

I.1 Introduction :

Les dernières années, les moyennes de communication tiennent une place particulièrement importante. L'utilisation de la norme GSM 900/DCS 1800 a pris des proportions telles qu'il est difficile de travailler sans dans ces outils. Le succès instantané de ce type de service vient sans doute du fait qu'il est souvent très pratique de pouvoir être joint n'importe où et n'importe quand. Les réseaux de type GSM sont des réseaux complètement autonomes. Ils sont interconnectable aux RTCP (Réseaux Terrestres Commutes Publics) et utilisent le format numérique pour la transmission des informations, qu'elles soient de types voix, données ou signalisation. Mais les capacités en transmission de données de systèmes de deuxième génération sont limitées c'est pour cette raison les réseaux cellulaires ont connu un développement remarquable durant ces dix dernières années en passant par le GSM au GPRS et évolué vers l'UMTS. En effet, l'UMTS (**Universal Mobile Telecommunication system**) fournit à ses utilisateurs multi services, interactive, streaming, haute qualité de vidéo, multimédia,...etc. Dans ce chapitre, nous allons parler sur l'architecture du réseau et quelques techniques utilisées dans la norme GSM et l'évolution vers l'UMTS.

I.2 Evolution des technologies de la Téléphonie mobile : []

Durant des siècles l'homme a su se contenter 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 AMRT. 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 normalisation. Notons que c'est ce comité qui mettra au point le module d'identité d'abonné SIM.

Le groupe " GSM" change alors de signification : de Groupe spécial Mobile» 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 en 1994.

Chapitre I : Présentation du GSM, UMTS et la signalisation Air Interface

L'explosion du marché du mobiles, sa croissance soutenue et l'apparition de nouveaux services amènent les réseaux GSM à leur limite, le débit de 9,5 kb/s, défini à l'origine, est insuffisant pour couvrir les nouveaux besoins de transferts de données et constitue un frein à la diffusion des contenus multimédias.

Les premières applications WAP la norme permettant l'affichage de pages web sur les mobiles sur réseau sans fil souffrent encore de temps de connexion et de réponses trop longues, 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 hauts débits, proposées par le groupe GSM, tels GPRS, EDGE et UMTS devraient résoudre ces problèmes et bouleverser à terme les possibilités.

I.3 Présentation de la norme GSM :

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. Avec plus de 400 millions d'utilisateurs à la fin de l'année 2000 dans le monde, soit la moitié du nombre total d'utilisateurs de téléphonie mobile, Le réseau GSM offre à ses abonnés des services qui permettent la communication entre les 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 où 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 Les caractéristiques du GSM :

I.4.1 Une approche réseau :

La téléphonie mobile par GSM occupe deux bandes de fréquences aux alentours des 900Mhz.

- de 890 à 915 [Mhz] pour la transmission du terminal vers le réseau (Up Link),
- de 935 à 960 [Mhz] pour la transmission en sens inverse (Down Link).

La largeur de bande de chaque sens est divisée en 124 canaux de 200 Mhz de largeur. Ces canaux ne sont pas suffisants dans les grandes villes, donc, il s'est avéré nécessaire d'attribuer une bande supplémentaire aux alentours des 1800 Mhz. C'est le système DCS 1800 dont les

caractéristiques sont quasi identiques au GSM en termes de protocoles et de service. Les communications montantes en faisant alors entre 1710 et 1785 [Mhz] et les communications descendantes entre 1805 et 1880 [Mhz].

Pour augmenter la capacité du réseau, GSM utilise les deux techniques de multiplexage FDMA (Frequency Division Multiple Access) et TDMA (Time Division Multiple Access).

a- La FDMA :

La FDMA est la méthode d'accès multiple la plus utilisée. Cette technique est la plus ancienne, elle permet de différencier les utilisateurs par une simple différenciation fréquentielle. L'implémentation de cette technologie est assez simple. En effet, pour écouter l'utilisateur N, le récepteur ne considère que la fréquence FN associée.

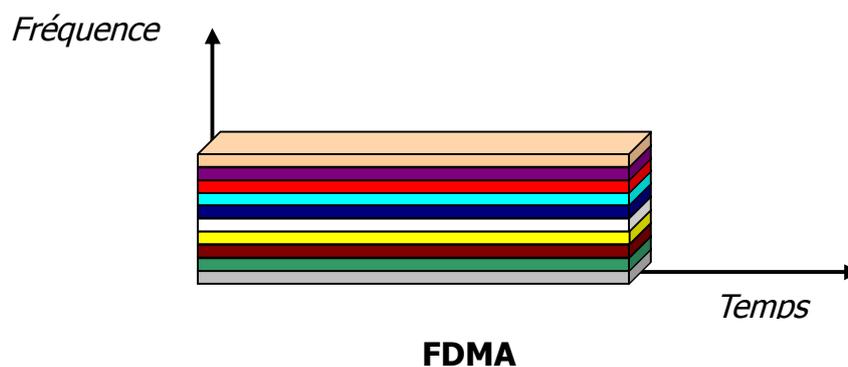


Figure I.1 : *La technique FDMA.*

b- La TDMA :

La TDMA est une méthode d'accès qui se base sur la répartition de ressources dans le temps. Chaque utilisateur émet ou transmet dans un intervalle de temps concret dont la périodicité est définie par la durée de la trame. Dans ce cas, pour écouter l'utilisateur N, le récepteur n'a qu'à considérer l'intervalle de temps N associé à cet utilisateur.

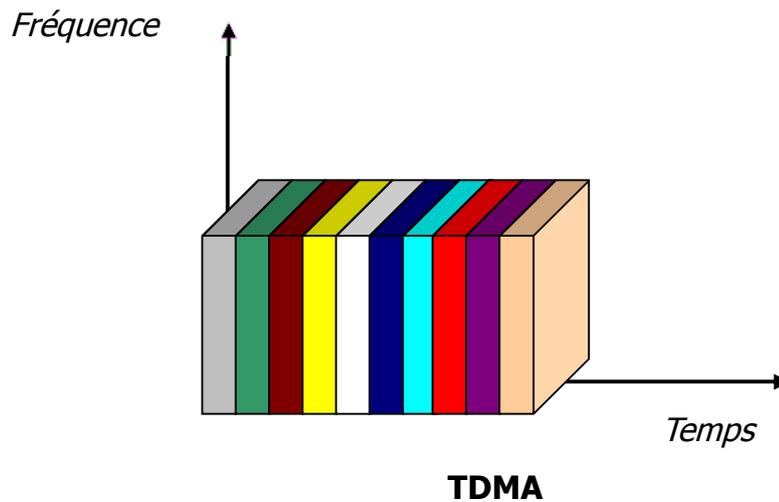


Figure I.2 : *La technique TDMA.*

Le GSM utilise aussi une version filtrée de la modulation de phase appelée GMSK (Gaussian Modulated Shift Keying) [].

	GSM	DCS 1800
Bande de fréquences Uplink Downlink	890 – 915 Mhz 935 – 960 Mhz	1710 – 1785 Mhz 1805 – 1880 Mhz
Ecart duplex (entre les deux bandes)	45 Mhz	95 Mhz
Rapidité de modulation	271 Kbps	
Débit de la voix	13 Kbps 5.6 Kbps (Demi-débit)	
Débit maximale de données	12 Kbps	
Accès multiple	FDMA et TDMA	
Rayon des cellules	0.3 Km à 30 Km	0.1 Km à 4 Km
puissance	2 w (et 8 w)	1 W

Tableau I.1 : *caractéristiques techniques []*

I.5 Infrastructure du réseau UMTS :

I.5.1 Présentation :

Les réseaux UMTS permettent aux usagers mobiles d'accéder non seulement aux services vocaux, de fax et de données conventionnels, mais aussi à des services multimédia comme

l'internet, l'achat en ligne ou la vidéo téléphonie à des débits allant jusqu'à 2 millions de bits par seconde (2 Mbit/s). Avec la technologie actuelle GSM, seuls sont possibles des débits de transfert de données de 9600 bits par seconde (9,6 Kbit/s). Le marché des radiocommunications mobiles continuera à se développer à grande vitesse ces prochaines années comme l'année 2010 en Europe, en Amérique du Nord et au Japon. Ces chiffres ont été une nouvelle fois revus à la hausse dans le dernier rapport du Forum UMTS.

I.5.2 Caractéristiques techniques :

Selon l'UIT, les 6 réseaux d'accès radio terrestre, dont l'UMTS fait partie, doivent satisfaire aux caractéristiques techniques suivantes :

- Garantir des services à haut débit avec un maximum de 144Kbps dans tout type d'environnement et jusqu'à 2Mbps dans des environnements intérieurs et avec une mobilité réduite.
- Transmettre des données symétriques (même débit montant et descendant) et asymétriques.
- Fournir des services à commutation de circuits (idéal pour la voix) et à commutation de paquets (idéal pour la transmission de données).
- Qualité de parole comparable à celle des réseaux câblés.
- Capacité et efficacité spectrale doivent être supérieures à celles des systèmes cellulaires de deuxième génération.
- Possibilité d'offrir des services multimédias lors d'une même connexion avec des qualités de services différentes (débit, taux d'erreurs, ...) pour les différents types de médias (voix, audio, données)
- Compatibilité avec les réseaux d'accès radio de deuxième génération.
- Itinérance entre les différents systèmes de troisième génération, c'est-à-dire la compatibilité entre eux.
- Couverture universelle en associant des satellites aux réseaux terrestres.

I.5.3 Les techniques d'accès multiple dans l'UMTS :

Les communications dans les systèmes radio mobile utilisent la bande de fréquence allouée au système dont la largeur est limitée. Cette bande de fréquence doit donc être utilisée de la façon la plus judicieuse possible afin d'écouler le maximum de communications. Elle est partagée en canaux qui sont alloués à la demande aux abonnés pour permettre l'échange d'informations d'un terminal mobile avec le réseau ou avec d'autres mobiles, La définition des canaux de communication dépend de la méthode d'accès multiple.

-Accès multiple par répartition dans les fréquences (AMRF) ou Frequency Division Multiple Access.

-Accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) ou Time Division Multiple Access

-Accès multiple par répartition par code (AMRC) ou Code Division Multiple Access.

I.5.3.1 Principes des méthodes d'accès CDMA/FDMA/TDMA :

Pour tout système mobile, il est nécessaire de définir et d'optimiser la façon dont les ressources radio disponibles sont allouées entre plusieurs utilisateurs. C'est à dire, il faut définir la technologie d'accès qui permet une gestion plus efficace de l'interface radio. Dans le cadre de l'UMTS deux technologies d'accès différentes ont été définies : le W-CDMA et le TD-CDMA, qui proviennent de la fusion des trois méthodes d'accès classiques : le FDMA, le TDMA et le CDMA [].

I.5.3.1.1 La CDMA :

La CDMA est basée sur la répartition par codes. En effet, chaque utilisateur est différencié du reste des utilisateurs par un code N qui lui a été alloué au début de sa communication et qui est orthogonal au reste des codes liés à d'autres utilisateurs. Dans ce cas, pour écouter l'utilisateur N, le récepteur n'a qu'à multiplier le signal reçu par le code N associé à cet utilisateur.

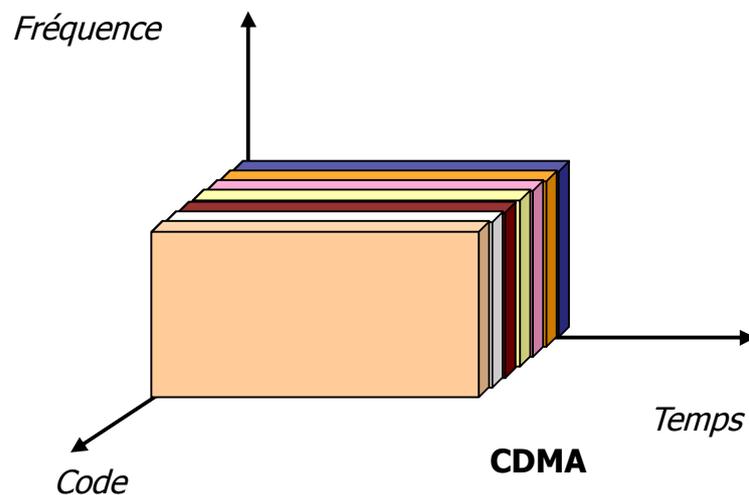


Figure I.3 : La technique CDMA.

I.5.3.1.2 principe de la W-CDMA :

a- Introduction au mode W-CDMA :

Dans les différents forums de normalisation, la technique WCDMA s'est révélée être celle qui a été adaptée plus largement pour l'UMTS. Le 3GPP (3rd Generation Partnership Project) est en charge de la réalisation de sa spécification. Il regroupe de nombreux organismes de normalisation tant en Europe que dans le reste du monde (Japon, Corée du sud, Chine et Etats-Unis). Au sein du GPP, la WCDMA est appelée UTRA (Universal Terrestrial Radio Access), FDD (Frequency Division Duplex) et TDD (Time Division Duplex), le terme W-CDMA étant employé pour couvrir à la fois le mode FDD et TDD.

b- Principaux paramètres de WCDMA :

Nous présentons maintenant brièvement les principaux paramètres de la WCDMA :

La WCDMA est un mode d'accès multiple par répartition de code utilisant une technique d'étalement par séquence directe (DS-WCDMA, Direct Sequence Wideband Code Division with Multiple Access). Cela signifie que les bits correspondants aux données utilisateur sont étalés sur une large bande passante en multipliant ces données utilisateur par une séquence pseudo aléatoire de bits appelées (chips) provenant des codes d'étalements CDMA. Afin de pouvoir supporter des débits très élevés (jusqu'à 2Mbit/s), la WCDMA utilise des transmissions à facteur d'étalement variable et à multiples codes.

La WCDMA possède deux modes de fonctionnement, le mode FDD (Frequency Division Duplex) et le mode TDD (Time Division Duplex).

Dans le mode FDD, deux bandes passantes de 5MHz sont utilisées, l'une pour le sens montant (Up Link), l'autre pour le sens descendant (Down Link) alors que dans le mode TDD, une seule bande passante de 5 MHz est utilisée pour les deux sens.

$$\text{Débit chips} = \text{Débit bit} \times \text{SF}$$

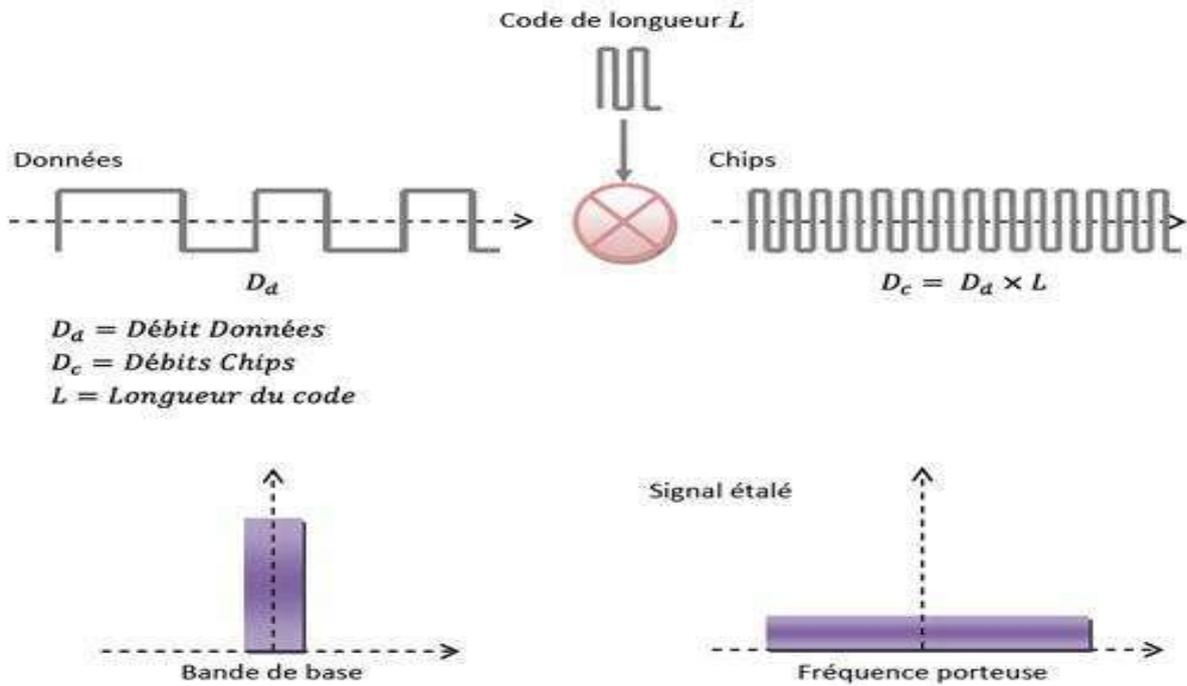


Figure I.4 : Principe de l'étalement de spectre.

I.6 Architecture du système UMTS :

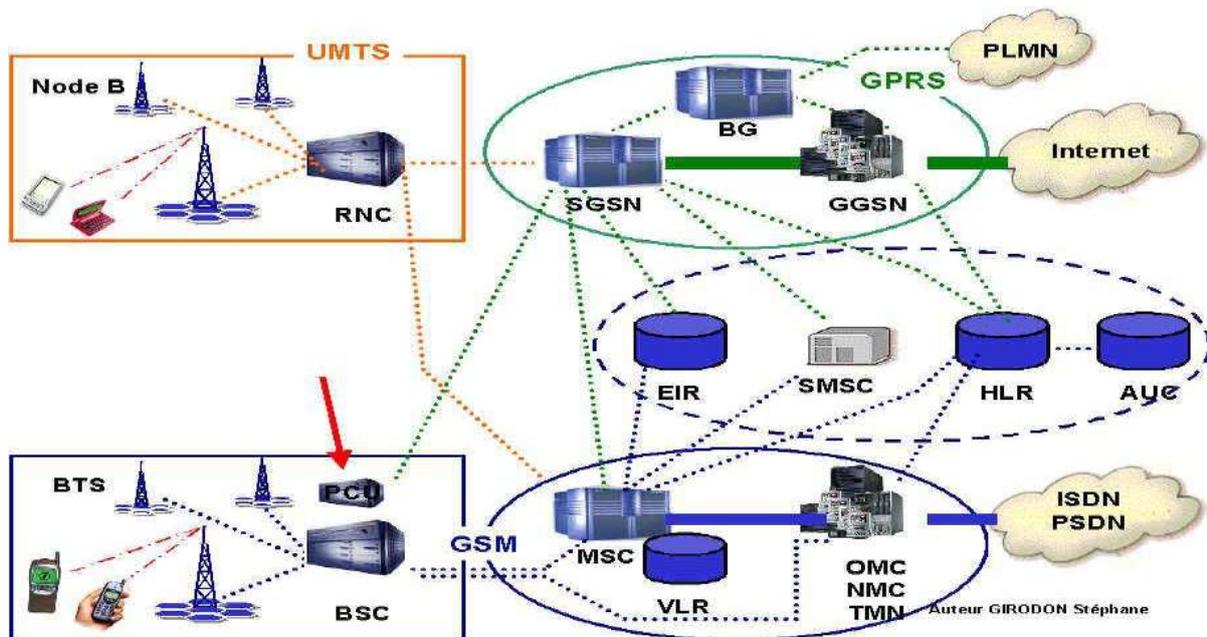


Figure I.5 : Architecture générale du réseau UMTS.

Comme le GSM, le réseau UMTS est composé d'un réseau cœur (CN : Core Network) et d'un réseau d'accès (AN : Access Network).

I.6.1 Le réseau cœur de l'UMTS :

Nous avons vu que dans l'architecture GSM, le réseau cœur était scindé en deux parties distinctes correspondant à un découpage entre les services à commutation de circuits et ceux à commutation de paquets (GPRS).

❖ La conséquence de cette séparation est une gestion séparée de l'établissement d'appel et de la mobilité de l'abonné, située dans des équipements réseaux différents (Le MSC /VLR et le SGSN). Dans la norme UMTS, cette distinction subsiste, avec quelques modifications dans les termes utilisés. Ainsi, dans les spécifications 3GPP, on parle de "domaine" de services. La version 99 des spécifications de l'UMTS a défini deux domaines.

- Le CS (Circuit Switched).
- Le PS (Packet Switched).

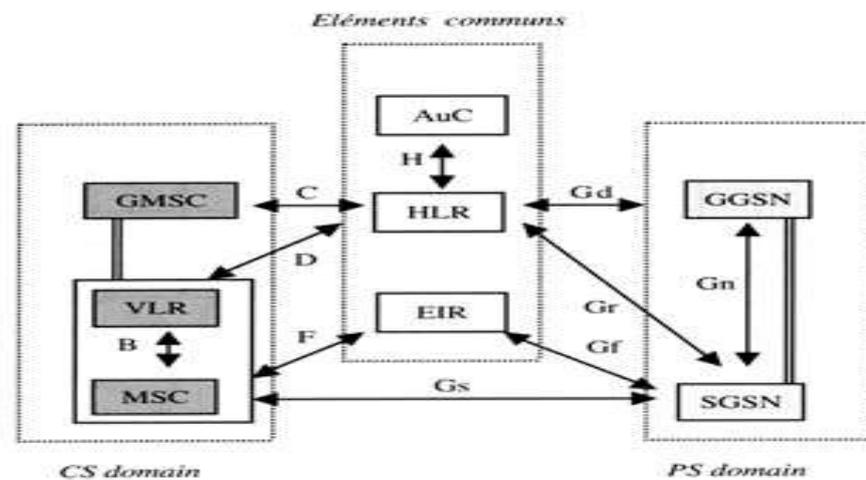


Figure I.6 : Le réseau cœur de l'UMTS.

I.6.1.1 Les éléments principaux du réseau cœur :

- **Le HLR (Home Location Register) :**

Est la base de données de référence qui gère l'ensemble des abonnés et leurs profils. Le profil d'un abonné regroupe de nombreuses informations tels que son numéro de téléphone, les services qu'il a le droit d'utiliser, les informations relatives aux services supplémentaires tels que les renvois d'appels, et restrictions d'appels.

Ce profil est créé lorsque l'abonné souscrit un abonnement et est stocké tant que son abonnement reste valide. Afin de pouvoir router efficacement les appels entrants, le HLR stocke également des données de localisation de l'abonné en termes de zone MSC/VLR et/ou de zone SGSN, c'est à dire à un niveau que l'on pourrait qualifier de macroscopique.

- **Le MSC/VLR (Mobile Switching Centre/Visitor Location Register) :**

Correspond au commutateur (MSC) et à la base de données (VLR) qui fournit des services circuits à un terminal utilisateur présent dans leur zone. Le MSC permet la commutation des connexions circuits alors que le VLR contient une copie du profil de l'abonné et certaines informations plus précises relatives à la localisation de l'abonné. Il est courant d'appeler le "domaine circuit ", la partie du réseau gérée par le MSC/VLR.

- **Le GMSC (Gateway MSC):**

Est un commutateur connecté directement aux réseaux externes en mode circuit. Toutes les communications entrantes et sortantes, en mode circuit, passent nécessairement par un GMSC.

- **LE SGSN (Serving GPRS Support Node) :**

Possède des fonctionnalités similaires au MSC/VLR mais il est utilisé pour les communications paquets. La partie du réseau gérée par le SGSN est couramment appelée "domaine paquet".

- **Les fonctionnalités du GGSN (Gateway GPRS Support Node) :**

Elles sont très proches de celles du GMSC, mais le GGSN fait partie du domaine paquet et non circuit. Il ne traite donc que des connexions en mode paquet.

UE : Le terminal utilisateur est composé de deux parties :

- ✓ Le terminal mobile (ME : Mobile Equipement) correspond au terminal radio utilisé pour les communications radio sur l'interface IU.

- ✓ La carte USIM (UMTS Subscriber Identity Module) est une carte à puce qui stocke l'identité de l'abonné, les algorithmes et les clés d'authentification, les clés de chiffrement ainsi que certaines données relatives à l'abonnement de l'utilisateur qui est nécessaire au niveau de la terminale.

I.6.2 Architecture du réseau d'accès radio (UTRAN) :

L'UTRAN est constitué d'un ou plusieurs sous-systèmes RNS (radio network sub-system) qui regroupent chacun un RNC et ses nodes B associés. Les RNC de différents sous-systèmes RNS peuvent être connectés entre eux via l'interface Iub. Quant aux RNC et aux nodes B, ils sont connectés via l'interface Iub.

I.6.2.1 Radio network Controller (RNC):

Le RNC (Radio Network Controller) est l'élément de réseau en charge du contrôle des ressources radio de l'UTRAN. Il s'interface avec le réseau cœur, généralement à un MSC et à un SGSN et il gère le protocole RRC (Radio Resource Control) qui définit les messages et les procédures entre le mobile et l'UTRAN. Le RNC est l'équivalent du BSC (Base Station Controller) en GSM.

I.6.2.2 Node B :

La principale fonction du node B (ou Station De Base) est de gérer la couche physique de l'interface air. Il s'agit principalement du codage du canal, de l'entrelacement, de l'adaptation du débit et de l'étalement. Le node B supporte également quelques fonctions de gestion des ressources radio comme le contrôle de puissance en boucle fermée. Le node B est l'équivalent de la BTS (Base Transmitter Station) en GSM. Le terme de node B a été adopté de façon temporaire au début du processus de normalisation puis il n'a jamais été remplacé.

I.7 L'interface radio :

Les interfaces sont des composantes importantes du réseau car elles assurent le dialogue entre les équipements et permettent leur inter fonctionnement.

L'interface radio 'UM' est localisée entre la station mobile et la station de base (MS * BTS). C'est l'interface la plus importante du réseau.

L'interface radio représente le maillon faible de la chaîne de transmission qui permet de relier un utilisateur mobile au réseau. C'est sur cette interface que le système doit faire face aux différents problèmes que pose le médium radio (atténuation, interférences, évanouissements, ...)

Elle met en œuvre le concept TDMA avec une trame TDMA par fréquence porteuse, chacune de ces trames étant constituée de 8 TS (Time slot). Le sens de transmission du BTS au MS est appelé (down Link) et le sens inverse s'appelle (Up Link), en français : liaison descendante et montante respectivement.

Canal physique est l'intervalle du temps d'une trame TDMA d'une porteuse.

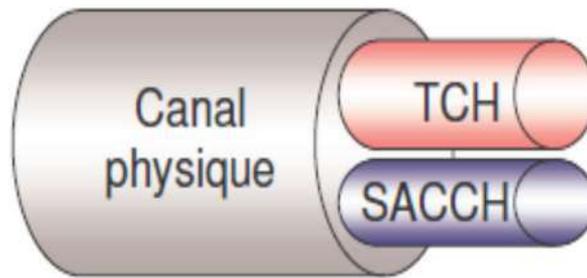


Figure I.7 : *La convention du canal physique.*

I.7.1 Les canaux logiques :

I.7.1.1 Canaux de trafic. TCH (Traffic Channels) :

Utilisés pour le transfert de la parole et des données usager (TCH) après l'établissement de la communication. Il est utilisé en multi trame 26 avec un autre canal qui lui associe une assurance du contrôle [].

Il y a deux types de canaux TCH :

- TCH/F (plein débit) offre un débit de 13 kbps pour la voix et 9600 bps pour les données.
- TCH/H (demi-débit) permet d'augmenter la capacité du réseau avec un débit 5.6 kbps pour la voix et 4.8 kbps pour la transmission des données.

I.7.1.2 Les canaux de commande (Control Channels) :

I.7.1.2.1 Canaux de diffusion (BCH : Broadcast Channel) :

- ✓ Canal FCCH : Le canal FCCH (Frequency Correction Channel) consiste en un burst particulier émis environ toutes les 50 ms. Le burst est composé de 148 bits à 0. S'il est émis sur une fréquence, il donne un signal sinusoïdal. Il correspond donc à une porteuse pure légèrement décalée en fréquence qui permet un calage fin de l'oscillateur du mobile. Le canal FCCH est présent seulement sur le TS0 de la voie balise. Il est émis dans les trames 0, 10, 20, 30 et 40 d'une multi trame à 51 trames. Il est donc émis 5 fois en 235,8 ms soit environ 20 fois par seconde.
- ✓ Canal SCH : Le burst SCH (Synchronisation Channel) n'est émis que dans le TS0 d'une trame TDMA. Il est toujours situé après le burst FCCH, après le calage en fréquence. En écoutant le canal SCH, le MS reçoit des informations relatives à la structure des trames dans la cellule (le

Chapitre I : Présentation du GSM, UMTS et la signalisation Air Interface

N° de TDMA) ainsi que le code d'identification de station de base (BSIC) de la station de base sélectionnée. BSIC peut être décodé seulement si la BS appartient au GSM.

- ✓ Canal CBCH : (*Cell Broadcast Channel*), pour la diffusion des informations spécifiques (informations routières, météo, etc.).
- ✓ Canal BCCH : Canal de commande de diffusion (Broadcast Control Channel). Les informations qui sont diffusées sur ce canal, sont des informations concernant la cellule et ce canal contient les informations suivantes :
 - La puissance d'émission (Max et Min) pour le MS
 - Le minimum de puissance reçue
 - Les fréquences (porteuses) des cellules adjacentes
 - Numéro de la zone de localisation (LAI)
- Remarque : FCCH, SCH et BCCH doivent être lus de nouveau à chaque fois que le MS change de cellule.

1.7.1.2 Canaux communs de commande (CCCH : Common control Channels) :

- ✓ PCH (Paging Channel) : canal de recherche : PCH est transmis sur la liaison descendante en mode point à point. Le MS se met à l'écoute du canal de recherche à intervalles réguliers pour voir si un réseau désire le contacter suite à l'arrivée d'un appel, d'un message court ou une authentification. Ce message de recherche comprend le numéro de signalisation du MS (IMSI) ou un numéro provisoire (TMSI). Le mobile répond alors sur la cellule dans laquelle il se trouve par un accès aléatoire sur le canal RACH.
- ✓ RACH (Random Access Channel) : canal à accès aléatoire, le canal RACH peut également être utilisé lorsque le MS désire entrer en contact avec le réseau. Le RACH est transmis sur la liaison montante (Up Link) en mode point à point.
- ✓ Canal AGCH : (Access Grant Channel) canal de concession d'accès : Lorsque l'infrastructure reçoit une requête de la part d'un mobile, il faut allouer un canal de signalisation dédié pour identifier le mobile, l'authentifier et déterminer précisément sa demande. L'allocation d'un

Chapitre I : Présentation du GSM, UMTS et la signalisation Air Interface

canal dédié se fait sur des slots définies qui forment le canal AGCH. Le message d'allocation contient la description complète du canal de signalisation utilisé : numéro de porteuse et numéro de slot, description complète du saut de fréquence s'il est implanté. Il contient aussi le paramètre TA (Time Advanced).

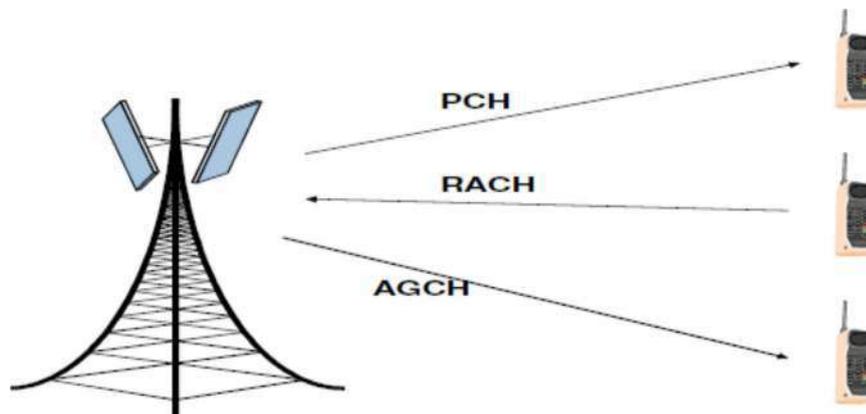


Figure I.8 : Les canaux de contrôles communs [].

I.7.1.2.3 Canaux de contrôle DCCH (Dedicated Control Channels) :

Ils sont utilisés pour le transfert de messages de signalisation et incluent les canaux (SDCCH, SACCH, FACCH).

- ✓ SDCCH (Stand Alone Dedicated Channel) : Canal de commande dédié et autonome dans les deux liaisons montante et descendante.

Le MS et le RBS continuent la signalisation sur le canal de commande dédié autonome SDCCH. La procédure d'établissement de l'appel et la transmission de messages en texte (messages courts et diffusion cellulaire) sont effectués sur le canal SDCCH, entre autre. Le handover n'est pas autorisé pendant l'établissement de l'appel. Après établissement de l'appel, le MS reçoit une commande de passage à un canal de trafic TCH défini par la porteuse et l'intervalle de temps ; un canal SDCCH véhicule des blocs d'informations de 184 bits utiles codés en 456 bits soit 8 sous blocs de 57 bits. Ces 8 sous blocs sont transmis sur 8 bursts normaux.

- ✓ SACCH (Slow Associated control Channel) : Canal de commande lent associé. Les canaux TCH et SDCCH possèdent chacun un canal de contrôle associé à faible débit appelés SACCH.

- Cas montant : Le MS envoie des mesures moyennes sur sa propre station de base (intensité et qualité du signal) et sur les stations de base adjacentes.
- Cas descendant : Le MS reçoit des informations concernant la puissance d'émission à utiliser ainsi que des instructions sur l'avance de synchronisation.
- ✓ FACCH (Fast Associated Control Channel) : Le canal de commande rapide FACCH est utilisé lorsqu'un handover doit être effectué soudainement pendant une conversation. Le FACCH fonctionne en mode vol qui signifie qu'un segment de parole de 20 ms est remplacé par les informations de signalisation nécessaire au handover. L'abonné ne ressentira pas cette interruption de la parole car le bloc de parole sera répété par le codeur vocal.

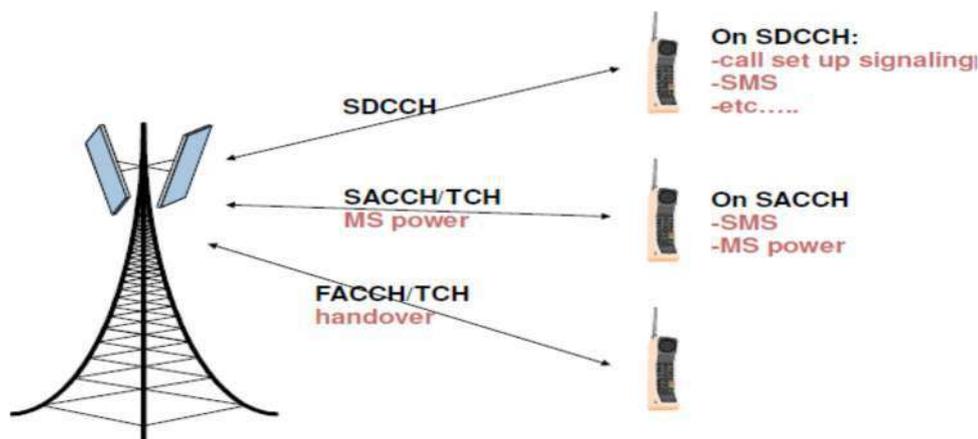


Figure I.9 : Les canaux de contrôle dédiés [1].

I.8 La signalisation dans l'interface radio :

Une fois que le réseau cellulaire est mis en service, intervient la phase d'exploitation et de maintenance, en effet l'opérateur doit veiller à l'assurance de la qualité de service ainsi que l'optimisation de son réseau

Pour la mise à jour de l'état de fonctionnement du réseau, l'analyse et l'assurance de la QoS différents échanges d'informations sont nécessaires pour la fourniture et la maintenance du service ce qui fait appel à la signalisation en utilisant la pile protocolaire SS7.

I.8.1 Définition :

Le système de signalisation numéro 7 (SS7) est un composant critique des systèmes modernes de télécommunications et est un protocole de transmission qui fournit la signalisation et la commande pour différents services et possibilités de réseau. On va étudier toute l'information liée aux réseaux SS7, aux types de liens et aux modes de signalisation, à la pile de protocoles de communication SS7 et aux nombreuses applications de SS7. La signalisation

est l'ensemble de messages de services échangés entre les commutateurs de réseau ou entre ceux-ci et les équipements des utilisateurs, qui sont nécessaires à l'établissement et à la gestion des communications ; ces messages portent sur l'état des liaisons du réseau et sur la nature des équipements des utilisateurs. La signalisation concerne tous les échanges d'informations nécessaires pour la fourniture et la maintenance d'un service de télécommunications. Elle comprend les signaux requis pour la gestion des connexions :

- Etablissement et rupture
- Contrôle et facturation
- Supervision et maintenance
- Gestion GSM et IN (Intelligent Network)

I.8.2 Les modes de signalisation :

Le terme 'mode de signalisation' ou 'mode de fonctionnement' désigne l'association entre le trajet emprunté par un message de signalisation et le trajet de transmission de parole au quel ce message fait référence. Il existe 3 modes de signalisation :

- ✓ Mode de signalisation associé : les deux points sémaphores sont directement reliés par une liaison sémaphore. La commande des circuits entre ces points se fait via cette SL.
- ✓ Mode de signalisation quasi-associé : les messages SS7 concernant les circuits entre ces deux SP transitent via un ou plusieurs STP comme en mode non associé mais de façon prédéterminée.
- ✓ Mode de signalisation non associé : les deux SP ne sont pas directement reliés par une liaison sémaphore. Les messages concernant les circuits entre ces deux SP transitent via un ou plusieurs STP non prédéterminés. Dans la pratique seuls les modes associé et quasi associé sont utilisés.

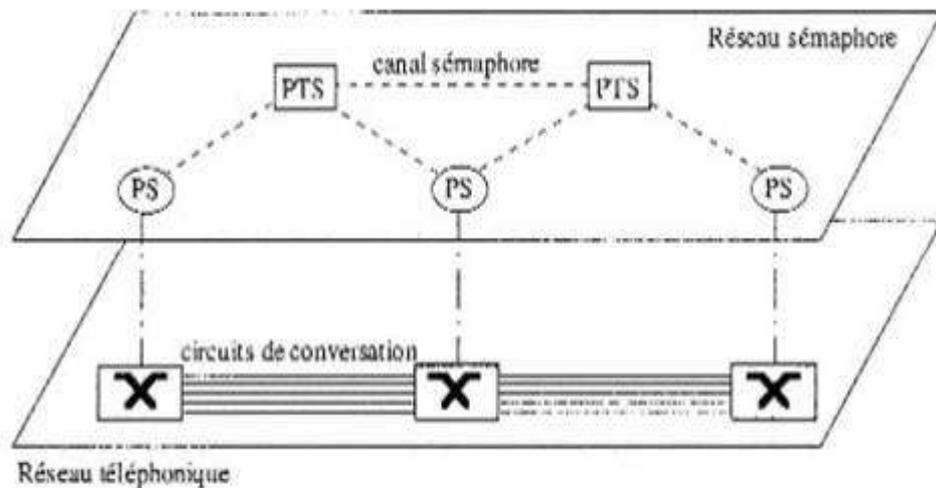


Figure I.10 : représentation fonctionnelle d'un réseau sémaphore.

- ✓ Point de transfert sémaphore (STP: Signalling Transfert Point) : Il a pour fonction de retransmettre les messages de signalisation. Il n'effectue aucun traitement sur le contenu des messages. Il appartient aux réseaux de points de transfert de signalisation.

Un point de signalisation est toujours relié à deux points de transfert de signalisation pour des raisons de sécurité. De plus les STP sont reliés entre eux et constituent le réseau de points STP.

- ✓ Liaison de signalisation (SL : Signalling Link) : une SL se compose d'un terminal de signalisation à chaque extrémité de la liaison et d'un support de transmission (normalement un intervalle de temps dans une liaison MIC) assurant la liaison entre les deux terminaux de signalisation. SL est utilisée pour le transfert de message de signalisation entre deux SP.
- ✓ Faisceau de Liaisons : Il se compose d'un certain nombre de SL parallèle qui assurent l'interconnexion entre deux SP. Entre deux SP il est possible de définir jusqu'à 4 faisceaux de liaisons sur lesquels on peut répartir jusqu'à 16 liaisons de signalisation.

I.9 La pile de protocoles de communication SS7 :

Le réseau sémaphore étant un réseau à commutation par paquets, il est naturel de reprendre une architecture en couches. Dans le contexte de SS7 on parle plutôt de niveau, mais le concept est le même.

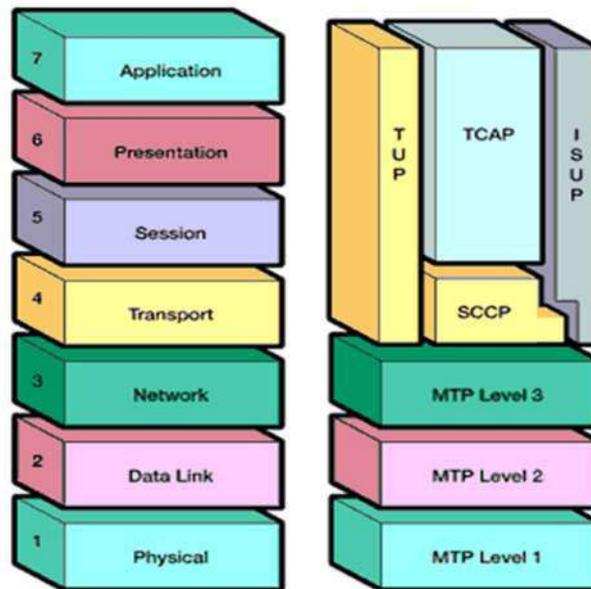


Figure I.11 : Le modèle de référence OSI et la pile de protocoles de communication SS7.

Les fonctions matérielles et logicielles du protocole SS7 sont divisées en abstractions fonctionnelles appelées « niveaux ». Le protocole SS7 standard a 4 niveaux (couches). Les niveaux de 1 à 3 constituent la pièce de transfert de message (MTP) et le niveau 4 est la pièce d'utilisateur. Les services SS7 sont décrits par les couches applicatives du modèle ISO (de 4 à 7).

I.9.1 Partie transfert de Message MTP :

Elle offre un service de transport fiable des messages de signalisation qui utilise des entités fonctionnelles différentes selon le réseau (RNIS, RTPC, ...) ou l'application. Ces entités sont appelées sous-système utilisateur.

Les UP contiennent en quelque sorte les procédures du traitement d'appels ou de l'application. Ils ont donc trait à la couche application du modèle OSI. Tous les UP s'appuient sur le MTP qui comprend 3 niveaux qui correspondent (en première approche aux 3 couches basses du modèle OSI (Physique, Liaison de données, Réseaux).

- ✓ **MTP niveau 1** : Le niveau 1 définit les caractéristiques physiques, électriques et fonctionnelles d'une liaison sémaphore de données et les moyens d'accéder (dans le SS7, une liaison physique est appelée liaison sémaphore de données, vocabulaire en totale incohérence avec le modèle OSI).

On utilise en général des conduits numériques à 64 kb/s mais la norme prévoit la possibilité de débits inférieurs et de transmission par des modems sur des liaisons analogiques.

- ✓ **Le MTP niveau 2 :** Le niveau 2 définit les fonctions et les procédures de transfert des messages de signalisation de façon à fournir un transfert fiable entre deux points. Ce niveau est comparable à la couche liaison de données du modèle OSI mais dans le vocabulaire SS7 le service rendu est appelé canal sémaphore. Le MTP niveau 2 comporte un mécanisme de surveillance du taux d'erreur sur la liaison sémaphore. Il informe le niveau supérieur quand le taux d'erreur dépasse un seuil critique.
- ✓ **Le MTP niveau 3 :** Le niveau 3 définit les fonctions et les procédures de transfert de message entre les nœuds du réseau sémaphore SP ou STP. Il comprend une fonction d'orientation des messages de signalisation et une fonction de gestion du réseau sémaphore. Il offre un service réseau de type sans connexion au sein d'un même réseau sémaphore.

I.9.2 Les sous-systèmes utilisateurs « UP : user part » :

Les parties utilisateur assurant la génération et l'analyse des messages de signalisation. Elles utilisent le MTP en tant que fonction de transport pour transmettre les informations de signalisation à d'autres parties utilisatrices de nature identique. Des exemples de parties utilisatrices sont :

- **SCCP :** Le protocole SCCP (Signaling Connection Control Part) ou SSCS (Sous-Système de Connexions Sémaphores) assure des fonctions supplémentaires à MTP3 pour transférer des informations de signalisation en mode avec ou sans connexion. C'est le protocole de transport des réseaux SS7, Il est comparable au TCP pour Internet.
- **TUP :** (Téléphone User Part) pour les centraux du réseau téléphonique, il gère les fonctions de base pour la téléphonie uniquement. Le TUP manipule les circuits analogiques seulement, à cause de ce fait, de plus en plus, ISUP remplace TUP.
- **ISUP :** (Integrated Services UP) il définit le protocole et les procédures employées pour établir, gérer et rompre des circuits de commutation qui acheminent la parole et les données entre commutateurs.
- **TCAP :** (Transactions Capabilities Applications Part) ou SSGT (Sous-Système de Gestion des Transactions) fournit un support de communication aux applications interactives dans un environnement distribué. Dans le cas de réseaux mobiles, TCAP transporte les messages MAP (Mobile Application Part) échangés entre MSCs pour assurer les fonctions d'identification, authentification et localisation des mobiles, ainsi que le roaming.

I.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le mode de fonctionnement des réseaux mobiles. Un intérêt particulier a été accordé aux réseaux de la troisième génération. Une description des informations échangées entre la station mobile et la node B ont été mis en évidence. Notre travail se focalise sur l'exploitation de ses paramètres et les rendre accessible aux professionnels de la téléphonie mobile en exploitant un simple terminal mobile sous Android. Dans le prochain chapitre nous allons décrire l'environnement de développement d'application pour ces types de terminaux.

Table de matière

I.1 Introduction :	17
I.2 Evolution des technologies de la Téléphonie mobile : []	17
I.3 Présentation de la norme GSM :	18
I.4 Les caractéristiques du GSM :	18
I.4.1 Une approche réseau :	18
a- La FDMA :	19
b- La TDMA :	19
I.5 Infrastructure du réseau UMTS :	20
I.5.1 Présentation :	20
I.5.2 Caractéristiques techniques :	21
I.5.3 Les techniques d'accès multiple dans l'UMTS :	21
I.5.3.1 Principes des méthodes d'accès CDMA/FDMA/TDMA :	22
I.5.3.1.1 La CDMA :	22
I.5.3.1.2 principe de la W-CDMA :	23
a- Introduction au mode W-CDMA :	23
b- Principaux paramètres de WCDMA :	23
I.6 Architecture du système UMTS :	24
I.6.1 Le réseau cœur de l'UMTS :	25
I.6.1.1 Les éléments principaux du réseau cœur :	25
I.6.2 Architecture du réseau d'accès radio (UTRAN) :	26
I.6.2.1 Radio network Controller (RNC):	27
I.6.2.2 Node B :	27
I.7 L'interface radio :	27
I.7.1 Les canaux logiques :	28
I.7.1.1 Canaux de trafic. TCH (Traffic Channels) :	28
I.7.1.2 Les canaux de commande (Control Channels) :	28
I.7.1.2.1 Canaux de diffusion (BCH : Broadcast Channel) :	28
I.7.1.2.2 Canaux communs de commande (CCCH : Common control Channels) :	29
I.7.1.2.3 Canaux de contrôle DCCH (Dedicated Control Channels) :	30
I.8 La signalisation dans l'interface radio :	31
I.8.1 Définition :	31
I.8.2 Les modes de signalisation :	32

Chapitre I : Présentation du GSM, UMTS et la signalisation Air Interface

I.9 La pile de protocoles de communication SS7 :.....	33
I.9.1 Partie transfert de Message MTP :	34
I.10 Conclusion :	36