croissance;
- Coûts opérationnels et de maintenance;
- Degré d'automatisation et développement du système d'administration;
- Interconnexion avec les partenaires commerciaux

III.9) Discussion :

La portabilité est un moyen efficace d'ouvrir le marché à la libre concurrence, permet aux opérateurs de collaborer de façon équitable, de collecter les informations de portage, assure une précision sur le délai de portage.

Chapitre IV: Application

IV.1) Préambule :

On présentera après l'étude de la portabilité des numéros, dans ce chapitre les étapes à suivre pour appliquer la portabilité intramodale de l'opérateur DJEZZY vers l'opérateur MOBILIS.

IV.2) Etude de portabilité intramodale (djezzy vers mobilis) :

Pour le cas de notre étude on a pris l'exemple d'une portabilité intramodale d'un abonné Djezzy vers le réseau Mobilis.

IV.2.1) Demande de portage de numéro :

1. Un abonné Djezzy doit avant tout contacter l'opérateur Djezzy pour demander le portage de son numéro vers l'opérateur Mobilis.

2. Le client se rend dans un point de vente de l'opérateur Mobilis, il doit remplir et signer un Porting Request Form (PRF).

3. Le client signe aussi un nouveau contrat avec l'opérateur Mobilis ;

3. L'opérateur Mobilis entre les données du Porting Request Form (PRF) dans le software de portabilité des numéros de téléphone mobile où une demande de transfert du numéro est automatiquement générée vers la base de données centrales (CRDB).

4. L'opérateur Djezzy accuse réception au CRDB et valide la demande de transfert (par ex. vérifier si le numéro de téléphone correspond à celui de la carte SIM. Si oui, le donneur envoie automatiquement une acceptation de la demande de transfert du numéro via le CRDB. Sinon, la raison du refus est transmis à l'opérateur receveur, ce qui permet à ce dernier de rectifier les données incorrectes (par ex. nom inexact, numéro non actif). Le receveur peut alors représenter la demande.

IV.2.2) Echange d'informations de portage :

Pour réaliser cette portabilité, l'opérateur DJEZZY et l'opérateur MOBILIS doivent échanger entre eux les informations suivantes :

- Nom de l'abonné
- L'adresse de facturation
- Numéros de compte
- L'instant et la date exacte de portage.
- Le numéro de téléphone.

Cette échange est appelée procédure de communication inter-opérateur (ICP). Pour effectuer procédure, on utilise une messagerie électronique ou bien un fax.

IV.2.3) Routage des appels de numéro porté :

IV.2.3.1) Schéma synoptique de routage des appels de Djezzy vers Mobilis :

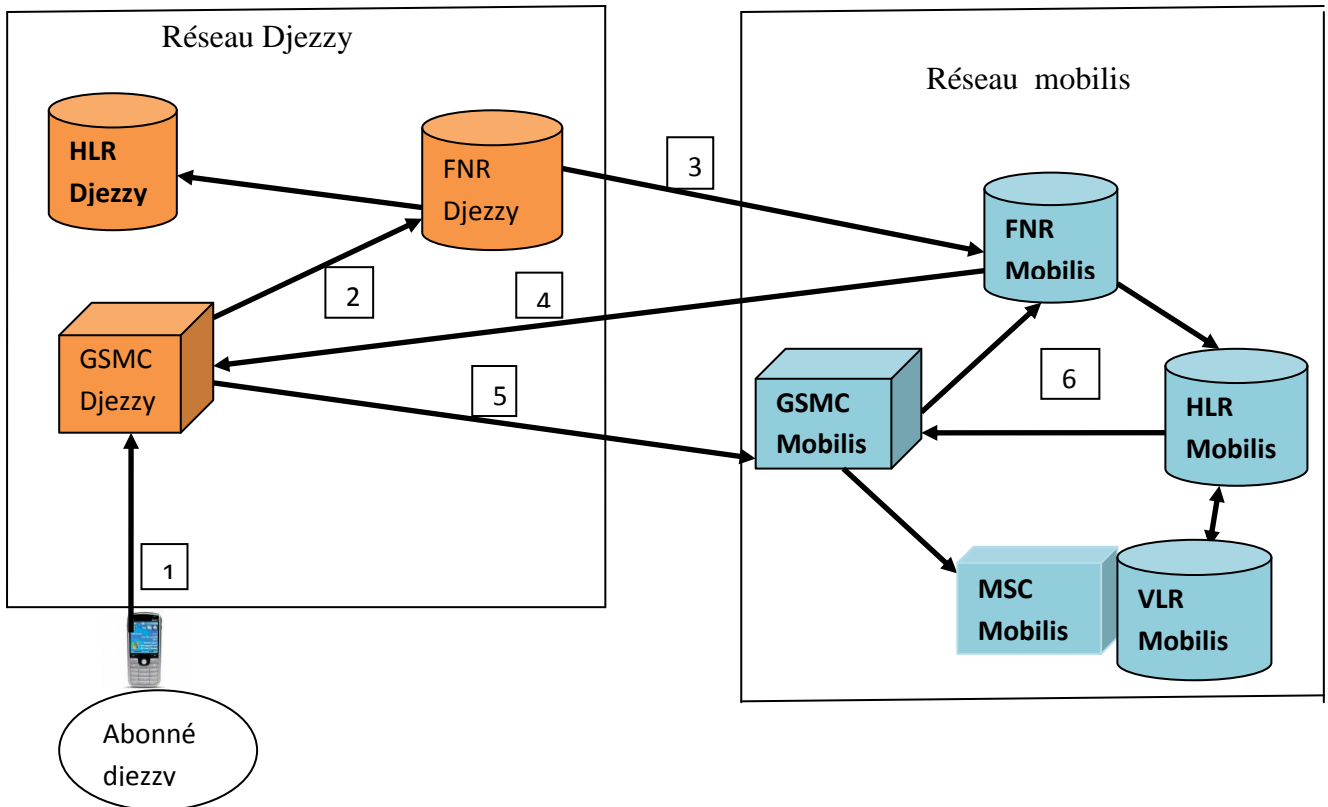
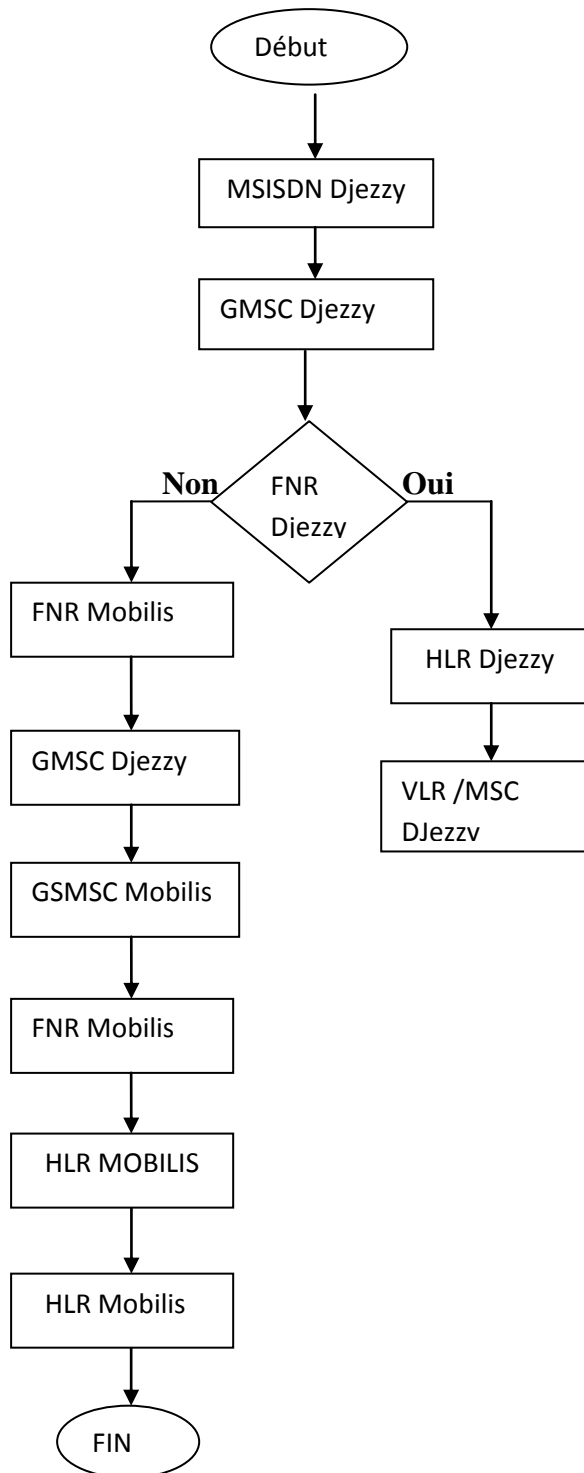


Figure (1) : schéma synoptique de routage des appels de Djezzy vers Mobilis.

IV.2.3.2) Organigramme de routage des appels :



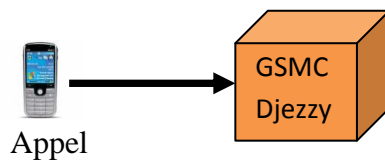
Figure(2) : Organigramme des routages des appels de Djezzy vers Mobilis

IV.2.3.3) Description de différents blocs de routage des appels de Djazzy vers Mobilis (figure 3) :

L'appel ou les messages sont conduits au réseau qui possède la série de MSISDN de l'abonné Djazzy. L'interrogation à la base de données de FNR est faite dans ce réseau et dans le cas que l'abonné a été exporté, le message est transmis par relais au réseau Mobilis.

a) Etape 1 :

L'appel est d'abord conduit à un GSMC dans le réseau de Djazzy accordant le MSISDN (le numéro de téléphone de l'abonné Djazzy).

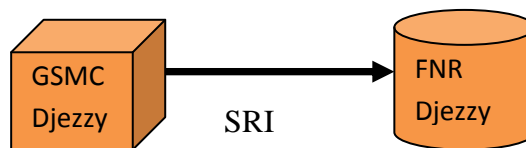


Figure(3) : Etape 1 de Routage.

b) Etape 2 :

Un message de l'information de cheminement SRI (Signaling Relay Intelligence) est envoyé de GSMC djezzy vers le FNR Djazzy .Dans la base de données du MNP, le FNR vérifié si le numéro MSISDN appartient à :

Abonné maison (Djezzy) ou un abonné importé (transfère vers Djazzy) ou un abonné exporté (de Djazzy vers Mobilis)

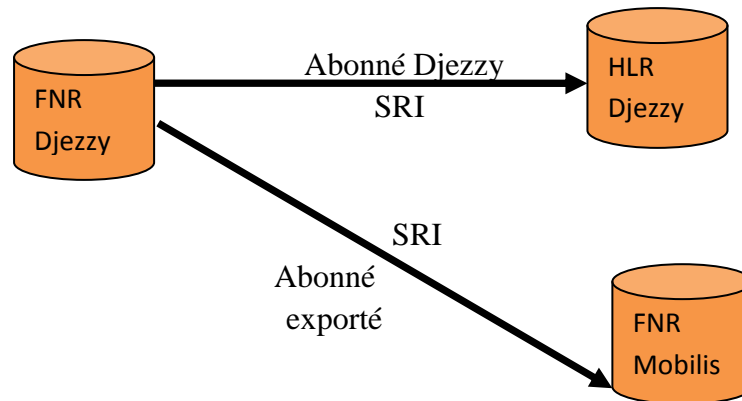


Figure(4): Etape 2 de routage.

c) Etape 3 :

- Si le numéro de MSISDN correspond à un abonné maison (djezzy) : le SRI est transféré à la destination HLR Djazzy.
- Si le numéro de MSISDN correspond à un abonné exporté (mobilis) ou à un abonné appartenant à un autre réseau : Le SRI est transféré au FNR du réseau réceptif (Mobilis).

L'adresse est changée comprenant le préfixe du réseau Mobilis au lieu de préfixe du réseau djezzy.



Figure(5): Etape 3 de routage.

c.1) Traduction de numéro d'abonné de FNR :

Un abonné peut avoir une base de résultats d'analyse, importé, exportée ou autre. Ces résultats sont obtenus à partir d'une analyse dans la base de données de **FNR**. Les entrées à cette analyse sont les MSISDN reçus dans le message SCCP, l'adresse de GSMC et un préfixe par la suite existant,

le message SCCP est transmis par relais au destinataire FNR ou retourné au GSMC d'origine contenant le :

CC+ Préfix +NDC+SN

Si le MSISDN est arrivé avec un préfixe, il doit être enlevé avant d'exécuter l'analyse de MSISDN.

Le dispositif de portabilité de numéro exige qu'une traduction de numéro d'abonné doit être installée entre :

- Un MSISDN et un préfixe de réseau.
- Une série de MSISDN et un préfixe de réseau.

Les commandes pour la définition des données d'abonné sont les mêmes que pour la fonction d'attribution flexible :

-La commande **FGNTI** (Flexible numbering Register, subscriber Number Translation) définit une traduction de numéro d'abonné dans le FNR.

Exemple: un numéro djezzy : 077XXXXXXXX.

FGNTI : MSISDN=21377XXXXXXXX, NPREFIX=987/ NPPREFIX : numéro de préfixe
FGNTI : MSISDN=21377XXXXXXXX , IMSI=2136030277XXXXXXXX

-Avec les commandes **FGNTC**, **FGNTP** et **FGNTE** les données peuvent être changées, imprimées ou effacées. FGNTC peut être utilisé seulement avec le paramètre MSISDN et non pas avec la série du MSISDN. SPour des abonnés non définis dans la base de données un cheminement par défaut s'appliquera. Ceci est défini en donnant un numéro existant de MSISDN ou d'IMSI avec la commande :

-FGDRC : MSISDN =21377XXXXXXXX (faut numéro).

La commande FGDRC change la traduction d'un cheminement par défaut dans le FNR. Quand l'attribution flexible du dispositif de MSISDN fonctionne seule la traduction de cheminement par défaut doit être définie comme IMSI.

FGDRC : IMSI=2136030277XXXXXXXX ;

L'IMSI doit appartenir à celui tenu par l'opérateur mobile.

Quand le dispositif de portabilité de nombre fonctionne seule la traduction par défaut doit être définie comme MSISDN.

Quand les deux dispositifs fonctionnent la traduction par défaut est un IMSI ou un MSISDN.

Un abonné est considéré en tant qu'exporté si un NPREFIX existe et le MSISDN génère un code de destination (NDC) national égal au NDC de l'abonné, et considéré d'un autre réseau si un NPREFIX existe et le MSISDN génère un code NDC non égale au NDC de l'abonné.

-La commande **FGOPC** change le préfixe de réseau de l'opérateur mobile dans le FNR.

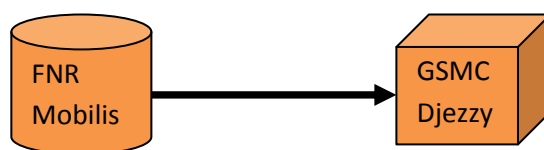
FGOPC : ONPREFIX=989 ; (de 987 vers 989)

- La longueur maximum de ce préfixe de réseau : jusqu'à 10 chiffres.

L'analyse doit identifier l'adresse de GMSC du PLMN pour distinguer les différents cas du trafic.

d) Etape 4 :

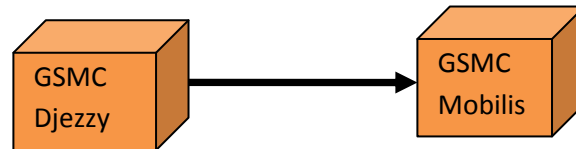
Le FNR du réseau Mobilis répond au nouveau SRI de donateur GSMC (Djezzy) . Ce FNR inclut un MSISDN mis en tête en tant que numéro errant (nouveau numéro Mobilis).



Figure(6): Etape 3 de routage.

e) Etape 5:

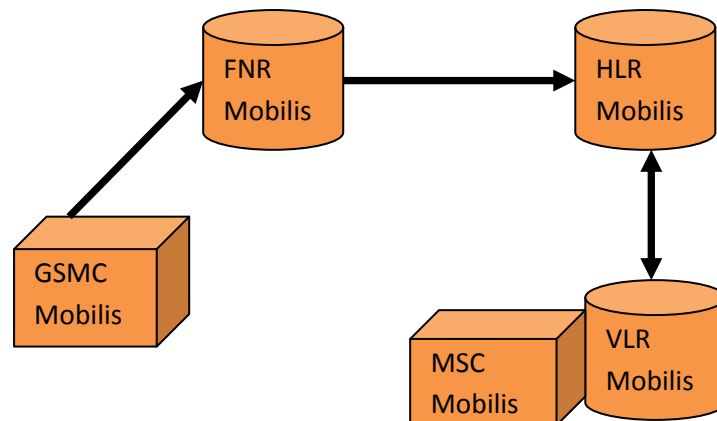
GSMC dans le réseau Mobilis reçoit le message du donateur GSMC (Djezzy) et enlève le préfixe (Djezzy).



Figure(7): Etape 5 de routage.

f) Etape 6:

Une fois la demande de transfert acceptée, le GSMC de Mobilis envoie le SRI au FNR Mobilis, se dernier transfère le SRI au HLR correspondant. HLR répond au SRI avec le numéro errant reçu du MSC/VLR (nouveau numéro mobilis).



Figure(8): Etape 6 de routage.

Au moment où le FNR Mobilis reçoit ce MNP, le donneur désactive la carte SIM sur son réseau et en informe le receveur.

Le receveur active alors une nouvelle carte SIM sur le réseau et en informe le client.

Le receveur informe enfin tous les autres opérateurs que le numéro porté a été activé sur son réseau, ce qui permet d'actualiser les informations de routage des appels.

IV.3) Discussions :

Grâce à la portabilité des numéros de téléphone mobile, un client (personne physique ou morale) peut porter un numéro de téléphone mobile dès lors que celui-ci lui est légalement attribué par un autre opérateur.

Cette étude nous a permis de suivre les étapes de portabilité, toutefois elle reste à vérifier en l'appliquant pratiquement sur le terrain de téléphone mobile avec l'accord des différents opérateurs. Ceci va nous permettre de détecter les insuffisances et les améliorations à apporter à cette application.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les réseaux cellulaires sont les systèmes radio-mobile terrestres les plus compliqués à planifier. Le réseau GSM est considéré par les spécialistes comme une révolution dans le domaine des télécommunications, il est très apprécié par les grand public nombreux services offerts à un tarif réduit.

La portabilité des numéros est un service qui permettra à beaucoup d'abonnés de changer d'opérateur téléphonique sans se soucier de prendre les précautions de communiquer un autre numéro à ces contacts. Ce service qui n'est pas encore disponible en Algérie va aussi permettre de relancer la concurrence entre les différents opérateurs qui vont chercher à tout pris à fidéliser leurs clients au risque de les voir partir vers un autre opérateur.

Nous espérons que notre étude va être d'un apport pour une éventuelle mise en place de ce service. Tout fois, cette étude doit être suivie d'une simulation pour voir les lacunes et les améliorations à porter à la technique étudiée.

Cette étude réalisée au sein du centre Mobilis de Tizi-Ouzou nous a permis de compléter nos connaissances dans le réseau en générale, et en télécommunication en particulier et d'approfondir nos connaissances sur les notions de base du GSM.

Enfin nous espérons que ce modeste travail servira comme documentation pour les promotions avenir.

Annexe

Annexe 1 : Réseau GSM

1) Les fréquences utilisées :

Le GSM est un système radiophonique à qui l'on a alloué deux bandes de fréquences larges de 25MHz chacune :

□□□890 à 915 MHz pour les communications du mobile vers le fixe.

□□□935 à 960 MHz pour les communications du fixe vers le mobile.

Pour un réseau de télécommunication une bande passante de 25MHz peut paraître limité. Cette limitation des bandes de fréquence est simple, le spectre radio est une ressource rare déjà très utilisée par de nombreux autres services comme la télévision, la radio-diffusion comme le montre la figure 1. L'optimisation de son utilisation est donc primordiale

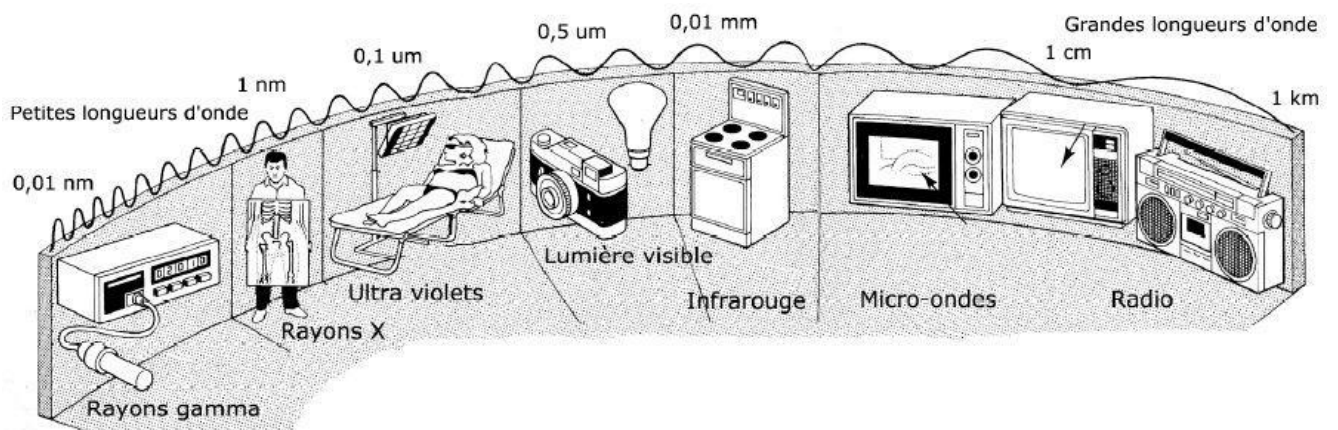


Figure (1) : Domaine d'utilisation des ondes

2) Le réseau cellulaire :

Pour pallier au problème de limitation de fréquence, chaque zone géographique à desservir est découpée en cellules de taille variable (de 100 m à 30 km). Chaque cellule est associée à une station de base dont la puissance d'émission varie selon la taille de la cellule. Cependant chaque cellule a un nombre limité de communications :

à une cellule n'est pas associé la totalité de la bande passante du GSM. En effet deux cellules voisines ne peuvent pas utiliser deux mêmes fréquences sans risque d'interférence aux extrémités des cellules. Les cellules se recoupent entre elle comme le montre la figure (2). Ce découpage en cellule pose un problème, lorsqu'un utilisateur passe d'une cellule à l'autre, sa communication est alors coupé. En effet son mobile devra changer de fréquence puisqu'il change de cellule.

La technique du « handover » permet de pallier à ce problème. Vous pouvez ainsi vous déplacer d'une cellule à l'autre sans problème. Cette technique permet la transmission des informations de gestion vers la nouvelle station de base (BTS) même lorsque que vous vous déplacez à 300 km/h (dans le TGV notamment).

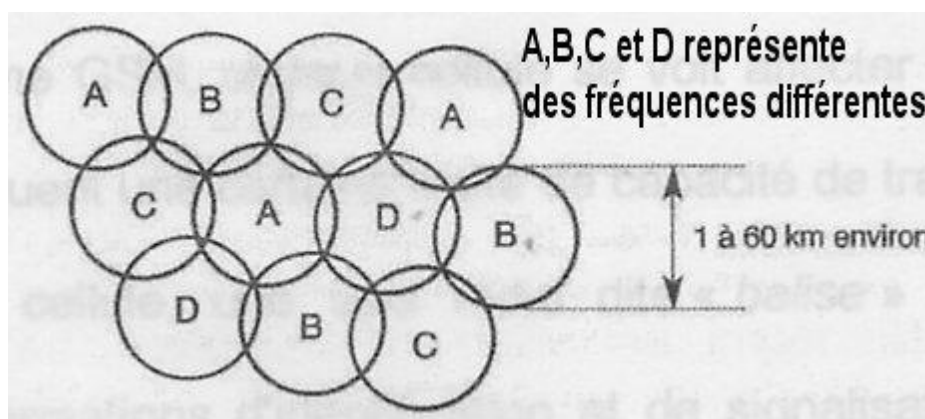


Figure (2) : Découpage cellulaire

Différentes taille de cellules existent et ce pour s'adapter en fonction de la densité du trafic. Les zones peuvent donc être équipées de picocellules (environs 100mètres), de macrocellules (environs 500 mètres). Les zones rurales sont elles équipées de cellule mesurant jusqu'à 30km. De plus un procédé permet a l'abonné de rester connecter au réseau malgré qu'il soit situé à l'étranger. Le "roaming" (itinérance en français) permet à l'abonné d'être identifié, et d'utiliser les cellules étrangères de la même façon que sur son territoire.

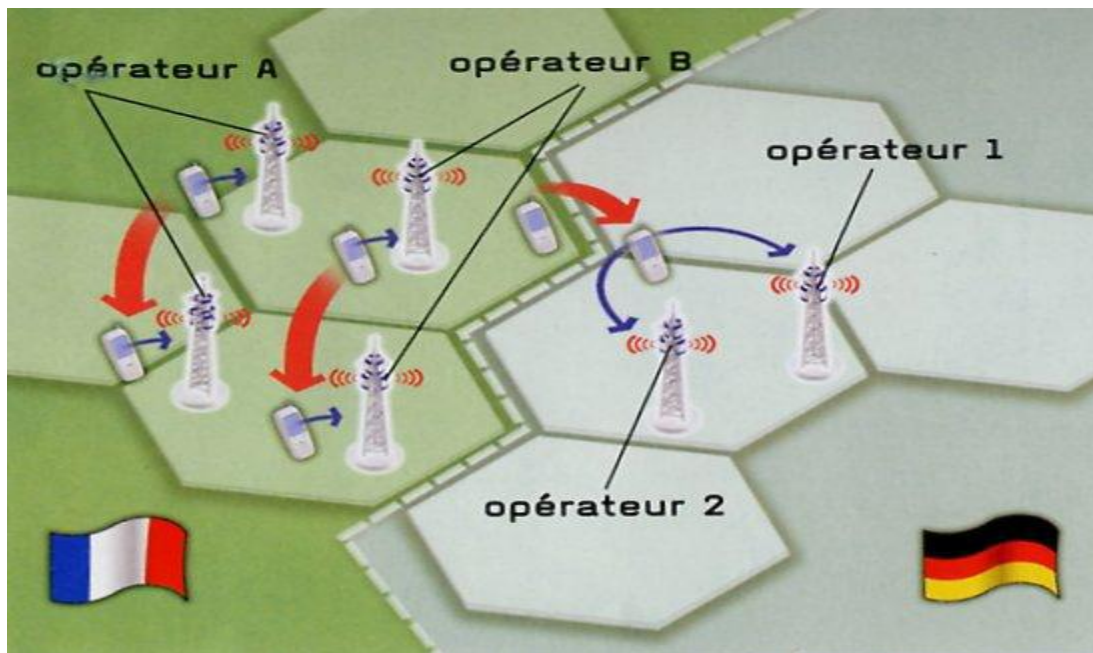


Figure (3) : Itinérance

1.3) Bandes de fréquences allouées :

	GSM900	GSM1800	GSM1900
Fréquence d'émission du terminal vers la station de base	890-915 MHz	1710-1785MHz	1850-1910MHz
Fréquence d'émission de la station de base vers le terminal	935-960 MHz	1805-1880MHz	1930-1990MHz
Bande fréquence disponible	25+25 MHz	75+75MHz	60+60MHz
Mode d'accès	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF	AMRT/AMRF
Espacement des canaux radio	200 kHz	200 kHz	200 kHz
Espacement du duplex	45 MHz	95MHz	80MHz
Nombre de canaux radio par sens	124	375	300
Nombre de canaux de parole plein débit	8	8	8
Type de transmission	Numérique	Numérique	Numérique

Débit brut d'un canal radio	270 kbit/s	270 kbit/s	270 kbit/s
Débit brut d'un canal de phonie à plain débit	22.8 kbit/s	22.8 kbit/s	22.8 kbit/s
Débit d'un codec à plein débit	13 kbit/s	13 kbit/s	13 kbit/s
Type de codage	RPE-LTP	RPE-LTP	RPE-LTP
Type de modulation	GMSK	GMSK	GMSK

Figure (4) : Caractéristiques techniques des bandes GSM

Annexe 2 : Réseau GPRS

GPRS = General Packet Radio Service

Norme dérivée du GSM ajoute la transmission par paquets.

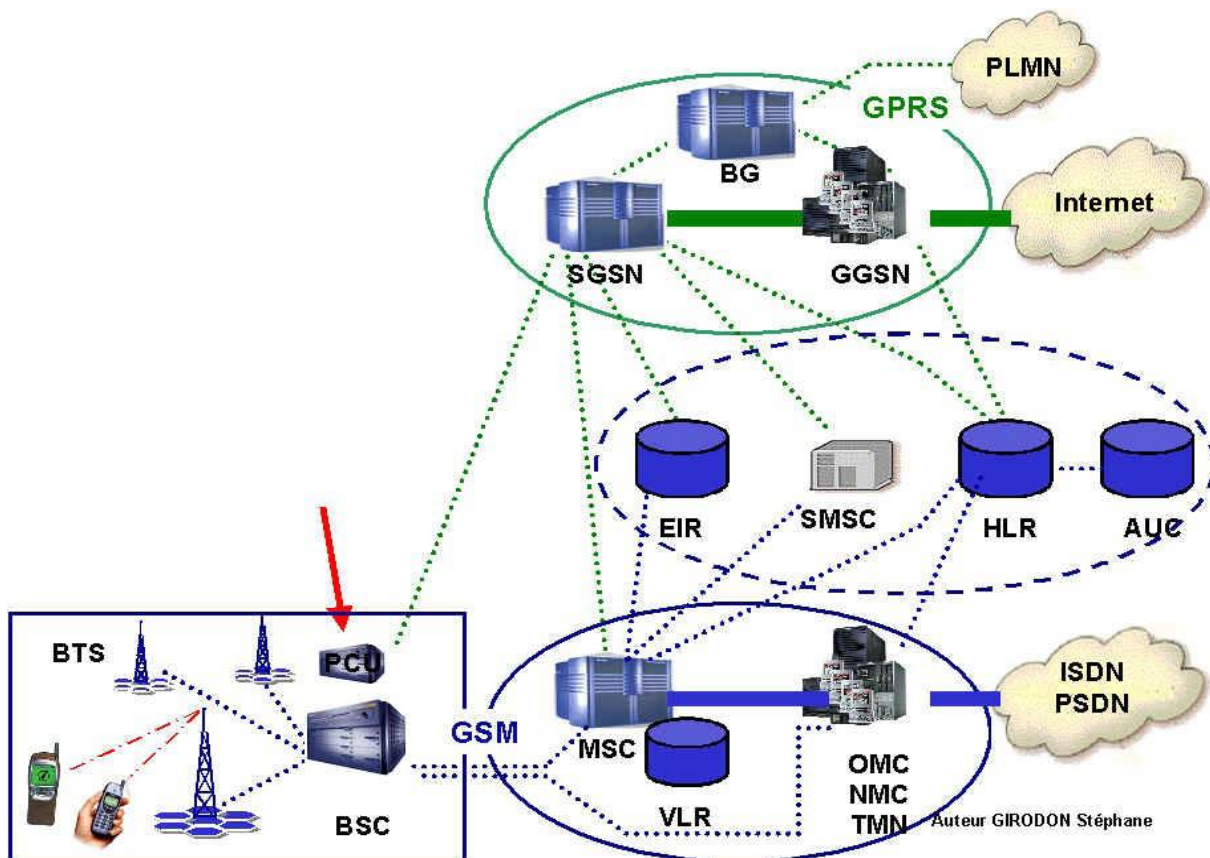
permet un débit de données plus élevé : 2,5G

Débit théorique >>> Débit réel.

1) Les avantages et les inconvénients de réseau GPRS :

Avantages	Inconvénients
Débits	Pas d'accès à l'internet global
Accès WAP (Internet allégé)	Réseaux GSM déjà saturés
Facturation à la donnée	Aucune application décisive pour le grand public
Connexion permanente possible	
Support de plusieurs niveaux de qualité de service	

2) Architecture d'un réseau GPRS :



Figure(5) :architecture d'un réseau GPR

Annexe 3 : Le Réseau UMTS

UMTS = Système de télécommunications mobiles universelles

- Technologies 3G
- Basée sur la technologie W-CDMA
- Standardisée par le 3GPP
- Implémentation européenne des spécifications IMT-2000 de l'UIT pour les systèmes radio cellulaires 3G.

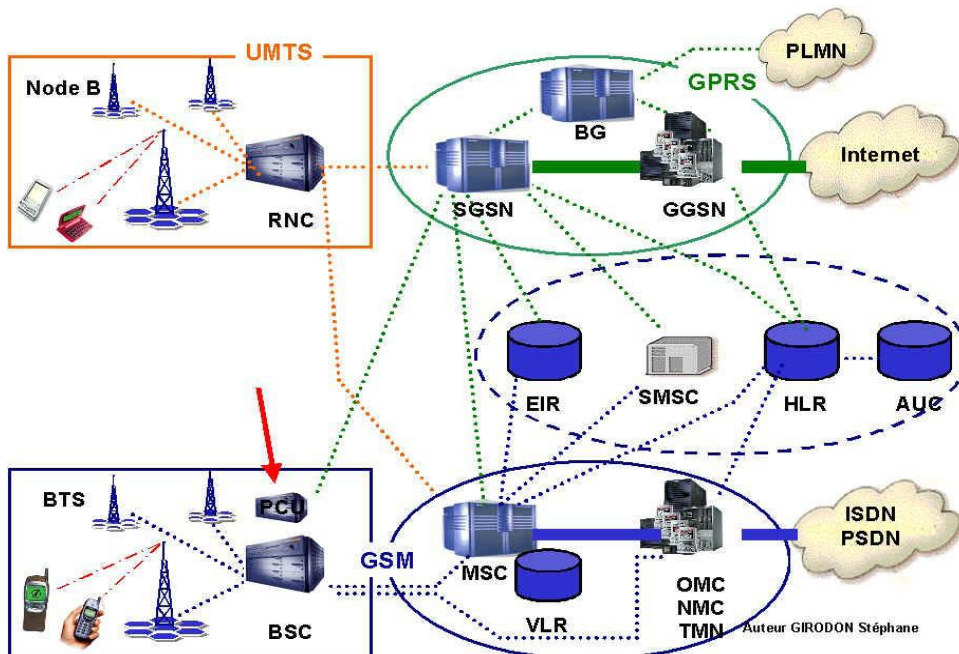
Aussi appelé 3GSM

- interopérabilité entre l'UMTS et GSM
- 1885-2025MHz et 2110-2200MHz

3.1) Les avantages et les inconvénients de réseau UMTS :

Avantages	Inconvénients
Accès Internet haut-débit depuis un équipement mobile ou un ordinateur	Coût
Visiophonie	Changement des équipements usagers
Télévision	Arrivée du HSDPA

3.2) Architecteur d'un réseau UMTS :



Figure(6) : architecteur d'un réseau UMTS

Annexe 4 : Le 3GPP

Lors de sa création, le 3GPP regroupait des organismes de standardisation régionaux, parmi lesquels TTC (Telecommunications Technology Committee) pour le Japon, TTA (Telecommunications Technology Association) pour la Corée et T1P1 pour les États-Unis. Peu après, le CWTS (China Wireless Telecommunication Standard) a rejoint le projet.

Le 3GPP est organisé en groupes de travail, les TSG (Technical Specification Group), spécialisés dans un domaine et produisant des spécifications techniques. Ces groupes techniques sont encadrés par une équipe de coordination de projet, qui s'assure que la standardisation progresse au rythme prévu.

Annexe 5 : Les techniques d'accès

- L'interface radio est chargée du partage des bandes de fréquences entre les utilisateurs.
- Il faut une politique d'accès empêchant les collisions de se produire

1) FDMA (Frequency Division Multiple Access) utilisé dans la première génération de réseaux mobiles.

2) TDMA (Time Division Multiple Access) utilisé dans GSM

3) CDMA (Code Division Multiple Access) utilisé dans l'UMTS

4) FDMA La bande de fréquence f est découpée en n sous-bandes permettant à n mobiles distincts d'émettre en parallèle

Annexe 6 : Le HANDOVER

Le HANDOVER est le processus par lequel une communication établie est maintenue alors que le mobile se déplace à travers le réseau cellulaire ce qui implique que la communication puisse passer d'un canal physique à un autre canal physique avec le minimum d'interruptions (au moyenne $< 10\text{ms}$).

Le HANDOVER est un transfert intercellulaire ; en cas de petites cellules les HANDOVER peuvent se multiplier et entraîner une charge grandissante pour le réseau.

Il existe aussi un type de HANDOVER intracellulaire imposé par la qualité de service de la communication.

Annexe 7 : Les commandes utilisées dans la portabilité des numéros mobile

1) FGNTI: (Flexible Numbering Register, Subscriber Number Translation) Initiate
Registre flexible de numérotation, traduction de nombre d'abonné, initié.

1.1) Fonction :

Cette commande définit des traductions de numéro dans le registre flexible de numérotation (FNR).

Le type de traduction de numéro est le suivant :

- de MSISDN à un IMSI
- de MSISDN à un préfixe de réseau
- de la série de MSISDN à un IMSI générique
- de la série de MSISDN à un préfixe de réseau
- d'IMSI à une adresse de nœud
- de la série d'IMSI à une adresse de nœud

2) FGNTC: (Flexible Numbering Register, Subscriber Number Translation, Change)
registre flexible de numérotation, traduction de nombre d'abonné, changement

2.1) fonction :

Cette commande change des traductions de numéro dans le registre flexible de numérotation (FNR).

Si les paramètres MSISDN et IMSI sont entrés, la traduction de nombre, définie dans le FNR, parce que ce MSISDN est changée. En introduisant l'ADRESSE de paramètre, la traduction de nombre définie pour l'IMSI donné est également changée.

3) FGNTP: (Flexible Numbering Register, Subscriber Number Translation, Print) : Registre flexible de numérotation, traduction de nombre d'abonné, copie

3.1) Fonction :

Cette commande imprime les traductions de nombre définies dans le FNR.

Si le paramètre MSISDN ou MSISDNL est entré et le paramètre NPREFIX ou IMSITRAN est également entré, des DONNÉES de TRADUCTION de NOMBRE d'ABONNÉ de la liste imprimée FNR de résultat sont reçues. Autrement, des DONNÉES de TRADUCTION de NOMBRE d'ABONNÉ de la liste imprimée FNR de réponse sont reçues.

4) FGNTE: Flexible Numbering Register, Subscriber Number Translation, EndRegistre flexible de numérotation, traduction de nombre d'abonné, extrémité

4.1) Fonction :

Cette commande supprime des traductions de nombre à partir du registre flexible de numérotation (FNR).

Si le paramètre MSISDN est entré, la traduction de nombre définie dans le FNR pour cela MSISDN est supprimée. En introduisant l'ADRESSE de paramètre, la traduction de nombre définie pour l'IMSI associé au MSISDN écrit est également supprimée.

Si le paramètre MSISDNS est entré, la traduction de nombre définie dans le FNR pour cela série de MSISDN est supprimée. En introduisant l'ADRESSE de paramètre, la traduction de nombre définie pour l'IMSI associé à la série écrite de MSISDN est également supprimée.

La traduction de nombre pour MSISDN 3417234529 est supprimée du FNR. La traduction de numéro pour IMSI associé est également supprimée.

Annexe 8 : Le SRI (Signalling relay technology) Signalisation de la technologie de relais

Le principe de SRI est le (MAP) la signalisation du trafic est employée pour déclencher des applications de service. Ceci est fait par un système agissant en tant que noeud de cheminement de SCCP dans un réseau SS7. La signalisation du trafic qui est un sujet potentiellement à signaler l'intelligence de relais doit être conduite par un tel noeud.

En général une opération de MAP est envoyée d'un élément de réseau à l'autre. Un moteur de signalisation intelligent de relais arrête l'opération et peut alors exécuter un de ce qui suit :

- a. Transmettre par relais l'opération, inchangée, à l'élément de réseau approprié de destination (par exemple un HLR). Dans ce cas-ci il agit simplement en tant que noeud de cheminement de SCCP (ou STP). Typiquement le SRF emploiera l'information dans l'en-tête de SCCP ou même MAP. Opération elle-même pour déterminer la destination appropriée.
- b. Transmettre par relais l'opération avec des changements à la charge utile.
- c. Répondre à l'opération de MAP agissant comme si c'étaient l'élément de réseau de destination.
- d. Jeter l'opération complètement (mais ceci être peu commun).

Tout en effectuant une opération, un moteur de signalisation intelligent de relais peut également envoyer et recevoir d'autres opérations de MAP et, en effet, agit l'un sur l'autre avec d'autres éléments de réseau tels que des points de commande de service, des points de repères, etc.

Annexe9 : Le CCITT n°7

Les études sur le système CCITT n°7 ont débuté en 19783. Ce système a été conçu pour être particulièrement adapté aux réseaux numériques avec intégration de services, et optimisé pour travailler sur des voies au débit de 64 Kbits/s. Les spécifications du système de signalisation n°7 ont été publiées en 1981 à Genève, à l'issue de la septième assemblée plénière. Cette définition fut complétée quatre ans plus tard à l'occasion de la huitième assemblée plénière à Malaga en octobre 1984.

1) Définition de la signalisation sémaphore SS7 (CCITT n°7) :

Le système de signalisation par canal sémaphore normalisé par le CCITT est couramment appelé CCITT n°7 ou SS7 (Signalling system number 7). Il peut être utilisé en tant que système de transmission d'informations pour différentes catégories d'utilisateurs : téléphonie, données, réseau à intégration de services, GSM, etc.

Ce système est particulièrement adapté pour des transmissions utilisant des voies à 64 kbits/s qui peuvent gérer 2000 circuits. Les avantages de la signalisation sémaphore numérique sont les suivants :

- Possibilité de transférer de la signalisation pure indépendamment de l'établissement d'un circuit.
- Réduction des délais de transfert de la signalisation et diminution du temps d'occupation inefficace des circuits.
- Possibilité de transférer la signalisation à fort débit pendant une communication sans que l'utilisateur soit gêné.

Elle est utilisée pour :

- L'établissement d'appels basiques, et la libération de la ligne.
- Les services des réseaux mobiles tels que le roaming, l'authentification d'abonné.
- Les services liés aux numéros spéciaux (numéros verts).
- Les services complémentaires comme le transfert d'appel, l'identification de l'appelant, la conférence à trois...

Le principe de la signalisation sémaphore SS7 est de dissocier les voies de signalisation des voies de communication : c'est un système de signalisation par canal sémaphore (CCS, Common Channel Signaling), qui est une méthode dans laquelle le canal sémaphore (CS ou SC, Signaling Link) achemine, sous la forme de messages étiquetés appelés trames sémaphores, les informations de signalisation.

Glossaire

Glossaire GSM :

AUC Authentique Center. Centre d'authentification (lié à un HLR) utilisé dans le réseau GSM.

BSC Base Station Controller. Station qui contrôle les communications d'un groupe de cellules Dans un réseau de communication GSM. Elle concentre le trafic de plusieurs BTS.

Un algorithme est une séquence d'opérations visant à la résolution d'un problème en un temps fini (mentionner la condition d'arrêt).

A3 Famille d'algorithmes mis en œuvres dans la procédure d'authentification (il permet de calculer SRES à partir de Ki et du RAND en durée maximale de 500 ms).

A5 Algorithme de chiffrement/déchiffrement de l'ensemble des informations transmises sur la voie radio (signalisation, voie ou données) utilisant la clé Kc et le numéro de trame courante. Plusieurs algorithmes A5 sont prévus (A5.1, A5.2, A5.3, etc).

A8 Famille d'algorithmes utilisés pour calculer la clé de chiffrement Kc à partir des arguments d'entrée RAND et Ki.

BSC :Base Station Controller. Contrôleur de station de base.Cet équipement commende une ou plusieurs BTS et gère la ressource radio.

BSS Base Station Subsysteme. Sous-système radio composé d'un BSC et d'une BTS. Un BSS désigne en général un BSC et les BTS qui en dépendent. On peut utiliser ce terme lorsqu'on ne s'attache au découpage précis des fonctions entre BTS et BSC.

BTS Base Transceiver Station. Equipement composé des émetteurs/ récepteurs radio et constituant l'interface entre le BSC et les mobiles.

Burst Elément de signal transmis par un équipement à l'intérieur d'un slot en TDMA. La durée du burst normal GSM est 148 bits soit $148 \times 3 / 812500 = 325 \mu s$.

CAS Commutateur D'Accès au Service. Fonctionnalité d'un commutateur consistant à se mettre sous le contrôle d'un PCS lorsque le service demandé est implanté avec le concept de réseau intelligent.

CCITT Le défunt Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

CCITT n°7 voir SS7

CCM Centre de Communication des Mobiles. Terme utilisé quelquefois pour désigner le MSC.

CDMA Code Division Multiple Access. Technologie de transmission numérique permettant la transmission de plusieurs flux simultanés par répartition de code.

Chiffrement Terme qui désigne l'action de chiffrer un texte, des informations ou des données. Le chiffrement consiste à transformer un texte de sorte qu'il faille une clé pour comprendre le message. Chiffrer : transformation d'un texte, dans le but d'en cacher le sens. (coder = crypter).

Cellule Ensemble des points ou le mobile peut dialoguer avec une station de base donnée avec une qualité suffisante.

DCS Digital Communication System. Un système GSM porté de la bande de fréquences des 900 [MHz] vers 1800 [MHz].

EIR Equipment Identity Register. Identifiant destiné à permettre de désactiver un téléphone mobile (GSM) qui aurait été volé.

FDMA Frequency Division Multiple Access. Technique de répartition de ressources par multiplexage fréquentiel.

GMSC Gateway Mobile Switching Center. Centre de communication pour mobile semblable un MSC.

GMSK Gaussian Minimum Shift Keying. Nom de la technique de modulation numérique utilisée pour la transmission radio des mobile GSM.

GPRS General Packet Radio Service. Technologie de transmission par paquets facilitant l'accès à Internet à haut débit par GSM. Le débit peut varier de 56 jusqu'à 115 [kb/s].
Eléments du réseau assurant ce service.

GSMS GPRS Short Message Service (GPRS). Sous-couche de niveau 3 qui gère l'échange de messages courts GPRS entre la MS et le SGSN. Elle fait partie du plan de signalisation GPRS

GMSC Gateway MSC. MSC passerelle réalisant l'interface entre le PLMN et le RTCP pour les appels à destination Mobile.

GSM Global System for Mobile Communication. Standard de téléphonie mobile adopté en Europe, en Asie et en Australie.

HLR Home Location Register. Base de données central d'un réseau GSM contenant toutes les informations relatives aux abonnés du réseau.

Handover Mécanisme grâce auquel un mobile peut transférer sa connexion d'une station de base vers une autre (Handover inter station de base) ou, sur la même station, d'un canal radio vers un autre (handover intra station de base), On l'appelle également Transfert automatique inter/intra cellulaire ou Handoff (aux Etas-unis).

IMEI International Mobile station Equipment Identity. Numéro unique identifiant un terminal GSM ; il est indépendant du numéro d'abonné et il permet de désactiver un équipement volé.

IMSI *International Mobile Subscriber Identity. Numéro international unique d'un abonné GSM.*

ISDN *Integrated Services Digital Network Désigne le réseau téléphonique numérique RNIS.*

IN *Intelligent Network. Réseau intelligent. est aujourd'hui largement supplantée par l'utilisation des protocoles à technologie Internet.*

Kc *clé de chiffrement calculée à partir de clé Ki et du nombre aléatoire RAND transmis par e Réseau (64 bits).*

Ki *clé d'authentification spécifique à chaque abonné et stockée dans la carte SIM et le centre d'authentification AUC (128bits).*

LAPD *Link Access Protocol D-channel. Protocole de liaison de données utilisée dans le réseau GSM.*

LA *Location Area. voir Zone de location.*

LAC *Location Area Code .Code d'une zone de localisation au sein d'un réseau donné.*

LAI *Location Area Identification. Identification d'une Zone de localisation dans le monde . Elle contient le code de pays MCC et le code de l'opérateur MNC et le code Lac.*

LAN *Local Area Network.*

MSC *Mobile Switching Center. Centre de communication pour mobile. Cet équipement réalise la communication des appels d'une ou plusieurs cellules.*

MSISDN *Mobile Subscriber ISDN. Numéro d'abonné au réseau GSM.*

MSK *Minimum Shift Keying. Technique de modulation numérique consistant à effectuer une fonction XOR entre 2 bits successifs préalablement à une modulation de fréquence à 2 états.*

MCC *Mobile Contry Code . Code de pays dansle plan E212 de L'UIT(208 pour la France).Un chanp MCC est présent dans le LAI et L'IMSI.*

MAP *Mobile Application Part.Protocole applicatif basé sur SS7,qui gère les dialogues entre les équipement du NSS.*

MNC *Mobile Network Code.Idicatif d'un PLMN au sein d'un pays (01 pour Itinérís). Ce chanp est présent dans L'IMSI et le LAI.*

NDC *National Destination Code. Détermine le PLMN dans le pays.*

NMC *Network Management Center. Système d'administration générale d'un PLMN.*

NSS Network Switching Center. Sous-système d'un réseau de téléphonie mobile. C'est la partie qui prend principalement en charge la communication des appels, la signalisation et l'identification.

OSS Operation Support System. Sous-système d'administration englobant l'ensemble des équipements d'administration (EIR, AUC, OMC)

OMC Operation and Maintenance center. Centre d'administration, en général associé à sous système particulier (par exemple un BSS).

PCM Pulse Code Modulation. Nom américain pour désigner la modulation par impulsions codées (MIC). Cette technique, utilisée principalement en téléphonie, convertit un signal analogique en un signal de téléphonie numérique à 64 [kb/s]. en toute rigueur, on ne devrait pas parler de modulation.

PLMN: Public Land Mobile Network. Réseau GSM géré par un opérateur.

RNIS Réseau Numérique à Intégration de Services. Désigne le réseau téléphonique numérique. Au niveau du réseau, les signaux numériques utiles sont transmis à des multiples de 64 [kb/s].

Roaming nom anglais pour désigner le fait qu'un utilisateur de GSM peut se déplacer d'une cellule à l'autre ou d'un réseau à un autre sans rupture de connexion.

RTC Réseau Téléphonique Commuté. Terme technique désignant le réseau téléphonique fixe.

RAND Nombre aléatoire émis par le réseau vers la MS pour l'authentification et le Chiffrement.

SIM Subscriber Identity Module. Micro-processeur implanté dans une carte. Par extension, on parle de la carte SIM.

SS7 Signalisation sémaphore n°7. Système de signalisation normalisé par l'UIT (Union internationale des télécommunication) où une voie particulière est utilisée pour transporter la signalisation se rapportant à un ensemble de circuit ou indépendante de tout circuit.

SMS Short Message Service. Système permettant l'envoi de messages comprenant au plus 160 caractères (de 7 bits), soit 140 bites, à un téléphone GSM.

SCCP Signaling Connection Control Part. Protocol SS7 gérant l'interconnexion de réseau sémaphores (SCCP permet de disposer d'un réseau sémaphore mondial) et offrant un service sans ou avec connexion.

SRES Signed Reponse. Résultat d'authentification, calculé à partir d'un RAND en appliquant l'algorithme A3.

TDMA *Time Division Multiple Access. Technique de répartition de ressources par multiplexage temporel. Cette technique prévoit un mécanisme d'accès.*

TMSI *Temporary Mobile Subscriber Identity. Numéro attribué temporairement à un utilisateur GSM en fonction de sa localisation.*

UMTS *Univesal Mobile Telecommunications Systeme. Nom du standard de téléphonie mobile de troisième génération pour l'Europe.*

UIT *Unio Internationale des Télécommunications.*

VLR *Visitor Location Register. Registre local d'une zone comprenant plusieurs cellules d'un réseau GSM. Ce registre contient l'identité des utilisateurs présents dans la zone.*

Voi *Sens de transmission de la MS vers la BTS.*

X25 *Série de protocoles, définis par l'ITU, destinés à la transmission de données. Leur utilisation.*

Zone de localisation *Ensemble des moyens permettant la transmission de signaux sur une ligne de communication.*

Bibliographie

Bibliographie

✚ Xavier Lagrange/ Philippe godlewski / Sami Tabbane,
Septembre 1996 : Réseau GSM/DCS, 2^{ème} édition .

✚ ERICSSON, 2005 :GSM FNR Operation

✚ ERICSSON, 2005: GSM Network Planning-
Node Hardware Dimensioning

✚ Xavier Lagrange, Philippe Godlewski ,Sami Tabbane,
1995 : Réseau GSM 5^{ème} revue

✚ Ait Seddik Aissam et Harbanne Marzouk, 2006-2007 : Etude de la Hierarchie
Numérique synchrone (SDH) et son application dans le réseau GSM, mémoire
d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou .

✚ SAID MANSOUR Rafik et HAMDAD Yazid, 2006-2007 : Etude de l'intégration
de réseau intelligent Dans le GSM, mémoire d'ingénieur, Université Mouloud
Mammeri de Tizi Ouzou.

✚ HAOUCHINE Khedidja 2006-2007 : Etude de la signalisation Sémaphore dans le
réseau GSM, mémoire d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou .

✚ Thèse d'ingénieur par SLIMI Abddenour et LOUNACI Ali 2007-2008 : Gestion de la sécurité du réseau GSM Application de l'algorithme A5, mémoire d'ingénieur, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou .

✚ [http://www.ericson.com/ourau portfolio/operation and subsiness- suport-sy](http://www.ericson.com/ourau_portfolio/operation_and_subbusiness-suport-sy).

✚ [http://www.freepatentsonline.com/6049714 .html](http://www.freepatentsonline.com/6049714.html).

✚ <http://www.awe-communication.com>.