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

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

Mémoire de fin d'études

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

Option : Communication

Thème:

Accès à Internet via le GPRS et création d'une interface Gb dans le réseau Mobilis

Proposé et dirigé par :

Mr. K.HAMDAD
Mr. M.LAHDIR

Présenté par :

M^lle^ MOUNSI Fatiha
M^lle^ RACHEDI Farida

Promotion 2008/2009

Soutenu le : 11- 07-2009

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions les membres du jury qui ont bien accepté de juger notre travail.

Nos remerciements à notre promoteur Mr.Lahdir Mourad qui nous a encadrées et Mr.Hamdad Karim qui a proposé le sujet.

Nous tenons à remercier toute l'équipe du GPRS Mustapha de Mobilis qui nous a accueillies à bras ouvert, spécialement Meriem qui nous a été d'une aide très précieuse.

Notre reconnaissance à Adel et à Amina ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont aidées pour accomplir ce travail.

Merci

Dédicaces

A mes parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour et de l'affection dont ils ne cessent de me combler, qu'ils trouvent dans ce travail un modeste témoignage de mon profond amour et éternelle reconnaissance.

A mes chères cousines toutes sans exception

A toute la grande famille

A toutes mes amies et tous ceux que j'aime et qui m'aiment

Farida

Dédicaces

A mes chers parents qui ont tout fait pour que je puisse réussir.

A la mémoire de mon grand père, lui qui m'a appris à aimer les études.

A mes soeurs: Samia, Amina et Meriem et à mon frère Abd el aziz, car chacun d'eux a contribué à sa manière dans ma réussite.

A mon oncle Ameur qui a toujours été là pour moi ainsi qu'à tous mes autres oncles et tantes.

A toutes mes amies qui m'ont toujours soutenue,

Enfin, à celui avec qui je partagerai ma vie.

Fatiha

Sommaire

Introduction Générale..... 1

Chapitre I : Généralités sur le GPRS

I.1.Introduction 3
I.2.Notions essentielles sur le réseau « GSM.....3
I.2 .1.Organisation cellulaire du réseau.....3
I.2.2. Ressources disponibles, partage et réutilisation 4
I.2.3. Le multiplexage FDMA/TDMA.....6
I.2.4. La modulation GMSK 8
I.3.Présentation du GPRS 9
I.3.1.La commutation par paquet 9
I.3.2.L'augmentation du débit utilisateur.....10
I.2.3.Gestion de la qualité de service QoS (Quality of Service) 11
I.3.4.Introduction de nouvelles entités fonctionnelles 12
I.3.5. Services offerts 12
I.4. Architecture générale du GSM/ GPRS.....12
I.4.1. La Station Mobile ou MS 13
I.4.1.1.La carte SIM..... 14
I.4.1.2.Le Terminal Mobile MT 14
I.4.2. Le sous système radio.....15
I.4.2.1. La Station de Base BTS (ou Radio Base Station pour Ericsson)..... 15
I.4.2.2. Le Contrôleur de Station de Base BSC 15
I.4.2.3.L'Unité de Contrôle des paquets PCU (*Packet Control Unit)* 15
I.4.3 .Le sous système NSS.....16
I.4.3.1. Le Centre de Commutation du Service Mobile MSC..... 16
I.4.3.2. L'Enregistreur de Localisation des Visiteurs VLR 16
I.4.3.3. L'Enregistreur de Localisation Nominal HLR..... 16
I.4.3.4. Centre d'Authentification AUC 17
I.4.3.5. L'Enregistreur d'Identité des Equipements EIR 17
I.4.4 .Le réseau cœur du GPRS.....17
I.4.4.1.Le nœud de service GPRS « SGSN » *(Serving GPRS Support Node)* 17
I.4.4.2.Le nœud passerelle GPRS « GGSN » (*Gateway GPRS Support Node*)..... 17
I.4.4.3. Le Backbone Network..... 18
I.4.5.Le sous système d'exploitation et de maintenance OSS (O and M Network).....18
I.5. Les interfaces du réseau.....18
I.5.I .Interface Gb.....20
I.6.Les canaux logiques du GRPS.....21

Chapitre II : Fonctionnement du GPRS

II .1.Introduction.....23
II.2.Localisation et itinérance 23
II.2.1.Localisation 23
II.2.2.L'état du mobile 24
II.2.3. Les identités temporaires.....24
II.2.4. Attachement du mobile au réseau 25
II.3. Etablissement d'une session.....26
II.3.1. Contenu du contexte PDP d'une session « Internet » 26
II.3.2.Activation du contexte par le mobile 27
II.4.Architecture en couche du réseau et protocoles.....27
II.4.1.Le modèle OSI.....27

II.4.2. Fonctions assurées par chaque couche du GPRS 27
II.4.2.1. Le plan de transmission 27
II.4.2.2. Plan de Contrôle 30
II.5.Transformation de paquet en bursts 31
II.5.1. Mécanisme de transformation 31
II.5.2. Codage canal 32
II.5.3. La multitrame GPRS 34
II.5.4. Le débit utilisateur 34
II.6.Allocation des ressources radio 35
II.7.Acheminement des données entre la MS et le réseau Internet 37
II.7.1. Entre la MS et le BSS 37
II.7.2. Entre le BSS et le SGSN 39
II.7.3. Entre le SGSN et le réseau Internet externe 39

Chapitre III : La technologie EDGE

III.1. Introduction 41
III.2.Présentation de l'EDGE 41
III.3. Modulation 8-PSK 42
III.3.1.Principe de la 8-PSK « classique » 42
III.3.2.Modulations 8-PSK utilisée dans l'EDGE 43
III.4.Schémas de modulation MCS 43
III.5.Adaptation dynamique de lien 44

Chapitre IV : Technologies d'accès à Internet

IV.1.Introduction 47
IV .2. Le réseau Internet 47
IV.2.1 Le TCP/IP 47
IV.2.2.Datagramme IP 49
IV.3.Service Web 50
IV.3.1.L'architecture du web 51
IV.3.2.Accès au service web par un mobile GPRS 51
IV.4.Service WAP 53
IV.4.1. Présentation 53
IV.4.2.La pile protocolaire du WAP 54
IV.4.3 Architecture matérielle générale du protocole WAP 55

Chapitre V : Application
Création d'une Interface Gb pour un BSC de Tizi-Ouzou

V.1.Introduction 59
V.2.Le GPRS d'ATM Mobilis 59
V.3.Description du CGSN 60
V.4.Les identificateurs de l'interface Gb 61
V.5.L'Interface en ligne de commande 62
V.6.Procédure de la création d'une Interface Gb pour un BSC de TIZI OUZOU 62

Conclusion Générale 72

Liste des figures

Figure I.1.Structure cellulaire du réseau GSM

Figure I.2.Exemples de motifs

Figure I.3.Multiplexage FDMA

Figure I.4.Multiplexage TDMA

Figure I.5.La variation de la phase d'un signal filtré par le filtre gaussien

Figure I.6. Architecture du réseau GSM/ GPRS

Figure I.7.Exemple de station mobile

Figure I.8. La trame E1

Figure I.9. Multiplexage des PVC et BVC

Figure II.1.Notion de RA et de LA

Figure II.2.Etat GMM d'une MS en GPRS

Figure II.3.Procédure d'attachement au réseau GPRS

Figure II.4. Le modèle OSI

Figure II.5. Le plan de transmission de données

Figure II.5a. La liaison Frame Relay

Figure II.6.Plan de signalisation

Figure II.7. Transformation de paquet en bursts

Figure II.8. Structure du bloc radio

Figure II.9.Structure du burst normal

Figure II.10. La multitrame GPRS

Figure II.11. Calcul du débit utilisateur

Figure II.12. Allocation des ressources radio

Figure II.13. Exemple d'allocation des ressources radio DL

Figure II.14. Allocation de ressources

Figure II.15.Exemple de transmission Uplink

Figure II.16.Exemple de transmission DL

Figure II.17.Acheminement des paquets vers un abonné Internet

Figure II.18. Acheminement des paquets vers un abonné mobile

Figure III.1. Les entités du réseau affectées par ‘introduction du EDGE

Figure III.2. Modulations GMSK et 8-PSK

Figure III.3. Transitions possibles par les états de phases.

Figure III.4.: Changement de schéma de modulation et de codage pour un même bloc

Figure IV.1.Le modèle TCP/IP

Figure IV.2. Datagramme IP

Figure IV.3. Accès à Internet par un terminal GPRS

Figure IV.4.a. Le modem E220 de Huawei

Figure IV.4.b. Le PDA phone QTEK

Figure IV.5. Architecture protocolaire du WAP

Figure IV. 6. Architecture matérielle du protocole WAP

Figure IV.7.Echange d’informations à travers la passerelle WAP

FigureV.1. Couverture du réseau ATM Mobilis de la région centre

Figure V.2. Le CGSN R4 (G) version 3

FigureV.3. Le LOWER mag du CGSN R4 version 3

FigureV. 4. Les identificateurs de l’interface Gb

FigureV. 5. Les étapes de la configuration

Figure V. 6. Configuration du BSC de Tizi Ouzou.

Liste des tableaux

Tableau I.1.Classe de fiabilité de GPRS

Tableau I.2. Les différentes interfaces du réseau GSM/GPRS

Tableau I.3.Les canaux logiques du GPRS

Tableau II.1.Les schémas de codage du GPRS

Tableau III.1. Les schémas de modulation et de codage dans l’EDGE.

Tableau V.1.Datasheet de la configuration.

Introduction générale :

De nos jours, les télécommunications sont devenues une nécessité. Les besoins et les exigences des clients sont de plus en plus nombreux, ce qui pousse les concepteurs des réseaux de télécommunications à chercher les moyens les plus pratiques pour les satisfaire.

L'Internet est aujourd'hui utilisé au niveau mondial par les professionnels et les amateurs, il est l'outil de travail des grandes entreprises, des hommes d'affaires et des particuliers. Il offre différents services aux utilisateurs : consultation des pages web, les news, échange de mails et de fichiers, la voix sur IP…..

Pour se connecter à Internet, il fallait disposer d'un ordinateur muni d'un modem et relié à une ligne téléphonique fixe, les fils sont souvent encombrants. On peut alors opter pour le wifi qui est un accès sans fil, mais ce dernier présente l'inconvénient de ne fournir le service que dans une zone délimitée. Pour remédier à cette contrainte et bénéficier de l'Internet mobile, on a eu l'idée ingénieuse d'interconnecter les deux réseaux Internet et GSM (Global System for Mobile Communications), le premier fournit les différents services et le deuxième gère la mobilité de l'usagé. L'abonné GSM pourra de cette manière se connecter à Internet via son mobile.

Pour concrétiser cette idée, il a fallu trouver un système pour la transmission de données sans toute fois modifier fortement l'architecture de base du GSM. A cet effet, le GPRS (General Packet Radio Service) apparait pour assurer cette fonction. Les données issues d'Internet sont alors routées vers le mobile grâce au réseau cœur GPRS.

La première technologie d'accès à Internet via le GPRS était le WAP (Wireless Application Protocol), ce protocole permet au périphériques mobiles de s'interconnecter aux réseaux TCP/IP. Il adapte les pages web à l'écran des mobiles. Avec l'apparition de terminaux plus sophistiqués avec un plus grand espace mémoire, les pages web apparaissent avec leur forme originale sur leur écran. Mais pour surfer en toute liberté sur Internet et éviter la contrainte de la taille de l'écran du terminal, celui-ci peut être connecté à un ordinateur portable ou de bureau, jouant ainsi le rôle de modem.

Le débit théorique de l'accès à Internet via le GPRS est de 171kbits/s. Cependant, dans la phase EDGE (Enhanced Data GSM Evolution), le débit est multiplié par trois.

L'une des conditions nécessaires pour qu'une région donnée bénéficie de ce service, est que le contrôleur de station de base qui la gère soit configuré au sein du réseau cœur du GPRS, c'est-à-dire créer une interface Gb. Le travail que nous avons effectué pendant notre stage chez l'opérateur de la radiotéléphonie « ATM Mobilis » consistait à la configuration d'un BSC de la région de Tizi-Ouzou au sein du centre GPRS.

Notre mémoire a été organisé de la manière suivante :

Dans le premier chapitre nous introduirons des généralités sur le réseau GSM/GPRS, son infrastructure, les interfaces entre les différentes entités du réseau, spécialement l'interface Gb qui constitue l'intermédiaire entre le sous système radio du GSM et le réseau cœur GPRS.

Dans le deuxième chapitre nous aborderons le mode de fonctionnement du GPRS, la gestion de la mobilité des abonnés, la gestion des sessions de données, les différents protocoles et leurs rôles et enfin l'acheminement des paquets vers le réseau Internet externe.

Le troisième chapitre évoquera la technologie EDGE qui a fait augmenté le débit utilisateur grâce à l'utilisation d'une nouvelle modulation et une technique d'adaptation dynamique de lien.

Le quatrième chapitre présente le réseau Internet ainsi que les deux services WAP et web.

Le dernier chapitre détaille la procédure de configuration d'un contrôleur de base dans le nœud de service SGSN de ATM Mobilis.

Enfin, nous terminerons par une conclusion et des perspectives qui peuvent être d'éventuels sujets pour les promotions à venir.

Chapitre I :

Généralités sur le GPRS

I.1Introduction :

Les réseaux de téléphonie mobile ne cessent d'évoluer en termes de diversité de services et d'efficacité. Le service GPRS (*General Packet Radio Service*) est un service 2G+ qui offre la possibilité aux usagers d'accéder aux services de données, essentiellement au réseau Internet. Il utilise pour cela l'interface radio du GSM (*Global Système for Mobile communications*) mais il introduit d'autres principes et de nouvelles entités fonctionnelles.

I.2.Notions essentielles sur le réseau « GSM » :

Le standard européen de la téléphonie mobile GSM est un standard de deuxième génération conçu essentiellement pour la transmission de la voix. Il utilise pour cela la commutation de circuit qui consiste à dédier un canal de communication à un utilisateur du début jusqu'à la fin de la communication. En pratique, le GSM atteint le débit de 9,6kbits/s.

I.2 .1.Organisation cellulaire du réseau :

Le réseau GSM est qualifié de réseau cellulaire. En effet, afin de réaliser une couverture optimale sur un territoire, ce dernier est divisé théoriquement en petites zones de différentes tailles appelées : « cellules ». Ces cellules, étant hexagonales et contiguës, évitent l'apparition de zones aveugles, c'est-à-dire de zones sans couverture.

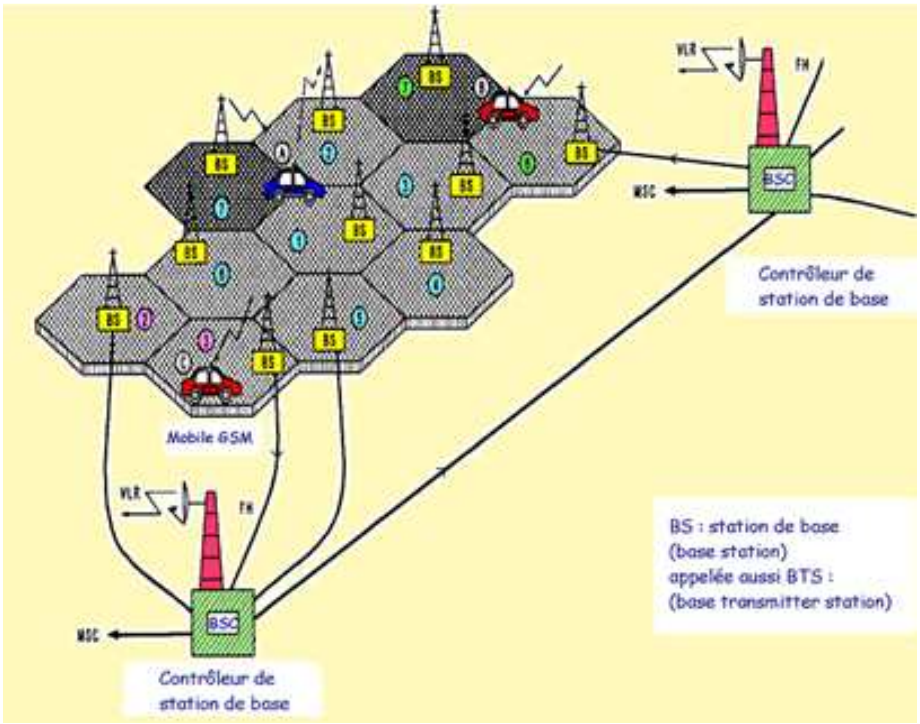


Figure I.1. Structure cellulaire du réseau GSM

Au centre de chaque cellule est fixée une station de base (BTS), caractérisée par une bande de fréquence précise, chargée d'asservir l'intégralité de cette petite zone géographique.

Il existe des cellules de plusieurs tailles. Cette variation dépend principalement du nombre d'utilisateurs potentiels de la zone, ainsi que la configuration du terrain : relief géographique, présence de constructions…

On distingue :

a- Les macrocellules : Leur rayon peut atteindre 30Km, elles sont utilisées dans les zones rurales très peu peuplées.

b- Les microcellules : Zones de quelques centaines de mètres de rayon (500m en moyenne). Cellules caractérisant les zones urbaines dont la population est très dense, c'est généralement des espaces entourés de hautes constructions.

c- Les picocellules : Cellules de petites tailles, de rayon de moins de 100 mètres, utilisées sur les petites surfaces à très grande densité de population telles que les aéroports, les supermarchés, grands bâtiments…

I.2.2. Ressources disponibles, partage et réutilisation :

La CEPT (*Conférence Européenne de Postes et des Télécommunications*), voulant standardiser le réseau de la téléphonie mobile, a choisi pour le GSM :

- la bande de fréquence de 890 à 915 MHz pour l'émission de la station mobile vers la station de base, ce qu'on appelle « voie montante » (Uplink),
- la gamme des 935-960 MHz pour la voie descendante (Downlink), c'est-à-dire, de la BTS vers le terminal mobile.

La norme GSM spécifie la largeur des canaux fréquentiels à 200 KHz, ce qui nous fait 124 canaux duplex. Deux canaux dédiés à un utilisateur sont espacés de 45MHz.

Le DCS1800, qui est une transposition du GSM dans la gamme des 1800MHz, dispose de plus de canaux que son prédécesseur. La bande Uplink va de 1710 à 1785MHz, celle de la Downlink est de 1805 jusqu'à 1880MHz. La largeur des deux bandes estimée à 75MHz, ce qui génère 374 canaux duplex, l'écart duplex est estimé à 95MHz. Il est à préciser que la bande de fréquence du GSM a été étendue donnant ainsi l'EGSM avec les bandes 880-915 et 925-960 MHz.

- **Partage des ressources** :

Chaque opérateur de la téléphonie mobile se voit attribuer un certain nombre de fréquences qui doivent être différentes d'un opérateur à un autre (les ressources sont partagées entre les opérateurs d'un pays) .Et chacun est responsable de l'optimisation de son réseau d'après les moyens dont il dispose.

L'opérateur distribue ses fréquences sur l'ensemble des Stations de Base de son réseau. Une fréquence parmi celles allouées à une station est réservée pour « **la voie balise** ». Cette voie permet au mobile de se raccorder en permanence à la station de base la plus favorable [1], elle permet ainsi au réseau d'accomplir les deux fonctions : l'itinérance et le handover.

La voie balise correspond aux deux éléments suivants :

- Une fréquence descendante (ou fréquence balise) sur laquelle est émis en permanence un signal modulé de puissance constante qui permet aux mobiles de faire des mesures de puissance.

- Un ensemble de canaux logiques en diffusion (regroupés sous le terme *Broadcast*

Channel) (voir les canaux logiques du GPRS) implantés sur cette fréquence balise principalement sur le slot numéro 0 [1].

Les canaux fréquentiels de la station de base qui restent sont alloués d'une manière dynamique aux utilisateurs, avec une discrimination temporelle entre les usagés d'une même porteuse (multiplexage FD/TDMA I.2.3.).

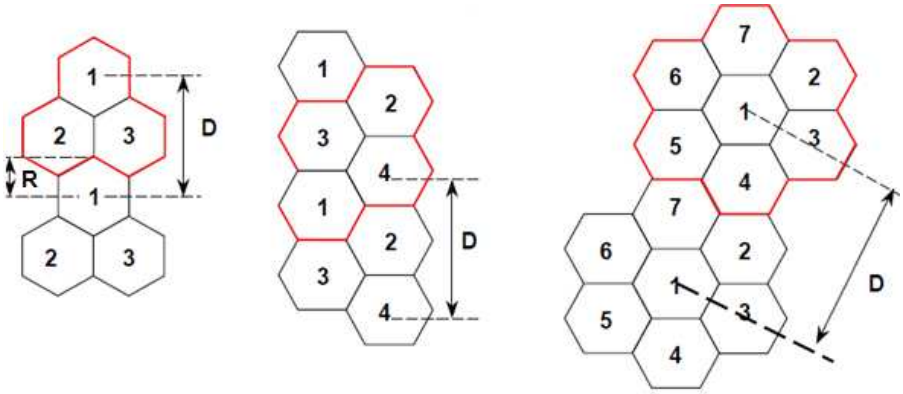
- **Réutilisation des ressources radio :**

Le territoire à couvrir est donc devisé en cellules, les bandes de fréquences disponibles à chacun des opérateurs de téléphonie mobile sont partagées entre ces cellules. Etant donné le nombre limité de ces fréquences, leur réutilisation est nécessaire pour étendre au maximum le réseau radiotéléphonique. Cette réutilisation doit être bien organisée. Afin d'éviter des éventuelles interférences, il est impératif que les cellules utilisant les mêmes ressources radios ne soient pas adjacentes et soient distantes d'au moins :

$$D=\sqrt{3N}\,.\,R \quad \ldots.(I.1)[2]$$

R étant le rayon de la cellule, N la taille du motif.

Un ensemble de cellules utilisant des fréquences toutes différentes l'une de l'autre est appelé «motif ».Un motif peut être composé de 3, 4, 7 ou plusieurs cellules selon la stratégie de la planification fréquentielle [2]



N=3 N=4 N=7

Figure I.2. Exemples de motifs

Pour distinguer entre deux BTSs qui utilisent une même fréquence pour la voie balise, on associe à chacune d'elles un code de couleur appelé « **BSIC** » *(Base Station Identity Code*).

I.2.3. Le multiplexage FD/TDMA :

Le GSM utilise un accès radio en FD/TDMA (*Frequency Division/Time Division Multiple Access),* un mode hybride entre le multiplexage TDMA et le FDMA.

1. **Multiplexage FDMA :**

Le multiplexage FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) ou bien AMRF (*Accès Multiple à Répartition Fréquentielle*) consiste à diviser la bande de fréquence en canaux fréquentiels de 200kHz de largeur appelés « porteuses », celles-ci sont allouées aux utilisateurs de façon non permanente, uniquement à la demande, ce qui permet à un grand nombre d'utilisateurs de bénéficier des services.

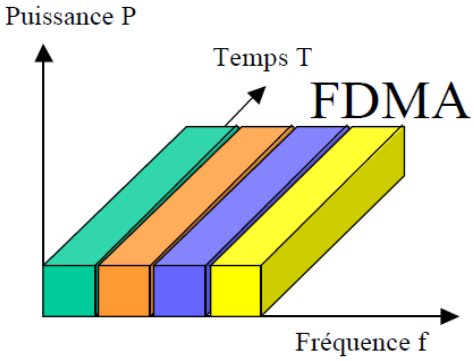


Figure I.3. Multiplexage FDMA

Dans la figure I.3, chaque couleur représente un canal fréquentiel (une porteuse). Chaque porteuse est identifiée par un numéro ***n*** désigné par le l'acronyme ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*).

$$f_u(n) = 890 + (0.2n) \quad \text{..... (I.2)}$$

Avec : $1 \leq n \leq 124$. [21]

$$f_d(n) = 935 + (0.2n) \quad \text{..... (I.3)}$$

Avec :

f_u **:** Fréquence de la voie montante ;

f_d : Fréquence de la voie descendante

2. Multiplexage TDMA :

L'accès multiple à répartition dans le temps (AMRT) présente plusieurs avantages dont le principal est l'augmentation du nombre d'appelants simultanés. Dans ce cas de figure, la porteuse qui était considérée précédemment comme un seul canal, est divisée en plusieurs canaux de communication.

Dans le GSM, 8 informations d'utilisateurs différents sont transmises successivement sur une même porteuse occupant chacune d'elle un intervalle de temps de durée Ts=0,577ms. Ce temps appelé « Time Slot » représente 7500 périodes du signal d'un quartz de 13MHz (quartz utilisé dans les terminaux et les BTS afin de se synchroniser). L'ensemble de ces 8 slots forme une trame TDMA. Cette trame dure : 8 x Ts = 4, 6125 ms.

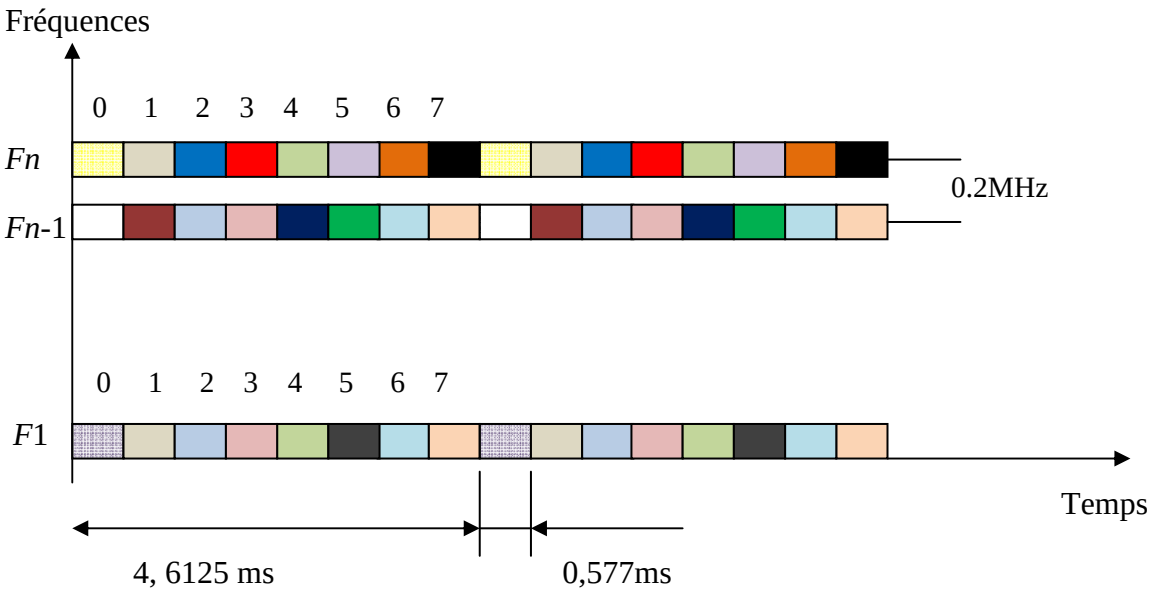


Figure I.4. Multiplexage TDMA

On attribue à chaque utilisateur, périodiquement, un slot (numéroté de 0 à 7) dans la trame TDMA pour transmettre une information, cet élément du signal est appelée « burst ».Ainsi, 8 communications simultanées sont possibles sur la même porteuse.

La répartition périodique d'un slot dans une trame TDMA représente un canal physique.

I.2.4. La modulation GMSK :

La modulation utilisée pour la transmission des données sur l'interface radio du GSM est la GMSK (*Gaussien-filter Minimum Shift Keying)* dont le débit binaire en ligne est de 271Kbit/s. La GMSK est une modulation MSK (*Minimum Shift Keying*) à 2 états dont le signal est préfiltré par un filtre gaussien afin d'éliminer les lobes secondaires pour une occupation spectrale minimale.
La MSK est une modulation numérique à enveloppe constante de la famille des modulations FM. Cette modulation se base sur le principe de déphasage $\pm\pi/2$, la phase tourne dans le sens trigonométrique lorsque le bit d'information est un « 1 », et dans le sens contraire quand c'est un « 0 ».Ce qui fait que la phase varie linéairement pendant un temps bit de $\pm \pi / 2$, cette linéarité permet de réduire l'encombrement spectral causé par la transition brusque de la phase.

La GSMK respecte le gabarit spectral des canaux fréquentiels du GSM avec un déplacement de fréquence par rapport à la fréquence centrale estimé à : 67,71 kHz. [1]

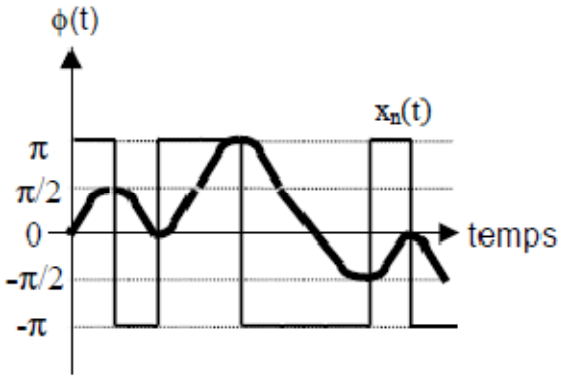


Figure I.5. La variation de la phase d'un signal filtré par le filtre gaussien**.**

La figure I.5 représente l'effet du filtre gaussien sur la phase d'un signal, il arrondit les points anguleux pour rendre les transissions plus molles.

I.3.Présentation du GPRS :

Le GPRS (*General Packet Radio Service*) constitue une couche supplémentaire rajoutée à un réseau GSM existant. Le GPRS appelé aussi 2,5 G, utilise la même interface radio que le GSM : multiplexage TDMA, modulation GMSK ainsi que les mêmes bandes de fréquences. Mais il introduit des changements majeurs au sein de ce réseau et des techniques très intéressantes pour l'amélioration des services offerts grâce à des débits allant jusqu'à 48 Kbit/s en pratique.

Les changements apportés par le GPRS consistent en :

- L'utilisation de la commutation par paquet ;
- L'augmentation des débits ;
- Une meilleure gestion de la qualité de service ;
- Introduction de nouvelles entités fonctionnelles ;
- Nouveaux services offerts.

I.3.1.La commutation par paquet :

La technologie GPRS a introduit le mode de commutation par paquet, le mode le plus approprié à l'interconnexion des réseaux radio mobiles aux réseaux informatiques (Internet et Intranet) qui utilisent le même mode de commutation.

Cette méthode se définit par :

- Le découpage des données à transmettre en paquet de données (segmentation)

- Les paquets sont émis l'un indépendamment de l'autre.
- Les ressources ne sont utilisées qu'au moment d'émission et de la réception des données. Durant les temps morts, elles sont utilisées par d'autres usagers, ce qui fait une utilisation rationnelle et efficace des canaux de transmission.

Ce mode de commutation est le plus adapté aux applications gérant un trafic sporadique.

I.3.2.L'augmentation du débit utilisateur :

Plusieurs principes ont été proposés dans le GPRS afin d'obtenir des débits élevés favorisant ainsi l'accès à Internet.

Le premier principe consiste en l'utilisation de plusieurs slots pour une seule communication. Les flux de données sont plus importants en réception qu'à l'émission, afin d'éviter la grande consommation d'énergie requise par des terminaux qui émettent sur plusieurs slots (la transmission est asymétrique)[1]. Cette technique nécessite donc le développement de portatif multislots (I.4.1.2).

La deuxième technique est basée sur la réduction de la protection des données utilisateurs. Pour cela, quatre schémas de codage, qui représentent le niveau de protection des paquets contre les erreurs de transmission, ont été définit :

- CS-1 pour un débit de 9,05 Kb/s équivalent au GSM
- CS-2 pour un débit de 13,4 Kb/s
- CS-3 pour un débit de 15,6 Kb/s
- CS-4 pour un débit de 21,4 Kb/s

Ces débits sont définis pour un seul time slot utilisé, il est donc possible de les multiplier par 2,3 ou 4, selon le nombre de TS utilisés lors de la transmission. Ces schémas de codages sont sélectionnés par rapport à la qualité du lien radio, le débit est élevé au détriment de la protection. Le débit théorique maximal est 171,2 kbit/s (8 time slot et CS-4 comme schéma de codage).

Le CS-1 et le CS-2 sont les schémas de codage utilisés par les opérateurs. Les deux derniers nécessitent des investissements très coûteux.

Il est d'autant possible d'augmenter le débit en utilisant une modulation à plus grande efficacité spectrale, c'est l'un des principes adopté dans une phase ultérieure du GPRS : Le EGPRS (technologie EDGE) [1].

I.3.3.Gestion de la qualité de service QoS (Quality of Service) :

La qualité de service est un concept de gestion qui a pour but d'optimiser les ressources d'un réseau. Le GPRS supporte différentes classes de qualité de service, ce qui permet aux opérateurs de facturer les services GPRS selon le profil QoS souscrit à l'abonnement. Quatre paramètres définissent ce profil : la priorité, la fiabilité, le délai et le débit.

a. Classes de priorité (Precedence Class) : elles correspondent à l'importance relative de conserver les données en cas de manque de ressources radio ou de congestion du réseau, il existe trois classes :

- **Haute** : les services de cette classe seront maintenus en cas de congestion.
- **Normal** : le maintien des paquets se ferra après les paquets de première classe.
- **Basse** : en cas de problème, les services de cette classe seront les premiers supprimés.

b. Classes de débit : Une classe de débit caractérise la vitesse de transmission des données durant une session.

c. Classes de fiabilité (Reliability Class) : Les différents niveaux correspondent à la garantie différente sur le taux d'erreurs. On peut les résumer dans le tableau suivant :

Classe	Probabilité de perte	Probabilité de duplication	Probabilité de déséquencement	Probabilité d'erreur résiduelle
1	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}
2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-6}
3	10^{-2}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-2}

Tableau I.1. Classes de fiabilité de GPRS

d. Classes de délai (Delay class) : Ces classes correspondent aux délais dus aux limites techniques de la transmission : temps d'accès radio, temps de transmission sur l'interface radio, le temps de transit entre les différents nœuds du réseau GPRS. Pour le moment, les opérateurs n'assurent qu'une classe appelée « Best Effort ».

I.3.4.Introduction de nouvelles entités fonctionnelles :

Le réseau GPRS se greffe sur le réseau GSM en introduisant d'autres entités fonctionnelles : GGSN, SGSN, PCU (voir l'architecture GPRS). Le passage du GSM au GPRS nécessite une extension logicielle pour les BTS, BSC, MSC/VLR ainsi que pour le HLR. Une nouvelle passerelle de taxation CGF a été ajoutée pour le transfert d'information de taxation vers le système de facturation.

I.3.5. Services offerts :

Le GPRS prévoit deux types de services :

- **Les services Point à Point** (PTP : Point to Point) : On distingue :
  - Les services PTP orientés connexion, ce sont les applications qui nécessitent une connexion avant l'envoi des données.
  - Les services PTP sans connexion sont adaptés aux applications Internet (navigation et messagerie)

- **Les services Point To Multipoint (PTM) :** Ce sont les services de diffusion de message à un ensemble d'utilisateurs ou un groupe très précis. Exemples : prévisions météologiques, trafic routier ….

On distingue les trois services suivants :

- Le service WAP : il permet l'accès au portail de l'opérateur, aux groupes de discussion, aux informations (météo, trafic routier..) ainsi qu'aux pages web convertis en WML.
- Le service Internet : il permet l'accès au web, à condition de disposer d'un téléphone portable muni d'un navigateur web, ou bien en connectant son mobile à un ordinateur.
- Le service MMS : il permet l'échange de messages multimédia (photos et vidéos) entre utilisateurs du GPRS.

I.4. Architecture générale du GSM/ GPRS :

Le GPRS ne représente pas à lui seul un réseau mobile à part entière car il utilise les équipements du GSM pour pouvoir fonctionner, son architecture est fortement liée à ce dernier. Le réseau 2,5G se compose essentiellement de :

- La station mobile, *Mobile Station*
- Le sous système radio BSS, *Base Station Sub-system*,
- Le sous système de réseau NSS, *Network Sub-System*,
- Le réseau cœur du GPRS, *Core Network GPRS*,

- Le sous système d'exploitation et de maintenance OSS, *Operation Sub-System*.

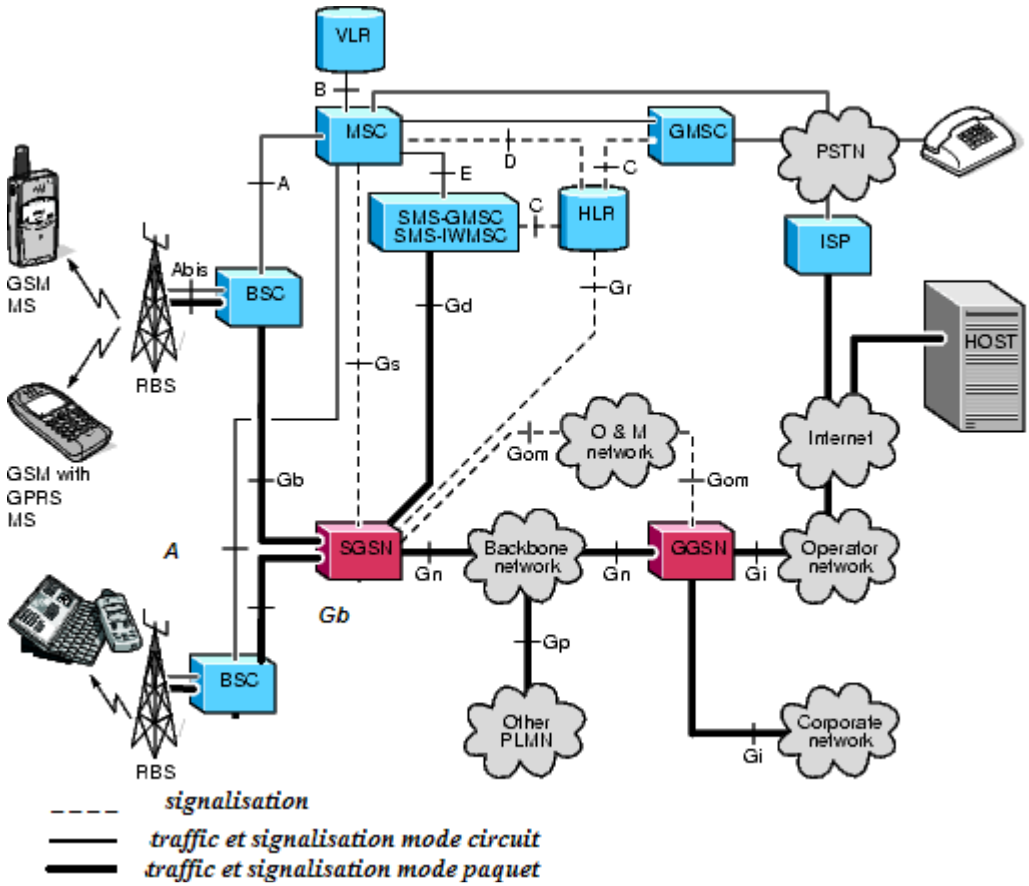


Figure I.6. Architecture du réseau GSM/ GPRS.

I.4.1. La station mobile ou MS :

La station mobile se compose d'un terminal mobile **MT** (portatif) qui est un téléphone cellulaire ou une clé USB, d'un équipement terminal **TE** qui peut être un ordinateur connecté au MT et d'une carte **SIM** (*Suscriber Identity Module*) fournit par l'opérateur.

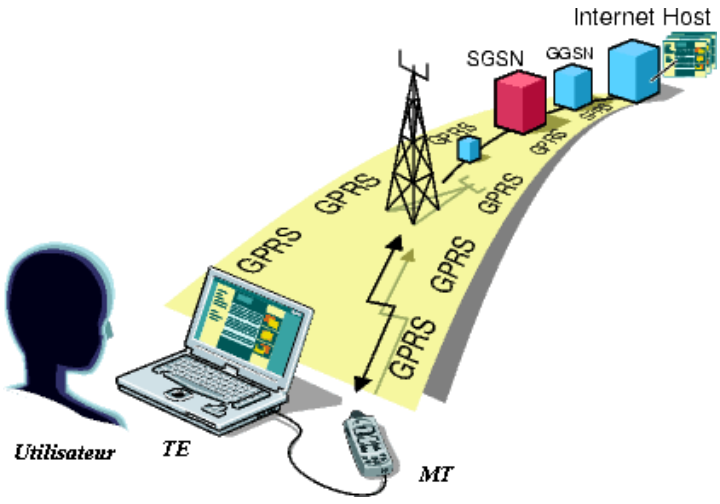


Figure I.6.Exemple de station mobile.

La station mobile assure les fonctions suivantes :

- Protection des abonnements par réponse à la procédure d'authentification triple (RAND, SRES, Kc).
- Mesure des signaux contenant des informations concernant les différents opérateurs et les fréquences allouées aux cellules voisines (permettant le *handover*).
- Multiplexage à répartition dans le temps : insertion et prélèvement des bursts de la communication sur les trames TDMA.

I.4.1.1.La carte SIM :

La carte SIM est dotée d'un processeur et de mémoires (ROM, RAM et EEPROM) qui mémorisent les informations suivantes :

- Numéro du téléphone de l'abonné MSISDN ;
- Identité internationale de l'abonné IMSI ;
- Clé d'authentification ;
- Code de service (opérateur) ;
- Code PIN ;
- Code PUK.

I.4.1.2.Le terminal mobile MT:

Les terminaux suivent l'avancé technologique, il est nécessaire de les adapter aux nouvelles techniques et aux nouveaux services apportés par les réseaux de la radio mobilité.

Avec l'apparition du GPRS, 3 classes de mobile ont pris place sur le marché :

- **Les mobiles de classe A** : ils peuvent être en communication sur le service GPRS et les autres services du GSM en même moment.
- **Les mobiles de classe B** : les terminaux peuvent avoir accès aux deux modes de service : GSM et GPRS mais ils ne peuvent le faire simultanément, malgré qu'ils reçoivent les deux signalisations.
- **Les mobiles de classe C** : ce sont les terminaux qui ne peuvent communiquer que sur le GSM ou le GPRS.

Des terminaux appelés « multislots » ont fait surface, ils reçoivent et émettent sur plusieurs slots sur une trame TDMA, ils sont notés par des chiffre « X+Y », X représente le nombre de time slots en réception, Y ceux en émission. On parle alors de mobile « 3+1 » ou « 4+2 »…. (Le Y est souvent inferieur au X).

Un terminal mobile peut être utilisé comme modem lorsqu'il est connecté à un ordinateur. En revanche, le MT peut être lui même l'équipement terminal lorsque qu'il est équipé de navigateur web.

I.4.2. Le sous système radio :

Le sous-système radio est la partie du réseau responsable de la transmission des données par voie hertzienne. Elle se compose de l'ensemble des stations de base et les contrôleurs de base ainsi que les unités de contrôle des paquets.

I.4.2.1. La station de base BTS (ou Radio Base Station pour Ericsson):

La BTS (ou RBS) est un ensemble d'émetteurs- récepteurs appelés TRX, caractérisé par un nombre de porteuses qui véhiculent les données échangées avec les stations mobiles au sein de l'interface radio.

Plusieurs fonctions sont effectuées au sein de cette station :

- Transmission radio (modulation, démodulation, égalisation, codage correcteur d'erreurs, multiplexage TDMA, saut de fréquences, chiffrement).
- Contrôle de la puissance d'émission du mobile,
- Elle indique le schéma de codage à utiliser pour le mobile.

I.4.2.2. Le contrôleur de station de base BSC :

Le contrôleur de station de base est l'organe intelligent du BSS :

- Il gère plusieurs stations de base : allocation et gestion des ressources radio, reconfiguration des BTS ;
- Il utilise les mesures effectuées par la MS et la BTS pour contrôler les puissances d'émissions afin d'exécuter le handover (le transfert cellulaire).
- Il dirige les informations de voix vers le MSC et les paquets de données vers le SGSN.

I.4.2.3.Le PCU (*Packet Control Unit) :*

Cet équipement gère les fonctions de couches basses, c'est-à-dire les protocoles RLC, MAC, contrôle de puissance, adaptation des débits, [9]…Les communications vocales sont envoyées au MSC tandis que les paquets GPRS sont transmis au SGSN via le PCU .Le PCU peut être géographiquement situé dans la BTS ou le BSC.

I.4.3 .Le sous système NSS :

Le NSS est le cœur du réseau GSM, car, avant l'établissement d'une communication entre un mobile vers un autre, les éléments de NSS prennent en charge le contrôle et l'analyse d'informations nécessaires contenues dans les bases de données, pour pouvoir établir la connexion, en utilisant une ou plusieurs fonctions comme le chiffrement, l'authentification ou le roaming.

Il est constitué de :

- Centre de commutation du service mobile MSC
- L'enregistreur de localisation d'accueil associé VRL
- L'enregistreur de localisation nominal HLR
- Centre d'authentification AuC
- L'enregistreur des identités des équipements EIR

I.4.3.1. Le Centre de Commutation du Service Mobile MSC :

Le MSC (*Mobile service Switching Center*) est l'élément central du NSS :

- Il assure l'interconnexion entre les appelants mobiles et les appelants fixes, car il possède une fonction passerelle GMSC, *Gateway MSC*, ainsi qu'une passerelle pour les messages courts.
- Il exécute le transfert intercellulaire (*handover*) quand il est impliqué.
- Il répond aux différents besoins de l'abonné et dialogue avec les différentes entités du NSS : authentification ; localisation, paging, handover.

I.4.3.2. L'Enregistreur de Localisation des Visiteurs VLR:

Le VLR (*Visitor Location Register*) peut être relié ou séparé du MSC. Le VLR est une base de données qui mémorise les données de l'abonné, ces dernières sont similaires à celles du HLR mais elles ne concernent que les abonnés présents dans la zone géographique considérée. Il attribue aussi le MSRN (*Mobile Station Roaming Number*) de façon temporaire et uniquement lors de l'établissement d'un appel fixe à mobile. [1]

I.4.3.3. L'Enregistreur de Localisation Nominal HLR :

Le HLR, *Home Location Register*, est une base de données contenant les informations relatives aux abonnés du réseau :

- Identité internationale de l'abonné IMSI (*International Mobile Suscriber Identity*);
- Numéro d'annuaire de l'abonné MSISDN (qui est le numéro de téléphone connu par l'abonné) ;
- Profil de l'abonnement (services souscrits) ;

- L'adresse IP de l'abonnée GPRS si celle-ci lui est assignée d'une façon statique.

Le HLR mémorise aussi le numéro du VLR où est inscrit l'abonné.

I.4.3.4. Centre d'Authentification AuC :

L'AuC (*Authentification Center*) mémorise pour chaque abonné une clé secrète Ki utilisée pour authentifier les demandes de service et pour le chiffrement des communications. Généralement l'AuC est associe à chaque HLR.

I.4.3.5. L'Enregistreur d'Identité des Equipements EIR :

L'EIR, *Equipement Identity Register*, est une base de données contenant les identités des terminaux IMEI (*International Mobile Equipement Identity*) : un numéro d'homologation, un numéro identifiant l'usine d'assemblage, et un numéro spécifique au terminal.

L'EIR peut contenir une liste blanche de tout les IMEI autorisées attribués à tous les opérateurs des différents pays, une liste noire des équipements volés pour interdire l'accès et une liste grise des terminaux présentant des dysfonctionnements.

I.4.4 .Le réseau cœur du GPRS :

Le réseau cœur du GPRS est un réseau paquet interconnecté, pouvant être relié à divers types de réseaux de données par paquets (dans le contexte du GPRS, ces réseaux sont désignés par l'acronyme PDP).Etant un réseau IP, il se compose de routeurs: le SGSN et le GGSN.

I.4.4.1.Le nœud de service GPRS « SGSN » *(Serving GPRS Support Node*) :

Il est relié à un ou plusieurs BSS, c'est un routeur qui gère les terminaux présents dans une zone donnée :

- C'est l'équipement auprès duquel le mobile se rattache et s'enregistre : procédure de « GPRS Attach », procédure de sécurité (authentification et activation du chiffrement au niveau LLC), mise à jour de la localisation.
- Il s'occupe du routage des paquets de sa zone de service et les transfert au BSC.

I.4.4.2.Le nœud passerelle GPRS « GGSN » (*Gateway GPRS Support Node*) :

Point de passage obligatoire pour accéder à Internet, le GGSN est relié à un ou plusieurs réseaux de données. C'est un routeur qui permet aux paquets venant des réseaux de données externes d'être acheminés vers le SGSN du destinataire. Il alloue des adresses IP dynamiques aux MSs.

Les deux entités SGSN et GGSN peuvent être une seule unité. Chacun de ces deux routeurs possède une adresse IP.

I.4.4.3. Le Backbone Network :

L'ensemble des routeurs IP éventuels reliant les SGSN et GGSN ainsi que les firewalls forment le réseau fédérateur GPRS (GPRS Backbone).On peut distinguer deux types de Backbone GPRS :

- Backbone intra-PLMN : il s'agit d'un réseau IP appartenant à l'opérateur de réseau GPRS permettant de relier les GSNs de ce réseau GPRS.
- Backbone inter-PLMN : Il s'agit d'un réseau qui connecte les GSNs de différents opérateurs de réseau GPRS. Il est mis en œuvre s'il existe un accord de roaming entre deux opérateurs de réseau GPRS.

Deux Backbone Intra-PLMN peuvent être connectés en utilisant des Border Gateways (BGs). Les fonctions du BG ne sont pas spécifiées par les recommandations GPRS. Au minimum, il doit mettre en œuvre des procédures de sécurité afin de protéger le réseau intra-PLMN contre des attaques extérieures. La fonctionnalité de sécurité est déterminée sur la base d'accords de roaming entre les deux opérateurs.

I.4.5. Le sous système d'exploitation et de maintenance OSS (O & M Network) :

L'OSS (*Operation Sub-System*) est chargé de la gestion administrative, commerciale et technique du réseau. Il est responsable de l'exploitation et l'optimisation de ses performances. Le management s'effectue en deux niveaux :

- Au niveau du **Centre d'Exploitation et de Maintenance OMC (***Operation and Maintenance Centre***)** qui est chargé de la supervision locale des équipements.
- Au niveau du **Centre de gestion du réseau NMC** (*Network Management Centre*) qui assure l'administration de façon générale de l'ensemble du réseau. Les incidents majeurs sont gérés par le NMC.

Il est à noter que le réseau GSM possède un système de facturation (Billing System), et pour assurer le même service en GPRS, une passerelle de taxation CGF (*Charging Gateway Function*) a été ajoutée pour le transfert d'informations du réseau cœur du GPRS au système de facturation.

I.5. Les interfaces du réseau :

Il existe plusieurs interfaces reliant chaque entité du réseau, la norme les désigne par des lettres : Um, A-bis, A, B, …, G_d, G_s.

Nom	Localisation	Emploi	Protocole utilisé
Um	MS - BTS	Transport du trafic et de signalisation	Divers
A-bis	BTS - BSC	Transport du trafic et de signalisation	SS7
A	BSC - MSC	Transport du trafic et de signalisation	SS7
C	GMSC - HLR	Interrogation HLR pour appel entrant	SS7
D	VLR - HLR	Gestion des informations d'abonnés et de localisation	SS7
E	MSC - GMSC	Transport des messages courts	SS7
	MSC - MSC	Exécution du handover	SS7
G	VLR - VLR	Gestion des informations des abonnés	SS7
F	MSC - EIR	Vérification de l'identité du terminal	SS7
B	MSC - VLR	Transport de signalisation et de données relatives à l'application mobile	SS7
H	HLR - AuC	Echange des données d'authentification	SS7
Gb	BSC- SGNS	Etablit la connexion entre le BSS du GSM et le CN du GPRS	SS7
Gc	GGSN - HLR	Interrogation HLR pour activation d'un contexte sur données entrantes et sur localisation d'un mobile	IP/SS7
Gd	SGSN - SMS-GMSC SMS-IWMSC	Echange de messages courts	SS7
Gf	SGSN - EIR	Vérification de l'identité du terminal	SS7
Gi	GGSN – réseau de données	Transfert de données	IP
Gn	SGSN – SGSN	Gestion de l'itinérance	IP
	SGSN - GGSN	Activation de contexte, transfert de données	IP
Gp	PLMN - PLMN	Liaison inter-opérateur	IP
Gr	SGSN - HLR	Gestion de la localisation	SS7
Gs	SGSN- MSC/VLR	Envoie d'informations au MSC/VLR pour éviter l'échange redondant de signalisation.	SS7

Tableau I.2. Les différentes interfaces du réseau GSM/GPRS.

SS7 : Signalisation Sémaphore N°7,

IP : Internet Protocol.

a) **L'interface Um** : c'est l'interface la plus importante du réseau, elle fait la liaison entre la MS et la BTS par voie aérienne (ondes radio), plusieurs opérations sont effectuées dans la couche physique : codage, correction d'erreur, multiplexage des canaux logiques, mesure radio…

b) **L'interface A-bis** : relie une station de base à son contrôleur BSC, elle est définie par une liaison MIC à 2Mbit /s qui est une liaison numérique de 32 voies à 64kbit/s multiplexées temporellement. Elle est utilisée pour le transport :

-des informations émises sur les canaux de trafics (voix ou données)
-de la signalisation qui permet le dialogue entre BSC-BTS.

c) **Interface Gn :** Cette interface est définie entre deux nœuds GPRS (SGSN ou GGSN) appartenant au même réseau GPRS. Les messages IP, X25, ou MAP transportés entre les nœuds GGSN et SGSN par un tunnel en utilisant le protocole GTP.

d) **L'interface Gi :** cette interface permet à une MS d'échanger des paquets IP avec un réseau PDN (*Packet Data Network*) externe en utilisant des adresses IP (statiques ou dynamiques).

I.5.1 Interface Gb :

L'interface Gb est l'intermédiaire entre le BSS et le SGSN, elle permet aux cellules GSM de supporter les services GPRS. Cette liaison est une liaison MIC de 2 Mbps et elle est généralement établie par un câble coaxial .La ligne est appelé E1 selon la norme européenne. La trame E1 est devisée en 32 time slots de 64kbps chacun.

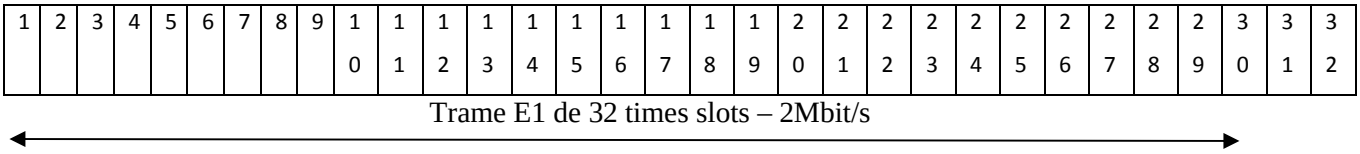


Figure. I.6. Trame E1

On attribue à chaque BSS un nombre de time slots selon les utilisateurs potentiels de la zone qu'il gère.

Ce partage de time slots permet d'avoir des fractions E1 qui peuvent multiplexer plusieurs circuits virtuels permanents PVC (*Permanant Virtual Circuit*). Chaque PVC est identifié par un DLCI (*Data Link Connection Identifier*). Une connexion virtuelle NS-VC (*Network Service Virtual Connection*) est introduite pour identifier la liaison définit par le PVC.

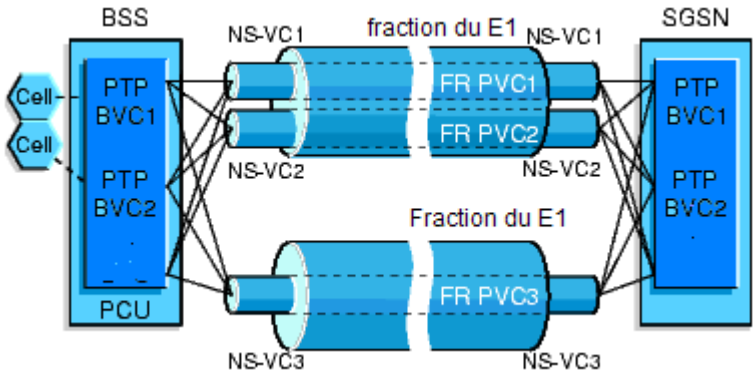


Figure I. 7. Multiplexage des PVC et des BVC

Au sein de cette interface, les échanges d'informations de signalisation et des données utilisateur se font sur le même plan de transmission. Plusieurs utilisateurs sont multiplexés sur la même ressource physique. Ces ressources ne sont allouées qu'au moment des échanges et sont immédiatement libérées pour les allouer à d'autres utilisateurs. Les données d'une MS sont envoyées sur un PTPBVC (Point To Point BSSGP Virtual Connection), le trafic peut être transmis sur n'importe quel NS-VC (Network Service Virtuel Connection).Lorsqu'une NSVC est sélectionné pour une MS, tous les paquets y sont transmis sur le même NS-VC.

On attribue à chaque cellule un PTP BVC.

I.6.Les canaux logiques du GPRS :

Le GPRS, tout comme le GSM, définit un ensemble de canaux logiques pour la transmission d'informations spécifiques aux fonctions de contrôles et de signalisation ou la transmission de données utilisateurs. On distingue deux types de canal :

- **Canaux Communs :** Un canal logique commun est un canal simplex point à multipoint qui est commun à plusieurs mobiles en état de veille, les données diffusées concernent des mobiles qui ne disposent pas encore de canaux dédiés.

- **Canaux Dédiés :** Un canal logique dédié est un canal point à point qui permet de fournir une ressource réservée à un seul mobile. Et dans la même cellule, aucun autre mobile ne peut transmettre ni recevoir dans le même slot à la même fréquence.

Le tableau qui suit classe ces canaux en groupe, les énumère et décrit leur fonction :

Groupe	Type	Abré.	Nom	Sens	Fonction
PBCCH	Canal de diffusion	PBCCH	Packet Broadcast Conrol Channel	DL	Diffusion d'inform-ations systemes GPRS
PCCCH Canaux de Contrôle Commun	Canal d'allocation	PAGCH	Packet Access Grant Channel	DL	Allocation de ressources GPRS
	Canal de recherche	PPCH	Packet Paging Channel	DL	Paging pour un service GPRS
	Canal de diffusion	PNCH	Packet Notification Channel	DL	Canal dédié aux services multicast
	Canal d'accès aléatoire	PRACH	Packet Random Access Channel	UL	Demande accès au réseau GPRS
PDCH (Packet Data Channel) Canaux dédiés aux données	Canal de trafic	PDTCH	Packet Data Traffic Channel	UL/ DL	Transfert de données
	Contrôle associé	PACCH	Packet Associated Control Channel	UL/ DL	Transporte la signalisation des PDTCHs
	Contrôle d'avance en temps	PATCCH	Packet Timing Advance Control Channel	UL	Information sur le TA pendant un transfert GPRS

Tableau I.3. Les canaux logiques du GPRS.

Les informations systèmes transportées par le PBCCH sont:

- Les paramètres de sélection de la cellule ;
- Le code BSIC de la BTS ;
- Les paramètres de contrôle de puissance de la MS ;

Le canal de trafic PDCH subit deux modes d'allocation :

- Allocation statique : c'est-à-dire qu'il est dédié uniquement pour la transmission de données par paquet.
- Allocation dynamique : il est partagé entre le GSM et le GPRS, tantôt il transmet la voix et tantôt les paquets de données.

Chapitre II :

Fonctionnement du GPRS

II .1.Introduction :

La partie GPRS du réseau GSM offre un accès aux réseaux de données paquets externes tout en gérant les fonctionnalités d'un réseau radio mobile grâce à une organisation ingénieuse. L'abonné peut ainsi profiter des services du GPRS, en particulier d'Internet, tout en restant indépendant et pouvant se déplacer en toute liberté. Cela est possible grâce à une bonne gestion de la mobilité et de session.

II.2.Localisation et itinérance :

L'itinérance est une fonction du réseau GSM/GPRS qui consiste à localiser un abonné en tout point du réseau et à tout moment, d'une manière plus au moins précise, ainsi lui permettre d'accéder facilement à ses services. Cette fonction est plus délicate dans le GPRS qu'elle ne l'est dans le GSM.

II.2.1.Localisation :

La localisation des abonnés GPRS se fait par un mécanisme hiérarchique :

- Localisation à la cellule prés : c'est la localisation la plus précise pour un mobile, ce dernier doit être à l'état « Ready ».Cette cellule est identifiée par la **CI** (*Cell Identifier*).
- Localisation la zone de routage prés : une zone de routage (*Routing Area*) est un ensemble de cellule gérée par un SGSN. La zone de routage est un sous ensemble d'une zone de localisation (LA : *Location Area*) identifiée par le **RAI** *(Routing Area Identifier).* Le mobile qui a droit à ce niveau de localisation est en état « Stand-by ».

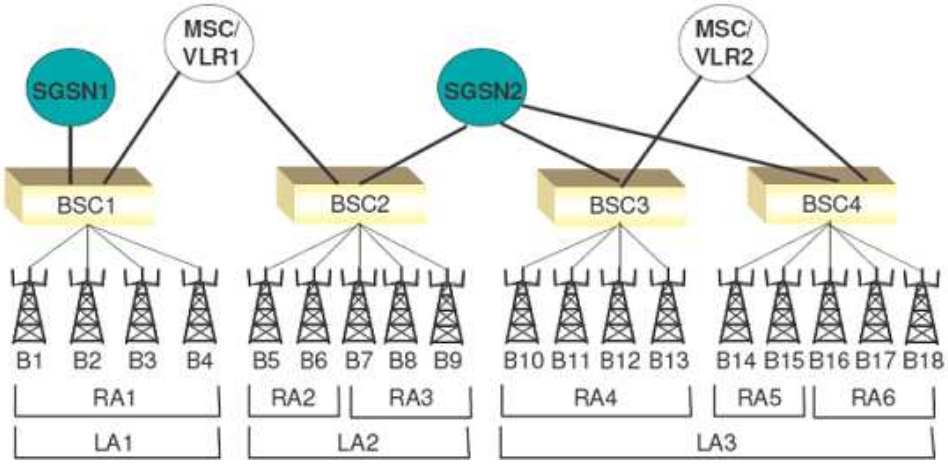


Figure II.1. Notion de RA et de LA**.**

Il est à préciser qu'un SGSN peut gérer plusieurs zones de routage.

Une mise à jour de localisation s'effectue dans les deux cas suivants :

- Le mobile change de RA, il fait une RA Update.
- Le mobile change de LA, il fait une mise à jour de RA dans laquelle il indique aussi un changement de LA. Le SGSN informe le MSC de la mise à jour de LA. [12]

II.2.2.L'état du mobile :

Le service GPRS distingue entre 3 états probables pour un mobile :

- **Etat « repos » : Idle** ; le mobile est hors réseau ou tout simplement éteint.
- **Etat « surveillance »** : **Stand-by** ; le mobile est localisé sur le réseau à la zone de routage prés par un appel de diffusion « paging ».Le mobile dans l'état « surveillance » écoute de la signalisation en permanence.
- **Etat « prêt »** : **Ready** ; le mobile est prêt à recevoir et émettre des données, il est localisé à la cellule prés.

Lorsqu'un mobile au repos essaye de s'attacher au réseau GPRS, il passe directement à l'état « prêt ».L'émission et la réception des données est possible. Si aucun échange n'est effectué pendant une durée prolongée, le mobile se met alors en mode « surveillance ». [1]

Le mobile retrouve son état « repos » dés qu'il se détache du réseau.

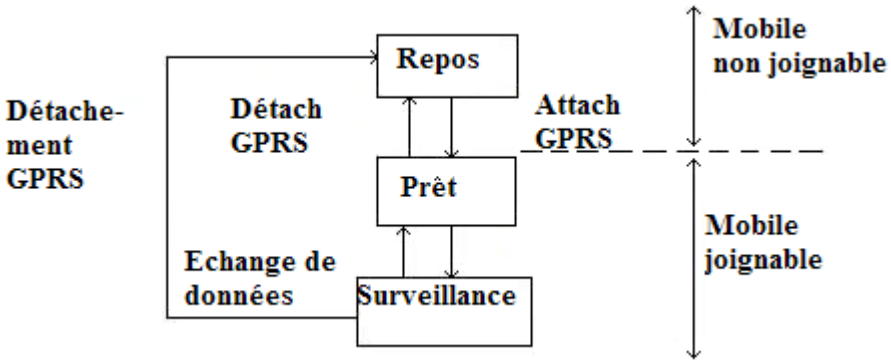


Figure II.2. Etat GMM d'une MS en GPRS.

II.2.3. Les identités temporaires :

Pour plus de sécurité, et pour que le mobile ne dévoile jamais son identité IMSI, le GPRS associe à chaque MS des identités temporaires P.TMSI (*Packet Temporary Mobile Subsriber Identity*) et le TLLI (*Temporary Link Layer Identity*)

- La P.TMSI est une identité courte qui permet au réseau de différencier entre les abonnées sous le même SGSN, mais cette identité n'est attribuée au mobile qu'après son attachement au réseau.

- La TLLI est une identité aléatoire attribuée au mobile par le SGSN au cours de son attachement au réseau afin d'échanger de la signalisation avec celui-ci, mais une fois le mobile attaché, elle est actualisée et confondue avec la P-TMSI.

II.2.4. Attachement du mobile au réseau :

Pour accéder au service GPRS, le mobile doit d'abord s'attacher au réseau selon la procédure de « GPRS Attach ».

Cette procédure consiste à établir un lien logique entre le mobile et le nœud de service SGSN, elle comporte les étapes suivantes :

1) Le mobile utilise le canal d'accès aléatoire PRACH pour avoir un canal dédié. Il transmet alors son identité TLLI aléatoire ;
2) Si la MS a changé de zone de routage, le SGSN ne reconnaîtra pas son TLLI. Il envoie à l'ancien SGSN une demande d'identification, si l'identification échoue, le SGSN et le mobile entament une procédure d'identification classique par l'utilisation d'IMSI.
3) Authentification de l'utilisateur (peut-il accéder aux services GPRS ?). Cette procédure peut impliquer le HLR dans lequel sont stockés les renseignements relatifs à l'utilisateur.
4) Le SGSN met à jour la localisation du mobile,
5) Le SGSN envoie au MS « Attach Accept » et lui attribue un TLLI, cet envoie se fait sur le canal PAGCH (Packet Grant Channel), un canal de garantie d'accès pour la MS (disponibilité des ressources).
6) Le mobile acquitte. Le canal dédié peut être fermé. [3]

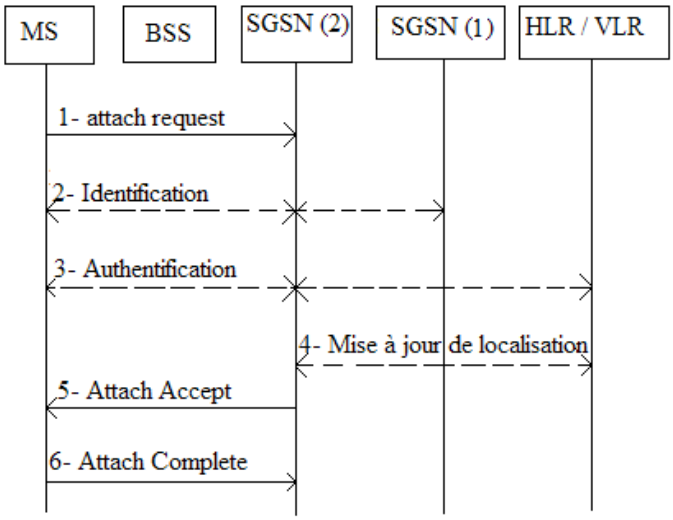


Figure II.3. Procédure d'attachement au réseau GPRS.

II.3. Etablissement d'une session :

Pour ouvrir une session réseau (Internet par exemple), des informations spécifiques sont stockées dans la station Mobile, le SGSN et le GGSN pour permettre des échanges de données entre la MS et le réseau externe concerné. Ces informations sont regroupées dans un contexte appelé « PDP context ».

II.3.1. Contenu du contexte PDP d'une session « Internet » :

Le contexte PDP contient :

1) **Le type de réseau PDP utilisé** : pour une connexion à Internet, le réseau est un réseau IPv4 ou IPv6 (voir IV.2).
2) **L'adresse PDP du terminal** : c'est l'adresse IP assignée au mobile de l'abonné qui veut se connecter à Internet. Cette adresse peut être statique attribuée à l'abonné lors de la souscription de l'abonnement, ou dynamique fournie lors de la connexion pour la durée de la session.
3) **L'adresse IP du SGSN** qui gère la zone où se trouve l'abonné,
4) **Le point d'accès au service réseau utilisé** NSAPI (Network *Service Access Point Identifier*).
5) **La qualité de service QoS négociée** (voir I.3.3).
6) **L'APN (*Access Point Name)*** : il sert à identifier le type de service qui est fournit par la connexion. Exemple : Internet, WAP…..

Le contexte PDP peut être activé à l'initiative de l'abonné ou du réseau. Pour l'accès à Internet, il ne peut être activé que par le mobile.

II.3.2.Activation du contexte par le mobile :

Après attachement au réseau, le mobile peut activer le contexte PDP, le déroulement de la procédure est comme suit :

1) La MS envoie au SGSN le message « ACTIVATE PDP CONTEXT REQ », celui- ci contient toutes les informations du contexte mis- à- part l'adresse IP du SGSN ;
2) Grâce à ces informations, le SGSN retrouve l'IMSI et le GGSN concerné par le contexte,
3) Il transfert alors le contexte PDP et le IMSI au GGSN dans un message « GTP CREATE PDP CONTEXT REQUEST » ;
4) Le GGSN est maintenant prêt à échanger des données entre le mobile et le réseau de données externe.

II.4.Architecture en couche du réseau et protocoles :

Le réseau GPRS adopte une architecture en couche selon le modèle OSI (*Open Systems Interconnection*). Ce modèle a été mis en œuvre pour standardiser la communication entre deux entités fonctionnelles d'un réseau et faciliter l'interconnexion des réseaux hétérogènes.

II.4.1.Le modèle OSI

Le modèle est constitué de 7 couches comme le montre la figure II.4 :

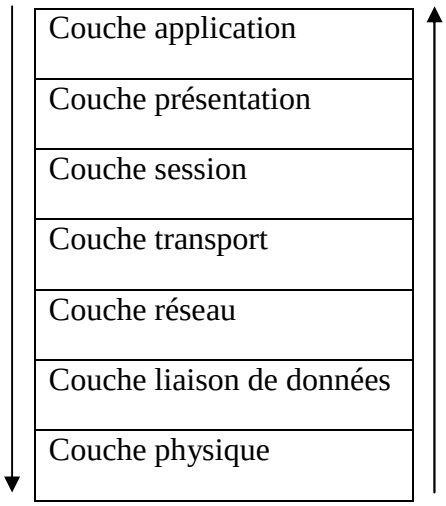


Figure II.4. Le modèle OSI.

Chaque couche du modèle communique avec la couche adjacente : elle utilise les services de la couche inférieure et en fournit à celle de niveau supérieur. Les données qui circulent sur le réseau sont traitées par chaque couche qui vient rajouter un élément d'information (en-tête) puis les transmet à la couche suivante, traversant ainsi plusieurs niveaux de protocoles.

II.4.2. Fonctions assurées par chaque couche du GPRS :

Dans l'architecture stratifiée du GPRS, on distingue deux plans selon la fonction assurée: signalisation ou transmission de données utilisateurs. Les deux plans utilisent les mêmes protocoles, la différence se situe uniquement sur les deux couches supérieures.

II.4.2.1. Le plan de transmission :

Ce plan protocolaire assure la transmission des données entre la MS et le réseau de données externe.

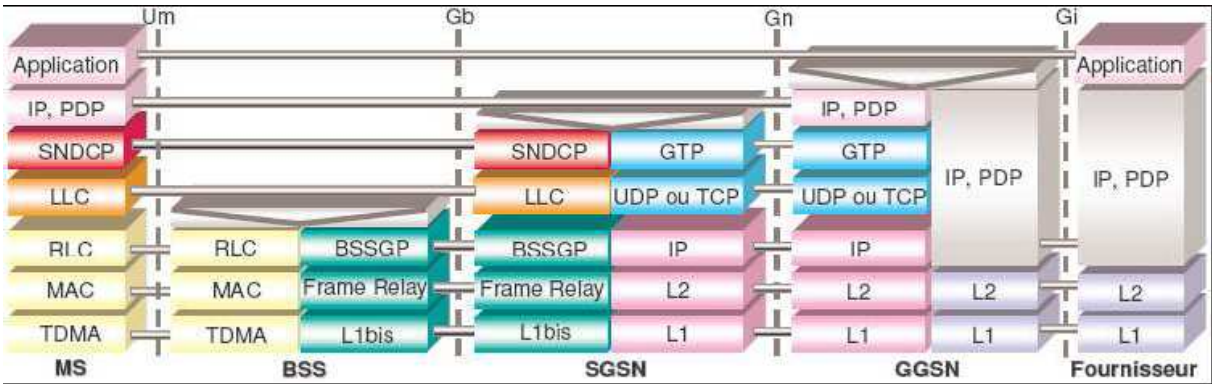


Figure II.5. Le plan de transmission de données.

- **Le protocole IP (***Internet Protocol)* : Il est utilisé deux fois dans le modèle :

  1. C'est le protocole de transport applicatif ;
  2. C'est aussi le protocole de transport entre le SGSN et le GGSN ;

- **La couche SNDCP** *(Subnetwork Dependent Convergence Protocol*) : ce protocole s'étend entre le mobile et le SGSN, il a pour rôle :
  - Le multiplexage de plusieurs Packet Data Protocole (PDP) dans une connexion SNDCP (trame LLC) entre le SGSN et le mobile ;
  - Utilise l'identifiant NSAPI (*Network Service Access Point Identifier*) qui est inclus dans son entête afin de reconnaître le contexte PDP.
  - Il permet d'adapter les protocoles des couches supérieures aux protocoles spécifiques du GPRS.
  - La compression/décompression des données afin de minimiser la taille des données à rayonner sur la voie radio et la segmentation/réassemblage d'un N-PDU en 1 ou plusieurs LLC-PDU.

- **La couche LLC** (*Logical Link Control*) : c'est la couche transport, elle a pour fonctions :
  - Assurer une liaison fiable et cryptée entre le mobile et le SGSN ;
  - Détection des erreurs et leur correction ;
  - Séquencement des trames LLC ;
  - Contrôle des flux et leur chiffrement.

- **La couche RLC** (*Radio Link Control*) : couche réseau, elle assure :
  - La transmission des LLC PDU (LLC Protocol Data Unit) ;

- La segmentation des paquets LLC PDU en bloc RLC/MAC et leur réassemblage ;
- Détection des paquets erronés et les retransmis si le mode acquitté est activé ;
- Contrôle de la liaison radio et l'adaptation du lien selon les conditions radios.

- **La couche MAC** (*Medium Access Control) :* couche liaison de données, elle est responsable :
  - Du partage dynamique des canaux physiques entre les utilisateurs ;
  - Du contrôle d'accès au canal radio.
  - Permet à un terminal mobile (*MS*) d'utiliser plusieurs canaux physiques (*PDCH* : *Packet Data Channel*) en parallèle.

- **La couche physique** : elle est subdivisée en deux sous couches :

  .

  - La PLL (Physical Link Layer) : elle réalise:
    - Le codage canal ;
    - Le contrôle de puissance ;
    - La détection de congestion sur le canal.
  - La RFL (Physical Radio Frequency Layer): elle effectue
    - La modulation/demodulation (modem);
    - L'émission/ réception des blocs sur l'interface radio ;

- **La couche BSSGP** *(Base Station System GPRS Protocol*) : Ce protocole fournit une liaison en mode non connecté entre le BSS et le SGSN. Son rôle est de contrôler le flux de données dans le sens descendant, le sens montant n'étant pas contrôlé, le SGSN étant supposé offrir à tout moment suffisamment de capacité. Chaque cellule est virtuellement connectée au SGSN par une connexion virtuelle BVC (BSSGP Virtual Connection). Le BSS maintient une file d'attente, qui peut être gérée par mobile ou par liaison de données ayant un certain retard ou un certain degré de priorité. Grâce à ce protocole, le SGSN peut établir des files d'attente synchronisées avec celles des BSS qui lui sont rattachées et retenir les données en amont dans le réseau. Il transporte des informations de qualité de service, de routage des paquets entre le PCU et le SGSN.

- **La couche NS** *(Network Service) :* cette couche est basée sur la technique de « ***Frame Relay*** » (relaie de trames) pour la connexion entre le BSS et le SGSN.

- **La couche frame Relay** : c'est la couche située au niveau liaison de données. La technologie Frame Relay (relais de trames) consiste à remplacer les liaisons louées par un « nuage » Frame Relay mutualisé entre les différents utilisateurs, en garantissant un certain débit **CIR** (Committed Information Rate).

  Au sein de la Frame Relay, la connexion est établie entre les deux sites (BSC et SGSN) par l'intermédiaire de circuits virtuel permanant PVC (Permanant Virtuel Circuit) (identifié par le DLCI). Le SGSN est considéré par la Frame Relay comme le **DCE** (Data Communication Equipment) (côté réseau), et le BSC comme le **DTE** (Data terminal Equipment) (côté terminal).

Figure II.5a. La liaison Frame Relay

- **Le protocole TCP/UDP** *(Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol) :*

  Deux principaux protocoles de la couche transport du modèle TCP/IP.

  Le premier est orienté connexion, c'est-à-dire qu'il effectue un contrôle de transmission par envoie d'accusé de réception.

  Le deuxième est non orienté connexion, l'envoie des datagrammes se fait sont prévenir le récepteur et aucun accusé de réception n'est envoyé.

- **Le protocole GTP** (*GPRS Tunneling Protocol*) : Pour disposer d'une voie de communication entre la MS et le GGSN, on établit d'abord une liaison de données entre l e mobile et son SGSN, puis l'on utilise le principe du passage en tunnel entre le SGSN et le GGSN. Le GTP est un protocole dit « tunnel » qui utilise soit TCP, soit UDP pour encapsuler les paquets de données PDU (*Protocol Data Unit*) transmis par la MS dans des paquets d'un autre protocole spécifique au réseau de donnée externe sans chercher à les interpréter.

II.4.2.2. Plan de Contrôle

Tous les protocoles du plan de transmission, mis à part le SNDCP, sont utilisés pour la transmission des messages de contrôle. Les deux protocoles, le SM et le GMM sont propres à la signalisation.

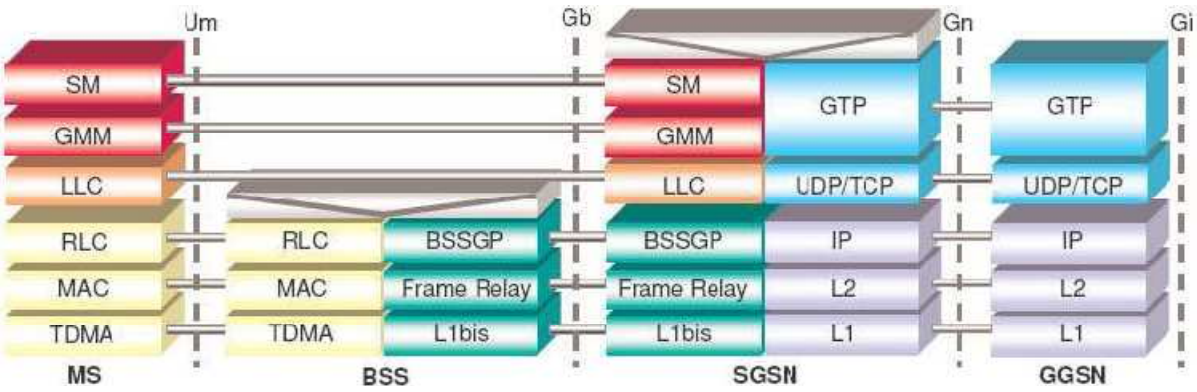


Figure II.6. Plan de signalisation.

- **La couche SM** *(Session Management) :* sa mission principale est de gérer le contexte PDP : l'activer, le modifier, et le désactiver.

- **La couche GMM** *(GPRS Mobility Management) :* cette couche gère l'itinérance du mobile.

II.5.Transformation de paquet en bursts :

Pour transmettre des paquets sur le canal radio, le terminal GPRS doit les " transformer " en bursts, ces derniers seront multiplexés sur des canaux physiques PDCH (Packet Data Channel).

II.5.1. Mécanisme de transformation :

La figure II.7 représente les étapes du mécanisme de transformation du paquet en burst du coté mobile.

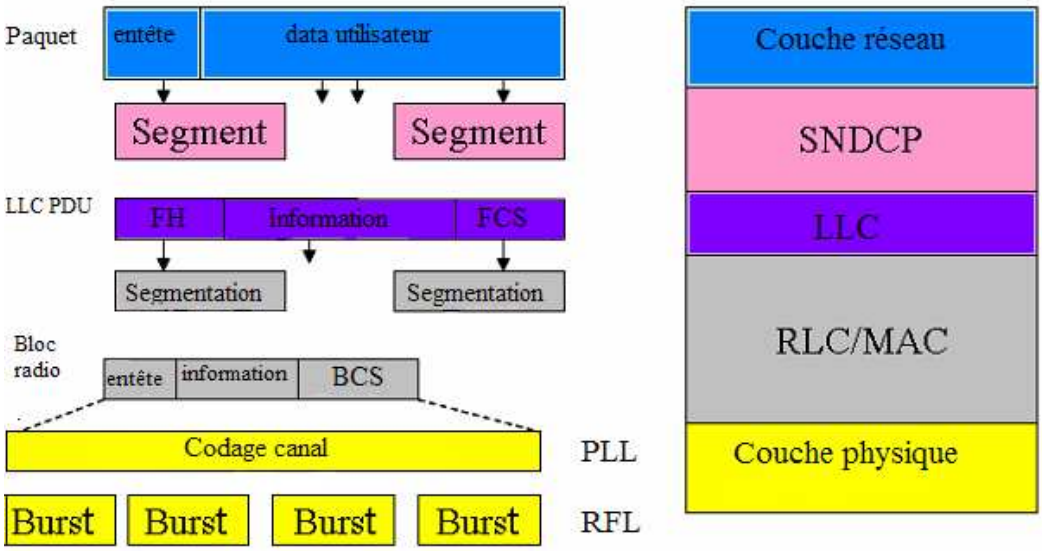


Figure II.7. Transformation de paquet en bursts.

Le processus de transformation de paquets en bursts se fait comme suit:

- La **couche réseau** fournit un paquet (en-tête + données) à la couche inférieure SNDCP.
- La **couche SNDCP** segmente le paquet et ajoute un en-tête à chaque segment. Les segments obtenus ne doivent pas dépasser les 1600 octets et sont fournis à la couche LLC.
- La **couche LLC** ajoute un en-tête FH (*Frame Header*) et un contrôle d'erreur FCS (*Frame Check Sequence)* à chaque segment puis transmet les trames LLC ainsi formées à la couche RLC/MAC.
- La **couche RLC/MAC** découpe chaque trame reçue en blocs après avoir ajouté un en-tête, un code de détection d'erreur BCS (*Block Check Sequence*) et des bits de Tail (bits de traînée) à chaque morceau, puis elle transmet les blocs à la couche physique.
- La **couche physique** réalise alors, pour chaque bloc, un codage de canal CS-1 à CS-4, afin de réaliser des blocs encodés de longueur fixée à 456 bits (c'est-à-dire 4 bursts de 114 bits) qui doivent être placés dans des trames TDMA successives.

II.5.2. Codage canal :

Avant d'être émis par la couche physique, les blocs RLC-MAC sont protégés par codage contre les erreurs de transmission. Il existe pour cela quatre schémas de codage : CS-1, CS-2, CS-3 et CS-4. Ces schémas offrent des protections plus ou moins efficaces, au prix toutefois d'une diminution du débit utilisateur.

Le tableau suivant liste les différents types de codages appliqués aux blocs RLC/ MAC

Schéma de codage	Taux de codage	Bloc brut	BCS	Précodage USF	Bits de tail	Bits codés	Bits de poinçonnage	Débit (kb/s)
CS-1	1/2	181	40	3	4	456	0	9 ,05
CS-2	~ 2/3	268	16	6	4	588	132	13,4
CS-3	~ 3 /4	312	16	6	4	676	220	15 ,6
CS-4	1	428	16	12	0	456	0	21,4

Tableau II.1. Les schémas de codage du GPRS**.**

Ce codage consiste à ajouter un code détecteur d'erreur BCS (*Block Check Sequence*) au bloc RLC/MAC, les USF sont protégés d'une manière spécifique. Ensuite, le tout est protégé par un code convolutionnel identique à celui utilisé dans le GSM.

Un poinçonnage permet d'obtenir les 456 bits contenus dans un bloc GPRS (4 bursts normaux GSM). Dans la voie montante, il n'y a pas d'USF, ils sont donc remplacés dans le processus de codage par les premiers bits du paquet RLC/MAC.

Les messages RLC/MAC de contrôle sont systématiquement protégés par le code le plus robuste, le CS-1.

Après codage on obtient un bloc radio dont la structure est la suivante :

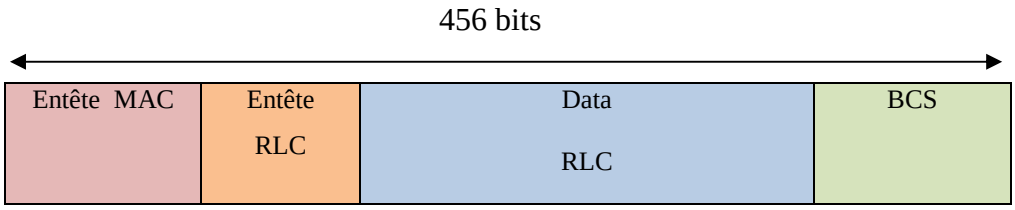


Figure II.8. Structure du bloc radio.

Comme nous l'avons cité précédemment, chaque bloc radio est composé de 4 bursts normaux de 114bits qui sont envoyés l'un derrière l'autre dans un slot de 156,25 bits :

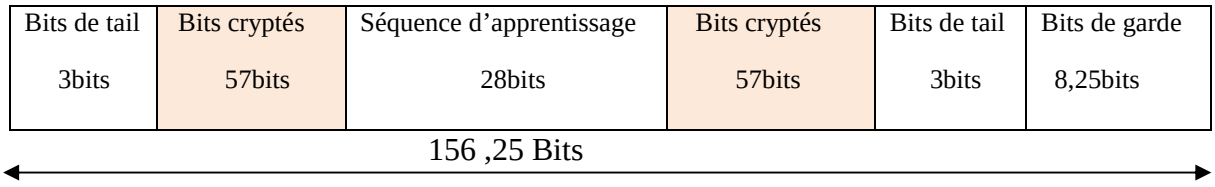


Figure II.9. Structure du burst normal.

Dans cette structure, on identifie :

- **Un en-tête** : les 3 premiers bits de tail pour indiquer le début d'un nouveau burst ;
- **En-queue :** les 3 bits de tail placés vers la fin du burst indique la fin du burst,
- **Bits utilisateur :** les 114 bits issus du bloc radio sont séparés en deux parties pour permettre l'entrelacement ;
- **Séquence d'apprentissage** : suite d'éléments binaires possédant des caractéristiques particulières d'auto corrélation. Elle permet au récepteur de se synchroniser sur l'émetteur et d'analyser la qualité du signal reçu [1] ;
- **Période de garde** : utilisée pour éviter les chevauchements entre les slots.

II.5.3. La multitrame GPRS :

La multi trame de base du GPRS est définie par l'occurrence d'un même canal physique dans 52 trames successives. La multi trame est organisée comme suit :

B0	B1	B2	T	B3	B4	B5	I	B6	B7	B8	T	B9	B10	B11	I

Figure II.10. La multitrame GPRS.

• 12 x 4 = 48 time slots radio pour le transport des données et de la signalisation ;

• 2 time slots de contrôle de l'avance en temps PTCCH (T);

• 2 time slots *idle* (I). [14]

II.5.4. Le débit utilisateur:

Le débit peut être calculé par l'équation suivante :

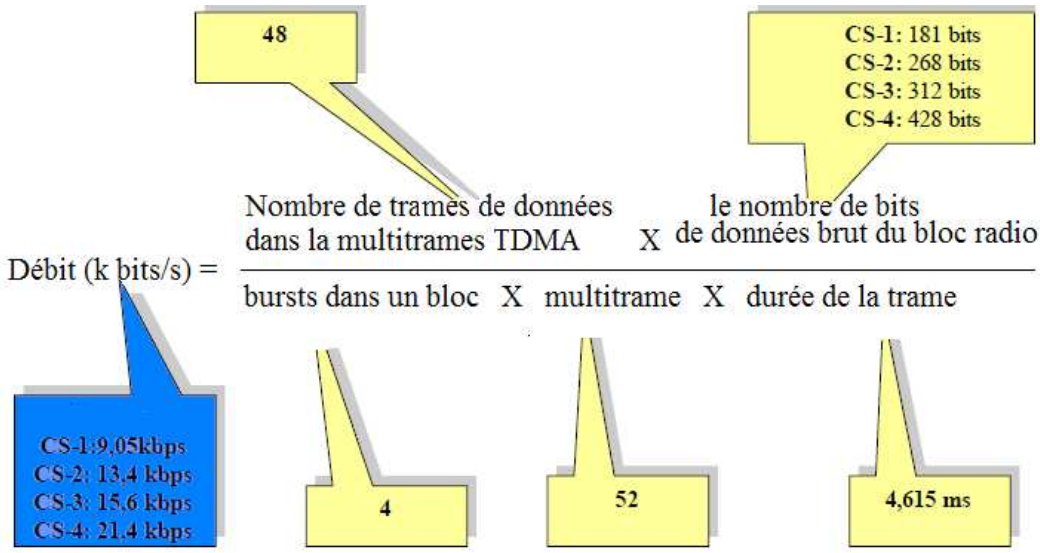


Figure II.11. Calcul du débit utilisateur. [14]

De cette façon, et selon les conditions de la voie de transmission (interface radio), les utilisateurs peuvent bénéficier de différents débits allant jusqu'à 21,4 kbps par Time slot.

Un schéma de codage est sélectionné (indiqué à la MS par la BTS) pendant une session pour les deux voies de transmissions DL et UL, mais il peut être changé pendant la même session si les paquets n'arrivent pas à destination. En revanche, les paquets non acquittés ne peuvent être retransmis qu'avec le même schéma de codage précédent.

II.6.Allocation des ressources radio :

Dans le GPRS les mêmes ressources radio peuvent être utilisées par plusieurs MS à tour de rôle. Plusieurs Time slots peuvent être alloués pour la même station mobile.

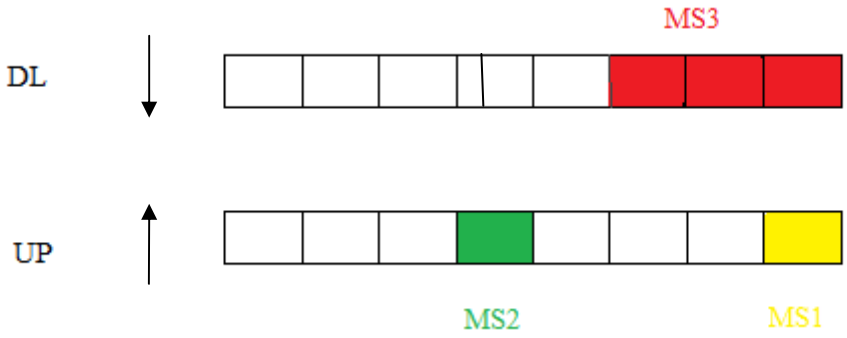


Figure II.12. Allocation des ressources radio

a) Allocation des ressources pour la voie descendante :

Lorsque le PCU reçoit des trames du SGSN, il vérifie si la MS est déjà impliquée dans un transfert de paquet de données :

- Si la MS possède déjà des ressources pour la voie DL*(Downlink*), alors la nouvelle trame LLC venant du SGSN est mise en queue derrière les autres trames destinées à la même MS ;
- Si la MS n'a pas encore de ressources allouées, une allocation de ressources s'effectue par l'envoie d'un message de contrôle « ***Packet Downlink Assignment*** » ce message contient :

1. La fréquence et la liste des Time slots qui seront utilisés par la MS
2. Une identité temporaire pour le flux de la MS appelée TFI (*Temporary Flow Identity*). Cette identité est nécessaire car plusieurs MS peuvent utiliser le même Time slots. [17]

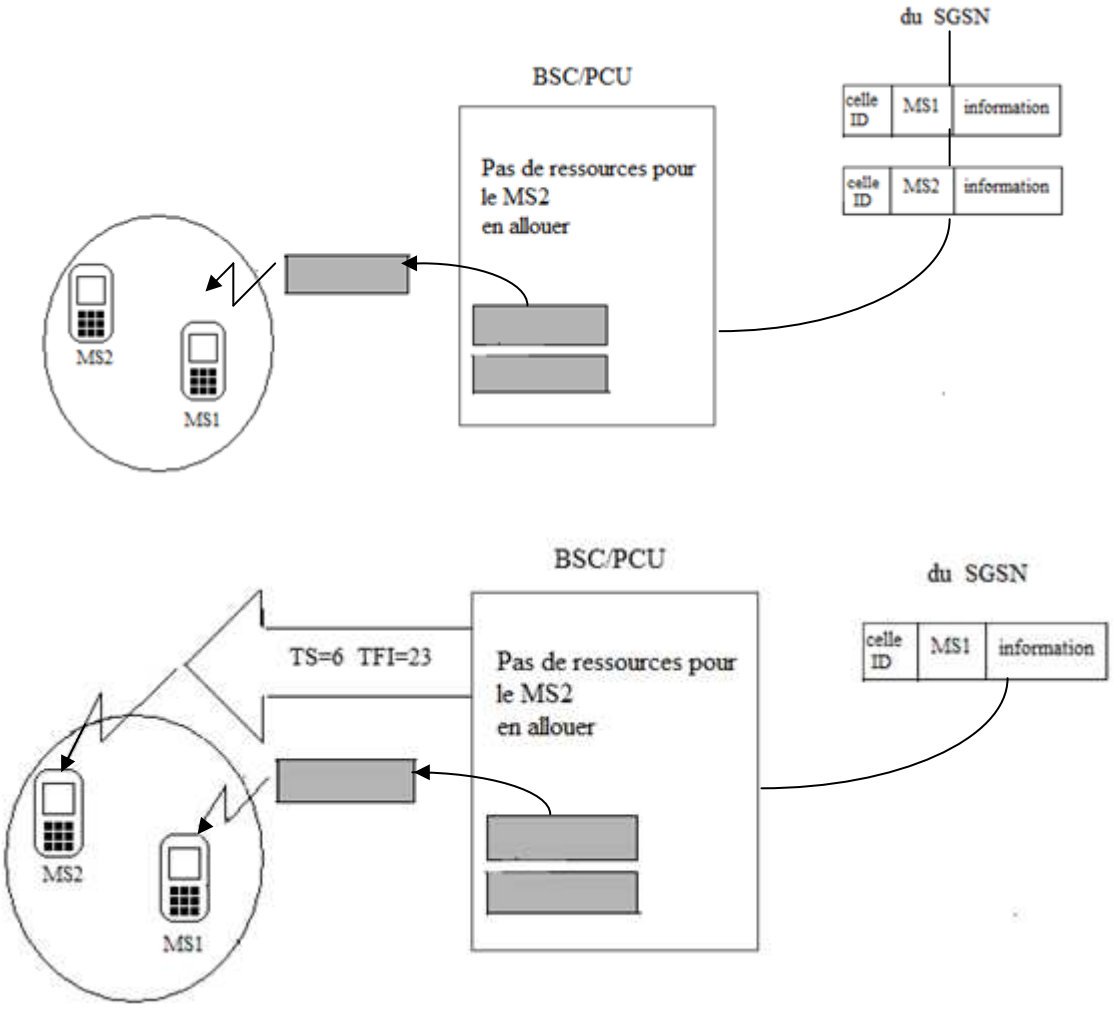


Figure II.13. Exemple d'allocation des ressources radio DL.

Dans cet exemple, le PCU reçoit des blocs pour la MS2 qui n'est pas encore impliquée dans un transfert de paquets, une allocation de ressources est donc indispensable. Le PCU lui réserve alors le Time slots 6 et un TFI=23. Pour la MS1, les blocs sont directement transmis à tour de rôle.

Si le SGSN ne connait pas la cellule précise de la MS (MS en surveillance), il envoie la requête « ***Paging Request*** » au PCU, lui demandant d'effectuer un appel en diffusions « paging »dans la zone de routage indiquée par le SGSN. [17]

b) Allocation des ressources sur la voie montante :

Lorsque la MS veut envoyer des blocs de données au réseau, elle envoie tout d'abord un message « ***Packet Channel Request*** » au PCU. Ce dernier répond par un message « ***Packet Uplink Assignment*** » qui contient :

1. La fréquence et la liste des Times slots possibles qui seront utilisés pour le transfert ;
2. L'identité temporaire du flux de la MS : la TFI ;

3. Le numéro de l'USF (***Uplink State Flag***) pour chaque time slot de la liste .Le USF indique le tour de chaque MS utilisant le même canal physique pour transmettre sur la voie montante.

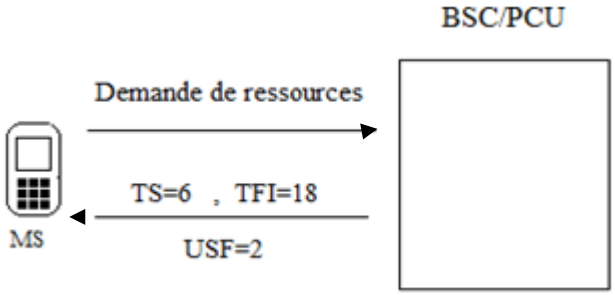


Figure II.14. Allocation de ressources.

II.7.Acheminement des données entre la MS et le réseau Internet :

II.7.1. Entre la MS et le BSS :

Entre la station de base et les mobiles GPRS, de nombreux échanges simultanés de données se déroulent. Chaque flux de données est appelé TBF (*Temporary Block Flow*).

Lorsque le réseau transferts des données au mobile, le flux de données est applé TBF downlink, et du mobile au réseau, les flux de données sont nommés TBF Uplink.

- **Sur la voie montante** :

Une fois que la MS ait reçu le message « ***Packet Uplink Assignment*** » qui contient la fréquence et le TS à utiliser ainsi que l'USF et le TFI, elle lit les entêtes des blocs radio descendants envoyés à travers ces TS pour savoir quand est-ce que peut transmettre au SGSN : Si le USF de l'entête correspondant à celui alloué au MS, ce dernier sait qu'il est autorisé à transmettre le prochain bloc radio. Ce mécanisme évite les conflits dans la transmission Uplink quand le même Time slot est partagé entre plusieurs MSs.

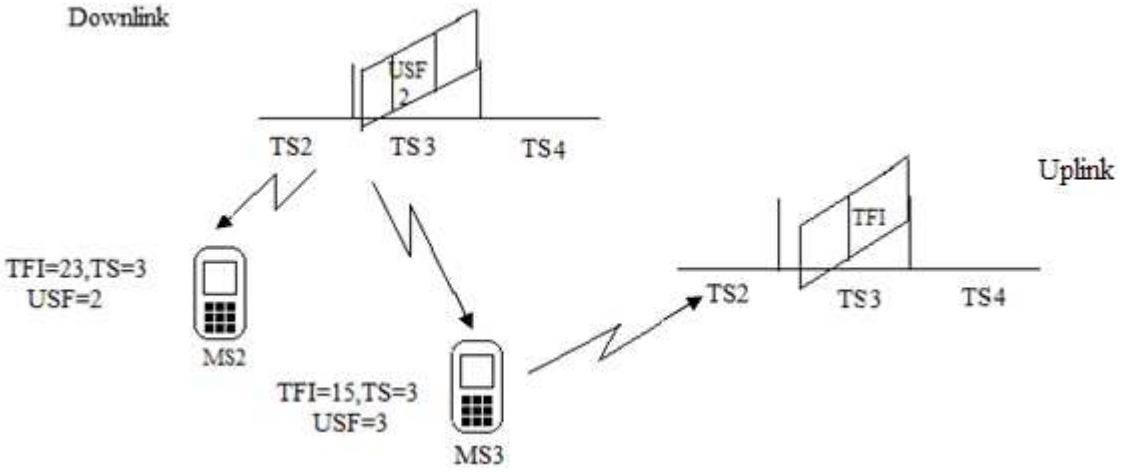


Figure II.15. Exemple de transmission Uplink.

Une fois que la MS envoie tous ses blocs, les ressources sont libérées. Pour une autre transmission, la procédure d'allocation des ressources doit être initialisée.

- **Sur la voie descendante** :

  Après que la MS ait reçu le message « ***Packet Downlink Assignement*** », elle lit l'entête de chaque bloc radio envoyé dans les Times slots qui lui sont réservés. Si la TFI présente dans l'entête correspond à celle du MS, cette dernière le reconnait et prend possession du bloc, sinon elle l'ignore.

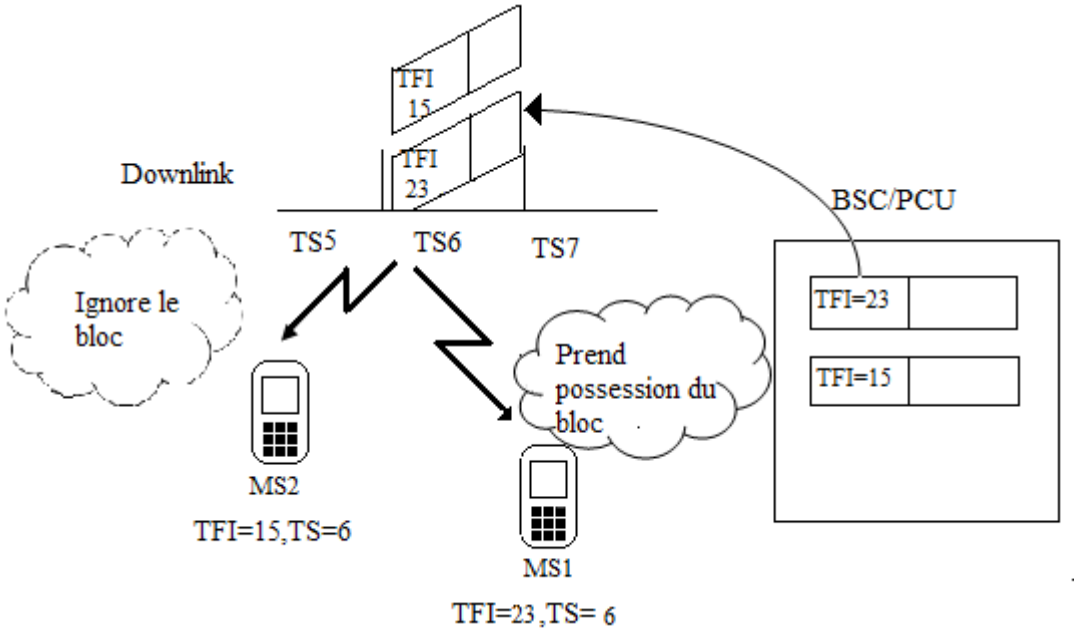


Figure II.16. Exemple de transmission DL.

II.7.2. Entre le BSS et le SGSN :

La transmission des datas du sous système radio au nœud de service SGSN s'effectue a travers l'interface Gb. Chaque MS qui envoie des données est connectée au BVC de sa cellule puis toutes les données sont multiplexées pour former des trames. La Frame Relay ajoute à chaque trame un entête « FR Header » contenant le DLCI qui définit le circuit virtuel de destination et elle est transmise à travers ce PVC.

II.7.3. Entre le SGSN et le réseau Internet externe :

- **Du SGSN vers l'Internet** :

  Après allocation des ressources, la MS va transmettre son paquet IP jusqu'au SGSN (comme citer précédemment), le SGSN doit d'abord retrouver le GGSN concerné par l'accès à Internet .Le DNS (*Domain Name Server*) retrouve l'adresse IP du GGSN grâce à la résolution de l'APN (*Access Point Name*) contenu dans le contexte PDP activé. Il envoie alors cette adresse au SGSN qui encapsule les paquets IP du MS dans des datagrammes IP contenant l'adresse du GGSN.

  Pour transférer ces données du SGSN au GGSN, le protocole GTP (*GPRS Tunnel Protocol*) effectue une mise en tunnel qui est basé sur UDP/IP ou bien TCP/IP comme protocole de transport. Lorsque le GGSN reçoit le paquet IP, il le décapsule pour l'envoyer au réseau Internet.

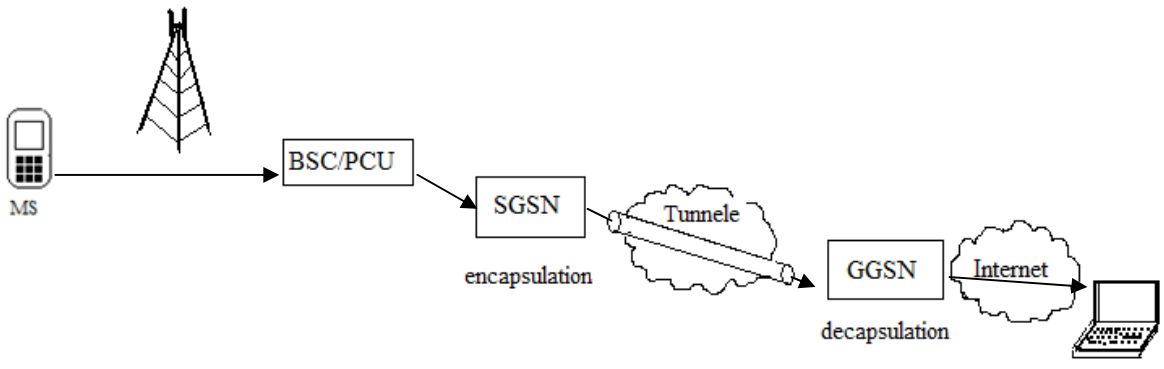


Figure II.17. Acheminement des paquets vers un abonné Internet.

- **Du réseau Internet au SGSN** :

Lorsqu'un paquet IP provient du réseau Internet destiné à un abonné GPRS, il est routé vers le GGSN. Le GGSN connait la zone de routage actuelle de l'abonné grâce aux procédures d'activation du contexte PDP et de mise à jour de RA. Le GGSN route donc le paquet vers le SGSN à travers un tunnel par le protocole GTP après avoir encapsulé le datagramme. Le SGSN décapsule le paquet et l'envoie au PCU.

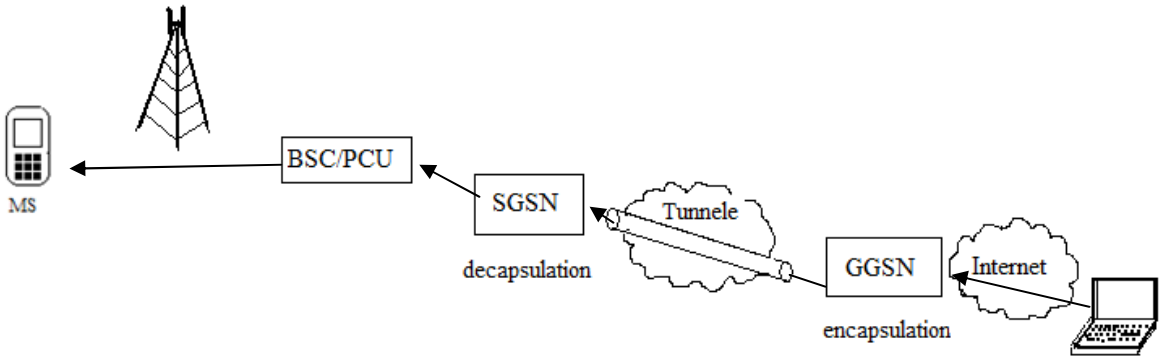


Figure II.18. Acheminement des paquets vers un abonné mobile.

Chapitre III :

La technologie EDGE

III.1. Introduction :

Le GPRS permet déjà, en plus de l'utilisation de la commutation par paquet, d'augmenter les débits. Cependant, en pratique le débit atteint se situe le plus souvent autour de 50 kbit/s. L'évolution du GSM appelée ***Enhanced Data rates for GSM Evolution*** **(EDGE)** est défini comme la 2.75G, son objectif est donc, comme son nom l'indique, d'augmenter les débits de transmission sur la voie radio.

III.2.Présentation de l'EDGE :

L'une des solutions pour augmenter le débit est l'utilisation d'une modulation avec un plus grand nombre d'états de phase pour faire passer plus de bits par symbole et qui occupe le même gabarit spectral que la GMSK, c'est le principe de l'EDGE qui utilise une modulation 8-PSK véhiculant 3 bits par symbole alors que la modulation GMSK ne transmet qu'un seul bit par symbole. Le débit est alors triplé.

L'EDGE peut être appliqué pour la transmission de la voie et des données. Le couplage de l'EDGE et du GPRS s'appelle E-GPRS (Enhanced GPRS) qui reprend les mêmes principes que GPRS avec :

- La définition de nouveaux schémas de modulation et de codage,
- Une couche RLC/MAC plus sophistiquée introduisant le concept de l'adaptation dynamique de lien.

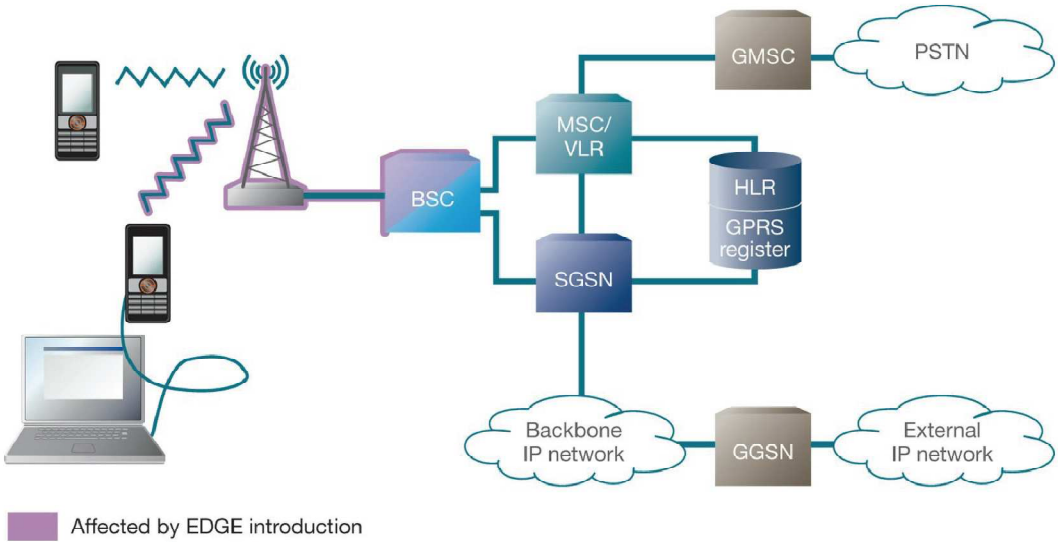


Figure III.1. Les entités du réseau affectées par 'introduction du EDGE.

Pour que les cellules disposent de l'EDGE, les BTS subissent un changement matériel qui consiste à l'ajout d'un modulateur/démodulateur 8-PSK et des expansions logiciels pour le réseau. Les terminaux suivent aussi l'évolution, ils seront aussi muni d'un modulateur / démodulateur 8-PSK.

III.3.Modulation 8-PSK : [6]

III.3.1.Principe de la 8-PSK « classique » :

Avec la 8-PSK classique, on utilise 8 symboles complexes équi-répartis sur le cercle unité donc séparés par un angle de $\pi/4$. Un symbole, correspondant à une séquence de 3 bits, est représenté par une même fréquence mais une phase différente

Sur le plan complexe, ces symboles s'écrivent : $e^{jk\pi/4}$, $k=0$ à 7.

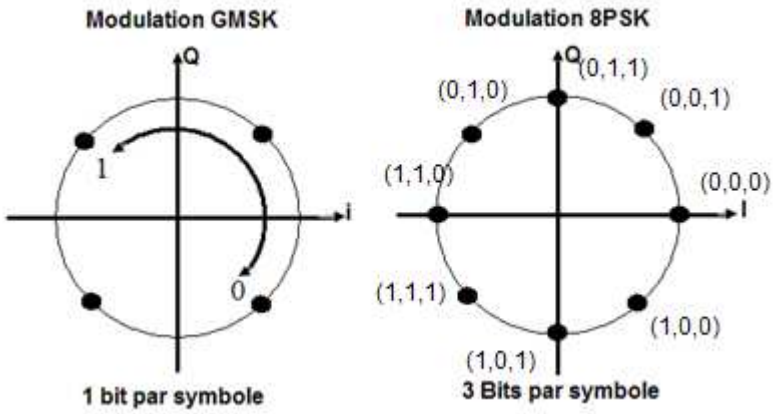


Figure III.2. Modulations GMSK et 8-PSK.

Un état de phase représente un symbole qui correspond à 3 bits. La correspondance entre les symboles et les bits se fait suivant le codage de Gray, selon lequel chaque symbole voisin ne diffère que d'un bit.

L'inconvénient de cette modulation vient du fait que d'un symbole à un autre, le signal peut passer par l'origine du plan complexe, l'enveloppe du symbole est alors momentanément nulle. Les variations importantes de l'enveloppe imposent de fortes contraintes sur la plage de linéarité de l'amplificateur de puissance.

III.3.2.Modulations 8-PSK utilisée dans l'EDGE :

La modulation 8-PSK utilisée dans l'EDGE est un peu modifiée. On ajoute de nouveaux états de phase dans la constellation pour éviter tous les passages par l'origine entre deux états de phase. Les nouveaux états sont obtenus par décalage de π/8 des états précédents.

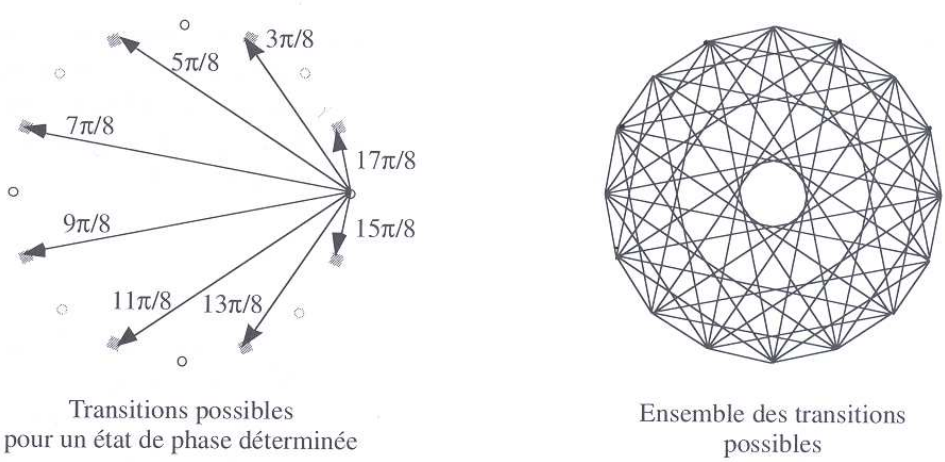


Figure III.3. Transitions possibles par les états de phases.

Au final, la modulation utilise 16 symboles complexes équi-répartis sur le cercle unité qui s'écrivent : $e^{jk\pi/4}$, *et* $e^{j(k\pi/4+\pi/8)}$, *k=0 à 7.*

Mais même si on dispose de 16 symboles pour coder les séquences de 3 bits, seulement 8 transitions de phase sont possibles pour un état de phase donné. Grâce à ce principe, le passage par l'origine du plan complexe est évité.

III.4.Schémas de modulation MCS *(Modulation and coding Schemes) :*

E-GPRS reprend les mêmes principes que GPRS, mais il introduit une extension de la notion de schéma de codage du canal : il définit 9 schémas de modulation et de codage (MCS : *Modulation and Coding Schemes*) pour offrir différents débits et différents niveaux de protection des données contre les erreurs de transmission :

- MCS-1 à MCS-4 : utilisation de l'ancienne modulation GMSK,
- MCS-5 à MCS-9 : utilisation de la nouvelle modulation 8-PSK.

Schéma de modulation et de codage	Type de modulation	Débit nominal (Kbits/s)	Famille
MCS-1	GMSK	8,8	C
MCS-2		11,2	B
MCS-3		14,8	A
MCS-4		17,6	C
MCS-5	8-PSK	22,4	B
MCS-6		29,6	A
MCS-7		44,8	B
MCS-8		54,4	A
MCS-9		59,2	A

Tableau III.1. Les schémas de modulation et de codage dans l'EDGE.

Pour un canal physique, le débit varie de 8.8 à 59.2 kbit/s. Avec l'EDGE, le débit maximal est obtenu en utilisant 8 time-slots d'une trame TDMA et le schéma MCS-9, ce qui nous donne : 8×59.2 = **473.6 kbit/s**. En pratique, le débit est d'environ 170 kbit/s.

Pour les schémas de codage MCS-1 à MCS-6, un ensemble de 4 bursts transporte un seul bloc MAC-RLC. En revanche, les schémas de codage MCS-7 à MCS-9 permettent le transport de deux blocs RLC-MAC dans 4 bursts.

Les différents schémas sont regroupés en 3 familles : A, B et C. Pour chaque famille, les tailles des blocs de données sont des multiples de la même valeur. Ce regroupement permet de simplifier l'adaptation dynamique de lien.

III.5.Adaptation dynamique de lien :

Au cours de la transmission, le schéma de modulation et de codage durant une communication est choisi en fonction des conditions de propagation.

Si la qualité du lien radio est bonne, l'émetteur peut augmenter le taux de codage et/ou passer de la modulation GMSK à la 8-PSK après réception et acquittement des données. Les transitions entre tous les schémas sont possibles :

MCS-1 à MCS-2,

MCS-2 à MCS-3,

MCS-3 à MCS-4…

Si la qualité du lien radio est médiocre, il est possible que, même après plusieurs répétitions, les blocs de données ne soient pas acquittés. Il est alors possible de les retransmettre en utilisant un schéma de codage plus protecteur et/ou une modulation avec moins d'états, mais dans ce cas les blocs de données à transmettre doivent être plus courts. Pour simplifier la retransmission des blocs mal reçus, les transitions entre tous les schémas ne sont pas toutes autorisées. Seules les transitions entre deux schémas de la même famille sont possibles :

MCS-4 à MCS-1,

MCS-5 à MCS-2,

MCS-6 à MCS-3…

En effet, pour une même famille, les tailles des blocs de données sont des multiples de la même valeur. Lors d'une retransmission avec un schéma plus protecteur, l'émetteur va partager un bloc en plusieurs sous-blocs.

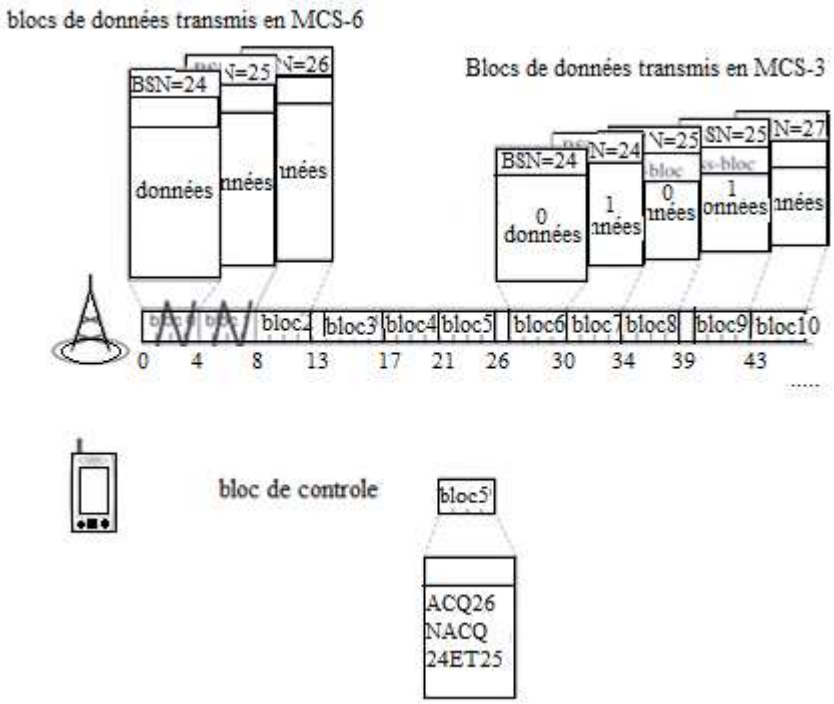


Figure III.4.: Changement de schéma de modulation et de codage pour un même bloc.

Prenons un exemple de l'adaptation dynamique de lien en E-GPRS de la figure III.4. On considère une BTS qui envoie 3 blocs de données de BSN (*Block Sequence Number*) 24, 25, 26. Les données sont transmises en utilisant le schéma de modulation et de codage MCS-6 qui utilise une modulation

8-PSK.

On suppose que le mobile reçoit correctement le bloc 26 mais pas les blocs 24 et 25, il retransmet alors un non-acquittement concernant les blocs 24 et 25 au réseau.

La station de base, décide, après avoir reçu le non-acquittement de la part du mobile, de changer de schéma de modulation et de codage. Elle va choisir alors de passer du schéma MCS-6 au schéma MCS-3, qui est de la même famille (famille A), et qui utilise la modulation GMSK.

Pour passer de MCS-6 à MCS-3, l'émetteur découpe le bloc en deux sous-blocs. Pour ne pas modifier la numérotation des blocs, les deux sous-blocs portent le même numéro de bloc et un champ de l'en-tête qui précise le numéro du sous-bloc : 0 ou 1. **[1]**

Chapitre IV :

Technologies d'accès à Internet

IV.1.Introduction :

Le GPRS est apparu comme le premier réseau mobile capable d'offrir des services en mode paquet. Parmi ces services on trouve le WAP, le Web, les messages MMS et les e-mails. Les services utilisent des protocoles différents, selon les contraintes et la nature de chaque service. Le WAP et le Web sont deux services de navigation qui ont des comportements similaires, mais présentent des caractéristiques différentes.

IV .2. Le réseau Internet :

L'Internet est constitué de tous les réseaux utilisant le même protocole de communication TCP/IP, ce dernier est un ensemble de deux protocoles : un protocole de transport TCP (*Transmission Control Protocol*) et le protocole réseaux IP (*Internet Protocol*).

Il existe deux versions d'Internet : IPv4 et IPv6.La différence réside dans le nombre de bits utilisé pour l'adresse IP. Ainsi pour 128 bits dans la version 6 au lieu de 32, les adresses IP sont plus nombreuses.

IV.2.1 Le TCP/IP :

TCP /IP permet l'interconnexion de réseaux hétérogènes (réseaux de grande distance, MAN, réseaux locaux …), utilisant eux mêmes différents protocoles spécifiques (Ethernet, token ring …). Il repose notamment sur un système d'adresses, des adresses IP sont attribuées à chaque machine**.**

Le modèle TCP/IP décrit quatre couches. Les couches du modèle TCP/IP ont des tâches beaucoup plus diverses que les couches du modèle OSI, car une couche du modèle TCP/IP peut correspondre à plusieurs couches du modèle OSI.

Modèle TCP/IP	Modèle OSI
Couche Application	Couche Application
	Couche Présentation
	Couche Session
Couche Transport (TCP)	Couche Transport
Couche Internet (IP)	Couche Réseau
Couche Accès réseau	Couche Liaison données
	Couche Physique

Figure IV.1. Le modèle TCP/IP

- **La couche accès réseau :** La couche accès réseau est la première couche de la pile TCP/IP, elle offre les capacités pour accéder à un réseau physique quel qu'il soit afin de transmettre des données via ce réseau. La couche accès réseau contient toutes les spécifications concernant la transmission de données sur un réseau physique, qu'il s'agisse de réseau local, de connexion à une ligne téléphonique ou n'importe quel type de liaison à un réseau. Elle prend en charge les notions suivantes :

- Acheminement des données sur la liaison,
- Coordination de la transmission de données (synchronisation),
- Format des données,
- Conversion des signaux (analogique/numérique),
- Contrôle des erreurs à l'arrivée.

- **Couche Internet :** Cette couche gère les notions d'adressage IP. Elle permet l'acheminement des datagrammes (paquets de données) vers des machines distantes. Elle gère aussi la fragmentation et le réassemblage des datagrammes.

- **Couche transport :** La couche transport contient deux protocoles permettant à deux applications d'échanger des données **le protocole TCP** (*Transmission Control Protocol*) et **le protocole UDP** (*User Datagram Protocol*). Le TCP est un protocole fiable, orienté connexion qui permet l'acheminement sans erreur des paquets, UDP est en revanche un protocole plus simple que TCP : il est non fiable et non orienté connexion.

- **Couche application :** La couche application est la couche située au sommet des couches de protocoles TCP/IP. Elle comporte un certain nombre d'applications standardisées qui s'appuient elles-mêmes sur TCP ou UDP telles que le transfert de fichiers (FTP) et la messagerie (SMTP).

Chaque couche de la pile ajoute des informations de contrôle de manière à garantir une transmission de données correcte. **[7]**

IV.2.2.Datagramme IP

Les données circulent sur Internet et dans tout autre réseau IP sous forme de datagrammes (on parle aussi de paquets). Les datagrammes sont des données encapsulées, c'est-à-dire des données auxquelles on a ajouté des en-têtes correspondant à des informations sur leur transport (telles que l'adresse IP de destination).

Les routeurs s'occupent de l'analyse et de la modification des données contenues dans les datagrammes ainsi leurs permettre de transiter.

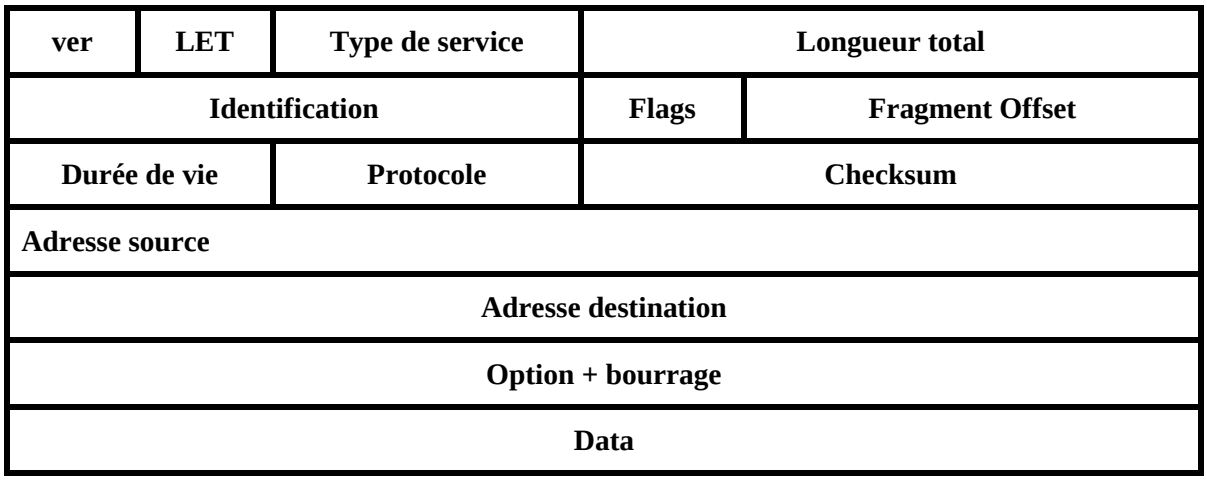


Figure IV.2. Datagramme IPv4

Définition des différents champs :

- **Version** : (4 bits), Le champs Version renseigne sur le format de l'en-tête Internet (IPv4 ou IPv6), dans cet exemple c'est l'IPv4.
- **Longueur d'En-tête** : (4 bits) Ce champs code la longueur de l'en-tête Internet, l'unité étant le mot de 32 bits, et de ce fait, marque le début des données.
- **Type de Service** : (8 bits) C'est une indication sur la qualité de service souhaitée, qui reste cependant un paramètre "abstrait".
- **Type de service :** Il sert à préciser le traitement effectué sur le datagramme pendant sa transmission à travers Internet.
- **Longueur Totale** : (16 bits) Elle correspond à la longueur du datagramme entier, y compris en-tête et données, mesurée en octets.

- **Identification** : (16 bits) Une valeur d'identification assignée par l'émetteur pour identifier les fragments d'un même datagramme.
- **Flags** : (3 bits) Divers commutateurs de contrôle.
- **Fragment Offset** : (13 bits) Ce champ indique le décalage du premier octet du fragment par rapport au datagramme complet.
- **Durée de vie** : (8 bits) Ce champ permet de limiter le temps pendant lequel un datagramme reste dans le réseau.
- **Protocole** : (8 bits) Ce champ indique quel protocole de niveau supérieur est utilisé dans la section donnée du datagramme Internet.
- **Checksum d'en-tête** : (16 bits) Un Checksum calculé sur l'en-tête uniquement. Il permet de vérifier si celui-ci n'a pas été altéré lors de la transmission.
- **Adresse source** : (32 bits) L'adresse Internet de la source.
- **Adresse destination** : (32 bits) L'adresse Internet du destinataire.
- **Options** :(variable) Les datagrammes peuvent contenir des options. Celles-ci doivent être implémentées par tous les modules IP (hôtes et routeur). Dans certains environnements, l'option de sécurité peut être obligatoire dans tous les datagrammes.

Le champ d'option est de longueur variable. Un datagramme peut comporter zéro ou plus options. **[8]**

IV.3.Service Web :

Le World Wide Web, couramment appelé le web est le service le plus populaire d'Internet. Il permet de consulter avec un navigateur Web comme « Explorer ® » ou « Netscape » (pour les mobiles on trouve le navigateur Opera Mobile, Skyfire…), des sites et des pages Web écrites en langage HTML et mises en ligne sur des serveurs Web, en se basant sur une architecture client-serveur.
Le protocole utilisé pour transférer les ressources Web est le protocole de communication hypertexte HTTP.

III.3.1.L'architecture du web :

L'architecture du Web est basée sur trois concepts :

1. **La localisation de l'URL :** Une URL (*Uniform Resource Locator)* est un format de nom universel pour désigner une ressource sur Internet. Il s'agit d'une chaîne de caractères ASCII imprimables qui se décompose en cinq parties: Le nom du protocole, Identifiant et mot de passe, Le nom du serveur, Le numéro de port, Le chemin d'accès à la ressource.

2. **Le protocole HTTP** : Le protocole HTTP (*Hyper Text Transfert Protocol*) est le protocole le plus utilisé sur Internet depuis 1990. Le but du protocole HTTP est de permettre un transfert de fichiers (essentiellement au format HTML) localisés grâce à la chaîne de caractères URL entre un navigateur (le client) et un serveur Web.

3. **Le langage HTML (** *Hypertext Markup Language)* : est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage qui permet d'écrire de l'hypertexte.

En effet, pour accéder à un site Web, l'utilisateur tape l'URL du site sur son navigateur Web (par exemple : http//www.ummto.dz). Pour atteindre le serveur qui héberge le site, il faut connaitre son adresse réseau IP. Afin de localiser le serveur et récupérer son adresse réseau IP, le service utilise le protocole UDP/IP. Une fois que le navigateur reçoit l'adresse réseau du serveur, il peut alors établir une connexion avec ce site, et envoyer sa requête HTML en utilisant le protocole HTTP. Le serveur reçoit alors la demande de recherche d'information qui lui a été demandé et répond en envoyant ces informations en HTML.

IV.3.2.Accès au service web par un mobile GPRS :

L'interconnexion des deux réseaux GPRS et Internet permet un accès à l'abonné au service Web à partir de son terminal.

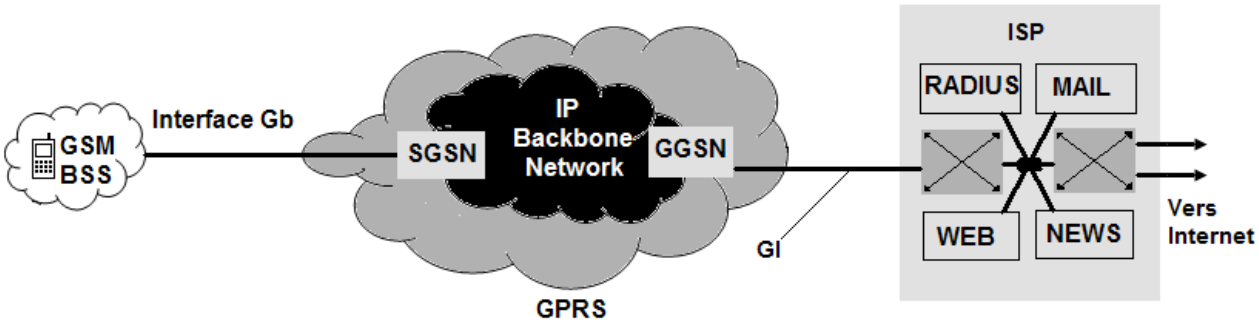


Figure IV.3. Accès à Internet par un terminal GPRS

L'accès est comparable à celui de l'accès à Internet via un modem « dial up ». L'utilisateur compose le numéro de téléphone de son fournisseur d'accès à Internet ISP *(Internet Service Provider*). Le serveur d'accès à distance (RAS) de l'ISP répond à l'appel et initialise la communication avec le modem de l'usager pour négocier la vitesse de transmission ainsi que d'autres paramètres concernant la session. La négociation terminée, un tunnel de communication transparent s'établie directement entre l'ordinateur de l'usage et le réseau du ISP.[17]

Une authentification utilisant le serveur **RADIUS (***Remote Authentification Dial in User Server)* s'effectue avant de garantir à l'usager l'accès à Internet ou ses emails. A ce niveau, l'utilisateur peut se voir allouer une adresse IP dynamique pour la durée de la session par serveur DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*)[17].

On distingue deux façons d'accéder au service Internet :

- Le terminal GPRS est utilisé comme modem, il doit donc être connecté à un ordinateur soit par câble USB, Bluetooth ou Infrarouge. Le terminal mobile peut être simplement une clé USB fournit par l'opérateur munit d'une carte SIM.

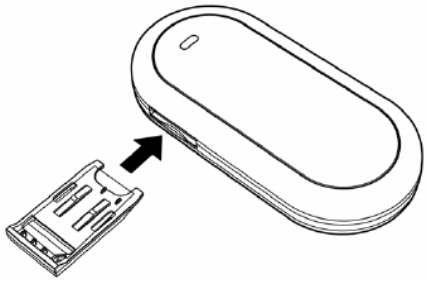


Figure.IV.4.a. Le modem E220 de Huawei

- Un accès directement avec son mobile, si l'on dispose d'appareil assez performant muni d'un navigateur Web, d'une assez grande mémoire, comme les portables multimédia et les PDA phones.

Figure IV.4.b. Le PDA phone QTEK

IV.4.Service WAP :

IV.4.1. Présentation :

Le service WAP (*Wireless Application Protocol* ou en Français Protocole d'application Mobile) est l'un des premières technologies ayant permit l'accès à l'Internet à partir d'un terminal mobile compatible appelé téléphone WAP, c'est-à-dire un terminal mobile contenant un navigateur WAP.
Le WAP est né en 1997 par l'alliance de plusieurs grands groupes de constructeurs de mobiles (Nokia, Ericsson…), d'opérateurs de téléphonie mobile et des multinationales (phone.com, Microsoft…) regroupés au sein d'un forum ouvert : le « WAP forum ». Ce dernier combine un ensemble de protocoles spécifiques (WSP, WTP, WTLS…) et un nouveau langage de communication (WML) optimisé pour la taille de l'écran des terminaux mobiles. La première version, nommée WAP 1.0 est devenue publique en 1999.La dernière version est le WAP 2.0

Parmi les quelques applications du WAP, on trouve :

- L'envoie et la réception des e-mails.
- Le téléchargement de sonneries de téléphone.
- Commerce électronique.
- La gestion de comptes bancaires.
- La réservation d'un billet pour spectacles ou théâtres.

III.4.2.La pile protocolaire du WAP : [9]

La structure du protocole WAP a été décomposée en cinq couches bien distinctes dans le respect des protocoles multicouches du modèle OSI.

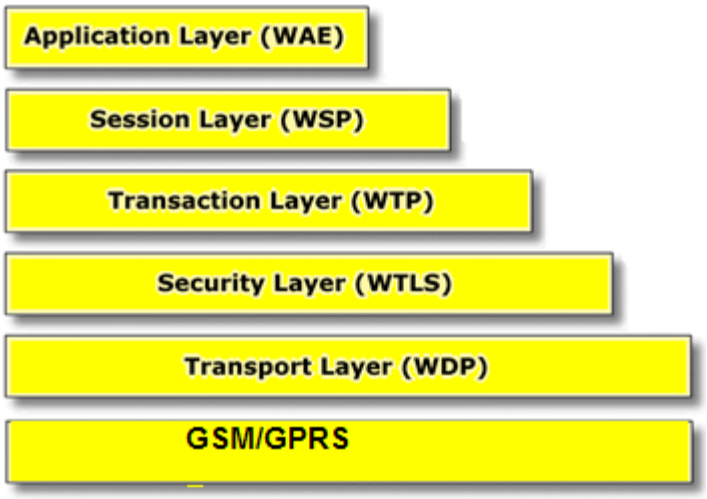


Figure IV.5. Architecture protocolaire du WAP.

1. **La couche WAE :** (*Wireless Application Environment*)

C'est la couche la plus haute de la pile WAP. Le WAE comprend un environnement de micro navigateur répondant aux fonctionnalités suivantes :

- Gestion du WML, langage assez intuitif et héritant du XML. Grâce à un navigateur WAP installé dans le terminal, on peut naviguer entre différents documents et différentes parties d'une page WML.
- Gestion du WML Script, un langage de script simplifiant similaire à JavaScript.
- Le WTA (*Wireless Telephony Application*) un ensemble d'interfaces prédéfinies qui serve à créer des applications téléphoniques.

Chaque terminal mobile est équipé de deux user-agents, des applications permettant d'interpréter des documents et de gérer des événements (le navigateur est lui-même un user-agent).

2. **La couche WSP :** (*Wireless Session Protocol*)

La couche session permet d'établir une session entre un client et un serveur, elle définit deux types de sessions différentes :

- Session orientée connexion dans laquelle la couche session va interagir avec la couche transaction.

- Session non orientée connexion dans laquelle la couche session va directement agir au niveau de la couche transport pour l'envoie de datagrammes.

3. **La couche WTP :** (*Wireless Transaction Protocol*) :

Elle prend en charge la fiabilité du mode connecté du WSP en envoyant les acquittements des paquets reçus pour diminuer le nombre de paquets échangés sur l'interface radio. Les acquittements peuvent être regroupés et envoyés dans un même paquet.

4. **La couche WTLS :** (*Wireless Transport Layer Secure*) :

Cette couche permet de sécuriser les données circulants entre le terminal mobile et la passerelle, elle permet de :

- Crypter les échanges de données
- Garantir l'intégrité des données (vérifier que celles-ci n'ont pas été modifiées)

5. **La couche WDP :** (*Wireless Datagram Protocol) :*

Cette couche permet d'interagir avec les protocoles de transports de données proposées par les opérateurs, c'est par cette couche que sont transmis et reçus tous les datagrammes WAP. Le protocole WDP s'intègre dans la couche transport du modèle OSI, elle assure les fonctions suivantes : Le drainage des ports correspondants aux applications, segmentation, réassemblage et détection d'erreurs.

IV.4.3 Architecture matérielle générale du protocole WAP : [23]

L'architecture WAP définit un certain nombre d'application étant nécessaire pour garantir l'acheminement d'un message par le protocole WAP.

- La mise en place d'un serveur Web.
- L'intégration d'une passerelle ou d'un serveur WAP.
- Le réseau opérateur.
- L'utilisation d'un terminal WAP par le client (terminal ayant un navigateur WAP)

L'architecture du WAP est similaire à celle du « www » car ces deux architectures remplissent la même mission celle de régénérer des documents à partir de différentes sources de données et de les transmettre à un navigateur dédié.

La figure ci-dessous représente le cas général, mais la passerelle peut être située à différents endroits sur le réseau.

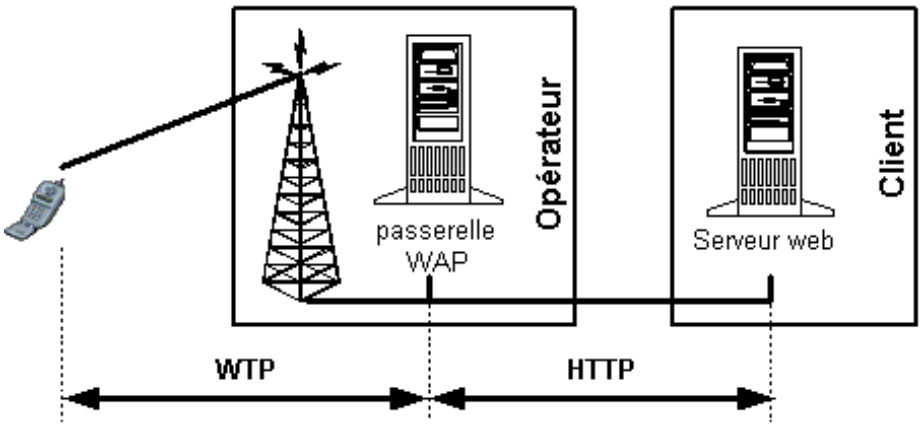


Figure IV. 6. Architecture matérielle du protocole WAP.

1. **Passerelle WAP :**

Le WAP met en œuvre une passerelle permettant de relier le monde du réseau mobile avec celui de World Wide Web. Cette passerelle comprend généralement les fonctions suivantes :

- Traduit les requêtes en provenance de la pile de protocole WAP (WSP, WTP, WTLS et WDP) vers la pile du protocole World Wide Web.
- Assure la fonction d'authentification de sécurité de facturation.
- Compression des données envoyées vers le téléphone afin de faciliter la transmission.
- Gestion des profils utilisateurs.

La figure suivante explicite la façon dont aura lieu un échange d'informations à travers une passerelle lors d'une requête.

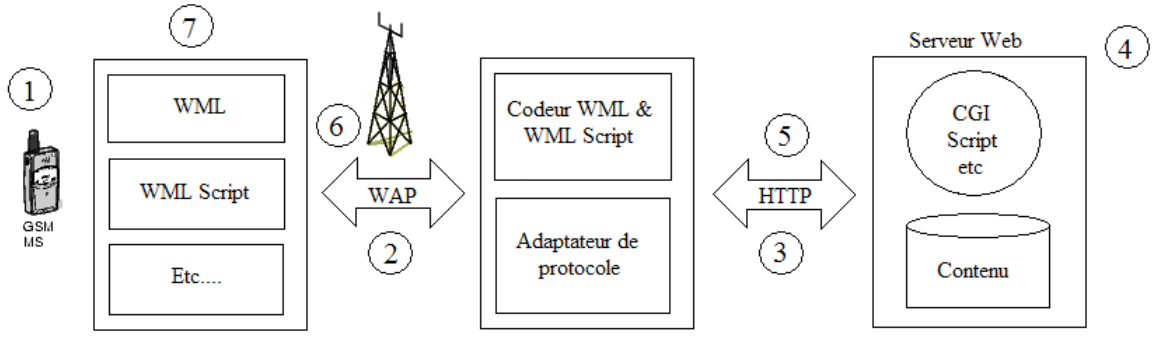


Figure IV.7. Echange d'informations à travers la passerelle WAP.

1) – L'utilisateur appuie sur une touche de son téléphone qui correspond à une URL.

2) – Une requête est envoyée à la passerelle en utilisant le protocole WAP.

3) – La passerelle WAP crée une requête HTTP conventionnelle pour l'URL demandée et la transmet au serveur Web.

4) – Cette requête HTTP est analysée par le serveur Web, si l'URL correspond à un fichier statique (HTML) le serveur Web va chercher ce fichier et lui ajouter un entête HTTP, si l'URL correspond à un script CGI ou autre dans ce cas, le serveur lance l'application correspondante.

5) – Le serveur Web retourne le jeu de cartes WML avec l'entête HTTP ajoutée, ou directement les données WML issus du script.

6) – La passerelle WAP vérifie l'entête HTTP et le contenu WML et code le tout sous une forme binaire. La passerelle crée alors une réponse au format WAP qui est transmise au navigateur.

7) – Le navigateur reçoit une repense. Il interprète le contenu WML et affiche la première carte du jeu de cartes.

2. Serveur Web :

Ce serveur Web n'est pas vraiment similaire aux serveurs du Web classiques qui existent sur Internet qui n'hébergent que les pages HTML. En effet, dans l'architecture WAP, le serveur Web a le rôle de fournir des documents qui seront affichés sur le navigateur via la passerelle WAP, ce serveur Web n'a pas seulement pour but de fournir des documents au format HTML mais également au format WML (*Wireless Mark up Language).* Pour cela, il devrait être lié à des bases de données permettant la traduction des pages HTML en WML.

3. Le réseau opérateur :

Le WAP est un protocole qui n'a pas été définit de façon propriétaire par un opérateur, car il a été établi par plusieurs opérateurs et constructeurs de téléphone mobile en exploitants ainsi quasiment tous les types de supports physiques. Le support physique du GSM/GPRS en est un.

4. Le terminal (ou téléphone WAP) :

On pourra parler du terminal WAP, que par l'existence de son navigateur WAP. En effet, le navigateur se charge de décoder les informations transmises par la passerelle WAP. Le terminal WAP, appelé aussi « Smart Phone » est comparable à un ordinateur doté d'une connexion Internet.

Les navigateurs sont rarement conçus par les fabricants de téléphones mobiles (Alcatel, Ericsson, Siemens…) mais plutôt par des sociétés telles que phone.com ou Microsoft. Les plus connus sont :

- Phone.com UP browser 4.0 : c'est l'un des premiers acteurs sur le marché des navigateurs WAP, celui-ci répond correctement à la norme WML et de nombreux fabricants de matériels lui font confiance.
- Navigateur 7110 : Premier mobile en France à supporter le WAP, le Nokia 7110 dispose de son propre navigateur qui répond à peu près aux normes WML 1.1.
- Microsoft Mobil Explorer : ce navigateur a vu le jour en 2000.

De plus en plus les navigateurs dédiés WAP s'intègrent aux navigateurs Web par défaut.

Chapitre V : Application

Création d'une interface Gb

V.1.Introduction :

Dans le cadre de la réalisation de ce mémoire, nous nous sommes rapprochées du service GPRS de l'opérateur téléphonique Algérien « ATM Mobilis ». L'une des taches essentielles confiées à l'équipe de ce service est la configuration des BSC du territoire national dans l'équipement CGSN, créant alors des interfaces Gb afin de fournir des services de données aux cellules gérées par ces BSC.

V.2.Le GPRS d'ATM Mobilis :

La plateforme GPRS nationale de l'ATM Mobilis se trouve à Mustapha Alger. La couverture GPRS atteint 100% du réseau GSM. Le service Internet est fournit par le ISP « Djaweb » avec une bande passante de 64 Mbits/s.

Le volume du débit cumulé de l'accès Internet pour les utilisateurs sur les interfaces Gb est de :

- 160 Mbps utilisés ;
- 224 Mbps disponibles. [19]

La couverture EDGE d'ATM Mobilis est de plus de 90% du réseau GSM.

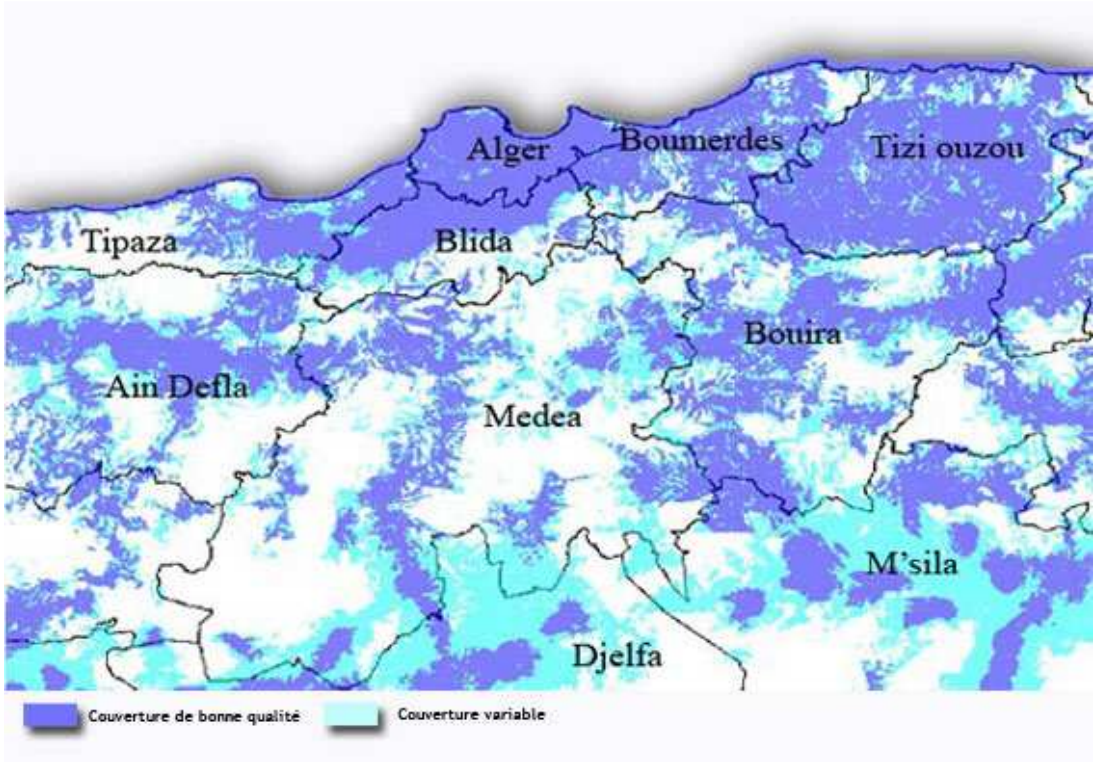


Figure V.1Couverture du réseau ATM Mobilis de la région centre

L'opérateur a lancé sur le marché « la MobiConnect », un modem avec connecteur USB compatible avec : GSM / GPRS / EDGE / 3G / 3G+/LTE. Ce petit terminal permet un accès à Internet mobile de Mobilis [20] (voir l'annexe B).

Au sein du centre GPRS, les nœuds de service et passerelle sont combinés dans une seule entité appelée CGSN (équipement Ericsson).

Des implémentations futures d'autres réseaux cœurs GPRS dans d'autres Wilayas du pays sont prévues par l'opérateur.

V.3.Description du CGSN :

Le CGSN (Combined GPRS Support Node) est une partie du réseau cœur GPRS, c'est la combinaison entre le SGSN et le GGSN. Vu de l'extérieur, le SGSN et le GGSN sont traités comme deux nœuds séparés. Mais pour le Centre d'Explication et de Maintenance, le CGSN est une seule unité.

Dans cette description nous prenons l'exemple d'un CGSN R4 version 3d'Ericsson.

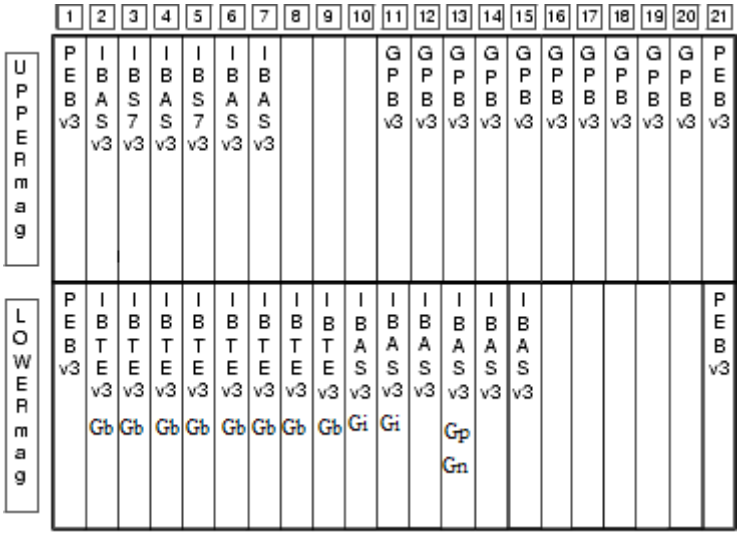


Figure V .2. Le CGSN R4 (G) version3

(G) : pour GSM.

Le CGSN R4 version3 est composé de :

- 2 magazines : Upper mag et lower mag.
- 21 cartes (board) de 20mm pour chaque magazine :

-**PEBv3**: (*Power and Ethernet Board).* L'alimentation du magazine et connexion de la station de travail Unix.

-GPBv3: (*General Processing Board)*Pour les différents traitements

-**IBASv3**: (*Interface Board ATM Single-mode Fiber)* pour les interfaces Gi / Gn / Gp et Gom.

-**IBTEv3**: (*T1and E1 Interface Board*) C'est les interfaces Gb, l'équipement contient 8 cartes, chacune d'elle contient 8 ports appelés « Trunk »

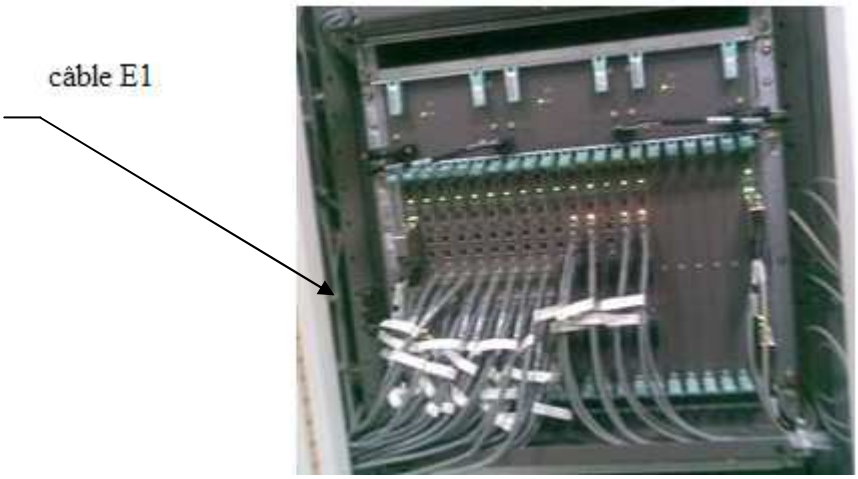


Figure V. 3. Le Lower mag du CGSN R4 v3

V.4.Les identificateurs de l'interface Gb :

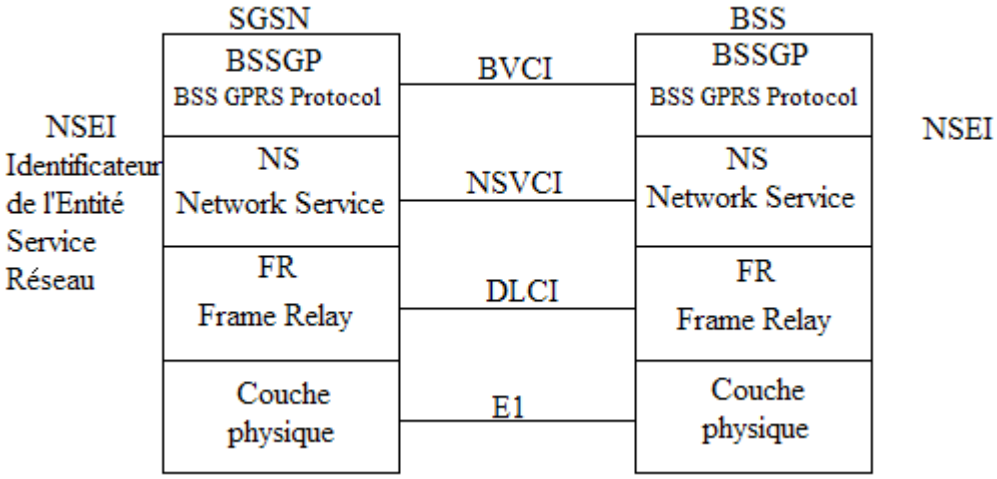


Figure V.4: Les identificateurs de l'interface Gb

Une couche de protocoles gère l'interface Gb. Chaque couche du SGSN est connectée à sa similaire au niveau du BSC soit par une connexion virtuelle ou bien physique (E1). Les identificateurs de l'interface Gb sont :

- **BVCI** BSSGP Virtual Connection Identifier : Identificateur de la connexion Virtuelle BSSGP (BSS GPRS Protocol), On attribue à chaque cellule un BVC, pour que le SGSN communique avec une cellule (transmission de data ou signalisation), il l'identifie grâce au BVCI et retrouve la NS-VC, qui lui correspond.

- **NSVCI** Network Service Virtual Connection Identifier: Identificateur de la connexion virtuelle du service réseau.

Le circuit virtuel permanant **PVC** pour la transmission des données avec la technique Frame Relay quant à lui, il est identifié par le **DLCI** Data Link Connection Identifier, Identificateur de la connexion liaison de données. Le **NSEI** permet d'identifier l'entité du service réseau du PCU.

L'interface Gb est créée en définissant tout les identificateurs du BSC au SGSN (CGSN) pour lui permettre de gérer les paquets de données échangés au sein de cette interface.

V.5.L'Interface en ligne de commande :

Un Shell Unix, aussi nommé **Interface en ligne de commande (CLI)** Unix, est un Shell destiné au système d'exploitation Unix et de type Unix. L'utilisateur lance des commandes sous forme d'une entrée texte exécutée ensuite par le Shell. Dans les différents systèmes d'exploitation Microsoft Windows, le programme analogue est command.com, ou cmd.exe.

Les systèmes d'exploitation de type Unix disposent le plus souvent d'un Shell. A l'origine, l'interpréteur de commandes par défaut était sh, qui évolua en de nombreuses versions. Dans les applications du service GPRS, l'interpréteur de commande est le « gsh » (GPRS Shell).

V.6.Procédure de la création d'une Interface Gb pour le BSC de TIZI OUZOU :

Afin que les cellules GSM soient asservies par le service GPRS, les BSC sont configurés et reliés au SGSN.

La personne qui exécute la configuration et la planification doit :

1. Savoir travailler sur UNIX ;
2. Avoir des connaissances sur le GPRS ;
3. Connaitre le fonctionnement du SGSN.

Les équipements nécessaires sont :

1. Un SGSN
2. Une des stations de travail suivantes :

- Une station de travail Unix connectée au SGSN, soit à travers le centre O&M ou directement connectée au **PEBv3** *(Power and Ethernet Board).*
- Une station de travail connecté à un « Terminal Server » qui est directement branché au **GPBv3** *(General Processing Board*).

V.6.1.Directives :

- Cette procédure englobe la création de timeslots E1, du relais Frame Relay, attribution de DLCI et la définition du NSE et NSVC dans le CGSN,
- Tous les paramètres définis doivent être complets, un double contrôle des paramètres avant de procéder,
- Il faut s'assurer que l'E1 réservé à cette configuration est libre et défini comme interface Gb,
- La définition du nouveau BSC dans le CGSN ne causera pas d'interruption de trafic si elle est faite correctement, cependant, elle peut être réalisée à n'importe quel moment de la journée,
- Il est recommandé d'avoir une carte SIM à sa disposition pour tester ou bien qu'il est une personne qui réalise le teste sur le site asservi par le BSC concerné,
- Si le « GPRS Attach » n'est pas possible, le nouveau BSC créé doit être supprimé.

V.6.2.Etapes de la procédure:

Il faut configurer chaque paramètre l'un après l'autre, comme le montre le schéma synoptique suivant :

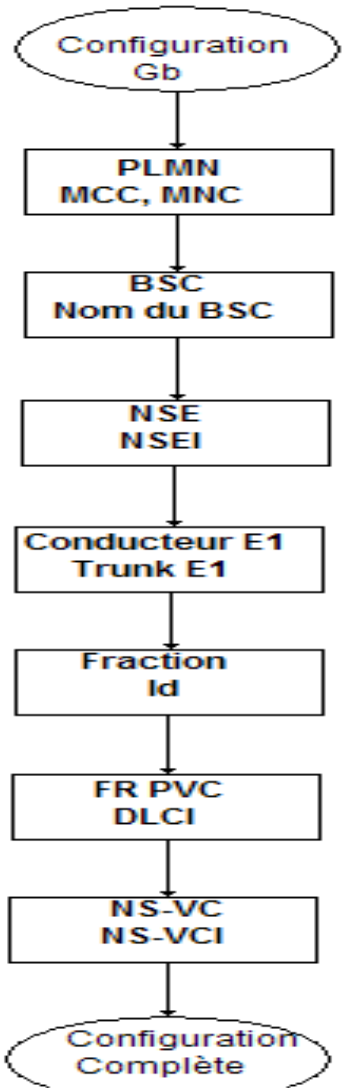


Figure V.5. Les étapes de la configuration

1. Rassembler les paramètres nécessaires pour créer le nouveau BSC dans le CGSN et remplir le datasheet suivant :

datasheet	
Nom du BSC (*BSC Name)*	BSCTIZn
NSEI	9100
NSVCI	910
DLCI	910
Time slots	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Board	2(lower mag),5(slot)
E1 Trunk	7
Fraction	1
CIR	1984000
BC	1984000
BI	0

Tableau V.1 Datasheet de la configuration

1. Créer manuellement le nouveau BSC en utilisant la CLI :

   a) Création du « BSC Name » :

      gsh create_bsc *BSCName*

   b) Création du NSE :

      gsh create_nse *NSEI* **-bsc** *BSCName*

   c) Création des fractions E1 sur le Trunk E1 sélectionné:

      gsh set_e1t1_frac -eq {*EquipmentID***} -trunk** *E1T1trunk* **-frac** *Fraction* **-ts** *TimeslotID*

      Avec: *{ EquipmentID*}= {Magazine, Slot,SubBoard, Processing Module }.

      Les deux dernières valeurs sont toujours à « 1 » pour l'E1.

   d) Création du "Frame Relay" sur le Trunk E1 :

      gsh connect_fr_frac -eq { *EquipmentID* **} -trunk** *E1T1trunk* **-frac** *E1T1trunk* **–dte** *DTE* **-mfs** *MaxFrameSize*

- **DTE :** il indique la fonction de la connexion, il prend « 2 » lorsque la connexion est du côté réseau (c'est-à-dire que l'équipement fonctionne comme un DCE).
- **Max Frame Size mfs:** représente la taille maximum des trames pour l'inteface Frame Relay, cette valeur va de 262 à1600 octet, la valeur par défaut est 1600 octets.

e) Création du DLCI :

gsh set_fr_pvc -eq {*Equipment ID***} -trunk** *E1T1Trunk* **-frac** *Fraction* **-dlci** *DLCI* **-cir** *CIR* **-bc** *BC* **-be** *BE*

- **CIR:** Committed Information Rate: c'est le nombre de timeslots multiplié par 64 000bps.
- **BC :** Committed Burst size, c'est la quantité de données max que l'interface Frame Relay accepte de transmettre.
- **BE :** C'est l'excès de bits, la différence entre CIR et BC.

f) Création du NSVCI*:*
gsh create_nsvc *Nsvci* **-nse** *Nsei* **-eq** *Equipment ID* **-pvc** *PvcId*

- **PvcId: PVC** est le circuit virtuel permanent, le PvcId comporte : TrunkE1, fraction, DLCI.

Exemple du BSC de TIZI OUZOU:

- Les commandes sont :

gsh create_bsc BSCTIZn
gsh create_ nse 9100 -bsc ZBSCTIZn
gsh set_e1t1_frac -eq { 2 5 1 1 } -trunk 7 -frac 1 -ts 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
gsh connect_fr_frac -eq { 2 5 1 1 } –trunk 7 -frac 1 -dte 2 -mfs 1600
gsh set_fr_pvc -eq { 2 5 1 1 } -trunk 7 -frac 1 -dlci 910 -cir 1984000 -bc 1984000 -be 0
gsh create_nsvc 910 -nse 9100 -eq 2,7,1,1 -pvc 7,1,910

On exécute ces commandes en utilisant un PC ordinaire connecté à un serveur réseau par le protocole Telnet.

- Après avoir configuré tous ces paramètres, il faut vérifier le résultat :

1. Tester l'état du NSVC (BSCTIZn) :

```
 === root@eqm01s14p2 ANCB ~ # dnsvc_stat.pl  | grep BSCTIZn
-------------------------------------------------------------------------------------------
       NSVC SUMMARY LIST
-------------------------------------------------------------------------------------------
BSC      NSVCI   NSEI         EQM     TRUNK     FRAC   DLCI          B-STATE         O-STATE
BSCTIZn   910    9100       2,5,1,1     7         1    910          deblocked          alive
```

La NSVC est correcte

2. Tester l'état des BVC (Cellules) :

```
=== root@eqm01s14p2 ANCB ~ # dbvc_stat.pl | grep BSCTIZn
BSC NAME  = BSCTIZn
PTP BVC[NSEI-BVCI]Cell[MCC-MNC-LAC-RAC-CI] O-State  Blocking State
9100-906          603-01-15103-1-19991    available    blocked     BSCTIZn
9100-907          603-01-15103-1-16121    available  deblocked     BSCTIZn
9100-908          603-01-15103-1-16122    available  deblocked     BSCTIZn
9100-909          603-01-15103-1-16131    available  deblocked     BSCTIZn
9100-910          603-01-15103-1-16132    available  deblocked     BSCTIZn
9100-911          603-01-15103-1-16133    available  deblocked     BSCTIZn
9100-912          603-01-15103-1-16151    available  deblocked     BSCTIZn
9100-913          603-01-15103-1-16152    available  deblocked     BSCTIZn
9100-914          603-01-15103-1-16153    available  deblocked     BSCTIZn
9100-915          603-01-15103-1-16171    available  deblocked     BSCTIZn
9100-916          603-01-15103-1-16172    available  deblocked     BSCTIZn
9100-917          603-01-15103-1-16173    available  deblocked     BSCTIZn
```

La liste des cellules étant très longue, on s'est limité à quelques unes uniquement.

La cellule est identifiée par 5 paramètres :

- Le **MCC** : Mobile Country Code, c'est le code du paye ou se trouve le PLMN, pour l'Algérie c'est le 603.
- Le **MNC** : Mobile Network Code, c'est le code du réseau, pour Mobilis c'est le 01
- Le **LAC** : Location Area Code : le code de la zone de localisation, ce BSC gère la zone 15103.
- Le **CI** : Cell Identity. Identité propre à chaque cellule.

La connexion de chaque cellule PTP BVC est identifiée par le NSEI et le BVCI.

2. Vérifier si le BSCTIZn est bien configuré dans la liste globale des BSC :

```
=== root@eqm01s14p2 ANCB ~ # dnsvc_stat.pl

-------------------------------------------------------------------------------------------------
--------

NSVC SUMMARY LIST

-------------------------------------------------------------------------------------------------
--------

BSC       NSVCI NSEI     EQM       TRUNK  FRAC      DLCI      B-STATE     O-STATE
BSCORN1   111   1100    2,6,1,1     1      1        111     deblocked      alive
BSCORN1   112   1100    2,8,1,1     1      1        112     deblocked      alive
ZBSCTLM1 121   1200    2,4,1,1     1     17        121     deblocked      alive
BSCORN2   131   1300    2,5,1,1     2      1        131     deblocked      alive
BSCORN2   132   1300    2,5,1,1     3      1        132     deblocked      alive
ZBSCBCH2 151   1500    1,6,1,1     4     17        151     deblocked      alive
ZBSCLGT   161   1600    1,8,1,1     3      1        161     deblocked      alive
ZBSCSDBL1171   1700    2,3,1,1     3      1        171     deblocked      alive
ZBSCMOHD 180   1800    2,3,1,1     1      1        180     deblocked      alive
ZBSCREL   221   2200    2,4,1,1     2      1        221     deblocked      alive
ZBSCMASC 241   2400    2,4,1,1     2     12        241     deblocked      alive
BSCTPZA   251   2500    2,7,1,1     4      1        251     deblocked      alive
BSCTPZA   252   2500    1,7,1,1     3      1        252     deblocked      alive
BSCOUAR   301    300    1,6,1,1     1      1        301     deblocked      alive
BSCOUAR   302    300    1,7,1,1     4      1        302     deblocked      alive
BSCOUAR   303    300    1,8,1,1     1      1        303     deblocked      alive
ZBSCADR   321   3200    1,6,1,1     4     24        321     deblocked      alive
ZBSCSDBL2341   3400    2,3,1,1     3     12        341     deblocked      alive
ZBSCTRT1 351   3500    2,7,1,1     2      1        351     deblocked      alive
BSCCHF2   391   3900    2,6,1,1     3      1        391     deblocked      alive
BSCCHF1   410   4000    2,7,1,1     1      1        410     deblocked      alive
BSCKHS1   421   4200    1,6,1,1     3      1        421     deblocked      alive
ZBSCTLM2 431   4300    2,4,1,1     1      1        431     deblocked      alive
ZBSCBCH1 441   4400    1,6,1,1     4      1        441     deblocked      alive
ZBSCTSML 551   5500    2,4,1,1     3     17        551     deblocked      alive
BSCSAID   581   5800    2,4,1,1     2     22        581     deblocked      alive
BSCBMDS   611   6100    2,6,1,1     4      1        611       blocked       dead
BSCBMDS   612   6100    2,6,1,1     2      1        612       blocked       dead
ZBSCNAMA 621   6200    2,3,1,1     4      1        621     deblocked      alive
ZBSCBEYD 631   6300    2,3,1,1     4     11        631     deblocked      alive
ZBSCTMCH 641   6400    2,3,1,1     3     22        641     deblocked      alive
ZBSCTDF   651   6500    2,3,1,1     4     21        651     deblocked      alive
ZBSCMOS   691   6900    2,8,1,1     2      1        691     deblocked      alive
ZBSCTRT2 701   7000    2,4,1,1     3      1        701     deblocked      alive
ZBSCGHA   711   7100    1,8,1,1     3     17        711     deblocked      alive
BSCOUAR2 731   7300    1,6,1,1     2      1        731     deblocked      alive
BSCOUAR2 732   7300    1,7,1,1     2      1        732     deblocked      alive
BSCOUAR3 751   7500    1,8,1,1     2      1        751     deblocked      alive
BSCTIZn   910   9100    2,4,1,1     4      1        910     deblocked      alive
 ----------------------------------------------------------------------------------------
```

Le BSC est présent

Le lien avec le BSS est correcte

3. L'étape qui vient après consiste à faire un test d'attachement pour un abonné présent dans la zone de couverture de ce BSC, voici un exemple d'attachement :

   Avant l'attachement au réseau :

```
> gsh get_subscriber -msisdn 213663476674

 Subscriber Data
------------------------------------------------------------
IMSI                          : 603012022336572
Mobile Subscriber ISDN No.    : 213663476674
IMEI                          : Information not available
Roaming Status                : Home
HLR Address                   : 213661000040
Home PLMN APN Operator Id     : mnc001.mcc603.gprs
Subscribed Teleservices       : No SMS
Network Access Mode           : Packet/Circuit Switched
Radio Access Technology       : GSM
Mobility Management State     : Idle
Paging Proceed Flag           :
Routing Area [RAI]            :
Cell [CGI]                    :
P-TMSI                        : 4035573024 (#F089F520)
MSC/VLR Address               : Not Gs connected
Location Confirmed in HLR     : true
Data Confirmed by HLR         : true
```

Mobile à l'état repos → Mobility Management State : Idle

N'est pas localisé → Routing Area [RAI] :, Cell [CGI] :

Puis l'abonné s'attache au réseau, la commande suivante est executée:

```
> gsh get_subscriber -msisdn 213663476674 -a

 Subscriber Data
-----------------------------------------------------------------------
IMSI                                          : 603012022336572
Mobile Subscriber ISDN No.                    : 213663476674
IMEI                                          : 354860020839675
Roaming Status                                : Home
HLR Address                                   : 213661000040
Home PLMN APN Operator Id                     : mnc001.mcc603.gprs
Subscribed Teleservices                       : No SMS
Network Access Mode                           : Packet/Circuit Switched
Radio Access Technology                       : GSM
Mobility Management State                     : Ready
Paging Proceed Flag                           : Set
Routing Area [RAI]                            : 603-01-15103-1
Cell [CGI]                                    : 603-01-15103-16122
P-TMSI                                        : 4035573436 (#F089F6BC)
MSC/VLR Address                               : Not Gs connected
Location Confirmed in HLR                     : true
Data Confirmed by HLR                         : true
Charging Characteristics                      : #0800
Charging Characteristics Profile              :  8
```

Identités de La MS → IMSI, Mobile Subscriber ISDN No., IMEI

Mobile attach → Mobility Management State, Paging Proceed Flag, Routing Area [RAI], Cell [CGI]

L'attachement est réussi :

```
         Mobility Management State    : Ready
```

Alors, il est localisé à la cellule prés:

```
        Cell [CGI] : 603-01-15103-16122
```

- Lorsque le mobile active un contexte PDP pour un accès à Internet, en plus des informations précédentes, la même commande nous donne :

```
    Subscribed PDP
    ------------------------------------------------------------
    Id                                          : 1
    Type                                        : IPv4    allocation d'adresse
    Address                                     : Dynamic ← IP dynamique
    Quality of service                          :
QoS assurée
        allocation/retention priority           : level1
        delay class                             : class1
        reliability class                       : Unack: GTP,LLC. Ack: RLC.
Protected data
Protect-ion des données
        peak throughput (octet/s)               : up to 64000
        precedence class                        : high priority
        mean throughput (octet/h)               : best effort
        traffic class                           : interactive
        delivery order                          : yes
              delivery of erroneous SDU              : yes
                 maximum SDU size (octets)              : 1300
              maximum bit rate for uplink (kbps)     : 576
        maximum bit rate for downlink (kbps)    : 640
        residual BER                            : 4E-3
        SDU error ratio                         : 1E-4
        transfer delay (ms)                     : 0
        traffic handling priority               : level1
        guaranteed bit rate for uplink (kbps)   : 0
        guaranteed bit rate for downlink (kbps) : 0
    VPLMN allowed                               : false
    APN                                         : internet
    PDP Charging Characteristics                :
    PDP Charging Characteristics Profile        :
```

- L'abonné active alors une session WAP :

```
Subscribed PDP
------------------------------------------------------------------------
Id                                          : 2
Type                                        : IPv4  ←type d'adressage IP
Address                                     : Dynamic
Quality of service                          :
    allocation/retention priority           : level1
    delay class                             : class1
    reliability class                       : Unack: GTP,LLC. Ack: RLC. Protected
data
    peak throughput (octet/s)               : up to 64000
    precedence class                        : high priority
    mean throughput (octet/h)               : best effort
```

```
    traffic class                           : interactive
    delivery order                          : yes
    delivery of erroneous SDU               : yes
    maximum SDU size (octets)               : 1300
    maximum bit rate for uplink (kbps)      : 576
    maximum bit rate for downlink (kbps)    : 640
    residual BER                            : 4E-3
    SDU error ratio                         : 1E-4
    transfer delay (ms)                     : 0
    traffic handling priority               : level1
    guaranteed bit rate for uplink (kbps)   : 0
    guaranteed bit rate for downlink (kbps) : 0
VPLMN allowed                               : false
APN                                         : wap
PDP Charging Characteristics                :
PDP Charging Characteristics Profile        :
```

Le service demandé

- Le contexte WAP activé :

```
Active PDP
------------------------------------------------------------------------
Id                                          : 2
NSAPI                                       : 5
Type requested                              : IPv4
Address requested                           : Dynamic
APN requested                               : wap
Addressing nature                           : Dynamic
Address in use                              : 10.102.1.114
APN in use                                  : wap.mnc001.mcc603.gprs
GGSN in use                                 : 213.140.59.147
Quality of service requested                :
    delay class                             : 0
    reliability class                       : 0
    peak throughput (octet/s)               : 0
    precedence class                        : 0
    mean throughput (octet/h)               : 0
Quality of service negotiated               :
    delay class                             : class3
    reliability class                       : Unack: GTP,LLC. Ack: RLC. Protected
data
    peak throughput (octet/s)               : up to 32000
    precedence class                        : high priority
    mean throughput (octet/h)               : best effort
```

La qualité de service négociée

- L'abonné reste inactif pendant quelques minutes, le mobile passe alors à l'état surveillance:

```
>
> gsh get_subscriber -msisdn  213663476674

 Subscriber Data
-----------------------------------------------------
 IMSI                        : 603012022336572
 Mobile Subscriber ISDN No.  : 213663476674
 IMEI                        : 354860020839675
 Roaming Status              : Home
 HLR Address                 : 213661000040
 Home PLMN APN Operator Id   : mnc001.mcc603.gprs
```

```
                Subscribed Teleservices     : No SMS
                Network Access Mode         : Packet/Circuit Switched
l'état          Radio Access Technology     : GSM
du mobile        Mobility Management State :  Standby
                  Paging Proceed Flag       :   Set
Localisation à  { Routing Area [RAI]        : 603-01-15103-1
la zone de      L Cell[CGI]                 :
routage prés
                P-TMSI                      : 4035573436 (#F089F6BC)
                MSC/VLR Address             : Not Gs connected
Identité        Location Confirmed in HLR   : true
temporaire      Data Confirmed by HLR       : true
```

La figure qui suit est un exemple de configuration du BSC de Tizi-Ouzou, avec le choix du Slot 4 et le Trunk 4:

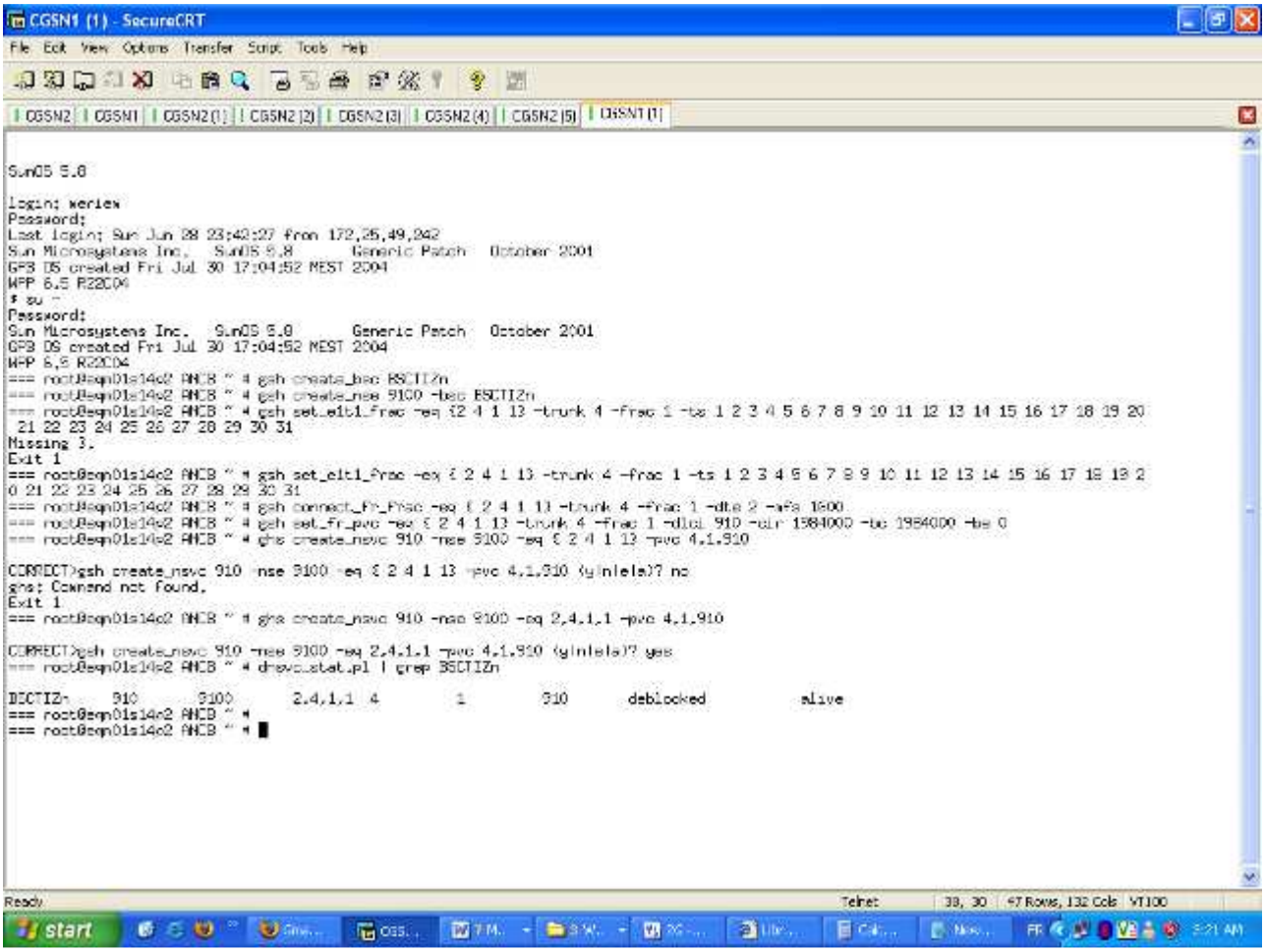


Figure V.6. Configuration d'un BSC de Tizi-Ouzou.

Conclusion générale :

Le thème que nous avons traité nous a permis d'assimiler un très grand nombre de notions et de principes concernant le fonctionnement du GPRS dans le réseau GSM qui offre la possibilité aux abonnés d'accéder à l'Internet mobile à n'importe quel endroit grâce à une excellente gestion de la mobilité.

La création d'une interface Gb demande une planification préalable afin de partager d'une façon rationnelle les ressources disponibles sur cette Interface (les slots E1). Il existe différentes commandes et procédures qui permettent des éventuels changements sur les interfaces déjà créées.

Certes, le GPRS offre une connexion à Internet avec un débit intéressant mais il reste insuffisant et loin d'être celui de l'ADSL. Les concepteurs des réseaux cherchent alors des moyens encore plus efficaces et plus révolutionnaires pour une connexion plus fluide. On parle alors de l'arrivée de l'UMTS (*Universel Mobile Télécommunication System*) sur les réseaux des opérateurs mais aussi du HSDPA (*High Speed Dowlink Packet Access*) avec un débit qui peut atteindre 14Mbits/s.

A l'étranger, on parle déjà de la 4G, le système LTE (*Long Term Evolution*) qui est un projet du 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) qui vise à produire des spécifications techniques pour un débit de plus de 40Mbits/s.

Le stage pratique au service GPRS de l'opérateur « ATM Mobilis » nous a permis de vérifier l'étude théorique sur le terrain. Au cours de ce stage, la méthode de configuration des contrôleurs de stations de base au niveau du nœud CGSN d'Ericsson nous a été présentée et elle constitue un acquit pour nous.

Annexe

Annexe A : Le GSM

Historique :

Le standard GSM (Global System for Mobile Communication) est une norme de radiotéléphonie numérique et cellulaire de 2ème génération. Le réseau GSM est standardisé selon des normes européennes.

La 1ère communication expérimentale effectuée entre un téléphone fixe et un terminal GSM de laboratoire a eu lieu en Juillet 1991, mais le projet GSM datait déjà d'assez longtemps :

En 1979, l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) attribue la bande des 900MHz aux services mobiles, après un accord issu de la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (WARC, World Administrative Radio Conference) .

En 1982, la Conférence Européenne des Postes et Télécommunications (CEPT) crée le Groupe Spécial Mobile (GSM) chargé de définir les normes d'un standard de télécommunication européen, ce qui s'est fait en 1987. Le groupe GSM fixe enfin les bases technologiques de ce système : transmission numérique, multiplexage temporel, type de modulation…

Avec ces spécifications, plusieurs réseaux ouvrent en Europe, l'acronyme GSM devient alors « Global System for Mobile Communication ».

A partir de 1991, une nouvelle bande de fréquence est ajoutée aux services mobiles, il s'agit de la bande des 1800MHz. Des systèmes désignés par DCS 1800 (Digital Cellular System) ont été déployés. L'interopérabilité entre le GSM900 et DCS1800 est réalisée.

Puis, les Etats Unis d'Amérique adoptent le PCS1900 (Personal Communication System) qui est une transposition du GSM vers la bande des 1900MHz.

De nos jours, le réseau GSM est le plus répondu, il offre à ses abonnées les 2 principaux services : transmission de voix et transmission de données.

Dans ce premier chapitre, nous présenterons les caractéristiques et les bases essentielles de cette technologie.

Le Handover :

Le handover est le transfert automatique, intercellulaire ou intracellulaire, d'un canal physique vers un autre, ce qui signifie qu'on alloue un autre canal à un mobile déjà en communication sans qu'il soit interrompu. Le processus du handover est implanté dans la MS, le BSS et le MSC. On distingue deux types de handover : handover intercellulaire et handover intracellulaire

a- Handover intercellulaire : C'est un transfert entre deux cellules qui se produit dans les deux cas suivant :

- Lorsque les mesures du champ du signal montrent qu'il est de faible qualité.
- Pour équilibrer le trafic : lorsqu'une cellule donnée gère beaucoup d'appel, elle peut transférer certaines communications aux cellules adjacentes.

b-Handover intracellulaire : Lorsque le signal reçu échangé entre la MS et la BTS est de faible qualité malgré le bon niveau de la puissance du champ (due aux interférences sur le canal), un handover est effectué, c'est-à-dire que la MS est commutée sur un autre canal de la même cellule.

.Le saut de fréquences:

Le saut de fréquence (*Frequency Hopping*) consiste à changer à chaque fois de porteuse au canal physique, c'est-à-dire que 2 slots successifs ne sont pas transmis sur la même fréquence.

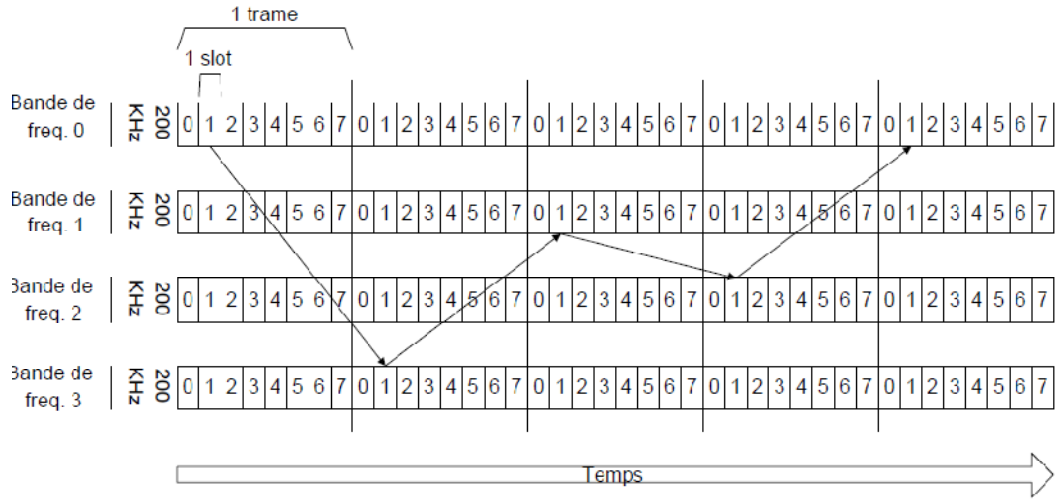


Figure A. Application du saut de fréquence

Cette méthode permet d'éviter la perte totale d'une communication qui est transmise sur une même fréquence qu'une source parasite.

- **Capacité d'un réseau** :

La capacité d'un réseau peut être évaluée par l'équation suivante :

$$C = \frac{n}{N.w} \quad \text{(nombre de canaux par cellule et par hertz)}\ldots.(I.2)$$

Avec :

- w : largeur de la bande de fréquence en duplex (l'émission+ réception dans un appel), pour le GSM900, w= 2×200KHz.
- n : nombre de canaux par porteuse, n=8.
- N : taille du motif, appelé aussi facteur de réutilisation.

Annexe B : La MobiConnect

La MobiConnect a été lancée sur le marché le mois de janvier 2008.

C'est un modem E220 fournit par la le fabriquant chinois « Huawei ».

Les caractéristiques de cette clé sont décrites dans le tableau qui suit :

Forme	Antenne intérieur Dimension: 89×43×14.5mm Poids: <50g
Caractéristiques	HSDPA: 7.2Mbps (DL) UMTS: 384kbps (UL)
	Données et SMS
Spécifications	HSDPA/UMTS 2100MHz GSM/GPRS/EDGE 900/1800/1900MHz EDGE Class 12
	SE: Windows 2000, XP, Vista et MAC
	Mini USB
Service **Data**	GSM CS: UL 9.6kbps / DL 9.6kbps GPRS: UL 26.8kbps / DL 53.6kbps EDGE: UL 118.4kbps / DL 236.8kbps UMTS CS: UL 64kbps / DL 64kbps UMTS PS: UL 384kbps / DL 384kbps UL UMTS/DL HSDPA: UL 384kbps / DL 7.2 Mbps
Service SMS	Support SMS basé sur le domaine CS pour GSM ou UMTS Support SMS basé sur le domaine PS pour UMTS ou GPRS
Installation Software	Auto installation

Tableau B caractéristique de la MobiConnect

Annexe C: WML (Wireless Markup Language)

C’est un langage qui a été défini par le WAP Forum par une DTD (Document Type Définition). Une DTD peut être vue comme la grammaire du langage considéré. Contrairement à HTML, une source WML non conforme à la DTD est rejetée.
Un fichier WML ne définit pas une « page » mais un « tas » constitué d'un ensemble de cartes identifiées de manière unique au sein ce tas par leur identifiant.

Invariablement, la structure de base d'un document WML sera toujours la suivante:

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM/DTD WML1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml" encoding="UTF-8"? >
<wml>
<card id="un">.....</card>
<card id="deux">.....</card>
<card id="trois">.....</card>
</wml>
```

La première ligne stipule la version WML utilisée en faisant référence au XML, car WML est un langage dérivé du XML. Tous les tas doivent comporter un tel en-tête.
La balise<wml> définit le tas et </card> spécifie une carte.

Annexe D Le CGSN R4 v3 :

La description matérielle du CGSN v3 d'Ericsson :

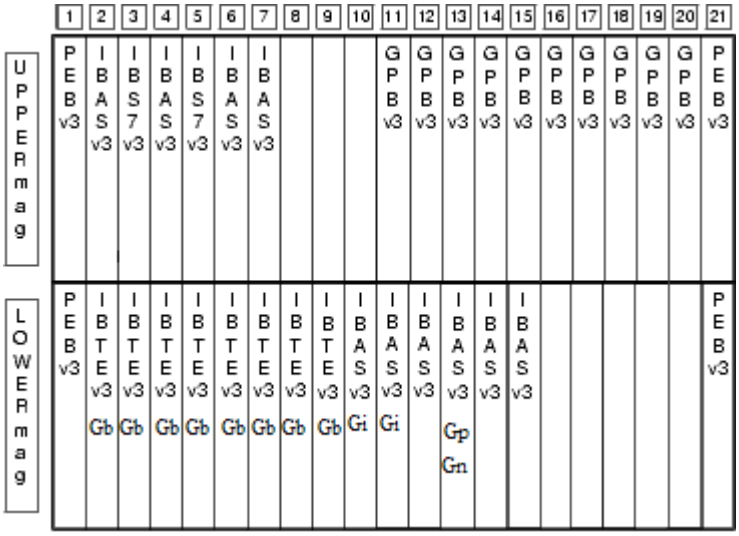


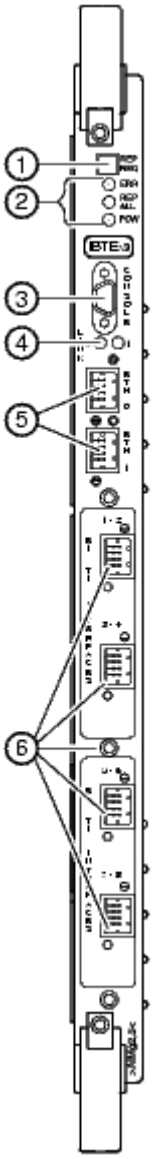
Figure C.1. Le CGSN R4 v3

Cet équipement est dévisé en deux magazines : Upper mag et Lower mag

Description du PIU(unité enfichable)	Interface Externe	Leur rôle dans le CGSN	Le PIU(Plug-In Unit)
Power and Ethernet Board	aucune	Alimentation du magazine et interconnexion	PEBv3
General Processing Board	aucune	AP (Application Processor)	GPBv3
ATM Single-mode Fiber Interface Board	Deux connecteurs ATM pour le single-mode et deux connecteurs Ethernet	Interfaces Gi, Gn/Gp, et Gom	IBASv3
SS7 Interface Board	Quatre connecteurs SS7 pour l'E1 et le T1	Interfaces Gr, Gd, Ge, et Gs	IBS7v3

Tableau C. Les PIUs du CGSN R4 v3

E1/T1 Interface Board version 3 (*IBTE*v3):



L'IBTEv3 fournit 8 interfaces E1/T1

1. **Repair Request Button**:
   Lorsqu'on presse sur le bouton, la demande de réparation est activée, la partie logiciel va donc préparer le PIU pour qu'il soit enlevé et réparé. Une fois prés à être enlevé, la LED« Repair Allowed LED) s'active.

2. **Board Status LEDs:**

   Trois LEDs pour signaler l'état de l'IBTEv3:

   - Repair Allowed LED : LED Jaune signalant que le IBTEv3 est prêt à être retiré
   - Error LED : Elle s'allume en rouge pour signaler des erreurs détectées.
   - Power LED : elle s'allume en vert lorsque l'alimentation secondaire est présente.

3. **Console Connector** : c'est un port RS232 pour la connexion temporaire du serveur terminal.

4. **Link LEDs 0 -1 :**Elles ne sont pas utilisées

5. **ETH Connectors (Ethernet) :** pas utilisés

6. **E1/T1 Connectors :** 8 interfaces pour le E1 (2Mbps) (interfaces Gb) ou le T1(1,5Mbps). Chaque connecteur contient deux ports appelés « Trunk ».

Figure C.2. L'IBTEv3

GLOSSAIRE

8PSK: 8 Phases Shift Keying

A

AMRF : Accès Multiple à Répartition Fréquentielle.
AMRT : Accès Multiple à Répartition Temporelle.
ARFCN: Absolute Radio Frequency Channel Number.
APN: Access Point Name
ATM Mobilis: Algerie Télécom Mobile Mobilis
AuC: Authentification Center

B

Bc: Committed Burst size
BCCH: Broadcast Control Channel
BCH: Broadcast Channel
BCS: Block Check Sequence
Be: Excess Burst size
BG: Border Gateway
BSC: Base Station Controller
BSIC: Base Station Identity Code
BSN: Block Sequence Number
BSS: Base Station Sub-system
BSSGP: Base Station SubSystem GPRS Protocol
BTS: Base Transceiver Station
BVC(I): BSSGP Virtuel Connection(Identifier)

C

CCCH: Common Control Channel
CCITT: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CEPT: Conférence Européenne de Postes et des Télécommunications
CGSN: Combiner GPRS Support Node
CI: Cell Identifier
CIR: Committed Information Rate
CGF: Charging Gateway Function
CGI: Cell Global Identity
CS-n: Coding Scheme number

D

DCCH: Dedicated Control Channel
DCE: Data Circuit terminating Equipment
DCS : Digital Cellular System
DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol
DL: Downlink
DLCI: Data Link Connection Identifier
DNS: Domain Name Server
DTE: Data Terminal Equipment

E

E1: E-Carrier 1
EDGE: Enhanced Data rates for GPRS Evolution
EEPROM: Electrically Erasable Programmable ROM.
EGPRS: Enhanced GPRS
EGSM: Extent GSM**EIR**: Equipment Identity Register

F

GLOSSAIRE

FACCH: Frequency Associated Control channel
FD/TDMA: Frequency Division/Time Division Multiple Access
FDMA: Frequency Division Multiple Access
FFH: Fast Frequency Hopping
FH: Frame Header
FR: Frame Relay
FTP: File Transfer Protocol
G
GGSN: Gateway GPRS Support Node
GMSC: Gateway MSC
GMSK: Gaussian-filter Minimum Shift Keying
GMM: GPRS Mobility Management
GPBv3: General Processing Board version3
GPRS: General Packet Radio Service
GSM: Global System for Mobile communication
GTP: GPRS Tunnel Protocol
H
HLR: Home Location Register
HSDPA: High Speed Downlink Packet Access
HTML: Hypertext Markup Language
HTTP: Hyper Text Transfer Protocol
I
IMEI: International Mobile Equipment Identity
IMSI: International Mobile subscriber Identity
IP: Internet Protocol
IBASv3: ATM Single-mode Fiber Interface Board version3
IBS7v3: SS7 Interface Board version3
IBTEv3: T1 and E1 Interface Board
ISP: Internet Service Provider
L
LA: Location Area
LAC: Location Area Code
LAI: Location Area Identity
LAPD: Link Access Protocol on the D channel
LAPDm: Link Access Protocol on the Dm channel
LLC: Logical Link Control
LMI: Local Management Interface
LTE: Long Term Evolution (4G)
LU: Location Update
M
MAC: Medium Access Control
MCC: Mobile Country Code
MFS: Max Frame Size
MNC: Mobile Network Code
MCS: Modulation and Coding Schemes
MIC : Modulation par Impulsions Codées
MMS: Multimedia Messaging Service
MS: Mobile Station

MSC: Mobile Switching Center
MSISDN: Mobile Station ISDN
MSK: Minimum Shift Keying
MSRN: Mobile Station Roaming Number
MT: Mobile Terminal
N
NMC: Network Management Center
NS: Network Service
NSAPI: Network Service Access Point Identifier
NSE (I): Network Service Entity (Identifier)
NSS: Network Sub-System
NSVC (I): Network Service Virtual Connection (Identifier)
O
OMC: Operation and Maintenance Center
OSI: Open Systems Interconnection
OSS: Operation Subsystem
P
PACCH: Packet Associated Control Channel
PAGCH: Packet Access Grant Channel
PBCCH: Packet Broadcast Control Channel
PCH: Paging Channel
PCU: Packet Control Unit
PDCH: Packet Data Channel
PDN: Packet Data Network
PDP: Packet Data Protocol
PDTCH: Packet Data Traffic Channel
PDU: Protocol Data Unit
PEBv3: Power and Ethernet Board version 3
PIN: Personal Identification Number
PIU: Plug-In Unit
PLMN: Public Land Mobile Network
PLL: Physical Link Layer
PNCH: Packet Notification Channel
PPCH: Packet Paging Channel
PRACH: Packet Random Access Channel
PSTN: Public Switched Telephone Network
PTM: Point to Multipoint
P.TMSI: Packet Temporary Mobile Subscriber Identity
PUK: Personal Unblocking Key
PTP: Point to Point
PTCCH: Packet Timing Advance Control Channel
PVC: Permanent Virtual Circuit
PVC Id: PVC Identity
Q
QoS: Quality of Service
R
RACH: Random Access Channel
RADIUS: Remote Authentification Dial in User Server

RAM: Random Access Memory
RAI: Routing Area Identifier
RBS: Radio Base Station
RFL: Physical Radio Frequency Layer
RLC: Radio Link Control
ROM: Read Only Memory
RTC : Réseau Téléphonique Commuté
S
SCH: Synchronisation Channel
SDCCH: Stand Alone Dedicated Channel
SFH: Slow Frequency Hopping
SGSN: Serving GPRS Support Node
SIM: Subscriber Identity Module
SM: Session Management
SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
SMS: Short Message Service
SNDCP: Subnetwork Dependent Convergence Protocol
T
T1: T-Carrier
TA: Time Advance
TCH: Traffic Channel
TCP: Transmission Control Protocol
TDMA: Time Division Multiple Access
TE: Terminal Equipment
TFI: Temporary Flow Identity
TLLI: Temporary Link Layer Identity
TMSI: Temporary Mobile Subscriber Identity
TRX: Transmitter/Receiver
TS: Time Slot
U
UDP : User Datagram Protocol
UL: Uplink
UMTS: Universal Mobile Telecommunication System
URL: Uniform Resource Locator
USB: Universal Serial Bus
USF: Uplink State Flag
V
VLR: Visitor Location Register
W
WAE: Wireless Application Environment
WAP: Wireless Application Protocol
WDP: Wireless Datagram Protocol
WML: Wireless Markup Language
WSP: Wireless Session Protocol
WTA: Wireless Telephony Application
WTLS: Wireless Transport Layer Secure
WTP: Wireless Transaction Protocol

Bibliographie

[1] « Réseaux GSM », 5e édition revue et augmentée, Xavier Lagrange-Philippe Godlewski-Sami Tabbane.

[2] « Concepts Cellulaires et Paramètres Radio », cours d'Informatique et Réseaux, Paris Télécom, Philippe Godlewski-Philippe Martins-Marceau Coupechoux.

[3] « Les systèmes cellulaires d'origine européenne », Mobile Book, édition Eyrolles.

[**4]** « GPRS for Mobile Internet **»** Par Emmanuel Seurre, Patrick Savelli, Pierre-Jean Pietri

[**5]** « Un logiciel d'illustration des protocoles GSM et GPRS sur la voie radio**»** Martin De Wulf

[6] «EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) » Christelle GARNIER.

[7] « Implémentation d'une application Web dans un environnement Internet /Intranet », Département d'éléctronique.Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Promotion 2001.
Amirou Kamel

[8] « Etude des protocoles pour réseaux informatiques», Université d'Oran .Promotion 2005

[9] « Accès à Internet pour les mobiles », mémoire d'ingénieur, Institut de Télécommunication Abdelhafid BOUSSOUF- Oran, Promotion 2005.

COULIBALY Aissata Françoise-MALLE Nouhoum.

[10] « Conception et développement d'un outil d'aide à l'analyse des indicateurs qualité d'un réseau GPRS », mémoire d'ingénieur, Ecole Supérieure des Communications de Tunis, Promotion 2007
MBARKI Rachid.

[11] « GENERAL PACKET RADIO SERVICE IN GSM », thèse de maitrise, Université de New Jersey.
JIAN Cai

[12] « Mesures sur réseau GSM et GPRS », Université d'Avignon,France.
Frédéric Cespedes-Yoann Lefebvre .

[13] «Etude da la signalisation Sémaphore dans le réseau GSM»
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Promotion 2006
Khadidja Haouchine

[14] « GPRS Dimensioning and Performance Workshop- GPRS Interface Radio Configuration». Document Ericsson.

[15] « ATM Fundamentals» de Ericsson.

[16] «The evolution of the EDGE»,Février 2007. Document Ericsson

[**17] «**GPRS System Survey» (LZT 123 887 R7A). Ericsson 2008

[18] « ALEX: Active Library Explorer » .Ericsson 2007

[19] « Internet: L'accès Haut Débit sur Mobile » ATM Mobilis Mars 2009.

Layachi Boudaoua (Directeur de projet)

[20] « Cours de formation sur les modems USB E220 de Huawei ». Document Mobilis.

[21] « Principes de base du fonctionnement du réseau GSM ». *Revue de l'AIM*, pages 3.18 C. DEMOULIN, M. VAN DROOGENBROECK

[22] « Réseaux Cellulaires : Du système GSM au système GPRS » Par Jean CELLMER Chef du département télécommunications, Réseau ferré de France.

[23] « La technologie WAP » Université Claude Bernard LionI. Option réseaux. Octobre 2000.