

I.1. Introduction

Le GSM (Global System for Mobile communications), est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. Il a été rapidement accepté et a vite gagné des parts de marché. L'utilisation du numérique pour transmettre les données permet des services et des possibilités élaborées par rapport à tout ce qui a existé. On peut citer, par exemple, la possibilité de téléphoner depuis n'importe quel réseau GSM dans le monde. Les services avancés et l'architecture du GSM ont fait de lui un modèle pour la troisième génération des systèmes cellulaires, le réseau UMTS. Dans ce chapitre vise à illustrer la configuration du réseau GSM d'une manière globale et son principe de fonctionnement.

I.2. Historique [6]

Durant des siècles, l'homme s'est contenté de la parole ou des écrits comme seuls moyens de communication entre deux personnes éloignées d'une distance importante.

En 1982, lors de la Conférence Européenne des Postes et télécommunications (CEPT) que fut créé le Groupe Spécial Mobile (GSM).

En 1985, la Commission Européenne annonce l'imposition de la norme issue du GSM.

En 1987, le choix est arrêté sur la transmission numérique AMR.

En 1989, les travaux du Groupe Spécial Mobile "GSM" sont transférés au comité "SMG" de l'Européen Télécommunication Standards Institute (ETSI), qui poursuit les tâches de normalisations. Notons que c'est cette comité qui mettra au point le module d'identité d'abonné SIM. Le groupe "GSM" change alors de signification : de "Groupe Spécial Mobiles" il devient "Global System for Mobile communications".

En 1991 fût réalisé la première communication entre un mobile et un abonné fixe. Les premiers terminaux sont représentés au Salon Télécom à Genève cette même année. Puis on assiste à l'ouverture des systèmes d'essai à Paris. Et c'est en 1992 que fût ouvert le système GSM ITINERIS de France Telecom, rejoint plus tard par SFR du groupe Cegetel et par Bouygues Telecom (1994). L'explosion du marché des mobiles, sa croissance soutenue et l'apparition de nouveaux services amènent les réseaux GSM actuels à leur limite. Le débit de 9,6 kb/s, défini à l'origine, est insuffisant pour couvrir les nouveaux besoins de transferts de données et constitue un frein à la diffusion de contenus multimédias. Les premières applications WAP (norme permettant l'affichage de pages Web sur les Mobiles) sur réseau sans fil souffrent encore de temps de connexion et de réponse trop long, surtout quand les appels sont facturés à la durée. De plus, la qualité de service est encore insuffisante et la fiabilité des communications doit être améliorée. Les nouvelles normes de téléphonie haute

débits, tels GPRS, EDGE et UMTS devraient résoudre ces problèmes et bouleverser à terme les possibilités. Ce chapitre vise à illustrer la configuration du réseau GSM d'une manière globale et son principe de fonctionnement.

I.3.Présentation de la norme GSM [7]

Le GSM est la première norme de téléphonie cellulaire de seconde génération qui soit pleinement numérique, c'est la référence mondiale pour les systèmes radio mobiles. 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 la plus importante 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 à faibles débits et la transmission de messages alphanumériques courts.

I.4. Caractéristiques du terminal mobile

Le terminal mobile MS (Mobile Station) désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM (Subscriber Identity Module) permettant l'accès aux services de télécommunication d'un réseau mobile GSM. La fonction d'usage du téléphone mobile est la communication vocale mais, il permet aussi d'envoyer des messages succincts, désignés SMS (Short Message Service). Avec l'évolution de l'électronique, le texte a pu être agrémenté d'images, puis de photographies, de sons et de vidéos. Des équipements embarqués associés à des services à distances permettent aussi de :

- Lire et rédiger des emails,
- Naviguer sur Internet,
- Photographier et enregistrer des vidéos,
- Écouter de la musique,
- Regarder la télévision,
- Ecouter la radio,
- Servir de Modem à un ordinateur.

La présentation et les fonctionnalités du téléphone mobile sont données par la figure suivante :

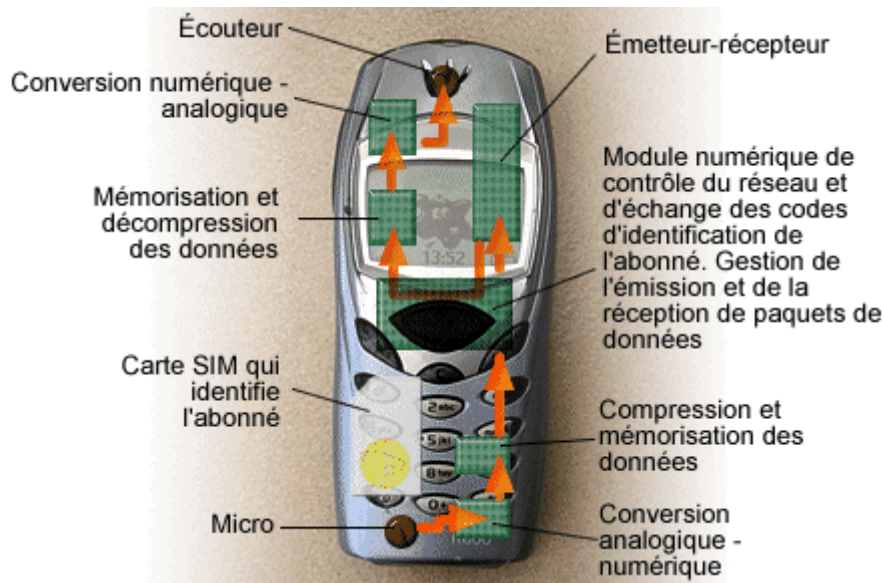


Figure I.1. Téléphone mobile.

I.5. Organisation cellulaire d'un système GSM [8]

Dans un système cellulaire, la région couverte est divisée en cellule, comme illustré à la figure I.2. 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'émetteur-récepteur correspondant à une bande de fréquences.

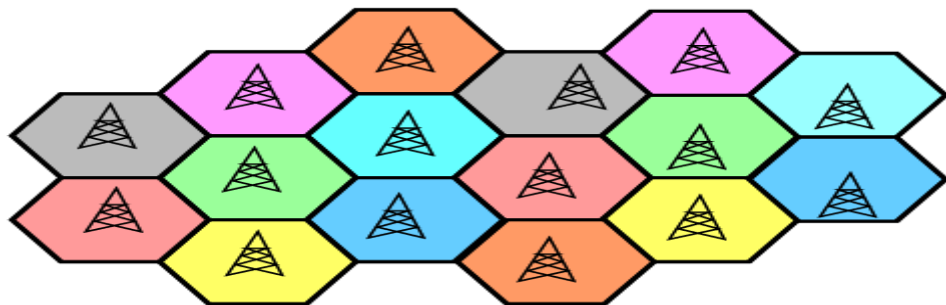


Figure I .2. Organisation cellulaire.

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).

I.6. Bandes de fréquences GSM 900 et DCS 1800 et UMTS

Dans la terminologie GSM, la transmission du téléphone mobile vers la station de base est appelée « voie montante », la transmission de la station de base vers le téléphone mobile est appelée «voie descendante». (tableau1, figureI.3) :

Normes	Voies	Fréquences
GSM R	Montante	876 - 880
	Descendante	921 - 925
GSM900	Montante	880 - 915
	Descendante	925 - 960
DCS1800	Montante	1710 - 1785
	Descendante	1805 - 1880
UMTS (FDD)	Montante	1820 - 1980
	Descendante	2110 - 2170

Tableau.I.1 : Bandes de fréquences des réseaux GSM 900 et DCS 1800 et UMTS.

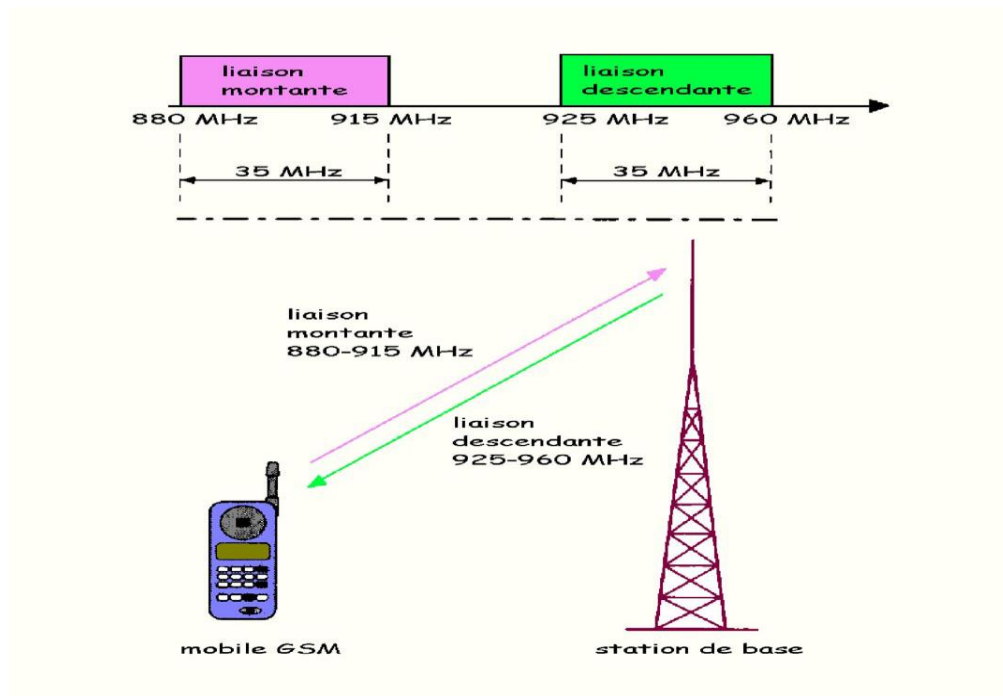


Figure I.3. Liaison entre mobile et station de base pour GSM.

I.7. Architecture du réseau GSM [9]

Le réseau GSM est caractérisé par un accès très spécifique : la liaison radio. Il doit ensuite permettre des communications entre les abonnés mobiles et des abonnés du réseau téléphonique commuté public et se connecte pour cela avec ce dernier par des commutateurs. Enfin, comme tout réseau, il doit offrir à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance. 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.

Un réseau GSM est constitué de trois sous-réseau :

- Le sous-système radio : BSS - Base Station Subsystem
- Le sous-système réseau : NSS – Network Subsystem.
- Le sous-système opération : OSS – Operation Subsystem.

Le sous-système radio BSS (Base Station Subsystem) correspond à la fonction de distribution du réseau ; il est constitué de stations de base BTS (Base Transceiver Station) qui assurent le lien radio électrique avec les abonnés mobiles MS (Mobile Station) ; les BTS sont gérées par un contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller) qui assure également la fonction de concentration du trafic. En outre, le BSC est connecté à un transcodeur TCU (Transcoder Unit) qui rend compatible le réseau GSM avec le réseau numérique fixe public par une adaptation du débit des circuits de parole. Le sous-système réseau NSS (Network Sub-System) regroupe toutes les fonctions de commutation et de routage, localisées dans le MSC (Mobile Service Switching Center) ; les données de référence, propres à chaque abonné, sont enregistrées dans une base de données répartie sur des enregistreurs de localisation HLR (Home Location Register) ; le MSC, afin de minimiser les accès aux HLR, utilise un enregistreur de localisation temporaire, le VLR (Visitor Location Register), contenant les données de travail relatives aux abonnés présents dans la zone gérée par le MSC ; le GMSC (Gateway MSC) assure l'interface entre le réseau mobile et le réseau fixe public ; le SMSC (Short Message Service Center) fonctionne comme une plateforme d'enregistrement et de transfert des SMS.

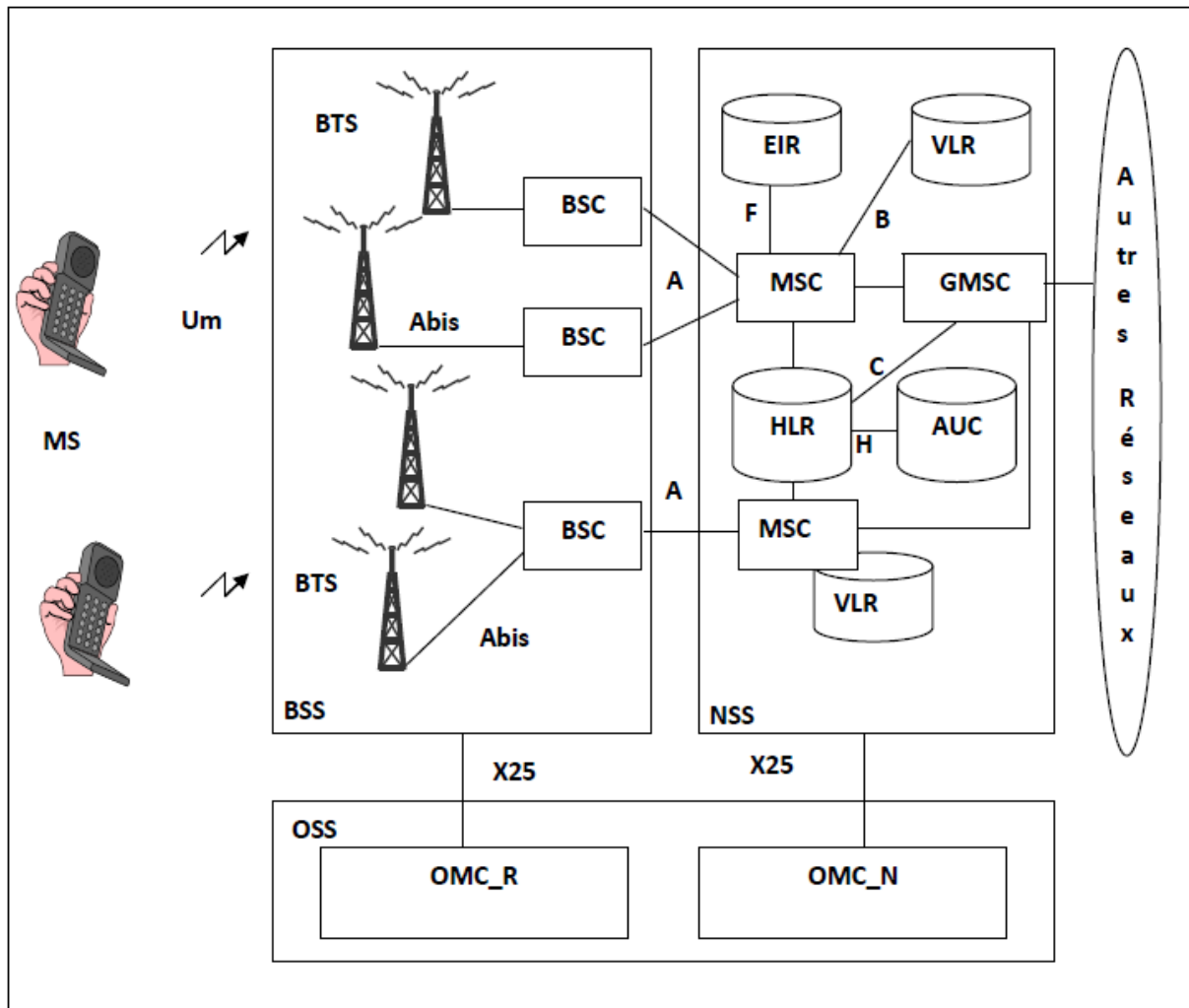


Figure I.4. Architecture globale du réseau GSM [10].

Le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS (Operating and maintenance sub system) est utilisé par l'opérateur pour administrer son réseau, de manière locale (par des OMC (Operating and Maintenance Center)) et générale (par les NMC (Network Management Center)). Les fonctions de sécurité et de contrôle d'accès au réseau sont assurées par le centre d'authentification AUC (Authentication Center) et l'enregistreur des identités des équipements EIR (Equipment Identité Registre).

La figure I.4 présente les principaux éléments et l'architecture générale d'un réseau GSM.

I.8. Régions géographiques d'un réseau GSM

La figure I.5 ci-dessous illustre les différentes zones géographiques auxquelles on peut relier un réseau GSM. Une cellule correspond à la région couverte par une station de base (BTS). Une région de repérage (LA – Location Area) est un groupe de cellules. C'est la

région par laquelle on localise un abonné. Chaque LA est servi par un ou plusieurs contrôleurs de station de base (BSC), mais par un seul MSC (voir la figure I.6).

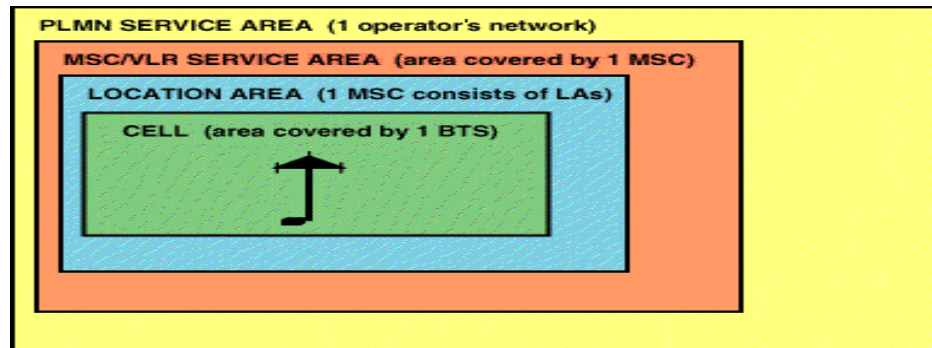


Figure I.5 : la région couverte par une station de base (BTS) [11].

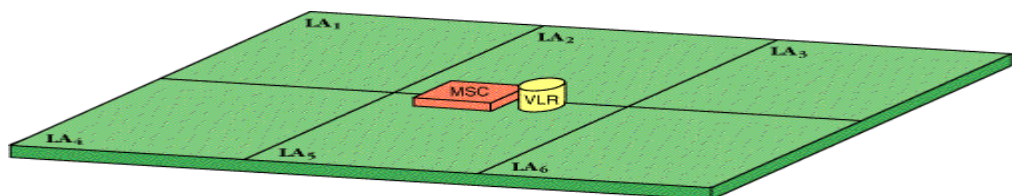


Figure I.6 : Une région de repérage (LA – Location Area). [11].

Une région de service MSC/VLR est un groupe de LA sous le contrôle d'un seul MSC.

La figure I.7 illustre un ensemble de régions de services MSC/VLR.

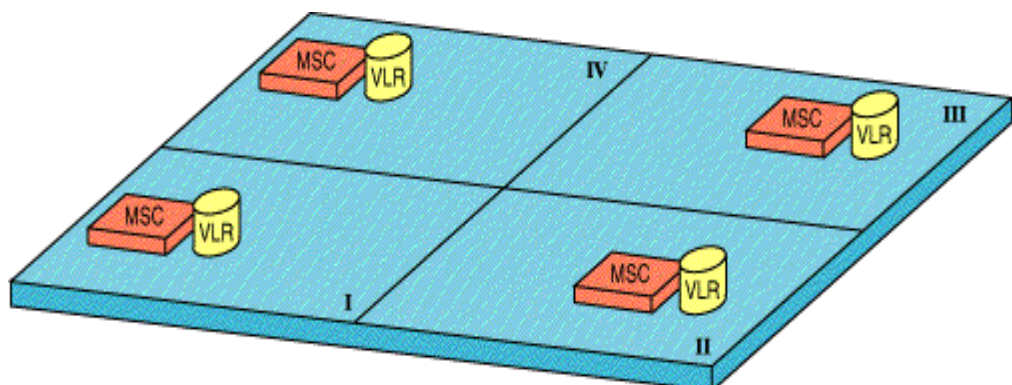


Figure I.7 : une région de service MSC/VLR [11].



Figure I.8 : une région publique (PLMN) [11].

Finalement, un Réseau mobile d'une région public (PLMN) est la région desservie par un opérateur de réseau (voir la figure I .8).

Par exemple, un exploitant de réseau pourrait avoir un PLMN pour la région de Vancouver, un autre couvrant les Prairies, un pour Toronto, un suivant pour le Québec et un dernier pour les Maritimes. Il est à noter que les liens physiques entre les villes peuvent être loués à l'exploitant du réseau cellulaire.

I.9.Transmission et réception de donnée par SMS

I.9.1. Les SMS

Les messages SMS sont spécifiés par l'ETSI et peuvent contenir jusqu'à 160 caractères. Chaque caractère est codé sur 7 bits selon le "7-bits default alphabet". Les messages contenant des caractères codés sur 8 bits ne sont habituellement pas lisibles par les téléphones comme des messages de texte. Il y a deux façons de transmettre un message SMS, soit par le mode PDU qui est le mode de base ou le mode TEXT. Le mode PDU est une suite de caractères hexadécimaux qui codifient le SMS, mode TEXT n'est rien d'autre qu'une représentation sous forme de texte de données qui composent le SMS. Attention, il faut savoir que certains téléphones portables ne supportent pas le mode TEXT. Il est donc utile de connaître en détail le mode PDU.

I.9.2. Mode PDU

Lorsqu'un mobile A envoie un SMS au mobile B, le message transite obligatoirement par un centre de messagerie baptisé « SMSC ». Dans son message l'utilisateur du mobile A doit définir deux adresses, celle du SMSC qu'il souhaite utiliser et celle du mobile B.

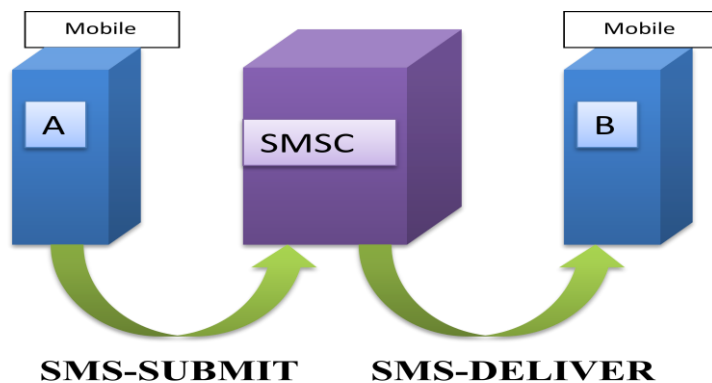


Figure I.9 : Type des SMS.

L'acheminement du dit message du mobile A à destination du SMSC est baptisé « SMS-SUBMIT ». Une fois le message traité par le SMSC il est délivré au mobile B, on parle alors de « SMS-DELIVER » (FigureI.9).

I.9.2.1. SMS-SUBMIT

Du téléphone GSM vers SMSC. La taille maximale de la trame d'un SMS de la trame d'un SMS-SUBMIT est de 173 octets.

Le champ le plus important en termes de taille est le champ qui codifie le corps du message qui peut atteindre 140 octets. Les deux autres champs indispensables sont SCA qui codifie l'adresse du SMSC et DA qui codifie l'adresse de l'émetteur.

1-10 octets	1 octet	1 octet	2-12 octets	1 octet	0-7 octet	1 octet	1 octet	0-140 octets
SCA	PDU	MR	DA	PID	DSC	VP	UDL	UD

Tableau.I.2 : Trame d'un SMS-SUBMIT

Exemple de SMS envoyé par la ligne série

0011000A8170290903810000AA0BC8329BFD06A1CB6CF61B

<u>Octet(s)</u>	<u>Description</u>
00	SCA (Service Centre Adresse) : Adresse du centre de messagerie
11	PDU : A pour fonction principale de définir s'il s'agit d'un SMS-SBUMIT ou d'un SMS-DELIVER.
00	MR (Message référence) : Référence du message (0 indique que le téléphone met les références tout seul)
0A	Longueur de l'adresse du destinataire (numéro de téléphone)
81	Type de l'adresse du destinataire
7029090381	DA (Destination Adresse) : Numéro de téléphone du destinataire.
00	PID (Protocol Identifier) : indique à quel type de service télématique est destiné le message, dans notre cas ce champ sera toujours positionné à 00 hex pour que la trame soit traitée comme un message court
00	DCS (Data Coding Schème) : indique l'alphabet utilisé par le champ UD (Alphabet GSM, HEX,...)
AA	VP (Validity period) Période de validité (exemple : AA = 4 jours)
0B	UDL (User Data Length) : contient la taille en octets utilisés pour codifier le message
C8329BFD06A1CB6CF61B	UD (User data) : Données codées sur 7 bits
Tableau .I.3 : Description des champs, SMS envoyé	

I.9.2.2. SMS-DELIVER

Du SMSC vers téléphone GSM la taille maximale de la trame d'un SMS-DELIVER est de 173 octets. Le champ le plus important en termes de taille est le champ qui codifie le corps du message qui peut atteindre 140 octets. Les deux autres champs indispensables sont SCA qui codifie l'adresse du SMSC et OA qui codifie l'adresse du destinataire.

1-10 octets	1 octet	2-12 octets	1 octet	1 octet	7 octets	1 octet	0-140 octets
SCA	PDU	OA	PID	DCS	SCTS	UDL	UD

Tableau.I.4 : Trame d'un SMS-DELIVER

I.9.3. Le codage / décodage [12]

Le message codé reçu dans l'exemple précédent est C8329BFD06A1CB6CF61B

C8	32	9B	FD	06	A1	CB	6C	F6	1B
1100 1000	0011 0010	1001 1011	1111 1101	0000 0110	1010 0001	1100 1011	0110 1100	1111 0110	0001 1011

Tableau I.5 : Exemple de décodage

La valeur hexadécimale est simplement convertie en une chaîne de 8 bits.

1001 000	1100101	1101100	1101100	1101111	0100000	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111
0100 1000	0110 0101	0110 1100	0110 1100	0110 1111	0010 0000	0110 1000	0110 0101	0110 1100	0110 1100	0110 1111
48	65	6C	6C	6F	20	68	65	6C	6C	6F
H	e	l	l	o		h	e	l	l	o

Tableau I.6 : Décodage en ASCII

De la chaîne de bits du tableau précédent, il faut prendre les bits sept par sept en incluant les bits restants de l'octet précédent (en gris) et rajouter un zéro comme bit de poids fort. Il ne reste ensuite qu'à recalculer les valeurs hexadécimales qui correspondent à des caractères de la table ASCII. Tous les 8 octets, un octet vient se rajouter puisque le reste de l'octet précédent à une longueur de 7. Le codage des SMS inclut donc aussi une certaine forme de compression. Pour le codage, les opérations sont inversées mais. Le principe le reste identique.

I.10.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les principes de base du GSM, le réseau GSM est considéré comme une révolution dans le domaine des télécommunications, il a su se faire apprécier des grands publics à cause de sa bonne qualité de service à un tarif accessible. La planification d'un réseau GSM est une étape nécessaire à la mise en place d'un réseau fonctionnel et efficace, elle est basée sur les avantages de la numérisation en matière de commutation, taille d'équipement, consommation d'énergie, débit et qualité de service, localisation géographique, trafic et fréquences allouées .