

1. INTRODUCTION

GSM (Global System for Mobile Communication)¹ est une norme élaborée au cours des années '80 et '90, et qui est toujours en évolution afin de définir les paramètres pour un réseau de communication cellulaire numérique. La norme GSM est utilisée pour les réseaux de communication sans fil à travers le monde. Cependant, en Amérique du Nord elle est en concurrence avec la norme IS-95 (CDMA). Il existe un réseau GSM au Canada et il est exploité par Microcell (FIDO).

L'idée d'un système radio mobile basé sur une structure cellulaire a été élaborée au début des années '70, dans les laboratoires de Bell aux USA. Cependant, ce n'est qu'au cours des années '80 qu'on a vu l'implantation et l'exploitation commerciale de réseaux de téléphones cellulaires analogues.

Chaque pays avait dû développer son propre réseau ce qui ne permettait pas à un abonné d'un pays d'utiliser son téléphone dans un autre. Cette situation était particulièrement critique en Europe où les passages d'un pays à l'autre sont fréquents. Parallèlement, le marché des équipements était limité, ce qui empêchait les économies d'échelles.

Voyant la croissance des réseaux cellulaires, on anticipait des problèmes de capacité. En 1982 le Groupe Spéciale Mobile fut créé afin d'élaborer une norme pour un réseau de communication mobile pan-européen répondant aux critères suivants:

- n Bonne qualité subjective de la voix;
- n Baisse des coûts des équipements et des services;
- n Passage d'un pays à l'autre sans interruption de service;
- n Habilité pour supporter de nouveaux services;
- n Utilisation efficace du spectre de fréquences;
- n Compatibilité avec d'autres systèmes, dont RNIS.

Le groupe opta pour un réseau numérique pour trois raisons principales:

1. Capacité: pour répondre à la croissance de la demande de nouvelles bandes de fréquences auraient été nécessaires aux systèmes analogiques, ce à quoi plusieurs pays se sont opposés en raison du spectre restreint. De nouvelles technologies analogiques furent proposées mais leurs coûts étaient très élevés.
2. Compatibilité avec d'autres systèmes: l'industrie des télécommunications venait de se convertir à la technologie numérique avec, entre autres, le réseau RNIS.

¹ Au début, GSM signifiait *Groupe Spéciale Mobile*

3. Qualité de la voix; les réseaux analogiques mobiles font face à des problèmes de perturbations radio ce qui entraîne une baisse de la qualité du signal reçu. La transformation du signal en bits, combinée à d'autres techniques prévient ces problèmes.

En 1990, après un transfert de responsabilité du groupe qui change de nom pour Global System for Mobile communication (même acronyme GSM) la phase I de la norme est publiée et l'ère des communications mobiles numériques débute à la mi-91. Au début de 1994, on comptait 1.3 millions d'abonnés, 5 millions au début de 1995 et 55 millions en octobre 1997.

Plusieurs extensions de GSM ont été définies depuis. Elles ont surtout pour but d'augmenter le débit binaire. On peut mentionner :

- **HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)**
- **GPRS (General Packet Radio Service)**
- **EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)**

2. SYSTÈME CELLULAIRE

Dans un système cellulaire, la région couverte est divisée en cellule, comme illustré à la figure 1. Une cellule est de forme circulaire mais dépend en réalité de la topographie de la région qui est servie par l'antenne de la cellule. Pour plus de clarté, on peut les illustrer par des hexagones. Au centre d'une cellule on retrouve un ou un ensemble d'émetteurs-récepteurs correspondant à une bande de fréquences.

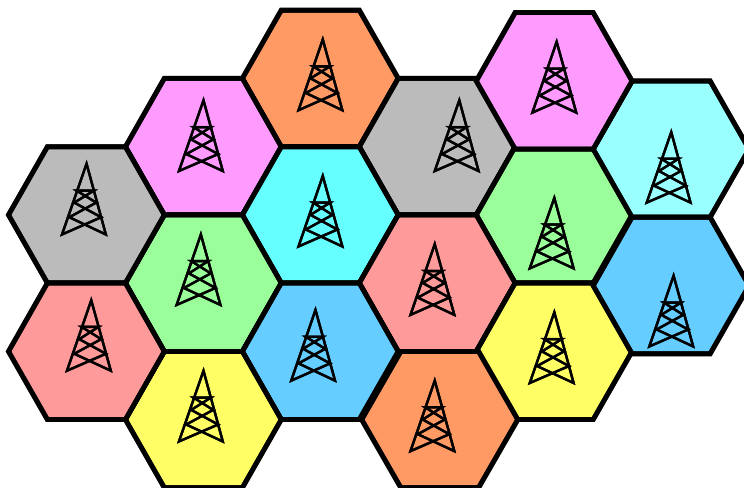


Figure 1

La dimension d'une cellule est fonction de la puissance de son émetteur-récepteur. Si un émetteur-récepteur est très puissant, alors son champ d'action sera très vaste, mais sa bande de fréquence peut être rapidement saturée par des communications. Par contre, en utilisant des cellules plus petites, (émetteur-récepteur moins puissant) alors la même bande de fréquence pourra être réutilisée plus loin, ce qui augmente le nombre de communications possibles.

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

- n La topographie (bâtiments, collines, montagnes, etc.)
- n La densité de la population (ou de communications) pour établir la dimension de cellule.
- n Deux cellules adjacentes ne peuvent utiliser la même bande de fréquence afin d'éviter les interférences. La distance entre deux cellules ayant la même bande doit être de 2 à 3 fois le diamètre d'une cellule.

La taille des cellules peut varier entre 0.5 et 35 km et dépend de la densité d'utilisateur et de la topographie. Les cellules sont regroupées en bloc (appelé motif ou cluster). Le nombre de cellules dans un bloc doit être déterminé de manière à ce que le bloc puisse être reproduit continuellement sur le territoire à couvrir. Typiquement, le nombre de cellules par bloc est de 4,7,12 ou 21. La forme et la dimension des blocs et le nombre de cellules est fonction du nombre de fréquences (canaux) disponibles.

3. ARCHITECTURE D'UN RÉSEAU GSM

Un réseau GSM compte une (ou plusieurs) station de base par cellule. La station mobile choisit la cellule selon la puissance du signal. Une communication en cours peut passer d'une cellule à l'autre permettant ainsi la mobilité des utilisateurs. Les composantes principales sont :

- n Le contrôleur de station de base : BSC - Base Station Controller
- n La station de base : BTS - Base Transceiver Station
- n Le commutateur de service mobile : MSC - Mobile Switching Center

La figure 2 montre un système GSM et la figure 3 illustre l'architecture de GSM. On peut diviser le réseau en 4 parties principales :

1. La station mobile : MS - Mobile Station
2. Le sous-système radio : BSS - Base Station Subsystem
3. Le sous-système réseau : NSS – Network Subsystem
4. Le sous-système opération : OSS – Operation Subsystem

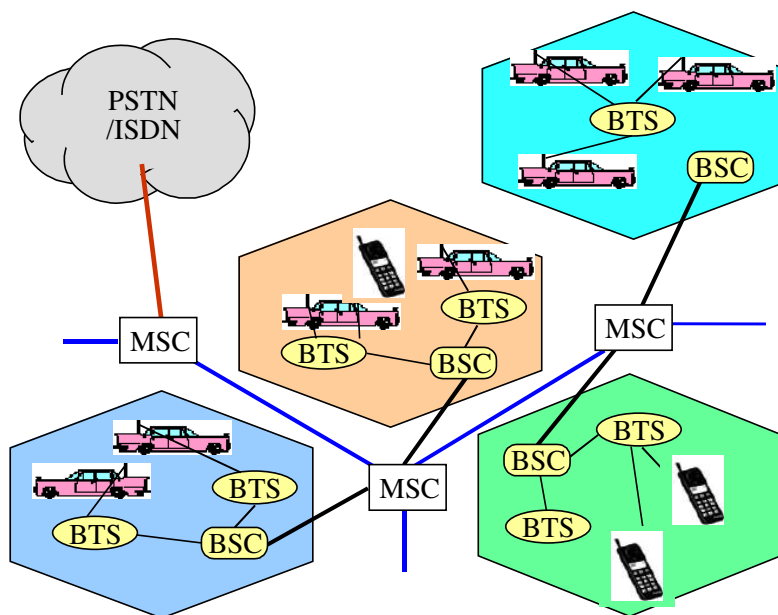


Figure 2

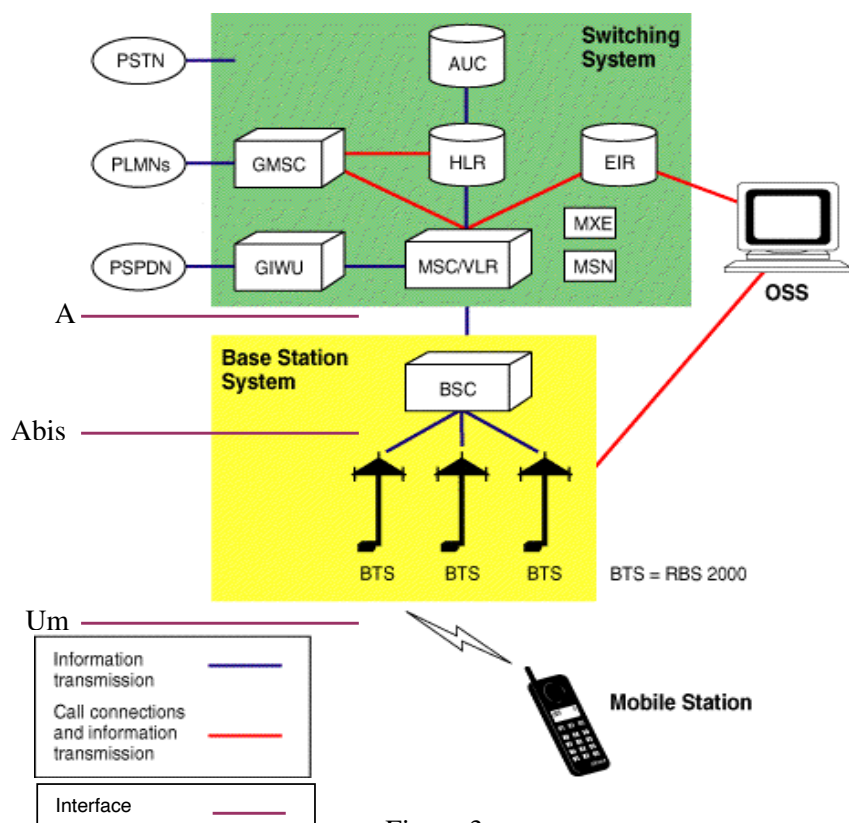


Figure 3

3.1 Station mobile (MS – Mobile Station)

La station mobile est composée d'une part du terminal mobile, et d'autre part du module d'identité d'abonné (SIM – Subscriber Identity Module).

Le terminal mobile est l'appareil utilisé par l'abonné. Différents types de terminal sont prescrits par la norme en fonction de leur application (fixé dans une voiture, portatif) et de leur puissance (de 0.8W à 20W). Chaque terminal mobile est identifié par un code unique IMEI (International Mobile Equipment Identity). Ce code est vérifié à chaque utilisation et permet la détection et l'interdiction de terminaux volés.

Le SIM est une carte à puces qui contient dans sa mémoire le code IMSI (International Mobile Subscriber Identity) qui identifie l'abonné de même que les renseignements relatifs à l'abonnement (services auxquels l'abonné a droit). Cette carte peut être utilisée sur plusieurs appareils. Il est à noter que l'utilisateur ne connaît pas son IMSI mais il peut protéger sa carte à puce à l'aide d'un numéro d'identification personnel à 4 chiffres.

3.2 Le sous-système radio (BSS – Base Station System)

Le sous-système radio comprend 2 parties. La première, appelée station de base (BTS - Base Transceiver Station), consiste en un ou un ensemble d'émetteurs-récepteurs et leur antenne. Généralement, une BTS est associée à une cellule et est située au centre de celle-ci. La communication entre la station mobile et la station de base est réalisée par l'interface Um, appelé aussi interface air ou lien radio.

La seconde partie est le contrôleur de station de base (BSC – Base Station Controller) dont le rôle est de gérer les ressources radio (configuration des canaux, transfert intercellulaire) d'une ou plusieurs stations de base (BTS), en plus d'établir le lien physique (via l'interface A) entre les BTS et le commutateur de service mobile (MSC - Mobile Switching Center), que nous verrons dans la section suivante.

3.3 Le sous-système réseau (NSS)

Le rôle principal de ce sous-système est de gérer les communications entre les abonnés et les autres usagers qui peuvent être d'autres abonnés, des usagers sur le réseau RNIS ou des usagers de réseaux téléphoniques fixes.

3.3.1 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.

3.3.2 Commutateur d'entrée de service mobile (GMSC – Gateway MSC)

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

3.3.3 Registre des abonnés locaux (HLR – Home Location Register)

Il s'agit d'une base de données contenant les informations sur les abonnés appartenant à la région desservie par le commutateur de services mobiles (MSC). Cette base de données contient également la position courante de ses abonnés.

3.3.4 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. Ces informations proviennent du HLR auquel l'abonné est enregistré et indiquent les services auxquels l'abonné a droit. Ce transfert d'informations se fait qu'une seule fois et n'est effacé que lorsque l'abonné ferme son appareil ou quitte la région du MSC courant. En procédant ainsi, le VLR n'a pas à interroger le HLR chaque fois qu'une communication est demandée par ou pour l'abonné visiteur. Il est à noter que le VLR est toujours associé à un MSC.

3.3.5 Centre d'authenticité (AuC – Authentication Center))

Le AuC est une base de données protégée qui contient une copie de la clé secrète inscrite sur la SIM de chaque abonné. Cette clé est utilisée pour vérifier l'authenticité de l'abonné et pour l'encryptage des données envoyées.

3.3.6 Registre d'identification d'équipement (EIR – Equipment Identity Register)

Comme nous l'avons vu précédemment, chaque terminal mobile est identifié par un code IMEI. Le registre EIR contient la liste de tous les terminaux valides. Une consultation de ce registre permet de refuser l'accès au réseau à un terminal qui a été déclaré perdu ou volé.

3.3.7 Unité de transfert GSM (GIWU)

Le GIWU correspond à une interface à divers réseaux pour les communications de données. Au cours de ces communications, la transmission de la voix et des données peut alterner.