

*MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU 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 Master Académique en Electronique
Option : Télécommunication et Réseaux*

Thème :

*Configuration du EDGE en vue de l'amélioration
du débit et la qualité de transmission. MOBILIS*

Promoteur :

Mr. Ait-Bachir Youcef

Encadreur :

Mr. Oukil Mustapha

Présenté par :

Mlle .KHOUAS Lydia

Mlle .MAHIOUZ Tinhinane

Année universitaire 2012/2013

Remerciement

*Nous tenons à remercier ;
Tous d'abord le bon Dieu de nous avoir donné le
courage et la patience pour mener à bien ce
travail pendant toute cette longue année.*

*Nous tenons à remercier vivement notre
promoteur Mr. Ait Bachir*

Pour ces conseils et son orientation.

*Nos sincères remerciements s'adressent à notre
encadreur Mr. Ouqil Mustapha pour nous avoir
suivis et dirigés durant toute la période de
réalisation de notre stage pratique.*

*Nous remercions chaleureusement les membres
du jury pour l'honneur qu'ils nous font en
acceptant de juger ce mémoire de fin d'études.*

*Nous remercions tous les enseignants et les
responsable de notre département, surtout*

Mr .AMMI

*Enfin, nous remercions toutes les personnes
ayant contribué de près ou de loin au bon
accomplissement de notre travail.*



*Je tiens à dédier ce modeste travail tout d'abord à mes très
chers parents*

*qui mon beaucoup soutenu et encouragé durant toutes mes
années d'études*

à mon cher frère MASSINISSA et ma chère sœur TIFAN

A ma chère binôme (khouas lydia) et à toute sa famille.

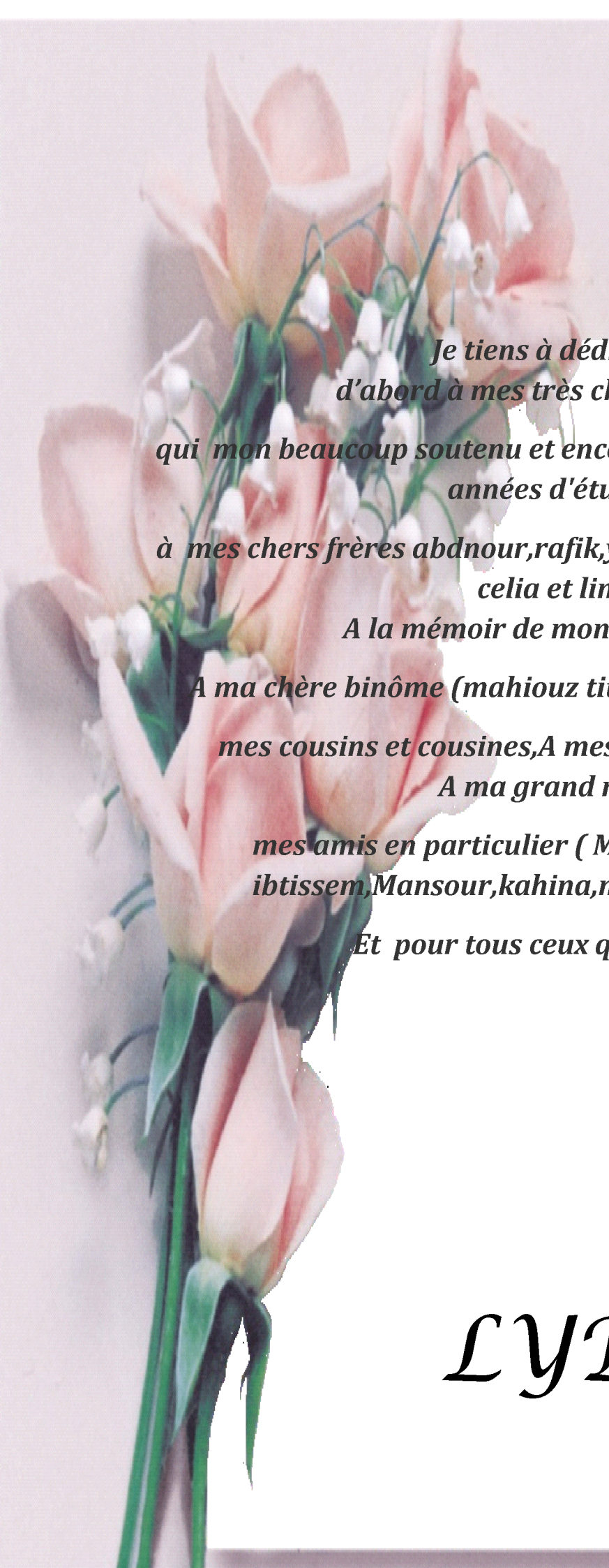
A mes cousins et cousines, A mes oncles et mes tantes.

*A mes amis en particulier (Mansour, Malek, Dyhia, lamia,
ibtissem, karima, kamra, kahina, Titi, djamel, hichem, so).*

Pour tous ceux que j'oublie.

A tous merci

TINHINANE



*Je tiens à dédier ce modeste travail tout
d'abord à mes très chers parents*

*qui mon beaucoup soutenu et encouragé durant toutes mes
années d'études*

*à mes chers frères abdnour, rafik, yanis et mes chères sœurs
celia et lina*

A la mémoire de mon grand père

A ma chère binôme (mahiouz titi) et à toute sa famille.

mes cousins et cousines, A mes oncles et mes tantes.

A ma grand mère

*mes amis en particulier (Malek, Dyhia, lamia,
ibtissem, Mansour, kahina, mouhend a3layen).*

Et pour tous ceux que j'oublie.

A tous merci

LYDIA

Sommaire

Introduction Générale	1
Chapitre I	3
Partie A: Réseau GSM.....	3
I. Introduction au réseau GSM.....	3
II. Architecture du réseau GSM	3
II.1.La station mobile (MS).....	4
II.2. Sous-système radio (BSS).....	4
II.3. Sous-système réseau (NSS)	5
II.4. Sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS).....	6
III. l'interface radio :	7
III.1. transmission sur l'interface radio.....	8
III.1.1. partage de fréquence	9
III.1.2.Les méthodes d'accès au réseau GSM.....	9
III.1.3. Structure du burst.....	10
III.1.4. La modulation GMSK.....	12
VI. Canaux logiques	12
VI- Transmission de données sur le GSM	16
Conclusion	17
Partie B Réseau GPRS	18
I. Présentation de GPRS	18
I.1. La Commutation par paquets	19
I.2. L'augmentation du débit utilisateur.....	19
I.3. Gestion de la qualité de service QoS (Quality of Service).....	20
II. Architecture du réseau GPRS :.....	21
II.1. Le terminal mobile MT.....	22
II.2. Au niveau de la BSS.....	23
II.3. Au niveau du réseau cœur :.....	23
III. Le canal radio du GPRS.....	23
III.1.Transformation d'un paquet en burst	23
III.1.1 .Accès au canal	25

III.1.2. Pile protocolaire.....	26
IV. Codage utilisé dans le réseau GPRS.....	28
V. Réseau EDGE.....	30
Chapitre II.....	31
I.	
Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
II.	
Presentation.....	Erreur ! Signet non défini.
III.	
Intégration de la technologie EDGE dans le GSM.....	Erreur ! Signet non défini.
IV. Modifications de la couche physique.....	34
IV.1. Modulation.....	34
IV.2. Structure du Burst.....	35
V. Mode packet (EGPRS).....	36
V.1.Manipulation de paquets.....	36
V.2.Entrelacement.....	38
V.3. Schémas de codage.....	39
VI. Contrôle de la qualité de liaison.....	41
VI.1.adaptation dynamique de lien.....	42
VI.2.la redondance incrémentale.....	43
VI.2.1.principe de Codage du canal EGPRS.....	43
VI.2.2. Principe de la redondance incrémentale.....	44
Conclusion.....	46
Chapitre III.....	47
I. Introduction.....	47
II. La mise en œuvre EDGE Evolution.....	48
III. Les Améliorations EDGE Evolution.....	49
III.1.réduction de la latence (réduction des délais d'attente et le temps aller-retour).....	49
III.2. Augmentation du débit et une meilleure efficacité.....	51
III.2.1. Double porteuse sur la voie descendante.....	51
III.2.2.Modulation d'EDGE Evolution.....	52
III.2.3. schémas de codage du EDGE Evolution.....	54

III.2.4. Mobile Station Receiver diversité (MSRD)	56
III.2.4.1. Transmissions et réceptions simultanées.....	57
III.2.4.2. La couverture du service MSRD	57
III.2.5. Mobile classe Multi slot	57
IV. Résultats obtenus en utilisant les fonctionnalités EDGE.....	59
Chapitre IV	60

Aucune entrée de table des matières n'a été trouvée.

Avant Propos

Ce travail a été effectué dans le cadre d'un projet de fin d'études du cycle de formation du Master académique diplômés en Electronique option télécommunications et Réseaux à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. Il a été réalisé au sein du département d'NPOC Radio de la direction technique de l'entreprise MOBILIS d'ALGER.

Dans ce contexte, notre projet intitulé « **Configuration du EDGE en vue l'amélioration du débit et la qualité de transmission** » consiste à améliorer le *throughput* dans le réseau EDGE de Mobilis. L'objectif majeur de ce projet est d'étudier le réseau EDGE implémenté par le constructeur Ericsson, afin de déterminer la meilleure démarche à suivre et d'analyser, par la suite, les résultats des techniques utilisées pour améliorer le débit.

Introduction Générale

Introduction générale

La demande croissante de communication a accéléré l'évolution des télécommunications dans le monde. Ainsi, après le succès inattendu du GSM (Global System for Mobile communications) en communication vocale et du GPRS (General Packet Radio Services) en communication de données, quelques opérateurs et constructeurs se sont lancés dans le développement d'une nouvelle norme qui satisferait la clientèle. Les opérateurs opportunistes ont pu bénéficier d'une licence pour exploiter la bande 2 GHz dès le début de sa commercialisation. Par contre, ceux qui n'ont pas cru au projet IMT 2000 (3G) se sont trouvés dans une situation très délicate devant le nombre limité et le coût important des licences. Néanmoins, ils ont pu investir dans une solution plus économique qui consiste à faire évoluer la norme GSM/GPRS vers une norme plus fructueuse en débit et en services. De ce fait, vers la fin de l'année 1999, un nouveau standard a été normalisé par *Union International des Télécommunications* qui peut atteindre un débit théorique de 384 Kbps.

La migration du réseau GPRS vers le réseau EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) permet aux opérateurs de faire évoluer leur réseau sans besoin d'investir beaucoup d'argent dans la licence et les équipements, c'est le cas en Algérie où le *throughput* offert par le GPRS est devenu insuffisant. Toutefois, l'intégration du EDGE est insuffisante pour profiter au maximum de ces potentialités. Une nouvelle évolution du *throughput* s'avère d'une nécessité aux opérateurs qui veulent offrir une meilleure qualité de service à leurs abonnés. Cette évolution du EDGE consiste à introduire des nouvelles fonctionnalités a fin d'atteindre un débit théorique de 1Mbit/s.

Le *throughput* est d'une part lié directement aux conditions de propagation sur l'interface radio tel que les interférences inter cellule et d'autre part, dépend des capacités, en termes de ressources d'accès, alloués aux utilisateurs. Ainsi, l'objectif de ce projet de fin d'études est d'améliore le *throughput* du réseau réel de Mobilis sur les équipements Ericsson.

Quelles pourraient être les moyens d'ingénierie à adopter ? et que pourrions nous retenir comme résultats ?

Le travail effectué se répartit en cinq chapitres. Dans le premier chapitre, nous spécifions un état de l'art de l'architecture du réseau GSM/GPRS ainsi l'introduction à la technologie EDGE.

Le deuxième chapitre consiste à présenter les modifications apportées au réseau en intégrant la technologie EDGE ainsi son fonctionnement.

Le troisième chapitre illustre l'évolution du EDGE Featur.

Le quatrième chapitre traite les performances du réseau GPRS/EDGE en se basant sur le débit, le schéma du codage, le data, le BLER.

Le cinquième chapitre, se focalise sur notre application dont son objectif d'atteindre un débit de 1Mbit/s.

Enfin on termine par une conclusion générale.

Chapitre I :
Introduction aux Réseaux GSM/GRRS/EDGE

Réseau GSM

I. Introduction au réseau GSM

Parmi les systèmes des radios communications mobiles, le GSM (Global System for Mobile communication) en particulier, est aujourd'hui à la tête des systèmes cellulaires numériques, il offre un très grand nombre de services, et permet l'échange d'information entre deux ou plusieurs usagers avec une qualité raisonnable. Le GSM a été rapidement accepté et a vite gagné des parts de marché, qu'aujourd'hui plus de 180 pays ont adopté cette norme et plus d'un milliard d'utilisateurs sont équipés d'une solution GSM.

II. Architecture du réseau GSM

Un réseau de radiotéléphonie a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC). Il s'interface avec le RTC et comprend des commutateurs. Il est caractérisé par un accès très spécifique: la liaison radio. Enfin, comme tout réseau, il doit offrir à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance. Un réseau de radiotéléphonie peut donc se découper en trois sous ensembles :

- **Le sous-système radio BSS** (Base Station Sub-system) qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.
- **Le sous-système d'acheminement appelé couramment réseau fixe NSS** (Network Switching Sub-system) qui réalise les fonctions d'établissement des appels et de la mobilité.
- **Le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS** (Opération and Support System) qui permet à l'exploitant d'administrer et de gérer son réseau.

A ces trois sous-systèmes propres au réseau, il faut ajouter bien sûr le poste mobile (**MS**, Mobile Station).

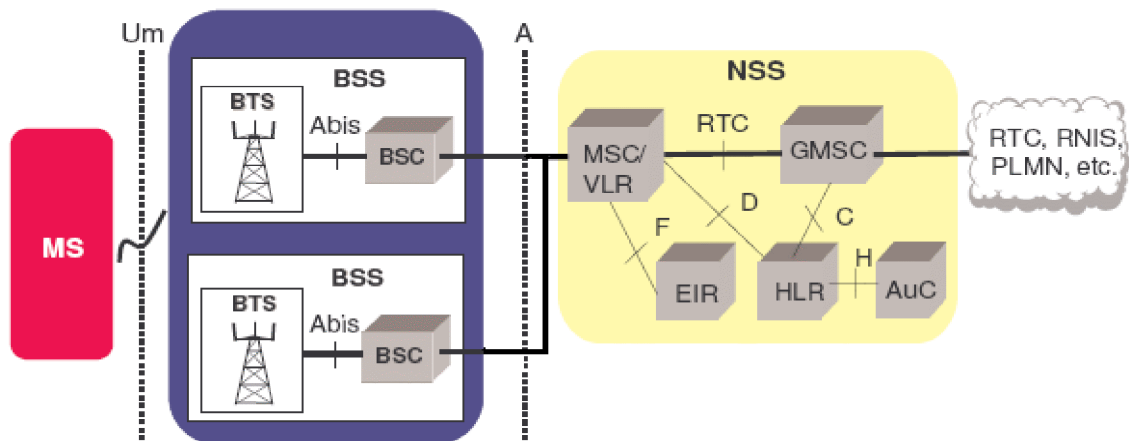


Figure I.A.1. Architecture du réseau GSM

II.1. La station mobile (MS)

Le terme station mobile désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM, qui permet d'accéder aux services de télécommunication d'un PLMN d'un opérateur, elle contient le numéro "IMSI". Chaque terminal est muni d'une identité particulière "IMEI".

La norme définit pour les terminaux plusieurs classes suivant leur puissance maximale d'émission. Cependant chaque cellule radio du réseau gère un niveau maximal de puissance auquel il autorise le MS à émettre.

II.2. Sous-système radio (BSS)

Le sous-système radio gère la transmission radio et assure les transmissions radioélectriques entre MS et BTS. Il est principalement composé des éléments suivants :

➤ La station de base BTS (Base Transceiver Station)

Une station de base assure donc la couverture radioélectrique d'une cellule. Elle fournit le point d'entrée dans le réseau aux abonnés présents dans sa zone de couverture (appelée cellule), pour recevoir et transmettre des appels. Une BTS gère simultanément huit communications grâce au multiplexage TDMA.

➤ **Fonctions du BSC (Base Station Controller)**

Un réseau GSM comporte plusieurs BSC qui sont responsable de toutes les fonctions liées à la transmission radio, c'est l'organe le plus intelligent de la BSS. L'entité BSC contrôle plusieurs BTS et doit accomplir les tâches suivantes :

- L'envoi par radio la gestion des ressources pour chaque BTS.
- L'évaluation des signaux de signalisation entre le MS et le réseau cœur.
- Le maintien de la communication lorsque l'utilisateur se déplace d'une cellule à l'autre « handover ».

II.3. Sous-système réseau (NSS)

Le sous-système réseau joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Les éléments du NSS permanent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans les fonctions de communication, ainsi, il assure l'accès au réseau RTC on retrouve aussi les fonctions de gestion de la mobilité et de la sécurité, ainsi que la confidentialité implantée dans les réseaux GSM.

Le NSS est constitué de :

➤ **Le commutateur de services mobiles MSC (Mobile Switching Center)**

Le commutateur MSC assure l'interconnexion du réseau GSM et le réseau téléphonique public. Le commutateur est un nœud qui donne accès vers les basses de données du réseau et vers le centre d'authentification. Il participe à la gestion de la mobilité des abonnés donc à leur localisation dans le réseau. Il fournit aussi tous les services offerts par le réseau. On distingue deux types d'appels avec le MSC :

- Mobile-mobile : c'est le MSC qui établit la liaison.
- Mobile-réseau fixe RTC : il doit posséder une fonction passerelle GSM (Gateway MSC) qui établit la liaison.

➤ **L'enregistreur nominal de localisation HLR (Home Location Register)**

C'est une base de données qui mémorise les informations relatives aux abonnés mobiles, il est considéré comme la plus importante base de données car il enregistre

pour chacun des abonnés des données statiques importantes telles que le numéro d'appel MSISDN, l'identité internationale *IMSI* et des données dynamiques relative a la zone de localisation qui représente le numéro de VLR ou il est enregistré. Le HLR est une réserve permanente d'informations concernant un abonné jusqu'à l'annulation de son abonnement.

➤ ***L'enregistreur de localisation des visiteurs VLR (Visitor Location Register)***

Le VLR est une base de données associée à un commutateur MSC, sa mission est d'enregistres les informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau. Le VLR doit connaitre à chaque instant la localisation de ses abonnés présent. A chaque changement de cellule d'un abonné, le réseau doit mettre à jour le VLR du réseau visité et le HLR de l'abonné.

➤ ***Le Centre d'Authentification AUC (AUthentication Center)***

L'AUC est une base de données qui stocke les informations confidentielles. Il fournit une clé d'authentification et de cryptage nécessaire pour l'identification de l'abonné et assurer la confidentialité des conversations. Un AUC est généralement associé à chaque HLR.

➤ ***Le Registre d'Identité des Equipements EIR (Equipment Identity Register)***

Est une base de donnée qui contient les informations relatives au terminaux pour empêche l'utilisation frauduleuse d'appareil mobile reconnu par le réseau.

✚ La signalisation entre toutes ces entités est assurée par le réseau de signalisation CCITT N°7.

II.4. Sous-système d'exploitation et de maintenance (OSS)

Permet à l'opérateur d'administrer son réseau. Il assure la gestion et la supervision du réseau, il présente deux niveaux :

- **Centre d'exploitation et de maintenance OMC (Operation and Maintenance Center)**
 OMC est l'entité de gestion et de l'exploitation du réseau. Elle regroupe la gestion administrative des abonnés et la gestion technique des équipements.

- **Le centre de gestion de réseau NMC (Network Management Center)**
 Le NMC permet l'administration générale de l'ensemble de réseau par un contrôle centralisé. Ainsi, les incidents majeurs transis à l'OMC remontent jusqu'au NMC qui les traite.

III. l'interface radio :

Les interfaces sont des composants importants du réseau car elles assurent le dialogue entre les équipements et permettent leur interfonctionnement.

La figure suivante illustre les différentes interfaces du réseau :

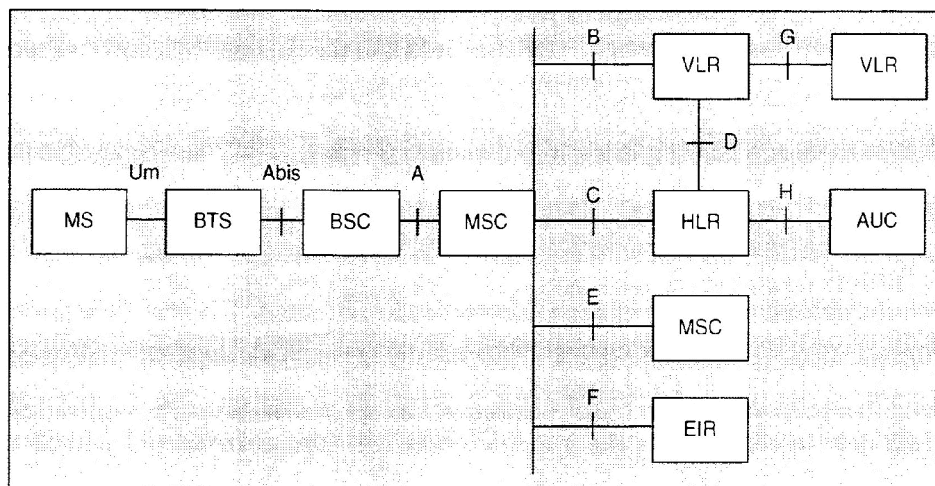


Figure I.A.2. Interfaces entre les entités

❖ L'interface Aire (Um)

C'est l'interface radio qui est localisée entre le terminal et la station de base, elle permet à tout mobile de communiquer dans la totalité du réseau GSM.

❖ ***L'interface A-bis***

Elle est définie entre la BTS et la BSC, elle supporte la transmission de communication telle que la voie de trafic et des voix de commande des usages et de signalisation et aussi le transport de l'information de synchronisation vers la BTS.

❖ ***L'interface A***

C'est le lien filaire qui relie la BSC avec le sous système réseau, elle véhicule les informations liés a la gestion des ressources radio et les messages échangés entre la MSC et le MS, aussi les messages d'administration du BSS peuvent traiter sur l'interface A.

✚ Les équipements du réseau sont reliés par d'autres interfaces tel que : B, C, D, F.

❖ ***L'interface B***

C'est l'interface entre MSC et VLR. Le MSC transfère l'information de localisation de l'abonné vers le VLR.

❖ ***L'interface C***

C'est l'interface entre le MSC et HLR. Quand le MS est demandée, le MSC doit être informé du routage de l'appel à travers cette interface pour localiser le mobile.

❖ ***L'interface D***

C'est l'interface entre VLR et HLR. Elle véhicule l'information de localisation et d'autorisation de l'abonné. Elle permet à un MSC/VLR de dialoguer avec le HLR et tout réseau étranger, sa conformité permet l'itinérance internationale.

III.1. transmission sur l'interface radio

Cette interface est celle entre la station mobile et l'infrastructure fixe, c'est l'une des interfaces les plus importantes d'un système GSM, afin d'obtenir cette compatibilité entre les mobiles et les différents réseaux pour permettre l'itinérance.

III.1.1. partage de fréquence

Les canaux radio sont utilisés pour communiquer dans les deux sens, la station mobile (MS) et le réseau (BTS), ils sont décomposés en deux groupes :

- **Canaux montants (Up Link)** : se sont des canaux destinés pour les communications des stations mobiles vers les stations de base

- **Canaux descendants (Down Link)** : se sont des canaux destinés pour les communications des stations de base vers les stations mobile

✚ Le GSM 900 utilise la bande comprise entre :

- 890Mhz et 915Mhz pour les canaux montants
- 935Mhz et 960Mhz pour les canaux descendant

✚ La bande dédiée pour l'extension DCS 1800Mhz de GSM est :

- 1710Mhz et 1785Mhz pour les canaux montants
- 1805Mhz et 1880Mhz pour les canaux descendant
-

III.1.2. Les méthodes d'accès au réseau GSM

Le réseau GSM met en œuvre deux systèmes de multiplexage, l'une temporel et l'autre fréquentiel, le TDMA et le FDMA.

❖ **L'Accès Multiple à Répartition des Fréquences (FDMA) :**

Consiste à diviser chacune des deux plages de fréquences « uplink » et « downlink » en 124 canaux de 200KHz de large appelés « porteuses », celles-ci sont allouées aux utilisateurs de façon non permanente, uniquement à la demande, un canal pour l'émission et un autre pour la réception comme illustré à la figure I.A.3 ci-dessous.

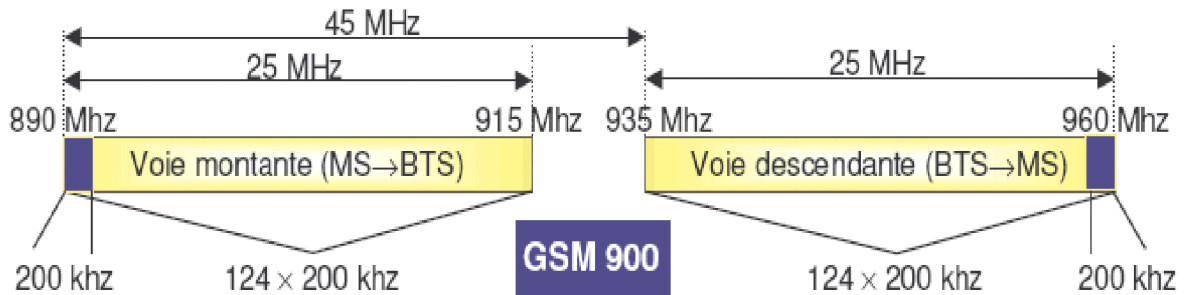


Figure I.A.3. Partage des ressources radio

❖ L'Accès Multiple à Répartition dans le Temps (TDMA) :

Divisé Chaque porteuse en 8 intervalles de temps appelés **time slot**. La durée d'un slot a été fixée pour GSM à 7500 périodes du signal de référence fourni par un quartz à 13 MHz qui rythme tous les mobiles GSM :

$$T_{slot} = 7500 / 13\text{MHz} = 0.5769\text{ms}$$

Soit environ 577 μs sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquets de 8 qui constituent une **trame TDMA**. La durée de la trame est donc :

$$TTDMA(8TS) = 8 \times 0.577 = 4.6152\text{ms}$$

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.

III.1.3. Structure du burst

Le signal radio émis dans un time slot d'une trame est souvent appelé burst, on distingue plusieurs formats de burst :

- Le burst normal.
- Le burst d'accès, qui sont utilisés lorsqu'un mobile veut se connecter au réseau.
- Le burst de synchronisation.

- Le burst de correction de fréquence.
- Le burst de bourrage, ils sont utilisés lorsque la BTS transmet un signal mais n'a pas d'information à transmettre. Donc à la place de données il possède une séquence fixe ne transportant pas d'information.

Le plus couramment utilise est le format d'un burst normal qui sert au transport de données. Il est constitué de :

- Deux séquences de 58 bits contenant l'information.
- Deux séquences de 3 bits pour la synchronisation.
- Une suite de 26 éléments binaires appelées séquence d'apprentissage qui sert a corrigé les défauts dus aux trajets multiples.
- Une période de garde de 8,25 bits (30,5 us), c'est l'interruption de transmission entre un burst est un slot.

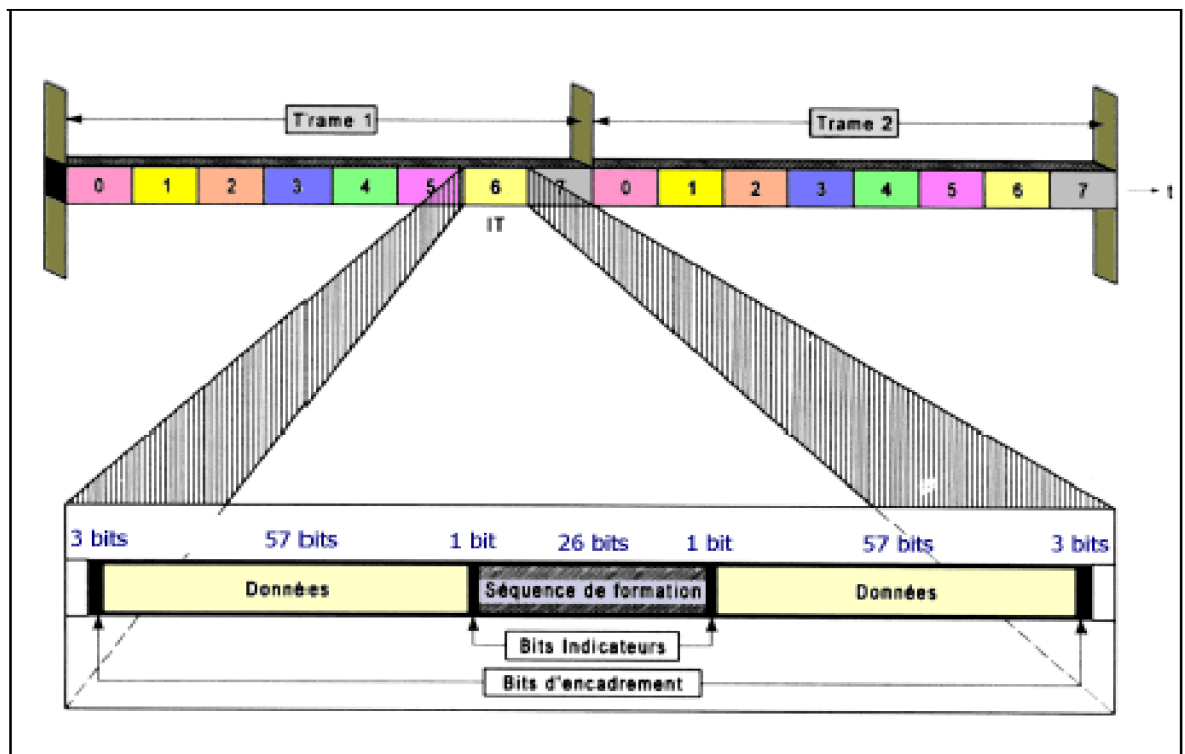


Figure I.A.4. Structure d'un burst normale.

III.1.4. La modulation GMSK

La modulation utilisée pour la transmission des données sur l'interface radio du GSM est la GMSK (*Gaussian-filter Minimum Shift Keying*) dont le débit binaire en ligne est de 271 Kbit /s. la GMSK est une modulation MSK (*Minimum Shift Keying*) à 2 état dont le signal est préfiltré par un filtre gaussien afin d'éliminer les lobes secondaires pour une occupation spectrale.

GMSK a été choisi pour le système GSM d'origine pour divers raisons:

- Il est résistant au bruit par rapport à de nombreuses autres formes de modulation.
- Radiations en dehors de la bande passante est inférieure à accepter d'autres formes de modulation par déplacement de phase.
- Il a un niveau de puissance constant qui permet aux amplificateurs de puissance RF à rendement plus élevé à être utilisés dans le combiné, ce qui réduit la consommation de courant et la vie de la batterie.

VI. Canaux logiques

Pour renforcer l'interface radio, qui est le maillon faible de la chaîne de transmission, un certain nombre de fonctions de contrôle ont été mises au point pour rattacher le mobile à une BTS favorable, pour établir une communication, surveiller son déroulement et assurer les handovers.

Ces fonctions de contrôle engendrent des transferts de données additionnels : remontées des mesures, messages de contrôle...etc. Plusieurs **canaux logiques** ont été ainsi définis pour les différents types de fonction (veille, scrutation, mesures, contrôle...) ; ils forment une architecture complexe qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre le fonctionnement d'un mobile pendant les différentes phases de communication ou pendant sa veille. Ils n'existent que sur l'interface radio et perdent ensuite toute leur signification sur les autres interfaces du système [1] : Abis, A, ...etc.

Sur l'interface radio il faut:

- diffuser des informations système : **Broadcast Channels**,
- prévenir les mobiles des appels entrants et faciliter leur accès au système : **Common Control Channel**
- contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases actives de transmission : **FACCH** et **SACCH**,
- fournir des supports pour la transmission de la signalisation : **SDCCH**.

On n'utilise pas un canal physique plein pour chacune de ces tâches : ce serait gâcher de la ressource radio car elles ne nécessitent pas, en général, un débit comparable à celui de la voix codée (**TCH**). Pour introduire plus de souplesse et allouer moins d'un slot par trame, on définit des structures de **multi-trames** (Figure I.A.5).

La structure de multi-trames est définie comme une succession d'un slot donné sur des trames TDMA successives, c'est-à-dire sur un canal physique. Entre deux slots d'une multi-trames, il s'écoule donc 4,615 ms.

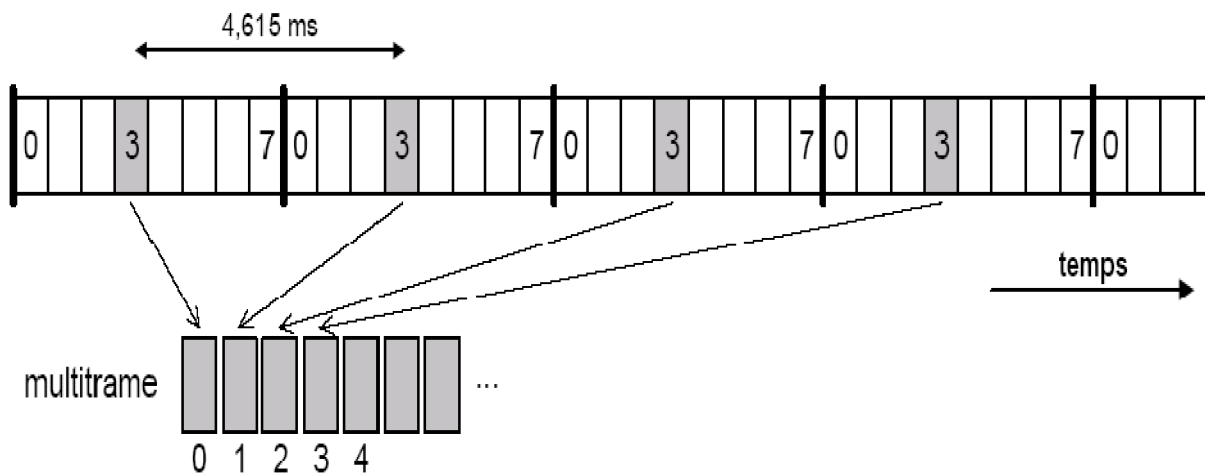


Figure I.A.5 .Structure d'une multi-trame GSM [1].

Chaque multi-trame transporte, avec une périodicité bien définie, un certain type d'informations de contrôle ou de signalisation. Cet ensemble de time-slots forme un canal logique. Certaines multi-trames sont définies à 26 trames, d'autres à 51 trames.

Il y a deux types de canaux dans l'interface air:

- ✓ Un "canal physique" est constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA d'une fréquence particulière.
- ✓ Un "canal logique", renvoi au type d'information spécifique qui est transporté par le canal physique.

L'utilisation de canaux logiques va permettre une utilisation efficace des ressources radio et une qualité de service satisfaisante. Parmi ces canaux on distingue les canaux dédiés (TCH et SDCCH), c'est à dire alloués à un mobile, et les autres canaux qui sont partageables entre mobiles et servent au contrôle et à la signalisation. Alors que les canaux physiques ne font que transporter des informations, les canaux logiques permettent de distinguer les différents types d'informations circulant dans le système.

Il y a deux grandes classes de canaux logiques, les canaux dédiés et les canaux communs

➤ ***Un canal logique dédié :***

Fournit une ressource réservée à un seul mobile (point à point). On lui attribue une paire de slots (montant et descendant) où il est le seul à recevoir et à émettre dans la structure de multi-trame. Les canaux dédiés sont duplex.

➤ ***Un canal logique commun :***

Simplex (attribué sur une voie seulement suivant les cas) et partagé par un ensemble de mobiles. Dans le sens descendant, les informations y sont diffusées à plusieurs mobiles à l'écoute. Ces données peuvent concerner le système dans son ensemble ou un mobile en particulier qui, par exemple, peut recevoir un appel entrant. Dans le sens montant, la fonction d'accès multiple est remplie. Chacun peut émettre et les collisions sont résolues par les méthodes classiques de résolution de contention.

Tous les canaux logiques n'ont pas les mêmes besoins, certains se contentent de faibles débits alors que d'autres sont beaucoup plus gourmands en ressources. Afin de gérer les débits et de définir une périodicité sur les canaux logiques, on a créé deux structures de Multi-trames, rythmant les périodes d'allocation des ressources physiques requises pour les canaux logiques (Figure I.A.6). La Multi-trame 26, composé de 26 trames TDMA, d'une durée de 120 ms, et la Multi-trame 51, composée de 51 trames TDMA, d'une durée de 235,8 ms, (Figure I.A.7).

Broadcast Channel non dédié diffusion ↓	Frequency Correction Channel (FCCH)	calage sur fréquence
	Synchronization Channel (SCH)	synchronisation en temps & identification de la BTS
	Broadcast Control Channel (BCCH)	information système
Common Control Channel non dédié diffusion ↓ et accès multiple ↑	Paging Channel (PCH) ↓	recherche du mobile en cas d'appel entrant
	Random Access Channel (RACH) ↑	accès aléatoire du mobile
	Access Grant Channel (AGCH) ↓	allocation de ressources
	Cell Broadcast Channel (CBCH) ↓	diffusion de messages courts
Dedicated Control Channel dédié ↑↓	Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH)	signalisation
	Slow Associated Control Channel (SACCH)	supervision lente de la communication
	Fast Associated Control Channel (FACCH)	signalisation rapide (handover)
Traffic Channel (TCH) dédié ↑↓	Full rate, Enhanced Full Rate & Half Rate	parole
	débit utilisateur < 14,4 kbits/s	données

Figure I.A.6. Types de canaux logiques et leurs fonctions dans le GSM

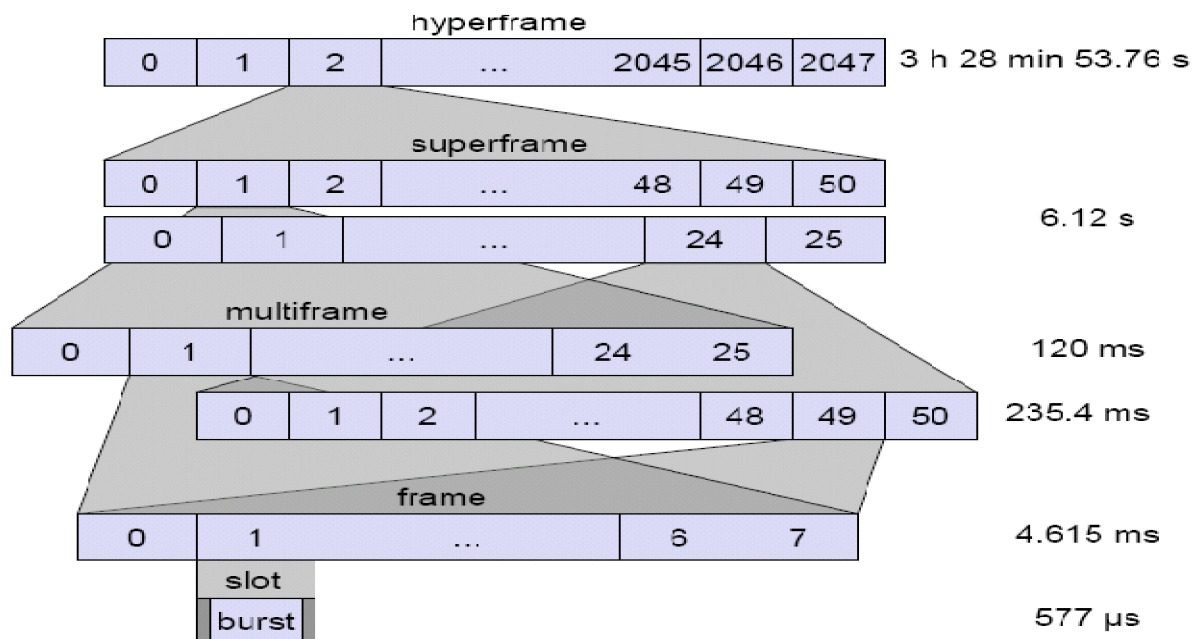


Figure I.A.7. Structure hiérarchique de trames

VI- Transmission de données sur le GSM

1- Evolution du débit des services de données en mode circuit : HSCSD

Le débit de 9,6 kbits/s étant perçu comme une limitation importante, la norme a évolué pour permettre des modes circuit à plus haut débit allant jusqu'à 14,4 kbits/s si on accepte de réduire le degré de protection. On peut alors transmettre des blocs de 290 bits au lieu de 240 bits toujours codés sur 456 bits.

La limitation de débit sur GSM est due au fait que le mobile transmet et reçoit sur un seul intervalle de temps par trame TDMA. Il est envisageable de disposer de mobiles capables de transmettre et de recevoir sur plusieurs time slot. Le service HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), définit des circuits de données allant jusqu'à 6 canaux physiques, c'est-à-dire 6 time slot alloués au mobile par trame TDMA (principe repris dans le GPRS). Les débits envisagés sont de 19,2 kbits/s, 28,8 kbits/s, 38,4 kbits/s, 48 kbits/s, 56 kbits/s ou 64 kbits/s suivant le nombre de canaux alloués avec cette technique.

Avantages du HSCSD :

- Une excellente stabilité pour les téléchargements importants, ainsi que pour les applications temps réel.
- Son faible coût d'implémentation au niveau de l'infrastructure réseau.

Inconvénients du HSCSD :

- Le HSCSD est peu efficace pour des réseaux GSM déjà saturés car il bloque jusqu'à 4 time slots en mode données. Malheureusement, ce processus d'augmentation et de diminution du nombre de ressources élémentaires utilisées est en fait assez lent et peu réactif car basé sur les mécanismes traditionnels d'allocation et de libération de ressource du GSM cette caractéristique rend HSCSD peu adapté en nombre d'application utilisé aujourd'hui sur Internet, avec un débit moyen assez faible mais pouvant requérir les débits crête élevés.
- La facturation de l'utilisateur est néanmoins toujours calculée en fonction de la durée de la communication.

Conclusion

Le réseau GSM de base ne propose qu'un débit de 9.6 kbit/s, parfaitement satisfaisant pour la voix, mais insuffisant pour le transfert du données, bien que le HSCSD est une solution pour le débit mais cette méthode n'est pas utilisée car elle désavantage de trop la transmission vocale au profit de celle de données.

Victime de son succès le réseau GSM commence à être saturé. En outre, les utilisateurs deviennent de plus en plus exigeants et attendent que leur système de téléphonie mobile se transforme en un véritable réseau mobile, étendant le service de la voix aux transmissions des données. C'est pourquoi il a fallu encore trouver un autre système qui permettra de monter en débit et d'ajouter d'autres services et fonctions, d'où la venue du GPRS.

Réseau GPRS

I. Présentation de GPRS

Le GPRS (General Packet Radio Service) ne constitue pas à lui tout seul un réseau mobile à part entière, mais une couche supplémentaire rajoutée à un réseau GSM existant. Il peut donc être installé sans aucune licence supplémentaire. Ceci signifie que tous les opérateurs qui disposent d'une licence GSM peuvent faire évoluer leur réseau vers le GPRS. De plus, le GPRS utilise la même interface radio que le GSM : multiplexage TDMA, modulation GMSK ainsi que les mêmes bandes de fréquence.

Le GPRS, appelé aussi 2,5 G, repose sur la transmission en mode paquet. Cette technologie, capable de fournir des débits par utilisateur allant jusqu'à 115 kb/s (contre 9,6 kb/s pour le GSM), offre des fonctionnalités intéressantes :

- plusieurs canaux peuvent être alloués à un utilisateur.
- ces mêmes utilisateurs peuvent partager un même canal.
- le débit est indépendant des liens montant et descendant.

Mais il introduit des changements majeurs au sien 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 grands changements apportés par le GPRS sont donc :

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

I.1. La Commutation par paquets

La première génération du réseau cœur a naturellement adopté la commutation des circuits puisque son rôle était de transporter la parole par téléphone, la qualité du service était assurée par une réservation des ressources, mais elle devient beaucoup moins bonne lorsque ce sont des données qu'il s'agit de transmettre, le transfert de paquets est plus favorable dans ce contexte.

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 qui utilise le même mode de commutation. Cette méthode se définit par :

- Le découpage des données à transmettre en paquet de données.
- 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.

I.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. Cette technique nécessite donc le développement de portatif multi slots.
- ❖ 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 définis :
 - CS-1 pour un débit de 9,05 Kbit/s.
 - CS-2 pour un débit de 13,4 Kbit/s.
 - CS-3 pour un débit de 15,6 Kbit/s.
 - CS-4 pour un débit de 21,4 Kbit/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).

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).

I.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 classe de qualité de service, ce qui permet aux operateurs de facturer les services GPRS selon le profil QoS souscrit a l'abonnement. Quatre paramètres définissent ce profil : la priorité, la fiabilité, le délai et le débit.

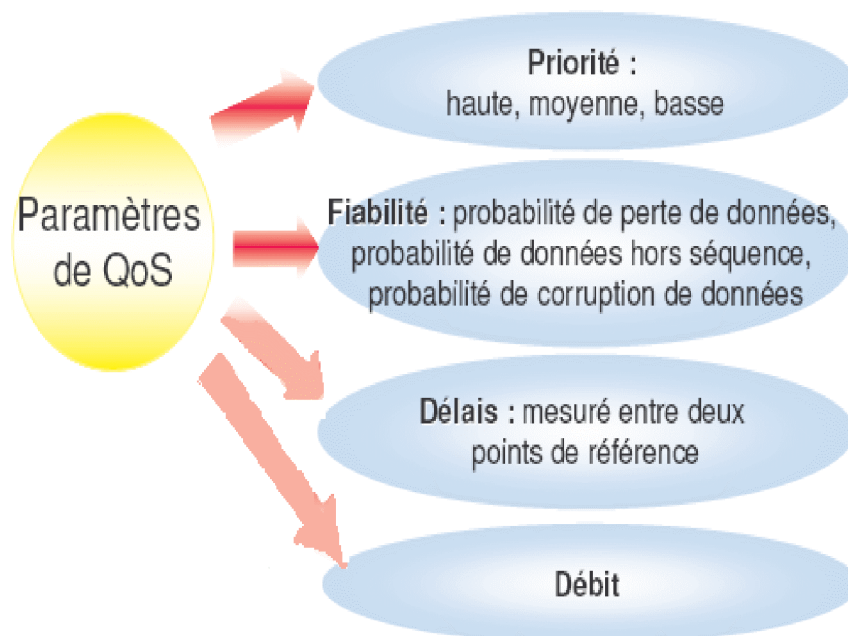


Figure I.B.8 : Gestion de la qualité de service (QoS)

a. Classes de priorité (Précédence 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 classe :

- **Haute** : les services de cette classe seront maintenus en cas de congestion.
- **Normal** : le maintien des paquets se fera après les paquets de première classe.
- **Basse** : en cas de problème, les services de cette classe seront les premières à supprimer.

b. Classe de la Fiabilité (Reliability Class)

Les différents niveaux correspondent à la garantie différente sur le taux d'erreurs.

c. Classe 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 transit entre les différents nœuds du réseau GPRS.

d. Classe de débit

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

II. Architecture du réseau 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 schéma ci-dessous met en lumière les nouveaux éléments du réseau qui doivent être mis en place.

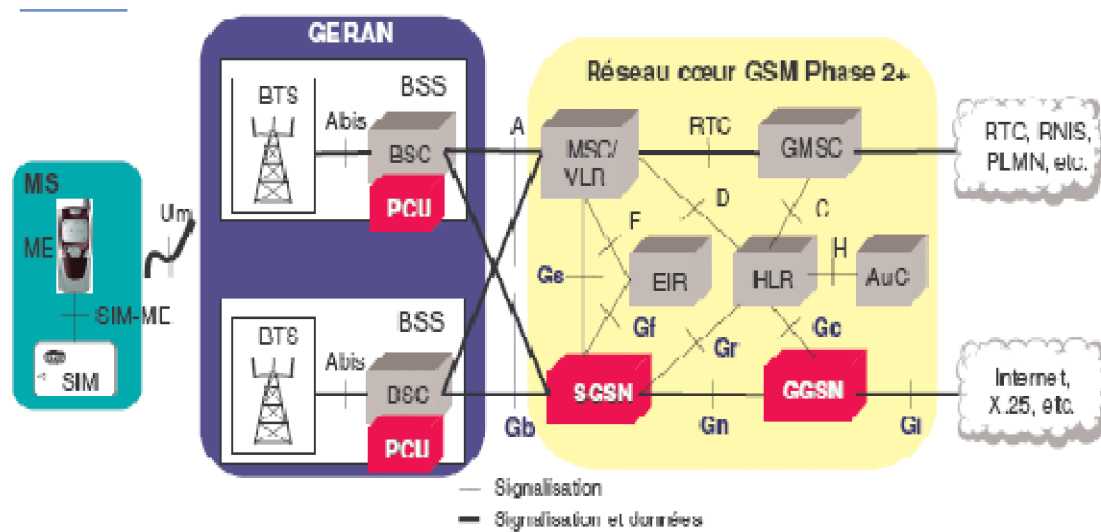


Figure I.B.9. Architecture du réseau GSM/GPRS

II.1. Le terminal mobile MT

Les terminaux suivent l'avancé technologique, il est nécessaire de les adapter aux nouvelles technique 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 services : 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.

II.2. Au niveau de la BSS

➤ **PCU : (Packet Control Unit)**

Peut être géographiquement situé dans la BTS, la BSC. Il gère les fonctions de couches basses, c'est-à-dire les protocoles RLC, MAC, contrôle de puissance, adaptation des débits,... pour envoyer sur le réseau « GPRS ». Il gère les fonctions de transmissions et d'acquittements.

II.3. Au niveau du réseau cœur :

Le réseau cœur est complètement nouveau afin de permettre une interconnexion directe au réseau DATA et l'acheminement des données en mode paquet. De nouvelles entités ont été implantées :

➤ **SGSN : Serving GPRS Support Node :**

Il est relié à un ou plusieurs BSS, c'est un routeur qui gère les terminaux dans une zone donnée. Son rôle est de délivrer des paquets aux MS.

➤ **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 MS.

III. Le canal radio du GPRS

III.1. Transformation d'un paquet en burst

Le service GPRS, définit une architecture de réseau à commutation par paquets avec gestion de la mobilité et accès par voie radio. Pour transmettre des paquets sur le canal radio, le terminal GSM (fonctionnant en mode GPRS) doit les " transformer " en bursts qui seront multiplexés sur des canaux physiques PDCH (Packet Data Channel). 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 via l'interface NSAPI qui comprime le paquet.
- La **couche SNDCP** : Segmente le paquet comprimé et ajoute un en-tête à chaque segment. Les segments obtenus ne doivent pas dépasser les 1200 octets et sont fournis à la couche LLC via l'interface SAPI (QoS).
- La **couche LLC** : Ajoute un en-tête FH et un contrôle d'erreur FCS 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 BH et un champ de contrôle d'erreur BCS + un champ de bits trainée à chaque morceau, puis 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.

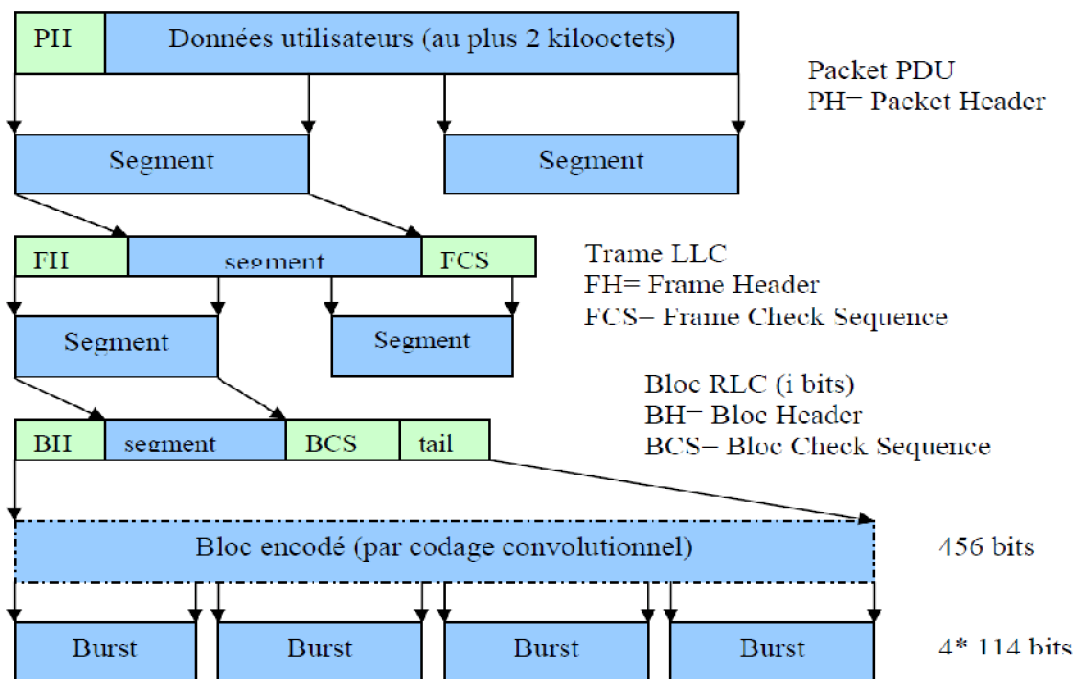


Figure I.B.10. Transformation des paquets en bursts

III.1.1 .Accès au canal

Il existe deux manières d'accéder au réseau GPRS : soit en une phase, soit en deux phases. Pour initialiser un transfert d'informations, l'utilisateur envoie une requête en accès aléatoire sur le canal PRACH (Packet Random Access Channel) en précisant sa demande. Le réseau lui répond alors sur le canal PAGCH (Packet Access Grant CHannel) de la manière suivante :

- *Pour l'accès en une phase:* il envoie un paquet d'acquiescement et réserve les ressources nécessaires au transfert sur la voie montante.
- *Pour l'accès en deux phases :* il procède de la même manière, mais ensuite, le mobile envoie la description complète des ressources dont il a besoin et le réseau lui répond par un paquet d'acquiescement. Cet accès présente l'avantage d'éviter systématiquement les collisions.

Un canal physique transporte une super trame de 52 trames TDMA de 240 ms et 2 canaux physiques sont nécessaires pour échanger des données (en plus des canaux de signalisation): un pour la liaison montante et l'autre pour la descendante.

Cette super trame se décompose en 12 blocs radio. Chaque bloc contient 4 time slots, qui sont pris dans 4 trames successives. Contrairement au GSM, le time slot allouée en GPRS est un bloc, soit 4 slots GSM. Ce time slot correspond à la taille des blocs RLC-MAC. Un bloc RLC-MAC se transmet donc exactement dans un bloc de la multitrame GPRS voir (figure I.B.10) soit 4 le canal de données par paquets (PDCH) sur 4 trames successives.

Chaque bloc peut supporter un canal logique GPRS différent des blocs précédents ou suivants. Les 4 slots de chaque bloc accueillent les 4 bursts issus du codage convolutif de la couche physique tout comme dans GSM.

Les messages RLC MAC de contrôle de l'avance en temps, ou PTCCH, subissent un traitement particulier. Ils sont transmis dans 4 slots répartis sur deux multitrames (slots des trames 12 et 38, pour une numérotation des trames de 0 à 51).

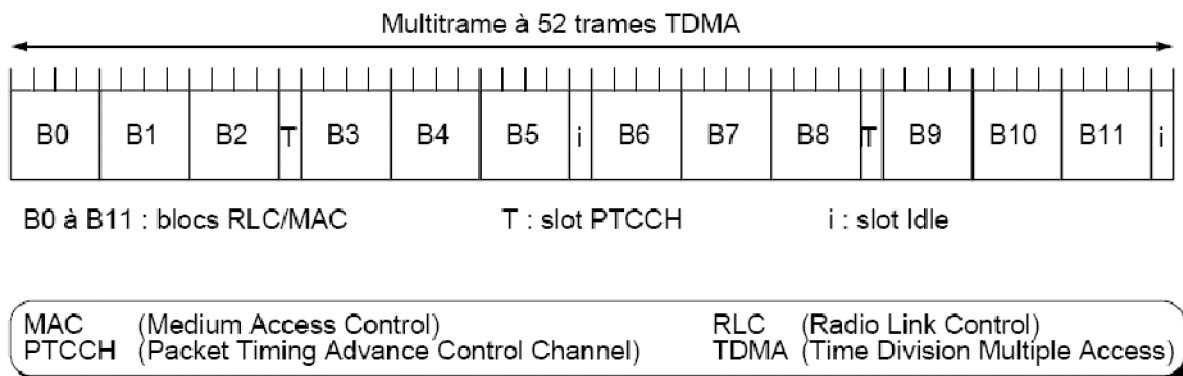


Figure I.B.11. Structure d'une multitrame en GPRS

III.1.2. Pile protocolaire

Pour établir une voie de communication entre le terminal mobile, qui est le MS et le GGSN, on utilise deux protocoles :

- Le protocole LLC : entre le terminal et le SGSN
- Le protocole GTP : entre le SGSN et le GGSN, GTP s'appuyant soit sur TCP, soit sur UDP.

En fait, dans GPRS, une MS ne gère pas une mais des piles de protocoles situées dans deux plans différents :

- **Le plan de signalisation**
Sert à assurer la gestion de la mobilité, on y trouve la couche GMM (GPRS Mobility Management), surmontée des couches SM (Session Management) et GSMS (GPRS SMS).
- **Le plan de transmission**
Sert à transférer toutes les données utilisateurs. On trouve au sommet la pile SNDCP.

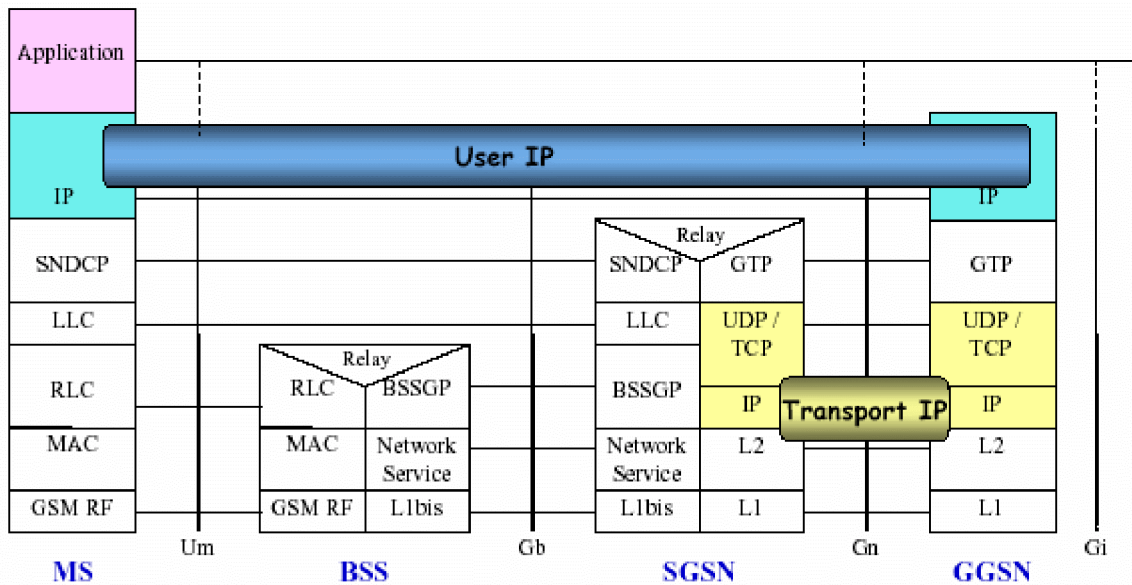


Figure I.B.12. Pile protocolaire du GPRS

Les différentes couches et protocoles utilisés dans la pile protocolaire sont :

❖ **La couche physique**

Qui se décompose en deux sous-couches fonctionnelles :

- *La sous-couche RFL (Physical Radio Frequency Layer)*

Qui gère les fonctions radio du terminal. Elle émet les informations reçues de la couche physique. Elle décode les informations reçues de la station de base et les transfère pour interprétation vers la couche physique.

- La couche physique produit les trames, qui seront émises par la couche radio; pour les trames reçues du réseau, elle détecte et corrige les erreurs de transmission.

❖ **La couche MAC (ou RLC pour Radio Link Control)**

Pilote la liaison radio entre le terminal et la station de base, c'est-à-dire les mécanismes de retransmission en cas d'erreur, la fonction de contrôle d'accès aux ressources radio quand plusieurs terminaux sont en concurrence. Le RLC peut demander la retransmission d'un bloc de données.

- ❖ **La couche supérieure SNDC** (Sub Network Dependant Convergence) gère la mobilité, le cryptage et la compression de données.
- ❖ **Le protocole BSSGP** (Base Station Subsystem GPRS Protocol) Transporte les informations de routage et de QoS entre le BSS et le SGSN. Il ne fournit pas de contrôle ni de détection d'erreur. La connexion entre le BSS et le SGSN en GPRS est fondée sur le relais de trames. Du côté du réseau fixe, le réseau reliant les différents SGSN et GGSN de l'opérateur est un réseau IP.
- ❖ **Le protocole GTP** (GPRS Tunnelling Protocol) Encapsule les flux utilisateur entre le GGSN et le SGSN de manière transparente. Il utilise soit TCP, soit UDP, en fonction de la QoS définie dans les contextes PDP.

IV. Codage utilisé dans le réseau GPRS

La norme GPRS prévoit quatre formats de codage conventionnels (Coding Schema) des trames sur la voie radio : **CS1**, **CS2**, **CS3** et **CS4**, suivant la qualité de liaison souhaitée et le taux de brouillage existant dans la cellule.

Une fois que le nombre de time slots affectés à la liaison montante et descendante est fixé, le débit numérique va dépendre du degré de protection des données transmises, c'est le choix du schéma de codage.

Schéma de codage de canal	Nombre de bits de données dans un bloc	Nombre de bits sur 4 burst	Débit de transfert en kbits/s	Débit maximal sur la base de 8 time-slots
CS1	181	456	9,05	72,4 kbits/s
CS2	268	456	13,4	107,2 kbits/s
CS3	312	456	15,6	124,8 kbits/s
CS4	428	456	21,4	171,2 kbits/s

Tableau I.B.1 : différents schémas de codage

Le niveau CS1 correspond à une protection maximale des données. Le codage conventionnel fait alors passer le bloc de 181 à 456 bits, ce qui donne 181 bits transmis sur 4 burst dans 4 trames consécutives de durée totale de 18.5ms.

Le débit résultant brut :

$$D = 181 / 18.5 = 9.8 \text{ kbits / s}$$

Si on enlève les bits de contrôle, le débit résultant net est de 9.05kbit/s.

La station de base peut choisir l'un ou l'autre de ces niveaux de protection en fonction du taux d'erreur observé ou la qualité souhaitée par l'utilisateur.

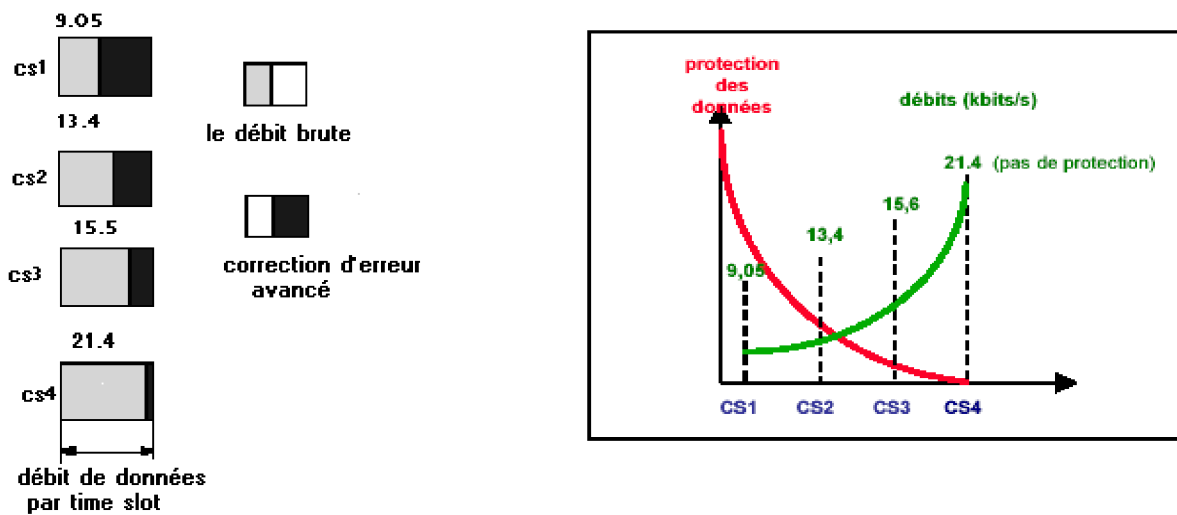


Figure I.B.13. Relation entre débit / correction d'erreur

Au niveau d'une cellule, la station de base optimise aussi le taux de codage en fonction de l'éloignement de l'utilisateur et réservera le mode CS1 le plus protégé pour les utilisateurs situés en limite de cellule.

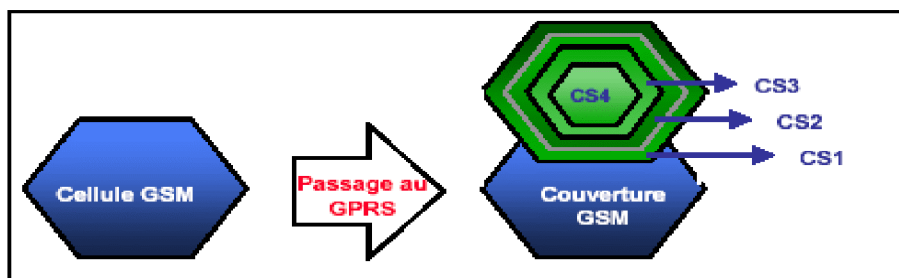


Figure I.B.14. La protection en fonction d'éloignement

V. Réseau EDGE

La technologie EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution) s'agit d'un nouveau mode de modulation qui permet d'augmenter notablement le débit efficace sur l'interface radio GSM. La technologie EDGE a été développée par Ericsson, dès 1997.

Elle améliore l'efficacité spectrale et la capacité du réseau. A la limite, les modifications sur le réseau ne portent que sur les émetteurs-récepteurs des stations de base.

EDGE permet d'atteindre un débit théorique maximal pour le transfert des données de 384 kbit/s (et même plus de 500 kbit/s dans d'excellentes conditions) sur les réseaux GSM 900, 1800 et 1900 MHz dans les limites techniques et spectrales associées à ceux-ci. En clair, l'EDGE ne nécessite pas une bande passante plus importante que le GSM et respecte la largeur de canal de communication de cette norme de même que sa trame.

Associé au mode de transmission par paquets (GPRS), l'EDGE permet de contourner toutes les limites liées au GSM (modulation GMSK – gaussian minimum shift keying - à deux états, commutation de circuit et limitation à un du nombre de slot pour un même utilisateur).

Chapitre II :

Intégration de la technologie EDGE dans le GPRS

I. Introduction

EDGE est une évolution dans le système de téléphonie cellulaire mobile GSM. le système EDGE GSM peut également être connu comme EGPRS, ou des systèmes de services de radiocommunication par paquets générales améliorées. Même si proprement parler un système "2.75G", la technologie GSM EDGE cellulaire est capable de fournir des débits de données qui sont une nette augmentation sur ceux qui pourraient être pris en charge par GPRS (General Packet Radio Service). L'évolution EDGE est destinée à tirer parti des améliorations fournies par GPRS, où la commutation de paquets est appliquée à un réseau. Elle permet alors une multiplication par trois de la vitesse à laquelle les données peuvent être transférées par l'adoption d'une nouvelle forme de modulation. GSM utilise une forme de modulation dite de Gauss Minimum Shift Keying (GMSK), mais l'évolution de l'EDGE change la modulation 8PSK et permettant ainsi une augmentation significative du débit de données doit être atteinte.

II. Présentation du EDGE

EDGE signifie Enhanced Data Rates for GSM Evolution. Il s'agit d'une interface hertzienne différente de celle utilisée en GSM, c'est à dire que le lien entre les terminaux et les antennes est modifié. Elle utilise une interface différente. EDGE est une méthode pour augmenter les débits de données sur la liaison radio pour le GSM. Fondamentalement, le EDGE a seulement introduit une nouvelle technique de modulation et de schéma codage, nouvelle chaîne qui peut être utilisé pour transmettre à la fois la commutation de paquets et la commutation de circuits (services voix et données).

GPRS et EGPRS ont différents protocoles et un comportement différent sur le côté du système de station de base. Cependant, sur le côté de réseau cœur, ils partagent les mêmes protocoles de paquet d'où ils fonctionnent de la même façon. EDGE est donc une amélioration pour GPRS et ne peut pas travailler seul. En faisant des ajustements à la liaison radio protocoles, EGPRS offre significativement un débit et capacité plus élevée, il remplit donc les conditions pour être qualifié à un réseau de 3G.

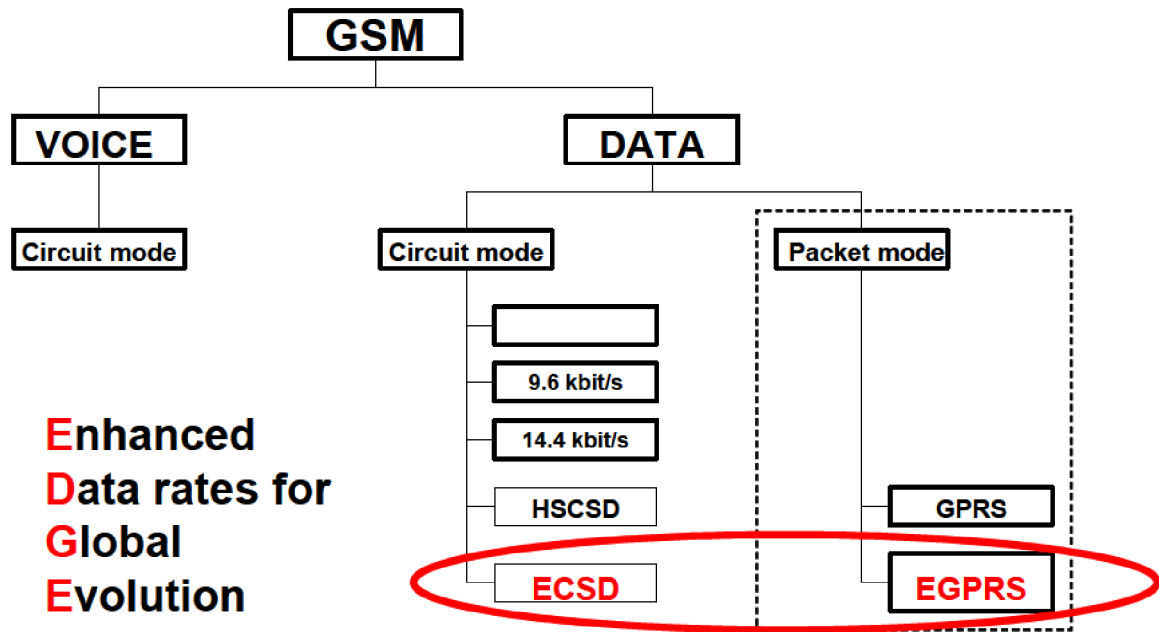


Figure II.1. L'évolution du GSM vers EDGE [3]

III. Intégration de la technologie EDGE dans le GSM

Afin que la mise à niveau EDGE GSM peut être mis en œuvre, les ajouts sont nécessaires à l'intérieur de l'architecture de réseau EDGE pour être en mesure de répondre à la transmission des données de paquet qui est transporté par le système. Avec l'introduction de nouvelles entités au sein du réseau, il est encore nécessaire pour les nouveaux éléments de réseau EDGE et ceux des éléments existants GSM à travailler aux côtés de l'autre. En conséquence, l'introduction de la technologie GPRS et EDGE a vue l'ajout de quelques nouvelles entités au sein de l'architecture du réseau.

L'implémentation du EDGE dans un réseau GSM n'implique pas des changements de l'architecture de base, mais des modifications de la station mobile (MS), de la station de base (BTS) et du contrôleur de station de base (BSC) sont nécessaires, qui signifie, entre autres, la mise à niveau logiciel et matériel dans les pièces de circuit et de commutation de paquets du réseau.

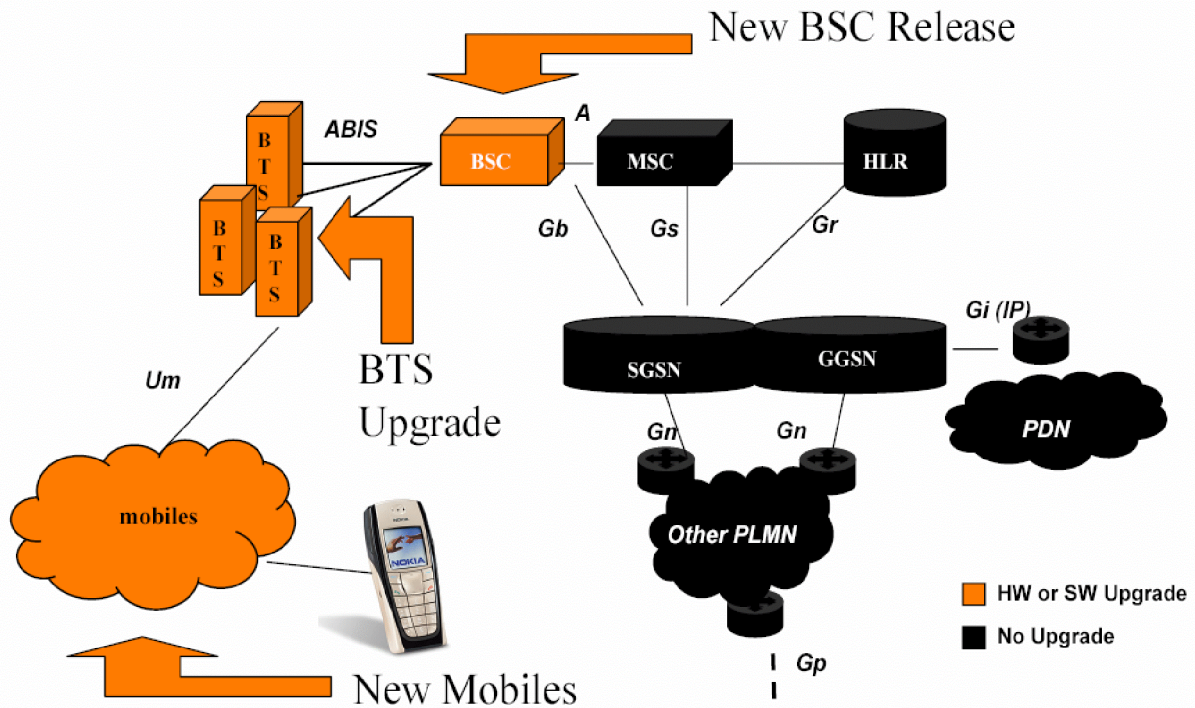


Figure II.2. Les entités du réseau affecté par introduction EDGE [7]

- ✓ **Les stations mobiles:** Il est nécessaire d'avoir un téléphone EDGE GSM compatible EDGE. Comme il n'est pas possible de mettre à niveau des combinés, cela signifie que l'utilisateur doit acheter un nouveau téléphone GSM EDGE.
- ✓ **Station de base:** En dehors de la mise à jour pour intégrer la capacité de modulation 8PSK, d'autres petits changements sont nécessaires pour la station de base. Ceux-ci sont normalement relativement faibles et peuvent souvent être réalisées par des mises à niveau logicielles.

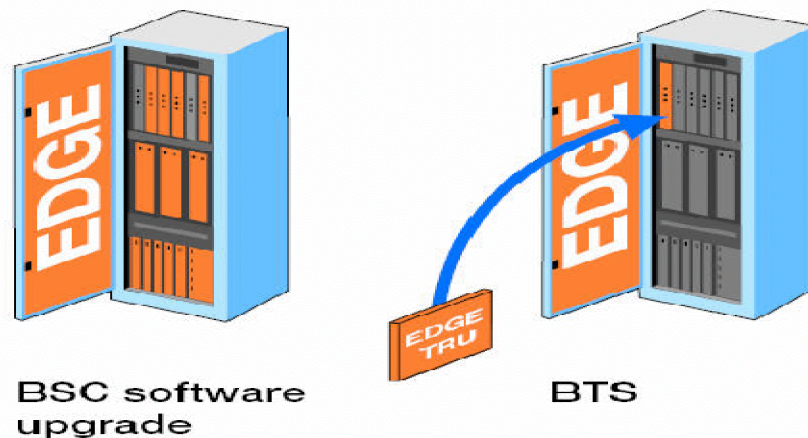


Figure II.3: Mise à niveau de la station de base [2]

- ✓ **La PCU** (unité de contrôle de paquets) : est un routeur matériel qui est ajouté à la BSC. il différencie les données destinées au réseau GSM standard (Circuit Switched Data) et les données destinées au réseau EDGE (Packet Switched Data). L'UCP elle-même peut être une entité distincte physique, ou plus souvent ces jours-ci, il est incorporé dans le contrôleur de station de base BSC, économisant ainsi les coûts matériels supplémentaires.
- ✓ Au niveau cœur (NSS, OSS) la structure du réseau reste inchangée.

Remarque :

Les sous-systèmes de station de base demandent certaines mises à jour. Le principal est l'ajout de la PCU décrit ci-dessus. Certaines modifications peuvent être nécessaires pour les BTS, mais souvent seulement une mise à jour de logiciel n'est nécessaire, ce qui peut souvent être réalisées à distance. De cette façon, les coûts sont réduits au minimum.

IV. Modifications de la couche physique

IV.1. Modulation

Il s'agit d'un nouveau mode de modulation qui permet d'augmenter notablement le débit efficace sur l'interface radio GSM. Il améliore ainsi l'efficacité spectrale et la capacité du réseau. Le déploiement d'une couverture radio EDGE est plus complexe que pour le GPRS. En effet, le changement de la modulation radio, outre l'évolution matérielle des stations de base GSM entraîne une modification sensible de la portée en fonction du débit et de la qualité requise.

Pour atteindre des débits élevés par time slot, EDGE utilise la modulation 8-PSK. Avec cette modulation, on a huit états (voir figure II.4). Ainsi, le nombre de symboles transmis est le même que pour le GPRS mais cette fois, chaque symbole transmis contient 3 bits d'ou augmentation du débit. Cependant, la contrepartie est que la distance entre symbole est

moindre, le risque d'interférence inter symbole se trouve élevé. Si les conditions de réception sont bonnes, cela ne pose pas de problèmes mais dans le cas contraire, il y aura des erreurs d'où des bits supplémentaires seront utilisés pour ajouter plus de codes de corrections d'erreurs afin de reconstruire les données.

	8-PSK	GMSK
Débit symbole	270.833 kbps	270.833 kbps
Bits par symbole	3	1
Bits par slot	348	116
Débit utile par slot	69,6 kbps	22,8 kbps
Débit utile dans 8 x slot (théorique)	553,6 kbps	182,4 kbps

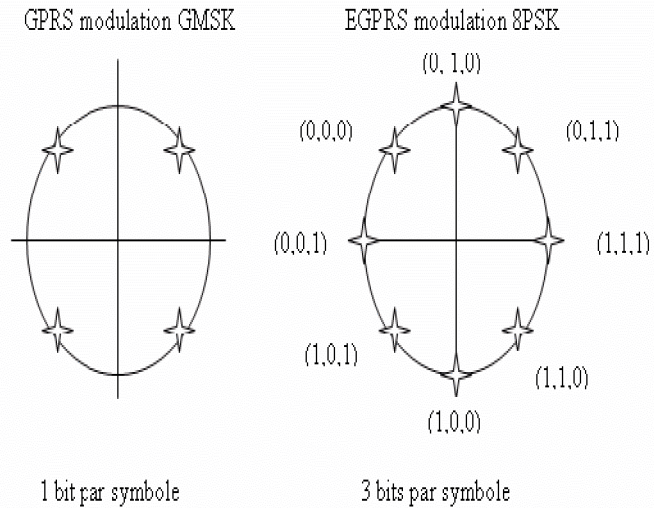


Figure II.4. Modulations GMSK et 8-PSK

IV.2. Structure du Burst

En EDGE, la structure du burst normal associé à la modulation 8-PSK est identique à celle du GSM, les bits sont maintenant des symboles 8-PSK, comme illustré à la figure II.5. Le débit brut sur le slot est ainsi environ trois fois supérieures à celui du GSM, c'est-à-dire de l'ordre de 810 Kbps. Le nombre de bits utiles transportés par un burst normal en 8-PSK est de :

2x 3x 58=348 bits, soit un débit utile par burst d'environ 600 Kbps. Il ne faut pas oublier, toutefois, qu'en réalité, le calcul du débit d'un utilisateur doit tenir compte de la structure de la multi-trame. Dans l'hypothèse où l'utilisateur ne dispose que d'un slot par trame, son débit est de : **348 x 4,615 / (26/24) = 69 Kbps.**

Un bloc RLC-MAC se transmet donc exactement dans un bloc de la multi-trame EGPRS, soit 4 PDCH sur 2 trames successives uniquement ce qui rend EDGE plus robuste même avec ces schémas de codage supérieur contre le saut de fréquence. En plus, comme la transmission d'une séquence de paquets de blocs radio sur l'interface Um, nécessite que l'émetteur adresse ces paquets avec un numéro d'identification. Cette information est incluse alors dans l'en-tête de chaque paquet. Ainsi, les paquets en GPRS sont comptés de 1 à 128 avec une fenêtre de 64. Tandis qu'en EGPRS, les nombres de l'adressage ont passé à 2048 et la fenêtre a augmenté à 1024 pour minimiser le risque de surcharge. Cela en retour, minimise le risque de retransmettre des couches basses et prévoir la diminution du débit.

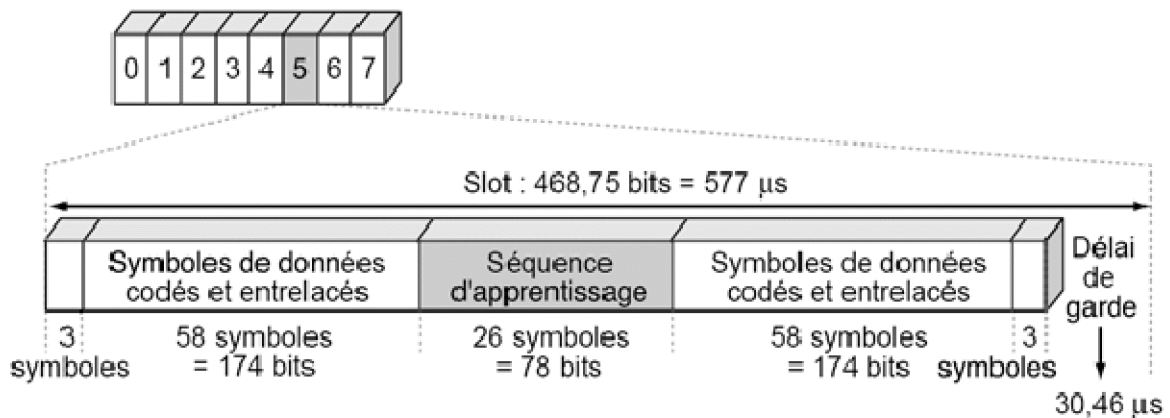


Figure II.5. Structure d'un burst normal 8PSK.[8]

V. Mode packet (EGPRS)

V.1.Manipulation de paquets

Une autre amélioration qui a été apportée à la Norme EDGE est la possibilité de retransmettre un paquet qui n'a pas été décodé correctement avec un plus robuste système de codage. Pour GPRS la ré-segmentation n'est pas possible. Une fois les paquets ont été envoyés, ils doivent être retransmis en utilisant le système de codage d'origine même si l'environnement radio a changé. Cela a un impact significatif sur le débit, comme l'algorithme décide du degré de confiance avec lequel le lien adaptation (LA) doit travailler.

Voici un exemple de transfert de paquets et retransmission pour le GPRS (Figure II.6). [2]

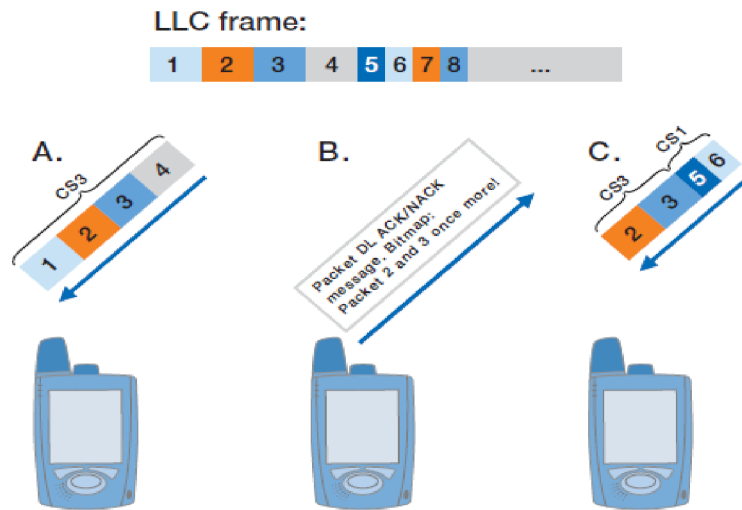


Figure II.6. Transfert de paquets et retransmission pour le GPRS.

A. Le terminal GPRS reçoit des données du réseau sur la liaison descendante. En raison d'une mesure GPRS rapport qui a déjà été reçu, le lien algorithmique d'adaptation dans le contrôleur de station de base décide d'envoyer les blocs radio suivante (par exemple, les numéros 1 à 4) avec CS3. Au cours de la transmission de ces paquets, le rapport (C / I) diminue de façon spectaculaire, en changeant l'environnement radio.

B. Les terminaux GPRS reçoit sur la liaison descendante les paquets contenant les informations sur la qualité de la liaison (message acquitté / non reconnue). Dans ce scénario, on suppose que paquets 2 et 3 ont été envoyés par erreur.

C. Sur la base des nouvelles informations de qualité de liaison, l'algorithme d'adaptation de liaison GPRS adapte le schéma de codage au nouvel environnement radio à l'aide CS1 pour les nouveaux paquets 5 et 6. Cependant, GPRS peut pas re-segmenté les anciens paquets 2 et 3 doivent être retransmis en utilisant CS3, bien qu'il y-a un risque important que ces paquets, peuvent pas être toujours décodés correctement.

En conséquence, l'adaptation de lien pour le GPRS nécessite une sélection rigoureuse de la méthode de codage afin d'éviter les retransmissions autant que possible. Avec EDGE, la re-ségmentation est possible. Les Paquets envoyés avec une faible protection d'erreur peut être retransmis avec plus de protection d'erreur, si il est nécessaire pour le nouveau environnement radio.

V.2. Entrelacement

Pour augmenter les performances des schémas de codage supérieur en EGPRS (de MCS7 à MCS9), même à faible C / I, la procédure d'entrelacement a été changée dans la norme EGPRS. Lorsque le saut de fréquence est utilisé, l'environnement radio évolue sur un niveau par burst. Comme un bloc radio est entrelacé et transmis sur quatre bursts pour le GPRS, chaque burst peut subir un environnement d'interférence complètement différent. Si un seul des quatre bursts n'est pas reçu correctement, tout le bloc radio ne sera pas correctement décodé et devra être retransmis. Dans le cas de CS4 pour le GPRS, pratiquement aucune protection d'erreur n'est utilisée à tous. [2]

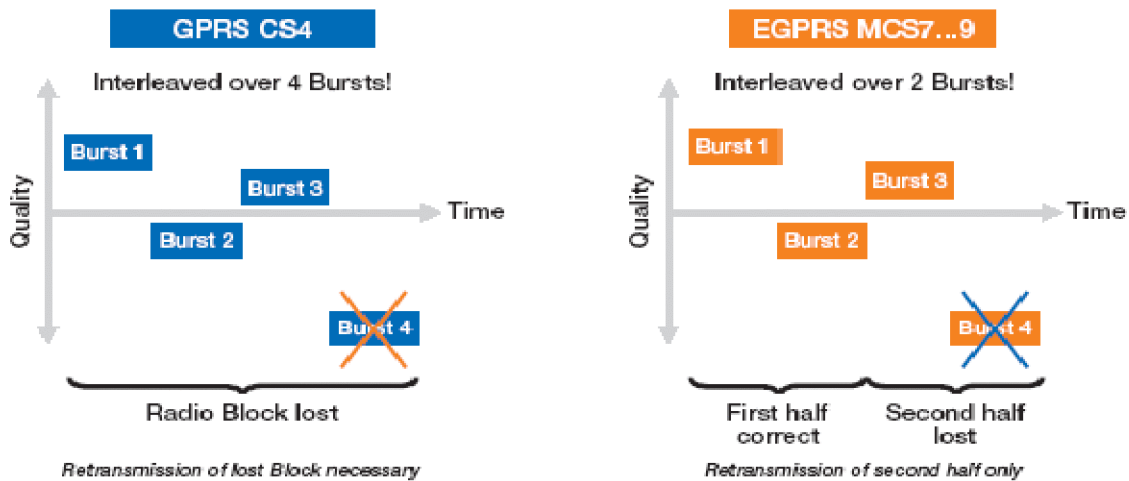


Figure II.7. Entrelacement

Avec EGPRS, la norme gère le schéma de codage supérieur différemment que le GPRS pour lutter contre ce problème. MCS7, MCS8 et MCS9 fait transmettre deux Burst sur quatre burst ;

et l'entrelacement se produit sur deux bursts au lieu de quatre. Cela réduit le nombre de burst qui doivent être retransmis si des erreurs se produisent.

La probabilité de recevoir deux bursts consécutives sans erreur est supérieure à recevoir quatre bursts sans erreur consécutifs. Cela signifie que les schémas de codage supérieur pour EDGE ont une meilleure robustesse à l'égard de saut de fréquence.

V.3. Schémas de codage

L'EDGE 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 de codage MCS (Modulation and Coding Scheme) pour offrir différents débits et degrés de protection de données contre les erreurs de transmission cela se traduit par un changement dans le débit de données brut. Les quatre schémas de codage (MSC1 à MSC4) sont plus faibles, ils utilisent la modulation GMSK avec peu différentes performances de débit. Cela est dû aux différences de la taille de l'entête et de la charge utile des paquets EGPRS, tandis que la partie supérieure à partir de (MSC5 à MSC9) utilise la modulation 8PSK.

Le tableau suivant montre les différents schémas de codages et leurs flux des données

Schéma de codage	Modulation	CR (Code Rate)	Données par bloc radio (bit)	Famille	Débit Maximal (kbps)
MCS-9	8-PSK	1.0	2x592	A	59.2
MCS-8		0.92	2x544	A'	54.4
MCS-7		0.76	2x448	B	44.8
MCS-6		0.49	592 (544+48)	A/A'	29.6 (27.2)
MCS-5		0.37	448	B	22.4
MCS-4	GMSK	1.0	352	C	17.6
MCS-3		0.80	296 (272+24)	A/A'	14.8 (13.6)
MCS-2		0.66	224	B	11.2
MCS-1		0.53	176	C	8.8

Figure II.8. Les schémas de codage EDGE

Dans ce tableau la troisième colonne donne le taux de codage des données. La quantité de données brute transmise durant un bloc radio est présentée en quatrième colonne. Les valeurs en gras indiquent l'existence de bits de remplissage (*padding*).

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 MAC-RLC dans 4 bursts.

Les différents schémas de codage sont regroupées en quatre classes ou familles qui sont désignés par des lettres A, A', B et C. les schémas de codage au sein d'une classe sont utilisés ensemble et se complètent mutuellement. La famille A se compose de MCS-3, MCS-6, et MCS-9. Famille A' se compose de MCS-3, MCS-6 et MCS-8. Famille B se compose de MCS-2, MCS-5 et MCS-7. Enfin famille C se compose de MCS-1. L'avantage de regrouper les familles ensemble de cette façon, c'est que si un bloc transmis dans l'un des schémas de codage n'est pas reconnu, alors il peut être envoyé en deux blocs, par exemple avec un système de codage de la même famille. Par exemple, si un bloc transmis en utilisant MCS-7 est corrompu alors il peut être ré-envoyé en deux blocs à l'aide MCS-5 ou quatre avec MCS-2.

Les tailles de l'unité de données de base pour les familles A, A', B et C sont respectivement 37, 34, 28, 22 octets. Voir la figure ci-dessous

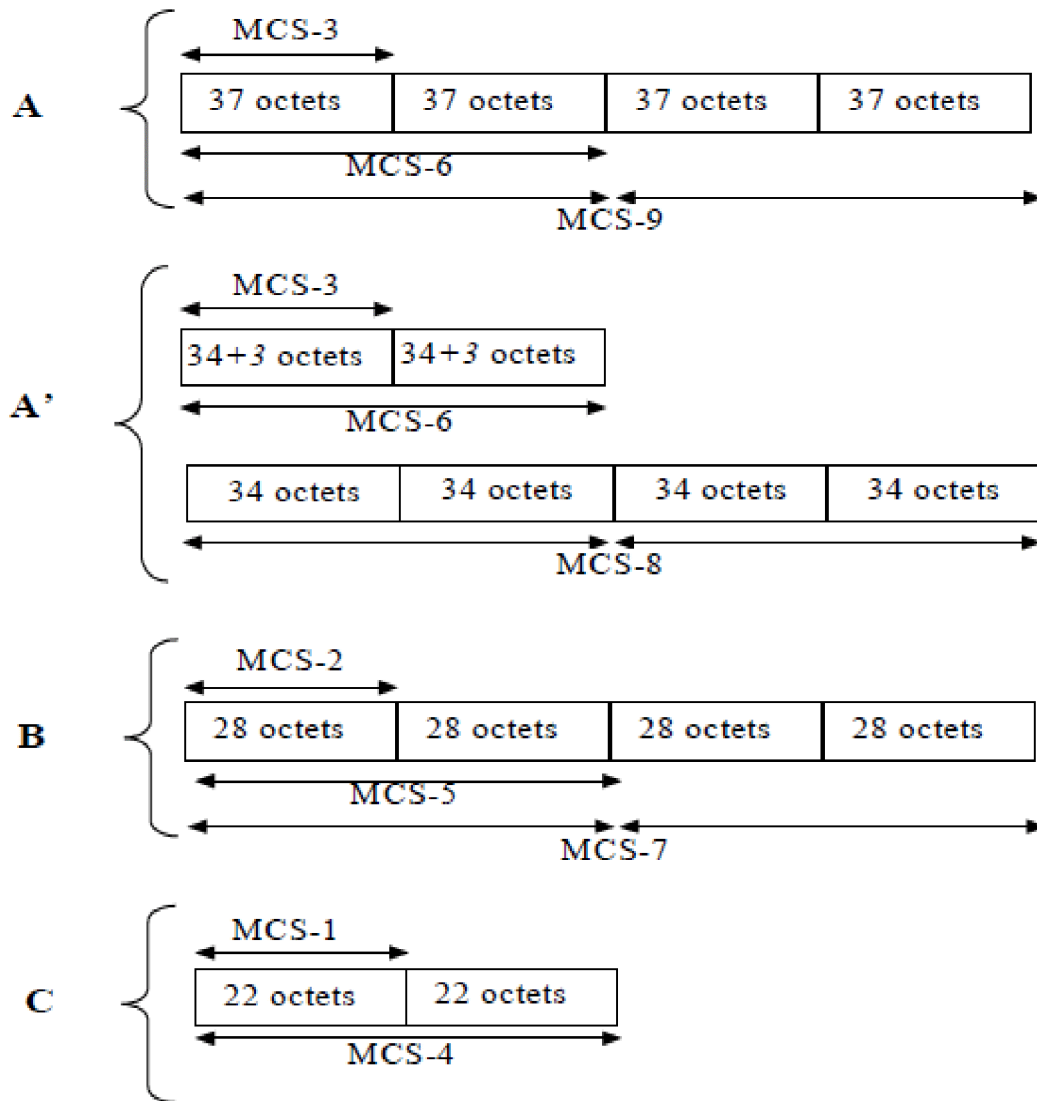


Figure II.9. Différentes familles de MCS et leurs unités de données.

VI. Contrôle de la qualité de liaison

Pour avoir le plus haut débit possible sur l'interface radio, EGPRS utilise une combinaison de deux fonctionnalités: l'adaptation de lien comme en GPRS et la redondance incrémentale. Comparé à l'adaptation du lien pure du GPRS (voir Figure II.10) la combinaison des deux mécanismes améliore la performance considérablement..

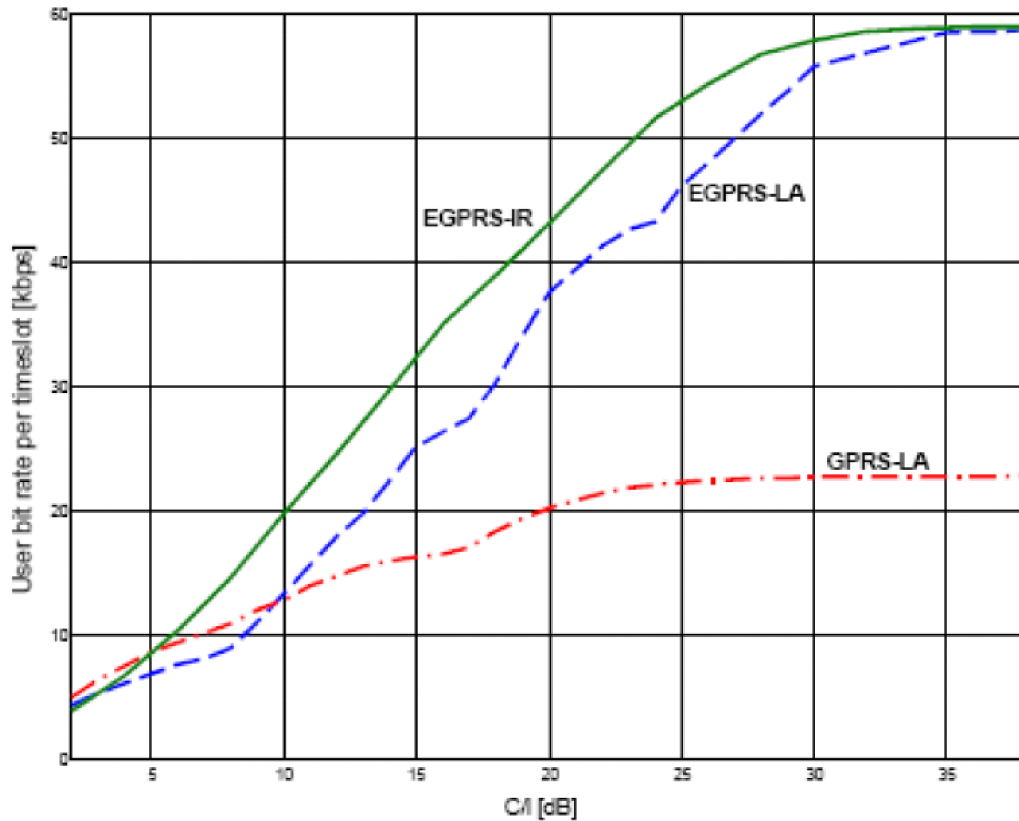


Figure II.10. Comparaison de performance du *link adaptation* en GPRS et EGPRS [3]

VI.1.adaptation dynamique de lien

Pour utiliser le lien radio au maximum de la capacité, l'émetteur adapte le schéma de modulation et de codage à la qualité du signal reçu par le récepteur. Lorsque le taux d'erreur bit est faible, il est possible de réduire le taux de codage des données ou de passer de la GMSK à la 8-PSK. Ce passage se fait donc, le plus souvent, lorsque toutes les données émises ont été reçues et acquittées au niveau RLC. Les données transmises dans le nouveau mode sélectionné sont des données « fraîches ».

Les transitions entre tous les schémas sont possibles : MCS-1 à MCS-2, MCS-2 à MCS-3, MCS-1 à MCS-4, ...etc. cependant, si la qualité du lien radio se dégrade, il se peut que, même après plusieurs répétitions, un bloc de données ne soit pas acquitté alors que les suivants le sont. L'entité MAC-RLC peut alors les répéter en changeant de schéma de codage : par exemple : passer de MCS-6 à MCS-3.

Or les bloc de données sont plus courts si le codage est plus important. Pour permettre facilement les transitions, la norme a astucieusement choisi de grouper les schémas de codage et de modulation en familles, dont les tailles sont des multiples de mêmes valeurs. En passant de MCS-6 à MCS-3 par exemple, un émetteur va découper un bloc en deux sous- blocs.

Le protocole RLC, comme tous les protocoles de liaison de données, repose sur le principe de numérotation de blocs. En cas de repli sur un schéma de codage plus protégé, un bloc à répéter est découpé en deux sous-blocs. Pour éviter de déstabiliser l'ensemble du processus de numérotation, les deux sous-blocs portent le même numéro de bloc mais un champ dans l'en-tête permet de préciser s'il s'agit de la première partie du bloc original ou de la seconde.[6]

VI.2.la redondance incrémentale

Pour comprendre le principe de la redondance incrémentale, il est nécessaire d'aborder la question du codage de canal en EGPRS

VI.2.1.principe de Codage du canal EGPRS

Il existe neuf codeurs de canal différents, sans compter diverses variantes qui sont définies par le schéma de poinçonnage (Puncturing Scheme). La figure II.11, montre le principe très simplifié du codage de canal EGPRS complexe. Un codeur convolutif étale d'abord les données utiles sur un nombre de bits multiplié par trois. Cet étalement permet de corriger des erreurs dans la transmission. On « poinçonne » ensuite les différents bits selon un schéma défini (schéma de poinçonnage P1, P2 et P3) et on recompose les bits.

Enfin, seul le paquet de données avec le schéma de poinçonnage P1 est transmis dans quatre bursts de données. Les schémas choisis permettent au récepteur de reproduire les données utiles d'origine complètes à partir de chacun des paquets.

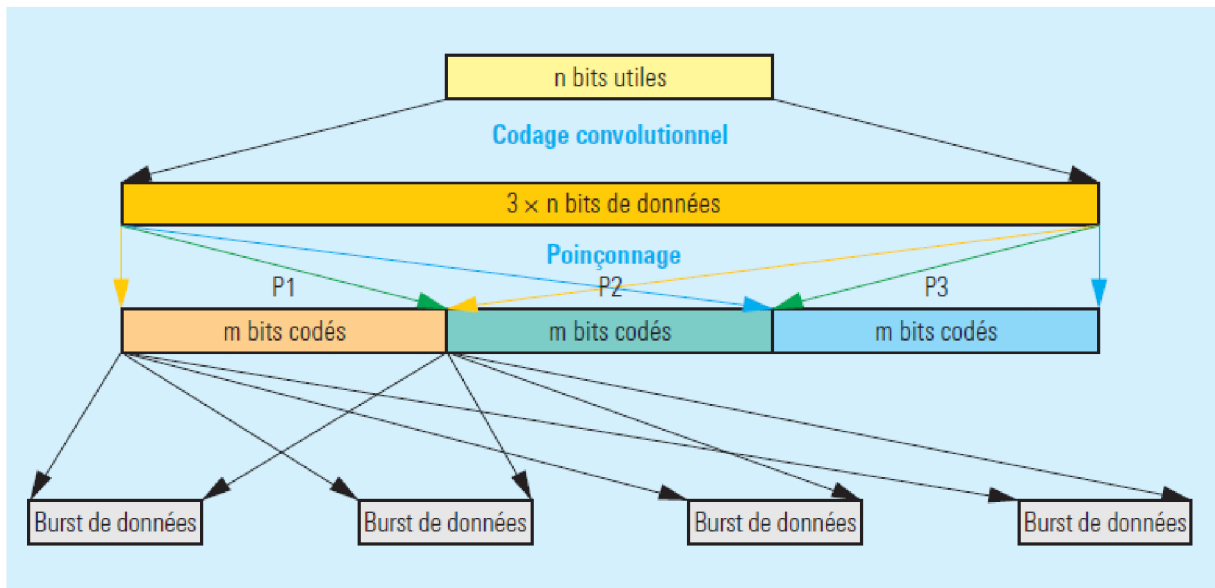


Figure II.11. Principe très simplifié du codage de canal EGPRS.

Les données utiles sont d'abord triplées puis réorganisées par poinçonnage des bits. Bien qu'il ne faille transmettre qu'une partie des bits, la protection contre les erreurs de transmission demeure assurée.

VI.2.2. Principe de la redondance incrémentale

Lorsqu'une erreur ne pouvant pas être corrigée apparaît dans la transmission d'un bloc de données, le système demande et transmet une nouvelle fois le bloc complet ; en GPRS, jusqu'à ce qu'il soit reçu sans erreur. Des informations totalement inutiles peuvent ainsi être transmises plusieurs fois, par exemple lorsque quelques bits seulement étaient erronés lors de la première transmission du bloc de données. En EGPRS, l'émetteur peut aussi envoyer le bloc de données avec le schéma de poinçonnage P2. Le récepteur assemble alors les deux blocs de données reçus et tente une correction d'erreur. Etant donné qu'il dispose de beaucoup plus de bits de redondance, la probabilité qu'il décode le bloc sans erreur est alors beaucoup plus élevée. Si cela lui est cependant impossible, il reçoit lors de la transmission suivante le bloc de données avec le schéma de poinçonnage P3 et il réutilise tous les bits transmis pour le décodage. En cas de besoin, le récepteur demande donc de façon incrémentale de plus en plus de bits de redondance à analyser (Figure II.12).

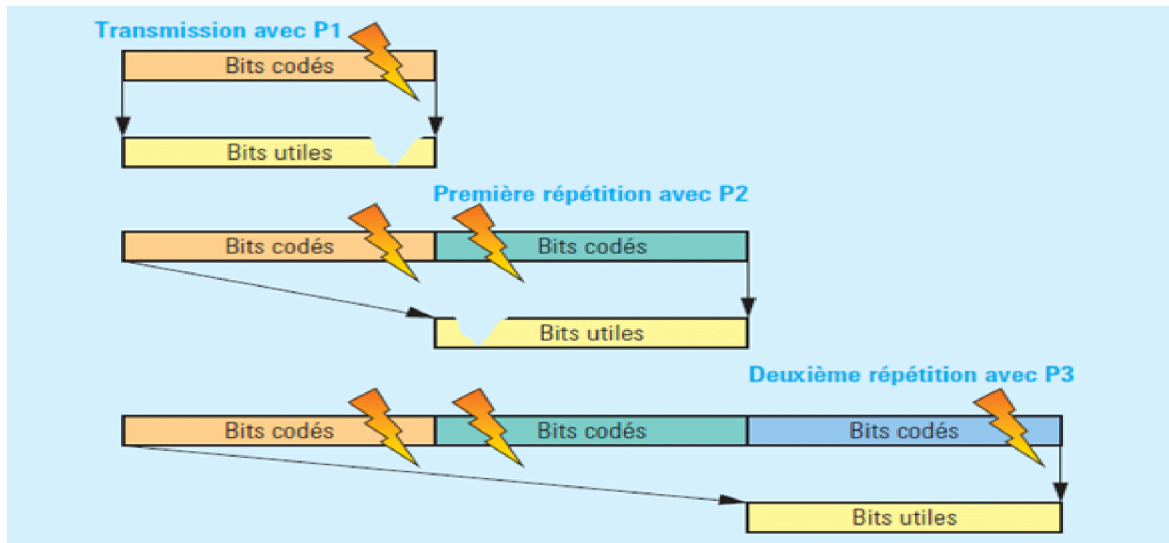


Figure II.12. Redondance incrémentale

Avec la redondance incrémentale, lorsqu'un bloc de données est transmis, ce n'est pas le même bloc qui est renvoyé, mais les données avec le schéma de poinçonnage suivant. La correction d'erreur utilise alors les deux blocs. La probabilité de pouvoir corriger des erreurs de transmission est ainsi plus grande. Dans cet exemple, les trois transmissions comportent des erreurs. La combinaison des trois blocs de données reçus autorise néanmoins le décodage sans erreur des données.

Schéma de codage utilisé	Le schéma de poinçonnage correspondant
MSC-1	P1
MSC-2	P2
MSC-3	P3
MSC-4	P3
MSC-5	P2
MSC-6	P1
MSC-7	P2 /P3
MSC-8	P1
MCS-9	P2/P3

Figure II.13. Le schéma de poinçonnage à utiliser pour chaque codeur de canal.

Conclusion

Malgré les changements qui doivent être apportés, le coût de la mise à niveau pour passer à la technologie GSM EDGE cellulaire est relativement faible. Les éléments de base du réseau nécessaires pour EDGE sont déjà disponibles sur le réseau, et par conséquent les nouvelles entités du réseau sont également nécessaires pour l'UMTS donc ils sont sur la mise à niveau globale et le chemin de migration. En Outres, les modifications apportées aux stations de base sont relativement faibles et peuvent souvent être réalisées très facilement.

Chapitre III :
EDGE Evolution

I. Introduction

Après l'introduction du EDGE, l'organisme de standardisation GSM franchit avec les spécifications EDGE Evolution un pas de plus vers une nouvelle augmentation des débits de données. Le délai (latency) a été diminué en divisant par deux l'intervalle de transmission (Transmission Time Interval) en le passant de 20 ms à 10 ms. La bande passante théorique maximale est évoluée jusqu'à 1 Mbit/s et Le délai aller retour a été réduit de 150 ms à 100 ms en utilisant la transmission sur deux porteuses dans la voie descendante, une fréquence de symboles plus élevées, des modulations plus complexes telles que 32QAM et 16QAM à la place de 8-PSK et des turbo codes pour améliorer la correction d'erreur. D'autre part, la qualité du signal a été améliorée en utilisant deux antennes pour le mobile. EDGE Evolution peut être mis en place progressivement à travers des mises à jour logicielles.

Le cœur de l'innovation technologique se situe :

- Des modulations supplémentaires d'ordre supérieur optimisées en termes de facteur de crête, telles que QPSK, 16QAM et 32QAM à rotations.
- *Downlink Dual Carrier (DLDC)* : la station de base transmet les données à un récepteur mobile sur deux canaux RF simultanément et double ainsi le débit de données en liaison descendante.
- *Mobile Station Receiver Diversity (MSRD)* : plusieurs antennes intégrées (diversité d'antennes) permettent aux récepteurs mobiles d'améliorer la qualité du signal obtenue.

II. La mise en œuvre EDGE Evolution

Un grand soin a été apporté afin d'assurer que l'impact de l'EDGE Evolution sur le matériel de la station de base est minimisé. Les différentes améliorations peuvent être graduellement introduites dans le réseau, la plupart d'entre eux sont des mises à niveau logicielles, l'architecture de réseau actuelle reste inchangée. Par contre les terminaux ont besoin des modifications plus importantes remplacés à un rythme bien plus élevé. Un grand nombre de fournisseurs de téléphones sont pour le EDGE Evolution, combinés avec des niveaux croissants de fonctionnalité EDGE Evolution devraient être disponibles à partir de 2008.

Les figures III.1 et III.2 ; montrent des exemples de l'augmentation des débits et l'efficacité spectrale fournie par GPRS et EDGE et les différents étapes de mise en œuvre du EDGE Evolution.

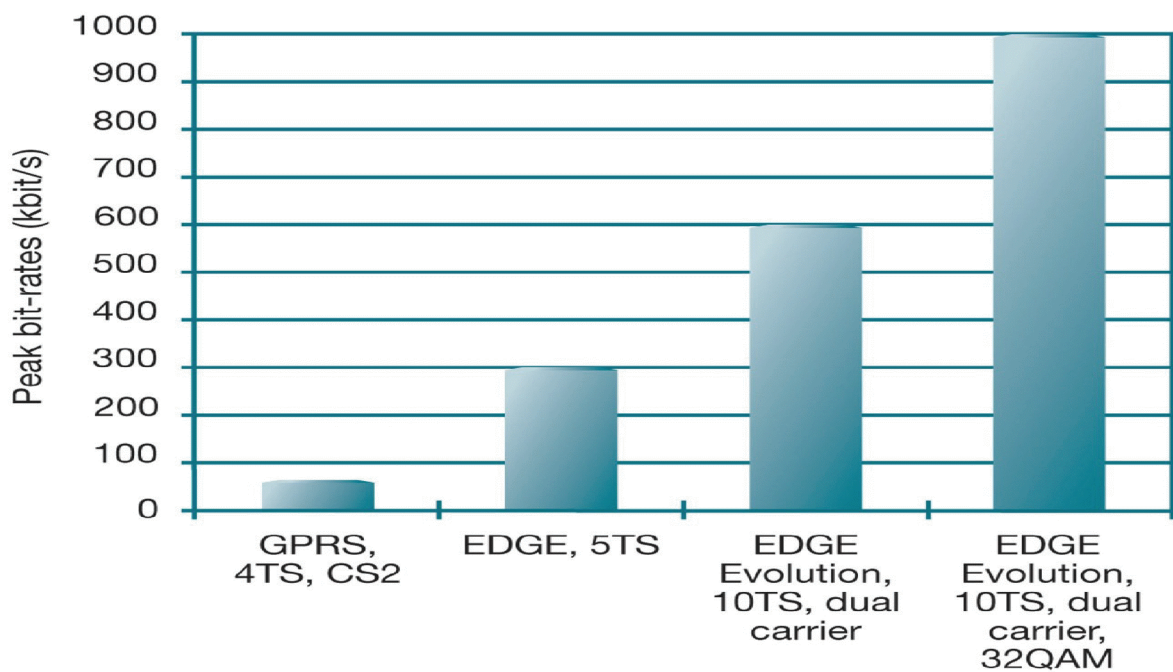


Figure III.1. Débits en liaison descendante pour le GPRS, EDGE et les différentes étapes de L'évolution EDGE [4]

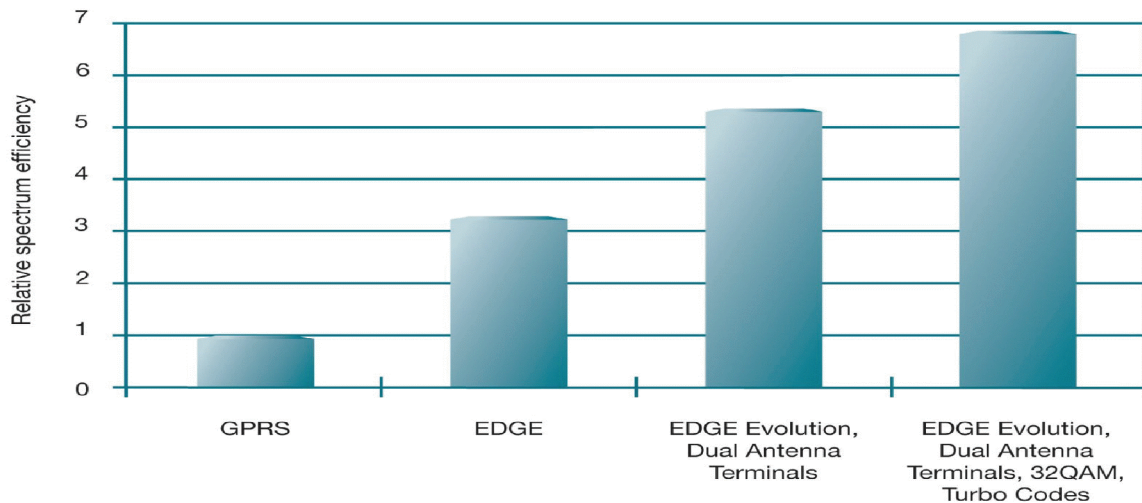


Figure III.2. Efficacité spectrale relative pour le GPRS, EDGE et les différentes étapes de l'évolution de l'EDGE [4]

III. Les Améliorations EDGE Evolution

III.1. réduction de la latence (réduction des délais d'attente et le temps aller-retour)

EDGE Evolution apporte des améliorations importantes pour la latence.

Le temps d'attente a une influence importante sur les expériences des utilisateurs en particulier les services de conversation, comme la voix sur IP et la téléphonie vidéo qui nécessitent une faible latence.

Il est difficile d'améliorer substantiellement la latence sans réduire l'intervalle de temps de transmission (TTI). Ceci est effectué par une transmission en temps réduit jusqu'à 10 ms ce qui conduit à un temps aller-retour (RTT) de 100 ms. La latence exprime les retards sur le réseau, mais pas les retransmissions sur l'interface radio.

Un bloc radio est transmis en quatre bursts sur quatre trames TDMA consécutives sur un seul Packet Data Channel (PDCH) en utilisant un TTI de 20ms. La différence se situe dans le mode TTI réduit à 10 ms est que les quatre bursts sont transmises sur deux trames TDMA consécutives sur deux PDCH qui constituent un PDCH-paire (voir Les figures suivantes).



Figure III.3. La réduction de TTI en fonction du PDCH

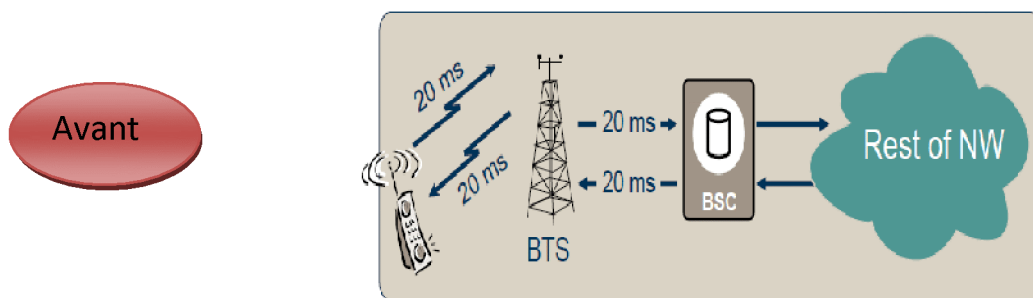


Figure III.4. Diagramme de flux de données avec TTI = 20ms

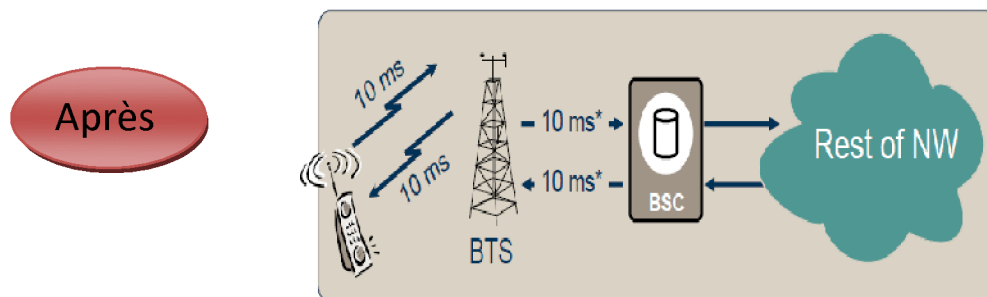


Figure III.5. Diagramme de flux de données avec TTI = 10ms.

Ericsson estime que la réduction du TTI de 20 ms à 10 ms réduira le temps aller-retour à partir de 150ms à 100ms.

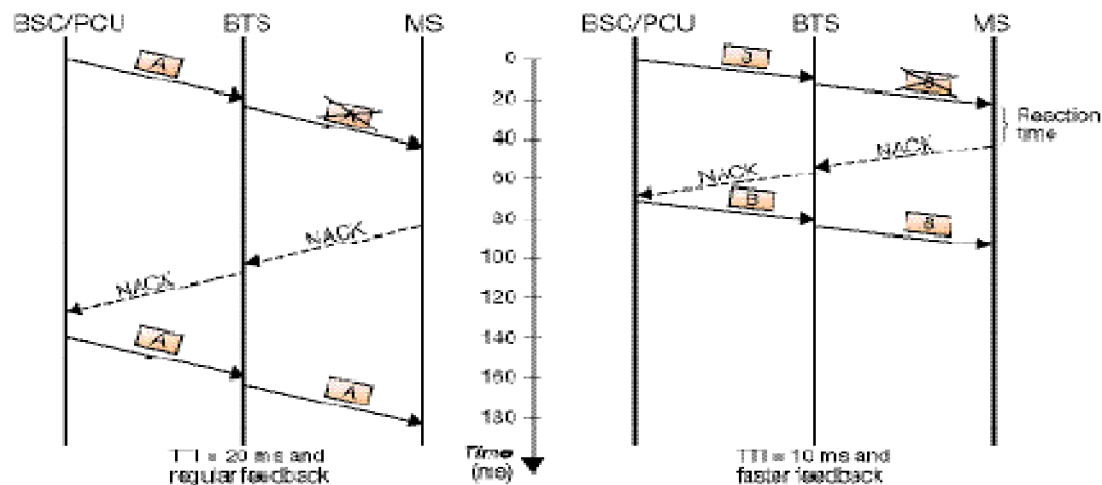


Figure III.6. Réduction du temps aller retour en fonction du délai d'attente.

III.2. Augmentation du débit et une meilleure efficacité

III.2.1. Double porteuse sur la voie descendante

L'amélioration la plus importante apporter au EDGE afin d'atteindre un débit important, est l'introduction de la double porteuse sur la liaison descendante. Elle augmente la bande passante deux fois plus que celle de l'EDGE (jusqu'à 400 kHz).

En permettant la transmission sur deux porteuse descendante simultanément à un même utilisateur, il est possible d'allouer davantage de time slots pour cet utilisateur. Avec Dual Carrier, jusqu'à 10 time slots peuvent être attribués à un seul utilisateur, améliorant ainsi le débit d'une manière significative par rapport à des terminaux avec 4-5 time slots. Par exemple, en utilisant la 8-PSK, le débit par utilisateur est de 592 Kbit / s lorsque 10 time slots sont attribués. Les deux porteuses affectées à l'utilisateur peuvent être dans la même bande de fréquences, Cela signifie qu'il n'y a aucun impact sur la planification fréquentielle ou sur les fréquences existantes lors de l'activation de la double porteuse dans une cellule. En outre, les mécanismes de partage des time slots restent les mêmes. Les time slots attribués à un utilisateur double porteuse peuvent être partagés avec d'autres utilisateurs double porteuse ainsi avec utilisateurs d'une seule porteuse (exemple : utilisateurs GPRS).

Avec Dual Carrier, les mécanismes de PDCH à la demande (dynamique) et dédié (fixe) s'appliquent toujours. Par conséquent, il est possible de configurer un seul ou bien quelques time slots dédiés rien que pour garantir la disponibilité de la commutation paquet. Par conséquent le déploiement de la double porteuse ce fait sans réduction de la capacité vocale.

Remarque

La double porteuse n'est applicable que pour la liaison descendante et uniquement pour les connexions EDGE.

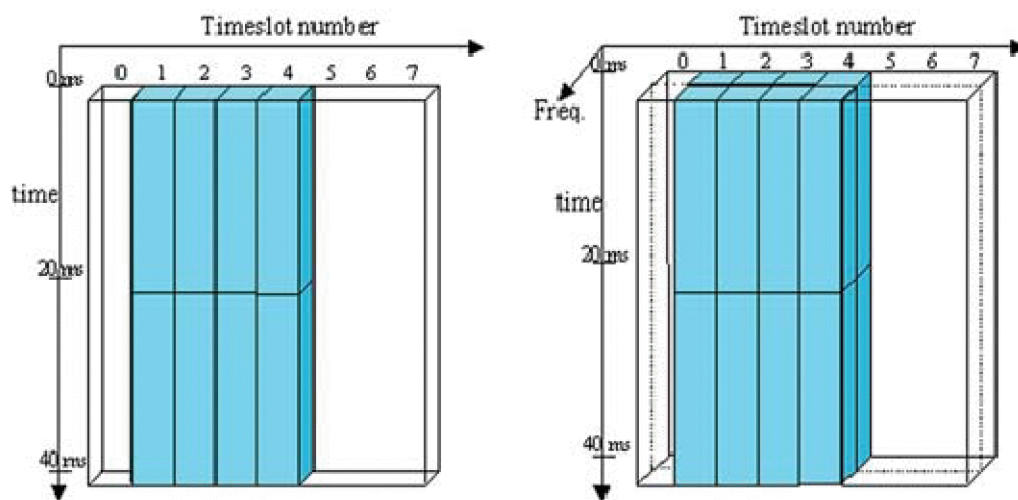


Figure III.7. Exemple d'une exécution double porteuse sur la liaison descendante.

III.2.2. Modulation d'EDGE Evolution

Modulation d'ordre supérieur

Afin d'être en mesure de fournir une augmentation de la vitesse de DATA sur le GPRS, la version EDGE utilise la modulation 8PSK pour permettre une augmentation de vitesse. Cela fonctionne en permettant à 3 bits coder un symbole. Evolved EDGE, utilise des modulations d'amplitude ordres supérieurs en quadrature dans les formes de 16QAM, qui code 4 bits par symbole et 32QAM qui code 5 bits par symbole. Cela dit, 32QAM est seulement capable d'être utilisé dans des conditions idéales, car il ya un compromis en utilisant des ordres de

modulation plus élevés. Alors qu'ils sont en mesure de fournir des débits de données plus élevés, ils exigent un plus grand rapport signal sur bruit pour une réception sans erreur.

La 16QAM utilise quatre bits de modulation pour mapper un symbole donc en total on aura 16 symboles. Par contre la modulation 32QAM utilise cinq bits pour mapper un symbole, alors le nombre de symboles est 32. La Figure III.8 montre les constellations de signaux de la QAM.

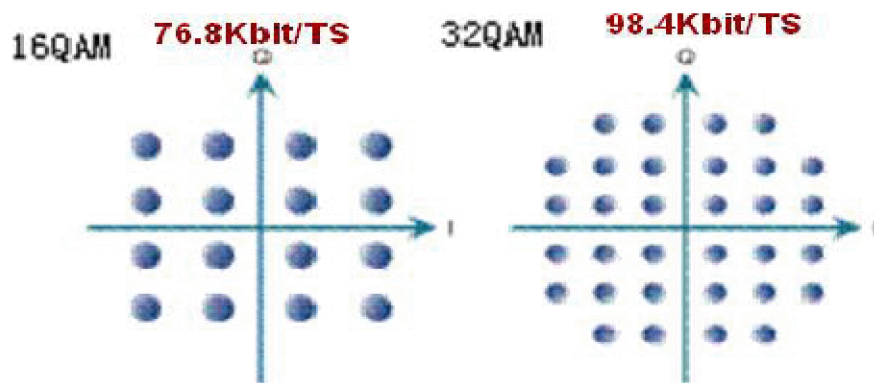


Figure III.8. Modulation 16QAM/32QAM

Modulation 16/32 QAM considéré comme des Modulation d'ordre supérieur introduites dans le cadre EDGE Evolution par 3GPP Rel-7.

Dans le sens descendant, EDGE Évolution utilise les codes Turbo et les modulation 16QAM/32QAM qui permettent jusqu'à 98,4 kbps par time slot, par contre dans le sens montant il utilise les codes de convolution et la modulation 16QAM, cette dernière est utilisé dans le processus d'adaptation de liaison, elle offre un débit de 76,8 kbps par timeslots. de plus, EDGE Evolution utilise la modulation GMSK et 8PSK et schéma de codage MSC pour assurer la compatibilité avec EGPRS.

En comparaison avec la 8PSK et GMSK, QAM augmente le débit et le taux de la cellule, il dispose d'une capacité anti-interférences plus élevé. La 16QAM permet un taux de codage plus faible en raison de la vitesse de transmission et de la modulation plus élevée par

rapport à la 8PSK et GMSK, par conséquent le débit de données et le gain en C/I sont augmentés.

En comparaison avec la 16QAM, la 32QAM a un taux de cellule plus élevée.

Selon la qualité radio, le réseau sélectionne la modulation la plus optimale et des schémas de codage (MCS) qui maximisent le débit.

La figure III.9 donne un aperçu des débits obtenus avec EDGE Évolution par rapport à ceux atteints en GSM avec les modulations GMSK et 8PSK. EDGE Evolution réitère le doublement des débits par rapport à EDGE et les multiplie même par six fois par rapport à la modulation GMSK d'origine.

Modulation	Débit standard (270,833 ksymb/s)	Débit augmenté (325 ksymb/s)
GMSK	22,8	–
QPSK	–	55,2
8PSK	69,6	–
16QAM	92,8	110,4
32QAM	116,0	138,0

Figure III.9. Les débits obtenus avec EDGE Évolution par rapport à ceux atteints en GSM avec les modulations GMSK et 8PSK

III.2.3. schémas de codage du EDGE Evolution

Pour augmenter la robustesse contre les interférences et le bruit, les codes turbo font partie de la nouvelle technique de codage de la technologie EDGE.

Pour la liaison descendante, huit schémas de codage sont introduits pour EDGE Evolution, du DAS-5 au DAS-12. Ces schémas de codage sont utilisées pour transmettre des blocs de données RLC de liaison descendante dans les blocs radio EDGE Evolution.

Il utilise également la modulation et schémas de codage MCS-1 jusqu'a MCS-4 et de MCS-6 à MCS-8.

MCS-1 à MCS- 4 sont utilisés pour retenir la structure complète de la famille du schéma de codage, et MCS-6 est utilisée pour la retransmission des données RLC lorsque EDGE est changé en EDGE Evolution. Pour le MCS-7 et MCS-8, ils sont utilisés pour le multiplexage du MS EDGE et MS EDGE Evolution sur le canal PDCH.

Dans la liaison montante, cinq schémas de codage sont introduits en EDGE Evolution, d’UAS-7 à UAS-11. Ces schémas de codage sont utilisés pour transmettre des blocs de données RLC de liaison montante dans les blocs radio EDGE Evolution. Il utilise aussi les schémas de codage MCS-1 à MCS-6 pour conserver la structure complète de la famille du schéma de codage.

En comparaison avec les codes de convolution les codes Turbo augmentent le débit. En outre, turbo-codes ont une capacité de correction d'erreur plus élevé. La combinaison de codes Turbo et schéma de modulation QAM augmenter encore le débit.

Le tableau III.1 et le tableau III.2 montrent les relations entre le système de codage, de modulation et le débit de données par PDCH de la liaison descendante et la liaison montante du EDGE Evolution respectivement.

Modulation Scheme	Modulation Type	RLC blocks/ Radio blocks	Data Rate per slot (kb/s)
MSC-1	GMSK	1	8.8
MSC-2	GMSK	1	11.2
MSC-3	GMSK	1	14.8/13.6
MSC-4	GMSK	1	17.6
MSC-6*	8PSK	1	29.6/27.2
MSC-7	8PSK	2	44.8
MSC-8	8PSK	2	54.4
DAS-5	8PSK	1	22.4
DAS-6	8PSK	1	27.2
DAS-7	8PSK	1	32.8
DAS-8	16-QAM	2	44.8
DAS-9	16-QAM	2	54.4
DAS-10	32-QAM	2	65.6
DAS-11	32-QAM	3	81.6
DAS-12	32-QAM	3	98.4
* Only for retransmissions of blocks originally transmitted using EGPRS			

Tableau III.1. Modulation et schéma de codage utilise dans la liaison descendante d'EDGE Evolution.

Modulation Scheme	Modulation Type	RLC blocks/ Radio blocks	Data Rate per slot (kb/s)
MSC-1	GMSK	1	8.8
MSC-2	GMSK	1	11.2
MSC-3	GMSK	1	14.8/13.6
MSC-4	GMSK	1	17.6
MSC-5	8PSK	1	22.4
MSC-6	8PSK	1	29.6/27.2
UAS-7	16-QAM	2	44.8
UAS-8	16-QAM	2	51.2
UAS-9	16-QAM	2	59.2
UAS-10	16-QAM	3	67.2
UAS-11	16-QAM	3	76.8

Tableau III.2. Modulation et schéma de codage utilise dans la liaison montante d'EDGE Evolution.

III.2.4. Mobile Station Receiver diversité (MSRD)

En 3GPP Release 6 l'introduction du Single Antenna Interference Cancellation (SAIC) caractérisé par Downlink Récepteur avancée Performance (DARF). Les exigences ont déjà montré que les améliorations de réception dans les MS peuvent fournir des gains significatifs en termes d'efficacité spectrale.

Le système EDGE Evolved prévoit un mécanisme connu sous le nom de la diversité de réception où un second récepteur est utilisé pour décoder le signal entrant d'une manière qui peut recevoir avec des caractéristiques différentes, par exemple : la position ou polarisation. De cette façon, si un signal sur un récepteur est faible, il est possible que le signal sur le second soit meilleur et peut être reçu avec moins d'erreurs ce qui améliore considérablement les débits et l'efficacité spectrale.

III.2.4.1. Transmissions et réceptions simultanées

EDGE Evolution permet la transmission et la réception simultanée et taux de filtrage plus efficace entre l'émetteur et le récepteur. La plupart des mobiles EDGE sur le marché sont limités à quatre time slots par canal en raison de ce phénomène, présentant une transmission indépendante et chaînes de réception mobiles pourrait permettre d'utiliser toutes les huit intervalles de temps d'un canal.

III.2.4.2. La couverture du service MSRD

Deux bornes d'antenne peuvent aussi améliorer la couverture des services. Avec deux antennes et des méthodes de combinaison efficaces, les plus faibles émissions de signaux peuvent être capturées. Autour 3 dB de moins (environ 50 pour cent) la puissance du signal est nécessaire pour fournir un service, permettant grandes cellules ou la puissance de sortie plus faible.

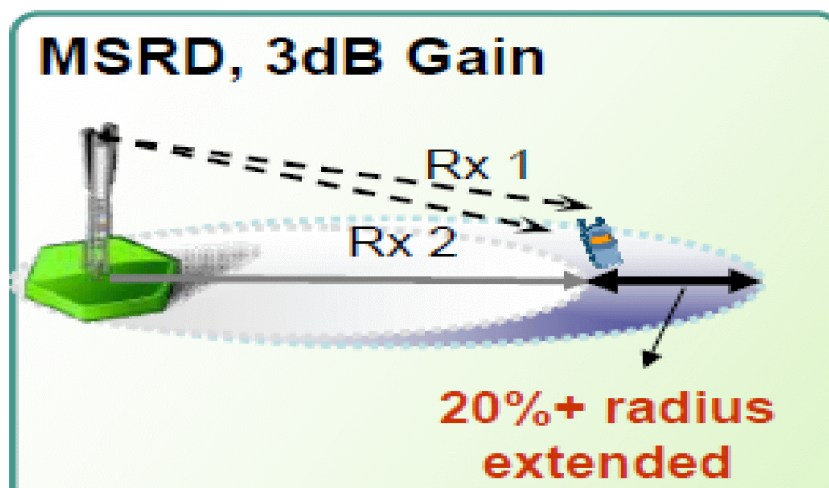


Figure III.10 : amélioration de la couverture en utilisant deux bornes d'antennes pour le MS

III.2.5. Mobile classe Multi slot

La classe multi slot détermine la vitesse de transfert de données disponible dans les sens montant et descendant. la classe est une valeur comprise entre 1 et 45 elle est utilisé par le réseau pour allouer des canaux radio à la liaison montante et la liaison descendante.

Une allocation multi slots est représentée comme suit (Rx + Tx), par exemple 5 +2.

Le premier nombre est le nombre de timeslots de la liaison descendante et le second est le nombre de timeslots de la liaison montante alloués à une utilisation par la station mobile.

EDGE utilise un maximum de 5 times slot dans la liaison descendante et 5 timeslots dans la liaison montante, mais simultanément un nombre maximum de 6 time slot peut être utilisé pour la liaison montante et descendante. Le réseau configure automatiquement le nombre de timeslots par exemple 2, 3 ou 4 ... en fonction de la nature de transfert de données.

Certains mobiles sont de haut gamme c'est-à-dire ils appartiennent à des classes à partir de 32, ces mobiles supportent jusqu'à 6 TS simultanément.

Selon 3GPP TS 45.002 (version 6), tableau III.3, les stations mobiles supportent 5 time slot de liaison descendante et 3 time slot de liaison montante avec un nombre maximum de 6 time slot utilisés simultanément.

Si le trafic de données est concentré dans le sens descendant le réseau permet de configurer la connexion pour 5 +1 opération. Lorsque davantage de données sont transférées sur la liaison montante du réseau peut à tout moment changer la constellation de 4 +2 ou 3 +3. Dans les meilleures conditions d'accueil, c'est à dire quand la meilleure modulation EDGE et de codage peuvent être utilisés, 5 intervalles de temps peuvent transporter une bande passante de $5 * 59,2 \text{ kbit / s} = 296 \text{ kbit / s}$. Dans le sens montant, 3 intervalles de temps peuvent transporter une bande passante de $3 * 59,2 \text{ kbit / s} = 177,6 \text{ kbit / s}$.

Classe Multislots	Downlink TS	Uplink TS	Actif TS
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5
12	4	4	5
30	5	1	6
31	5	2	6

32	5	3	6
33	5	4	6
34	5	5	6

Table III.3. Classes Multi slots MS pour GPRS / EDGE.

IV. Résultats obtenus en utilisant les fonctionnalités EDGE

La figure ci-dessous montre un exemple de différents débits dans une cellule quand les différentes caractéristiques du EDGE Evolution mise en place. Elle montre comment la modulation d'ordre supérieur et l'utilisation deux porteuses améliore le débit, tandis que la modulation d'ordre supérieur, les turbo-codes et annulation d'interférence avec deux antennes augmentent le débit à la frontière de la cellule.

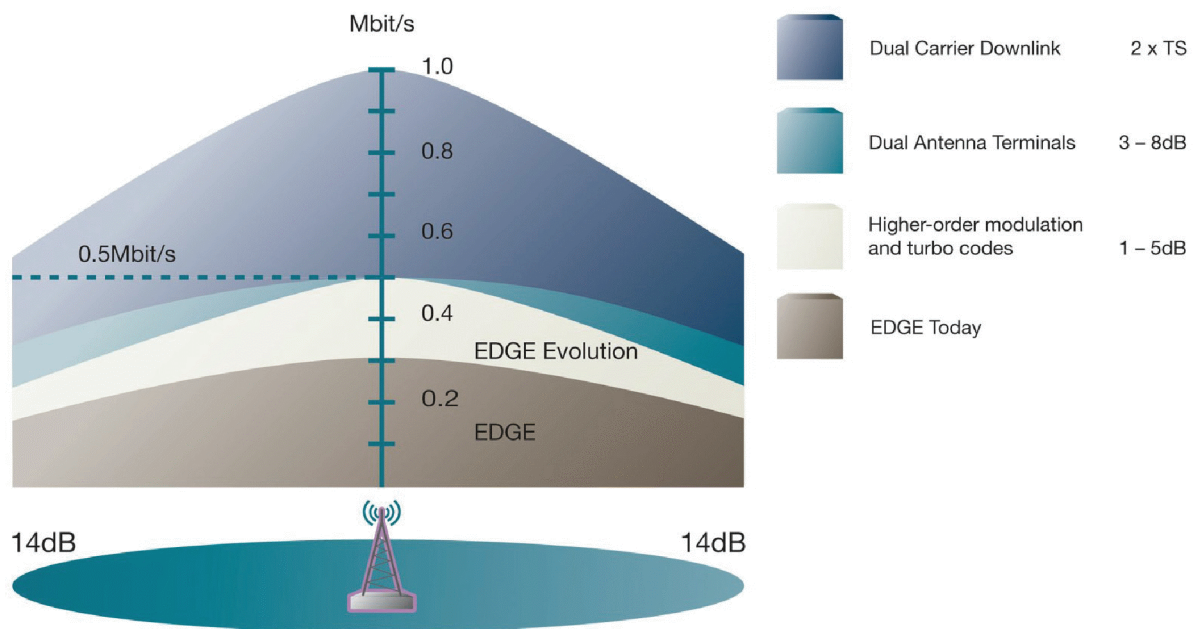


Figure III.9. Exemples d'améliorations de débit dans différentes parties d'une cellule. [4]

Chapitre IV :
Evaluation des Performances GPRS/EDGE

Le trafic de réseau EDGE, GPRS et GSM sont portés sur le même canal radio, par conséquent, les ressources disponibles aux réseaux GPRS et EDGE sont totalement dépendantes du trafic de la voix ce dernier a une variation aléatoire et varie dans le temps, cela peut causer diverses difficultés pour les concepteurs radio qui veulent optimiser le réseau.

L'objectif principal d'une étude sur la partie radio et d'accomplir une performance satisfaisante pour le réseau GSM ainsi que les utilisateurs de réseau GPRS et EDGE. c. a. d de trouver le nombre de PDCH nécessaire pour assurer une certaine application avec une qualité acceptable. La gestion des ressources radio devrait alors faire autant que possible pour mettre à jour la qualité négociée d'où des données KPIs peuvent être mesurées à différents niveaux et dans différentes places.

I. les indicateurs de performances d'un réseau cellulaire (Data KPI)

Les réseaux GSM/GPRS/EDGE peuvent offrir des services data dans la commutation circuit (CS) à grande vitesse (HSCSD) et dans le mode de commutation paquets (PS) avec le réseau GPRS et EDGE.

Cette section se concentre sur l'introduction et l'analyse des performances de réseau par rapport aux KPI, qui est générique pour tout service donné et identifie l'efficacité délivrée aux réseaux pour le trafic à commutation paquets. Les exigences de la performance sont consenties entre le réseau et la station mobile à la phase de l'établissement du service. La gestion de ressource radio devrait maintenir la qualité négociée. Le KPI data est mesuré à différents niveaux et dans les différentes places, les paramètres les plus importants du traitement de la liaison hertzienne de GPRS/EDGE dans la partie radio sont le débit et le délai.

I.1 Le débit

Le débit est mesuré comme le montant de données délivrées à la couche LLC par unité de temps, le débit est approprié seulement quand le montant de données transmises est assez grand et peut être mesuré facilement par le réseau pendant la durée TBF (temporary block flow). Chaque réseau aura une probabilité de distribution de débit différente selon la charge et configuration du réseau.

$$\text{débit} = \frac{\sum bi}{T_{TBF}}$$

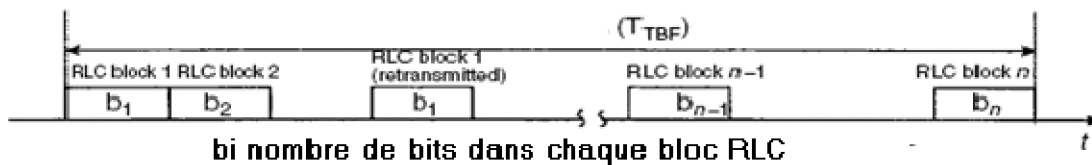


Figure IV.1 : le débit dans un bloc TBF [5]

Le débit de l'utilisateur peut aussi être mesuré à la couche d'application, par exemple, en mesurant le temps du téléchargement d'un grand dossier qui utilise le FTP (file transfer Protocole). Cette mesure peut être faite avec une simple application qui dirige des débits de la couche d'application, pour les services à temps réel ou le streaming.

I.2. Le délai

Le délai c'est le temps nécessaire à la couche LLC pour transférer un PDU situé dans la SGSN à la station mobile ou du MS vers la SGSN. Le délai LLC inclut le temps exigé à la retransmission des blocs RLC, la probabilité de distribution de délais est mesurée au Centre de contrôle des Paquets PCU.

Dans le mode RLC ACK, le délai dépend du temps aller-retour lors de l'accès à la partie radio RA RTT (radio Access round trip time). Il peut avoir un impact considérable sur la performance de l'application RA RTT définie le temps total de transmission d'un bloc RLC

jusqu'à l'information ACK/NACK est reçue, L'augmentation de la charge de données conduit à une augmentation de délai LLC jusqu'au point de saturation donc il paraît impossible d'offrir avec efficacité des services data. Le délai est minimisé par la priorité maximale d'allocation.

I.3. Débit total par cellule

Le débit par cellule mesure la quantité de bits qui peuvent être transmis dans une cellule kbit/s/cell. Le réseau GPRS/EDGE peut calculer cet indicateur facilement en mesurant la quantité d'information transmise pendant une certaine période. Le débit par cellule ne prend pas en considération la rediffusion et le contrôle d'information sous la couche LLC. La figure représente un exemple de la variation de débit par cellule en fonction de la charge (data Kb).[5]

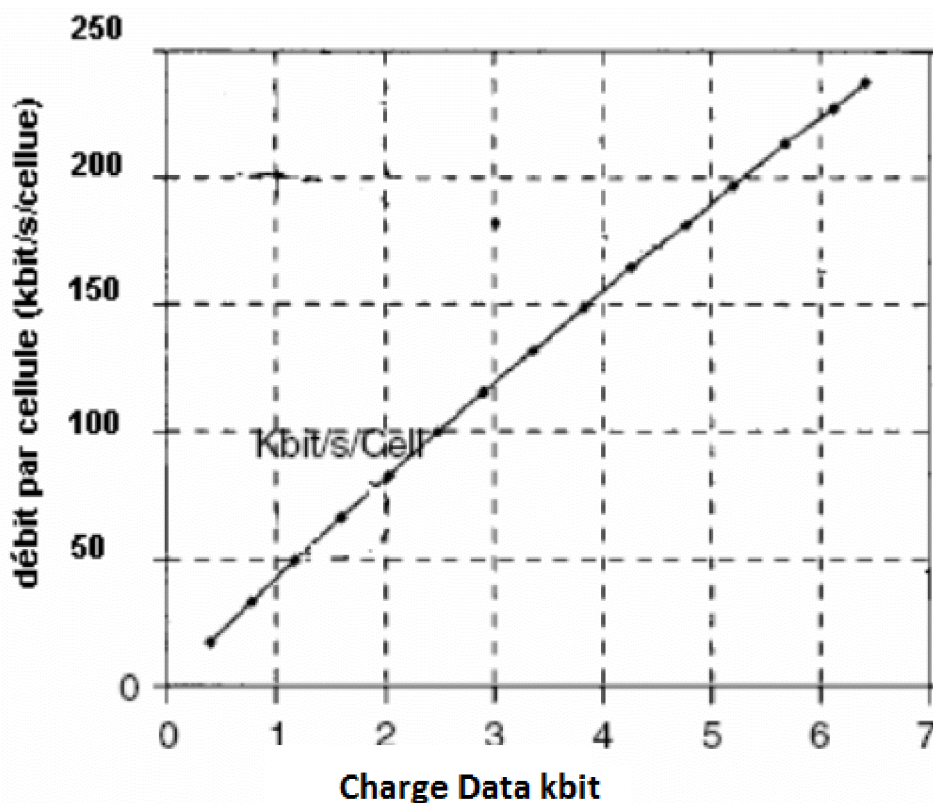


Figure IV 2 : débit par cellule en fonction de la charge (Kb/s)

I.4 Blocage TBF

La probabilité de blocage TBF se traduit par le degré de saturation de la cellule. Quand la limite de blocage est atteinte, les paquets doivent être laissés dans le réseau cœur.

Le blocage varie exponentiellement avec la charge de réseau, avec un haut blocage TBF la performance s'écroule et le délai des LLC augmente exponentiellement, comme illustré dans la figure IV.3.

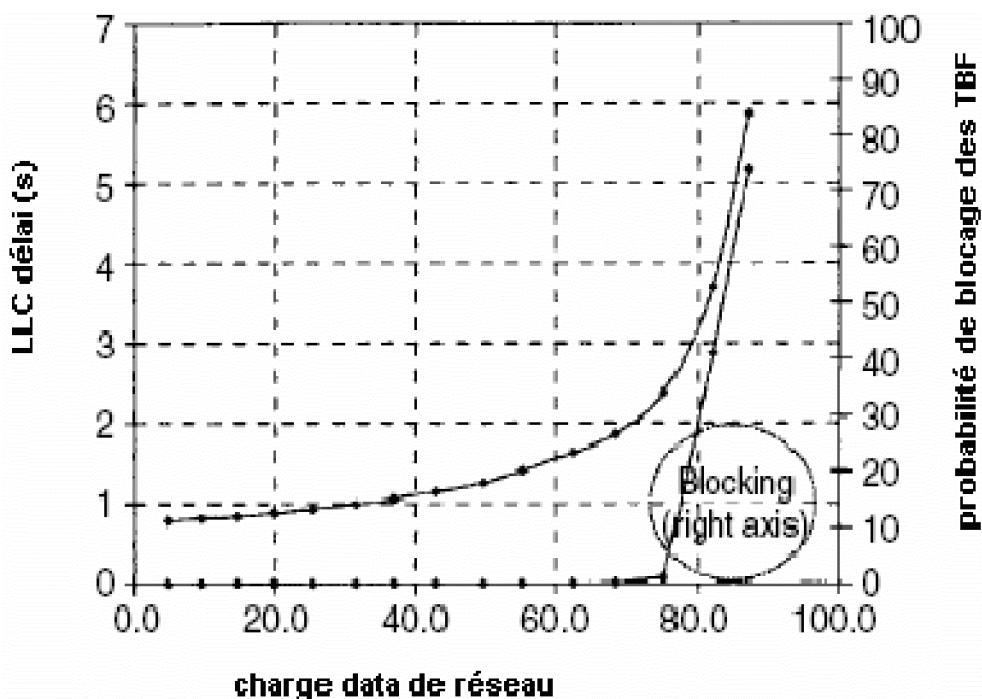


Figure IV.3 : dégradation de délai en fonction de probabilité de blocage TBF [5]

Le réseau GPRS/EDGE devrait être dimensionné pour assurer une probabilité de blocage TBF bas, c'est un concept semblable à la parole dans laquelle le nombre de TS est dimensionné pour accomplir une probabilité du blocage maximal de 2 % (typiquement).

II.5 Facteur de réduction du débit TBF

Le facteur de réduction du débit mesure la réduction de débit TBF lorsque le TS est partagé par plusieurs utilisateurs. Sachant qu'avec la capacité TSL et le facteur de réduction c'est possible de calculer le débit moyen TBF.

$$\text{Débit TBF} = \text{capacité TS} \times \text{nombre de TS alloués} \times \text{facteur de réduction}$$

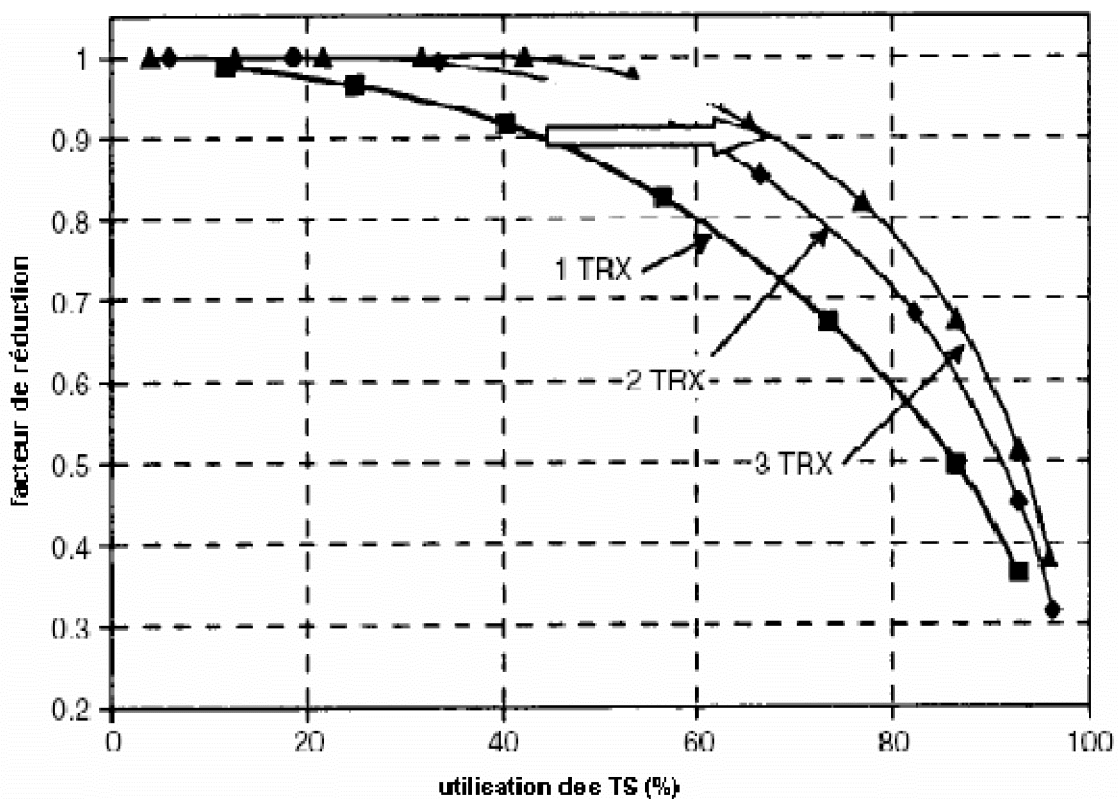


Figure IV.4 : facteur de réduction en fonction d'utilisation TS pour différents TRX

La figure IV.4 montre le facteur de réduction calculé dans un réseau EDGE, avec huit TS disponibles le trafic est meilleur. Lorsque le nombre de TS disponible est augmenté, les ressources disponibles sont utilisées plus efficacement.

II. Étude des performances du réseau GPRS/EDGE

II.1 Performances des liens

Dans cette section, la performance d'une liaison hertzienne seule est étudiée sous interférence et conditions de limitation du bruit. La performance est étudiée en termes de taux d'erreurs du bloc (BLER) et le débit par TSL pour les différentes modulations et schémas de codage CS. Il devrait être noté que l'amélioration de capacité cœur de réseau GPRS/EDGE est basée purement sur l'amélioration des liens.

II.2 Débits Max du GPRS/EDGE

Le GPRS/EDGE transmet des segments dans les blocs LLC avec un débit binaire maximal, cela dépend des schémas du codage CS et MCS utilisés. Le montant de bits LLC transmis dans un bloc radio est donné par le montant de canal codé sur chacun des CS et MCS. Les Tables IV.1 IV.2 résumant le nombre de bits dans un bloc LLC par 20 ms

segment LLC						
paramètre	schémas de codage	modulation	RLC bloc	nombre de bits/20ms	taux de codage	de débit bit/s
GPRS	CS1	GMSK	1	181	0.45	95000
	CS2		1	268	0.65	13400
	CS3		1	312	0.75	15600
	CS4		1	428	n/a	21400

Tableau IV.1 : le nombre de bits dans un bloc LLC par 20 ms GPRS

Schéma de codage	Modulation	RLC bloc	Nbr de bit /20ms	Taux de codage	Débit Kbit/S
MCS-1	GMSK	1	209	0.53	8.8
MCS-2	GMSK	1	257	0.66	11.2
MCS-3	GMSK	1	329	0.8	13.6
MCS-4	GMSK	1	385	1	17.6
MCS-5	8-PSK	1	487	0.37	22.4
MCS-6	8-PSK	1	631	0.49	27.2
MCS-7	8-PSK	2	946	0.76	44.8
MCS-8	8-PSK	2	1138	0.92	54.4
MCS-9	8-PSK	2	1236	1	59.2

Tableau IV.2. Le nombre de bits dans un bloc LLC par 20 ms EDGE

II.3 Interférences et les limiteurs de performance

II.3.1 BLER performance

Il est bien clair que quelques blocs RLC reçus sont erronés, la robustesse des liens dépend du taux de codage utilisé. En général, la haute probabilité BLER (block load error rate) s'accompagne avec un codage élevé. La performance minimum est spécifiée avec le minimum C/I à exiger pour accomplir 10 % BLER pour les différentes conditions du canal.

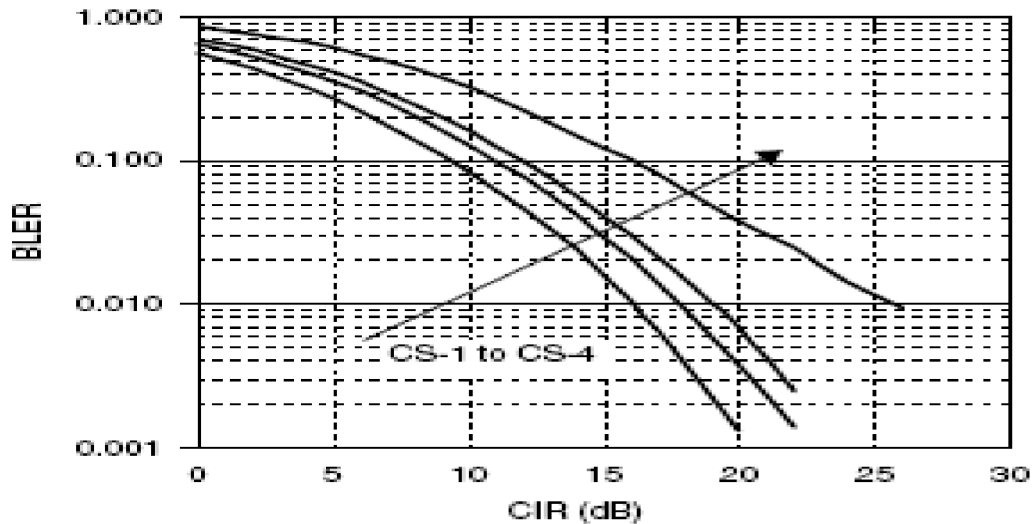


Figure IV .5 : effet de C/I et le taux de codage sur le BLER [5]

II.3.3 Retransmission des blocs

Lorsque la livraison des données erronées est nécessaire, le réseau GPRS peut retransmettre ces blocs avec le mécanisme de la rediffusion de base, le débit accompli est calculé en fonction du BLER [5]

$$\text{Débit} = \text{débit max} \times (1 - \text{BLER})$$

Chapitre V :
Application

I. Introduction

Nous avons développé une procédure de calcul de débit du réseau 2G à l'aide de l'outil Matlab, par la suite en prenant compte des fonctionnalités EDGE. Nous avons calculé le nouveau débit qui sera donc évolué jusqu'à 1 Mbit/s.

II. Description

Nous avons élaboré une interface graphique sous Matlab permettant l'accès aux différentes fonctionnalités de l'application est fourni par l'interface présentée sur la figure ci-dessous :



Figure V.1. Fenêtre principale.

La fenêtre ci-dessus dispose des boutons qui permettent les opérations suivantes :

- Le bouton « **Quitter** » : permet de mettre fin à l'exécution de l'application, d'où une boîte d'affirmation s'affiche :

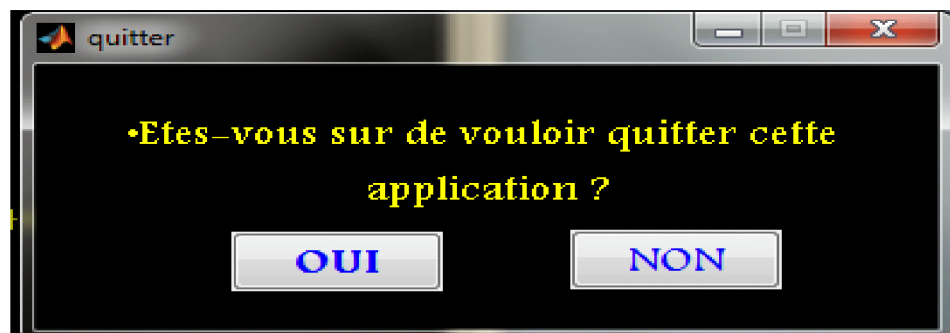


Figure V.2. Confirmation de Quitter le logiciel.

- Le bouton « **Objectif** » permet de cerner le but de notre application.

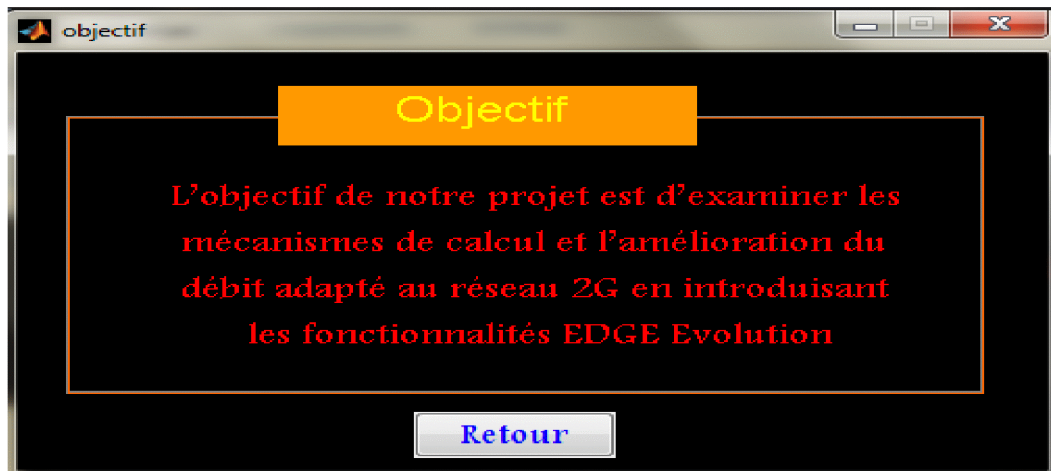


Figure V.3. Objectif générale du logiciel.

- En cliquant sur le bouton « **Entrer** », un choix est fourni pour l'utilisateur. La figure suivante illustre ce choix :

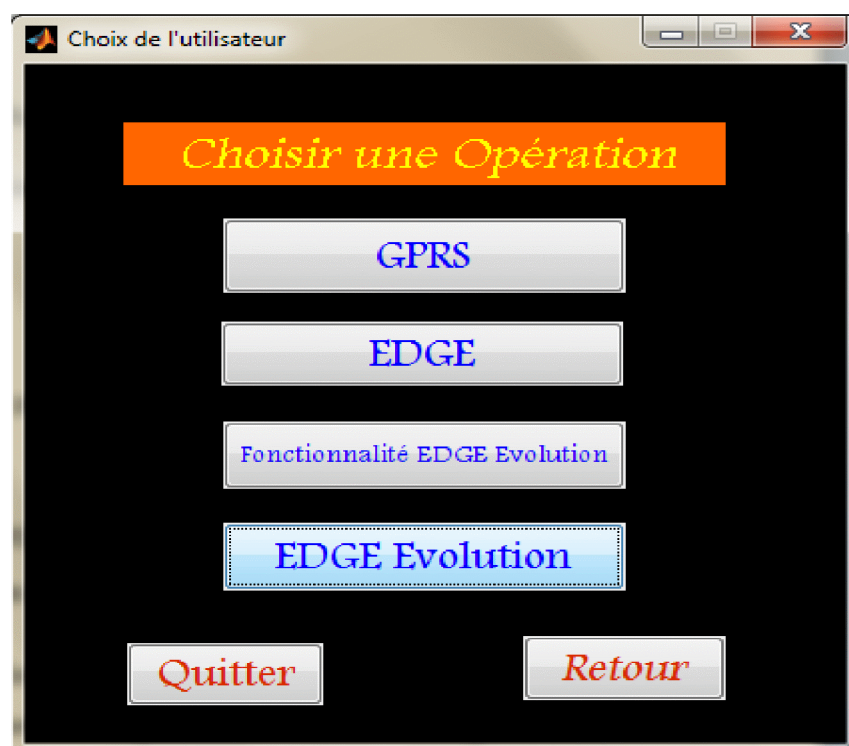


Figure V.4. Choix d'une opération.

Dans cette fenêtre plusieurs opérations sont présentées.

II.1. fenêtre GPRS

On cliquant sur le bouton GPRS. Une fenêtre s’affiche comprenant les opérations conçues pour le calcul du débit/abonné en fonction des quatre (4) schémas de codages du canal (CS1-CS4), Il est clair que le débit maximal théorique pour les différents schémas de codages n’est pas réalisable pratiquement comme le démontre la formule suivante :

$$\text{Débit}_{CS} = \text{débit}_{CS \text{ max}} \times (1-\text{BLER}) \quad [\text{Kb /S}]$$

Avec :

Débit_{CS} : est le débit réel pour chaque schéma de codage.

Débit_{CS max} : est le débit théorique estimé pour chaque schéma de codage.

BLER : (block load error rate) dépend de la fiabilité de protocole RLC et le niveau d’interférences dans le secteur peut varier entre 10 à 15 %.

Le débit maximal dépend du schéma de codage utilisé .voir le tableau suivant :

paramètre	schémas de codage	modulation	RLC bloc	nombre de bits/20ms	Taux de codage	de débit kbit/s
GPRS	CS1	GMSK	1	181	0.45	9.5
	CS2		1	268	0.65	13.4
	CS3		1	312	0.75	15.6
	CS4		1	428	n/a	21.4

Tableau V.1. Débit en fonction des schémas de codage

II.1.1.Exemple de calcul du débit

Pour ce calcul on prend le BLER à 10% et en utilise le codage CS-2(13.4kbit/s) car il est le plus utilisé en pratique, avec quatre TS alloués à l’abonné tandis qu’il est le nombre max que on peut allouer pour un l’utilisateur GPRS.

La formule qui permet le calcul du débit/abonnés est la suivante :

$$\text{Débit/abonnés} = \text{débit}_{CS} \times \text{Nbre TS} \quad [\text{kb/s}]$$

En revanche, le débit total par BTS suivant le nombre d'abonnés connecté (exemple : 15) est donné par :

$$\text{Débit / BTS} = \text{débit /abonné} \times \text{nombre d'abonnés connectés [Kb/s]}$$

Les résultats sont représentés dans la fenêtre suivante :

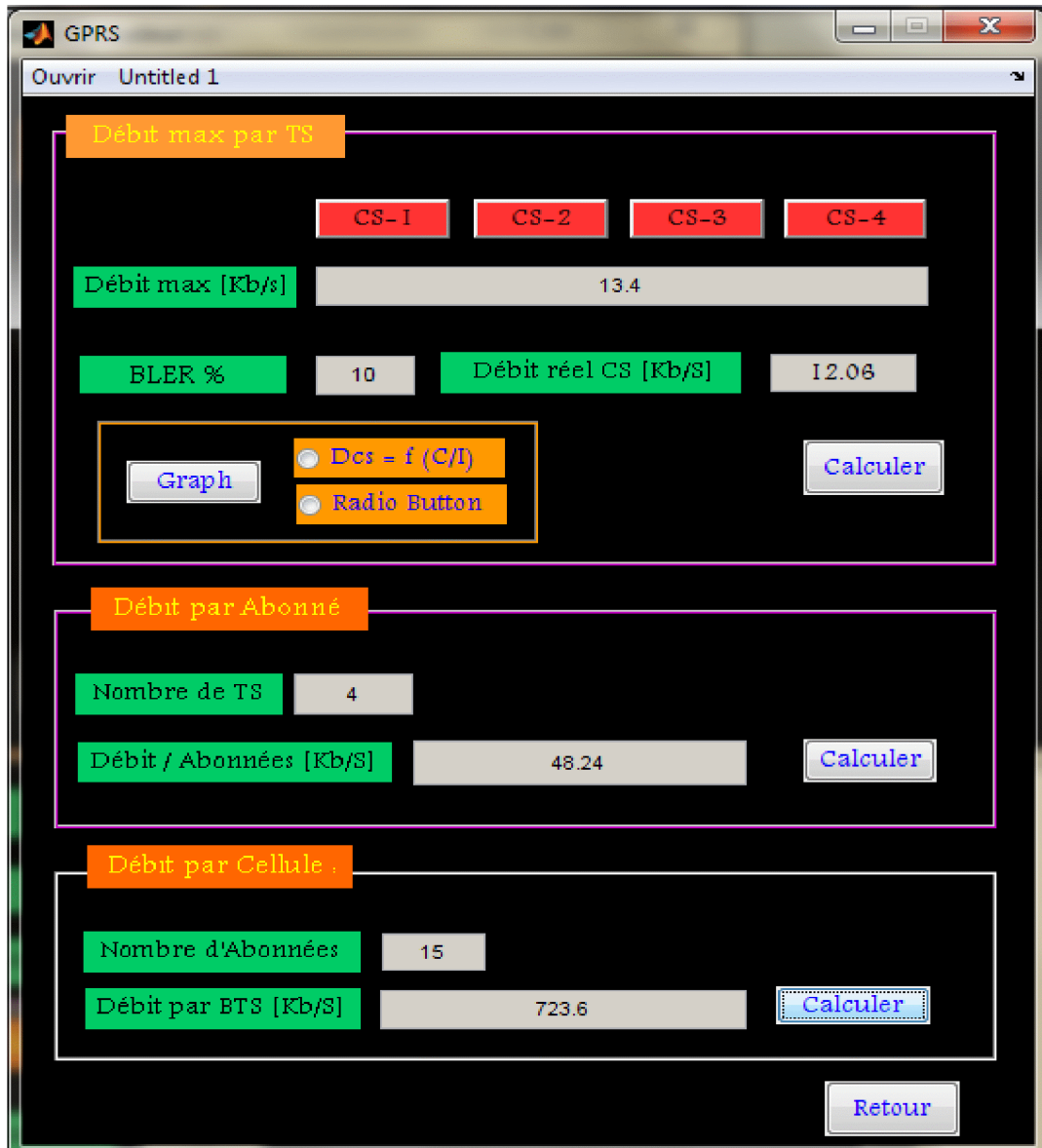


Figure V.5. Exemple de Calcul du débit GPRS

On a tracé Les courbes de variation du débit GPRS et débit CS en fonction de C/I et ce, en utilisant deux boutons radio pour choisir les graphes souhaités et un bouton « Graphe » qui nous renvoi à l'une de deux fenêtres suivantes :

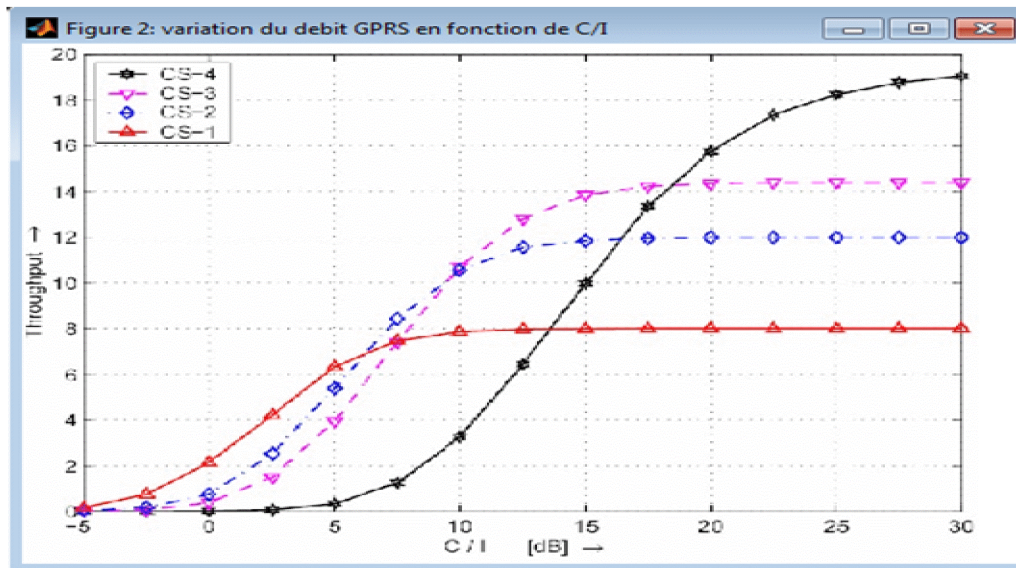


Figure V.6. Variation des débits CSs en fonction de C/I

l'utilisation de ces schémas de codages varie en fonction de la distance qui sépare l'utilisateur de la station de base, cela est dû aux différences entre leurs niveaux de protection.

Si le C/I est fort, il est possible d'utiliser une faible protection des données pour disposer d'un débit plus important, dans des conditions plus défavorables, il est nécessaire de protéger les données, ce qui limite le débit.

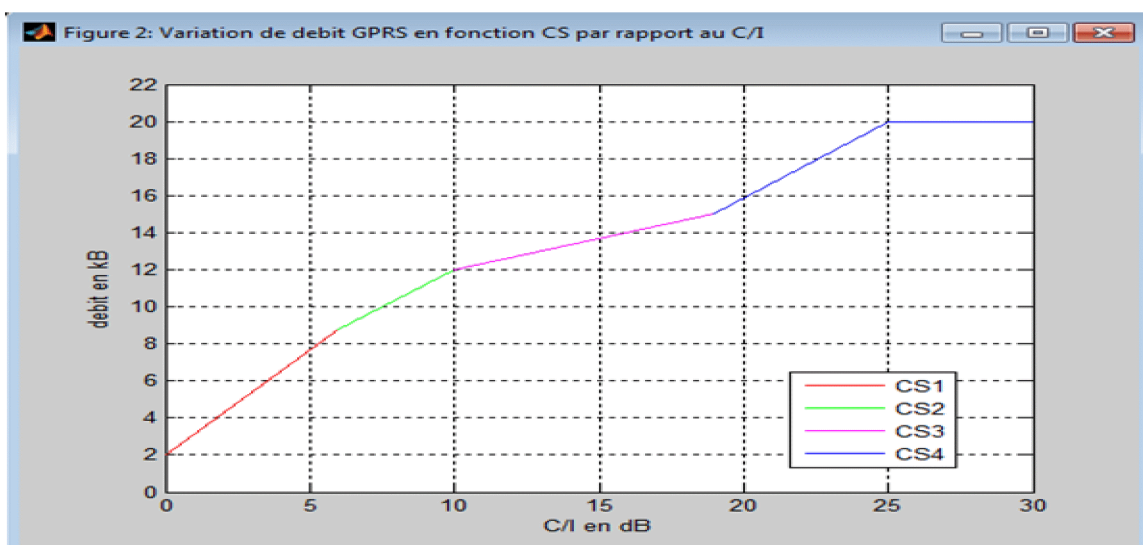


Figure V.7. Variation du débit GPRS en fonction de C/I

Ce schéma ci- dessus a été réalisé en utilisant le tableau suivant déterminant le type de codage approprié à chaque cellule en fonction de la valeur du C/I.

<i>Coding schemes</i>	<i>C/I</i>	<i>Bit rate</i>
CS1	$C/I < 6\text{dB}$	8.8
CS2	$6\text{dB} < C/I < 10\text{dB}$	12
CS3	$10\text{dB} < C/I < 19\text{dB}$	15
CS4	$19\text{dB} < C/I$	20

Tableau V.2. Tableau de variation du débit GPRS en fonction C/I

II.2. fenêtre EDGE

On cliquant sur le bouton EDGE. Une fenêtre s’affiche (même procédure que le GPRS).

Le réseau EDGE est une évolution du réseau GPRS, alors les formules utilisées pour les calculs du débit GPRS restent toujours valables pour le EDGE moyennant quelques modifications.

Le schéma de codage le plus optimal est le MCS-9 qui dispose d’un débit théorique max de 59.2 kbit/s .dans la pratique ce débit diminue à cause des interférences, la fiabilité de la trame, ainsi que les pertes de chemin, ces dernier influencent sur le BLER.

Le schéma suivant représente la variation du débit en fonction des pertes de chemins

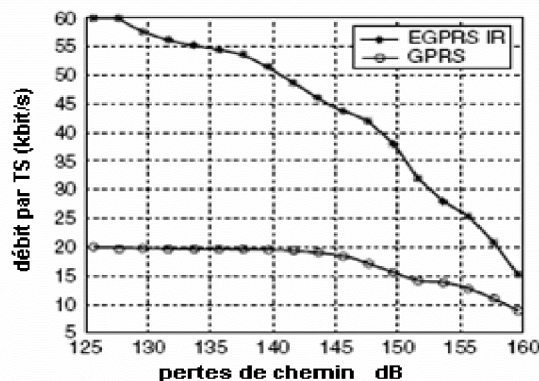


Figure V.8 : pertes de chemin en fonction de débit par TS

II.2.1. Exemple de calcul du débit EDGE

Pour obtenir un débit pratiquement réalisable, On prend un BLER à 10% et en utilise le schéma de codage MCS-7 (44.8kbit/s) avec Cinq TS alloués à l'abonné. Le débit total par BTS suivant le nombre d'abonnés connectés (exemple : 9 abonnés).

Les résultats obtenus sont représentés dans la fenêtre suivante :

The screenshot shows a software application window titled "EDGE" with a sub-header "EGDE". The interface is divided into three main sections, each with a title in an orange box:

- Débit max par TS:** This section contains input fields for "MSC (1-9)" with the value "7" and "BLER %" with the value "10". It also displays output fields for "Débit / TS [Kb/s]" with the value "44.8" and "Débit réel MCS [Kb/S]" with the value "40.32". There are "Calculer" buttons next to the output fields. A sub-section contains radio buttons for "Dmcs = f (C/I)" and "Dedge = f (C/I)", with a "Graph" button and another "Calculer" button.
- Débit par Abonné .:** This section has an input field for "Nombre TS (1-8)" with the value "5" and an output field for "Débit / Abonné [Kb/S]" with the value "201.6". A "Calculer" button is present.
- Débit par cellule:** This section has an input field for "Nombre d'Abonnés" with the value "9" and an output field for "Débit par BTS [Kb/S]" with the value "1814.4". A "Calculer" button is present.

At the bottom right of the application window, there is a "Retour" button.

Figure V.8. Calcul du débit EDGE

En peut également afficher la variation des débits en fonction de C/I. (voir les figures suivantes)

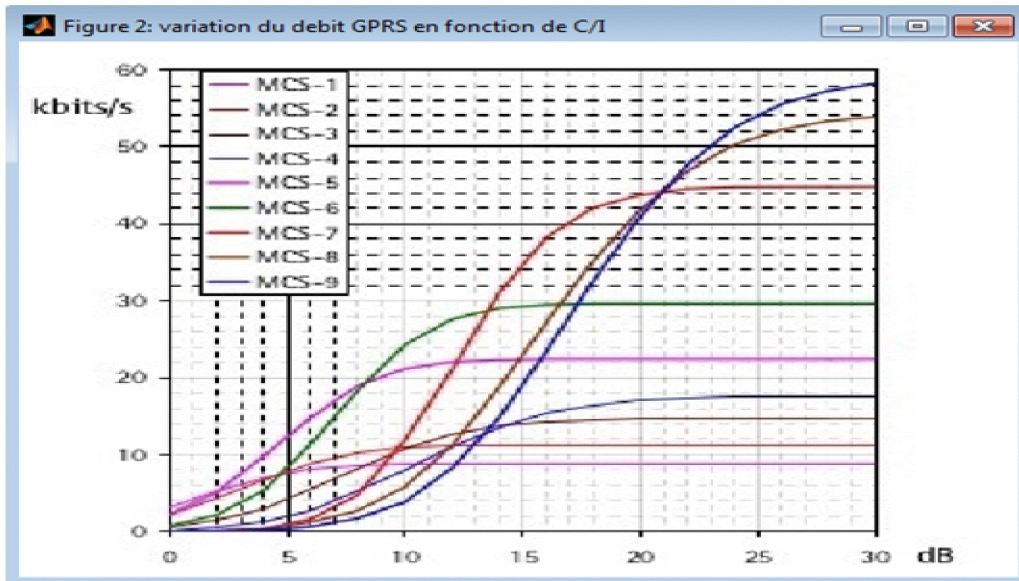


Figure V.10. Variation du débit des schémas de codages MCS en fonction de C/I

MCS1	$C/I < 9,5\text{dB}$	8.8
MCS2	$9,5\text{dB} < C/I < 12\text{dB}$	11.2
MCS3	$12\text{dB} < C/I < 14.5\text{dB}$	14.8
MCS4	$21,5\text{dB} < C/I < 23.5\text{ dB}$	17.6
MCS5	$14,5\text{dB} < C/I < 16.5\text{ dB}$	22.6
MCS6	$17\text{dB} < C/I < 21.5\text{ dB}$	29.6
MCS7	$23.5\text{dB} < C/I < 29\text{ dB}$	44.8
MCS8	$29\text{dB} < C/I < 32\text{ dB}$	54.4
MCS9	$32\text{dB} < C/I\text{ dB}$	59.2

Tableau V.2. Variation du débit EDGE en fonction de C/I

En exploitant ce tableau en aura ce schéma suivant :

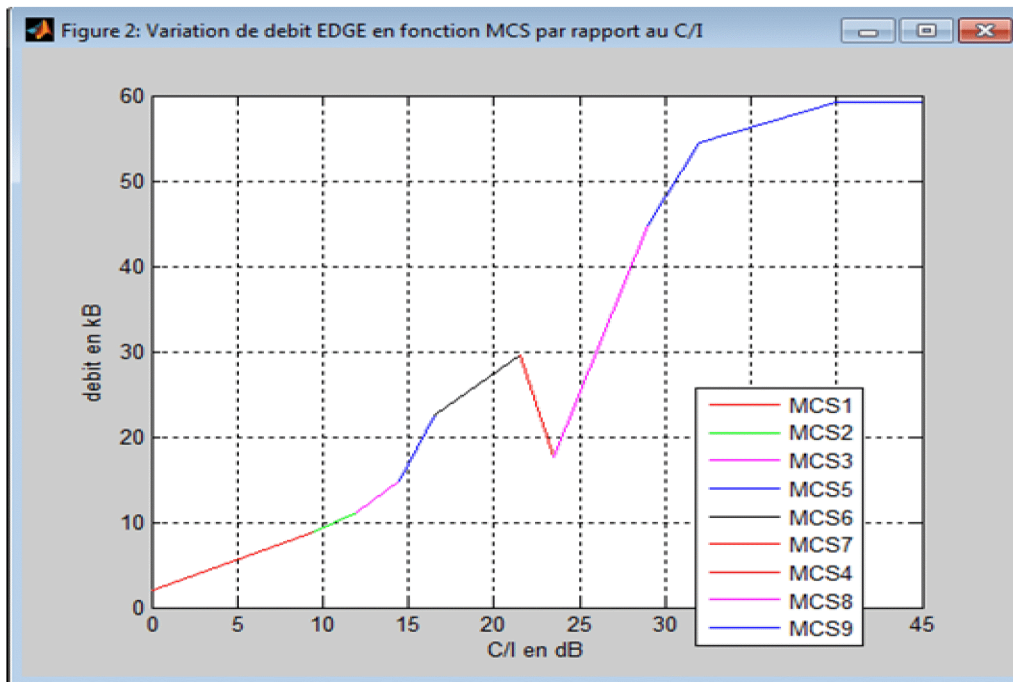


Figure V.11. Variation du débit EDGE en fonction des schémas de codages par rapport au C/I.

II.3. Fonctionnalités EDGE Evolution

Le troisième bouton nous permet d'afficher les fonctionnalités du EDGE Evolution, une fenêtre modale s'affiche comprenant trois boutons permettant le choix de type de fonctionnalité à utiliser afin d'améliorer le débit. la fenêtre est présentée comme suite :



Figure V.12. Fenêtre de fonctionnalités

Etude de ces fonctionnalités :

✓ **Multi class mobile**

Cette fonctionnalité permet à chaque utilisateur de bénéficier d'un nombre important de TS sur la liaison uplink et downlink comme la figure suivante le montre :

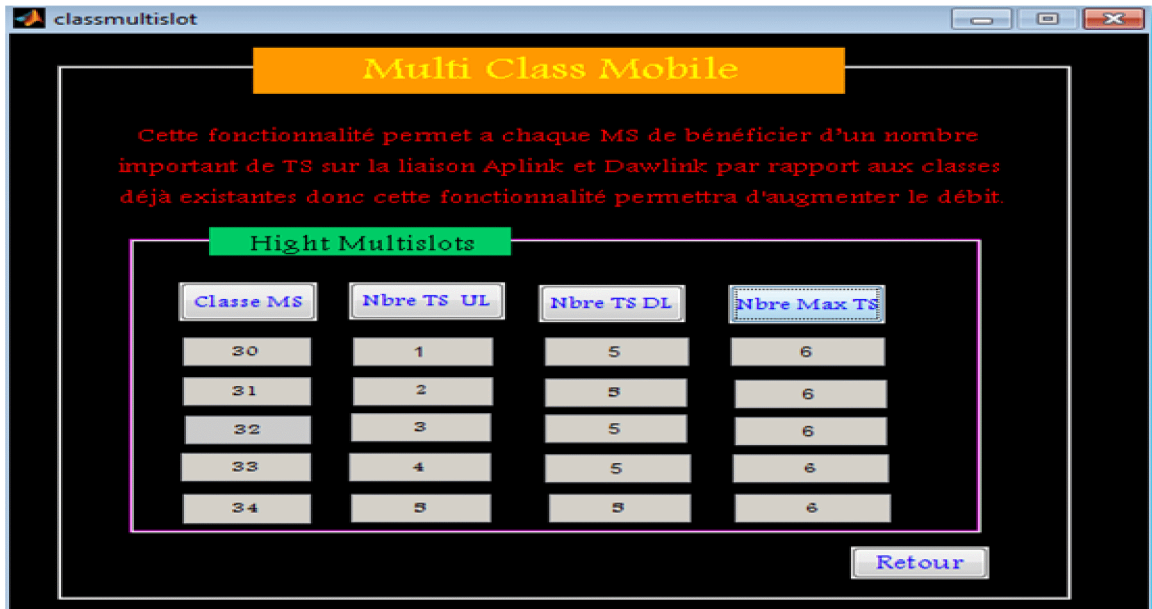


Figure V.13. Fenêtre de Multi class mobile

✓ **Turbo codes :**

EDGE Evolution utilise dans le sens descendant des turbo codes UAS qui permet jusqu'à 98.4 Kbps/TS et dans le sens montant, il utilise des codes convolution DAS permet un débit 76.8Kbps/TS comme illustré dans la figure suivante :

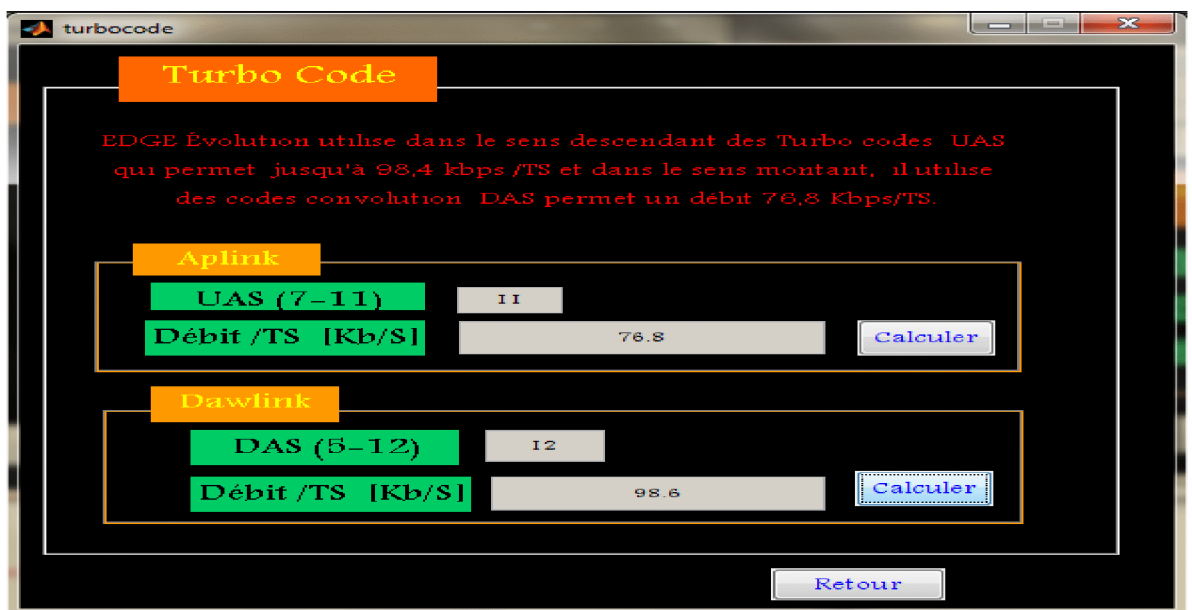


Figure V.14. Fenêtre de turbo codes

Modulation Scheme	Modulation Type	RLC blocks/ Radio blocks	Data Rate per slot (kb/s)
MSC-1	GMSK	1	8.8
MSC-2	GMSK	1	11.2
MSC-3	GMSK	1	14.8/13.6
MSC-4	GMSK	1	17.6
MSC-5	8PSK	1	22.4
MSC-6	8PSK	1	29.6/27.2
UAS-7	16-QAM	2	44.8
UAS-8	16-QAM	2	51.2
UAS-9	16-QAM	2	59.2
UAS-10	16-QAM	3	67.2
UAS-11	16-QAM	3	76.8

Modulation Scheme	Modulation Type	RLC blocks/ Radio blocks	Data Rate per slot (kb/s)
MSC-1	GMSK	1	8.8
MSC-2	GMSK	1	11.2
MSC-3	GMSK	1	14.8/13.6
MSC-4	GMSK	1	17.6
MSC-6*	8PSK	1	29.6/27.2
MSC-7	8PSK	2	44.8
MSC-8	8PSK	2	54.4
DAS-5	8PSK	1	22.4
DAS-6	8PSK	1	27.2
DAS-7	8PSK	1	32.8
DAS-8	16-QAM	2	44.8
DAS-9	16-QAM	2	54.4
DAS-10	32-QAM	2	65.6
DAS-11	32-QAM	3	81.6
DAS-12	32-QAM	3	98.4

* Only for retransmissions of blocks originally transmitted using EGPRS

Figure V.15. Les schémas de codage UL/DL du EDGE Evolution

✓ **Dual Carrier**

Le fonctionnement du réseau avec Dual Carrier est assez simple. Le mobile se connecte sur deux porteuse sur la liaison dowlink a cet effet, il obtient une puissance de débit deux fois plus élevée qui permet de diminuer les temps de chargement des données (applications ou des pièces jointes)

Dans cette fenêtre on a deux bouton a exploré pour démontre la fonctionnalité :

🚫 Sans Dual carier

En cliquant sur ce bouton en calcul le débit sans la double porteuse, en utilisant un nombre de TS de 5 qui le max pour la liaison descendante et DAS-7 comme schéma de codage en obtient un débit/Abonné de 164 Kb/s.les résultats sans représenter dans la figure suivant :

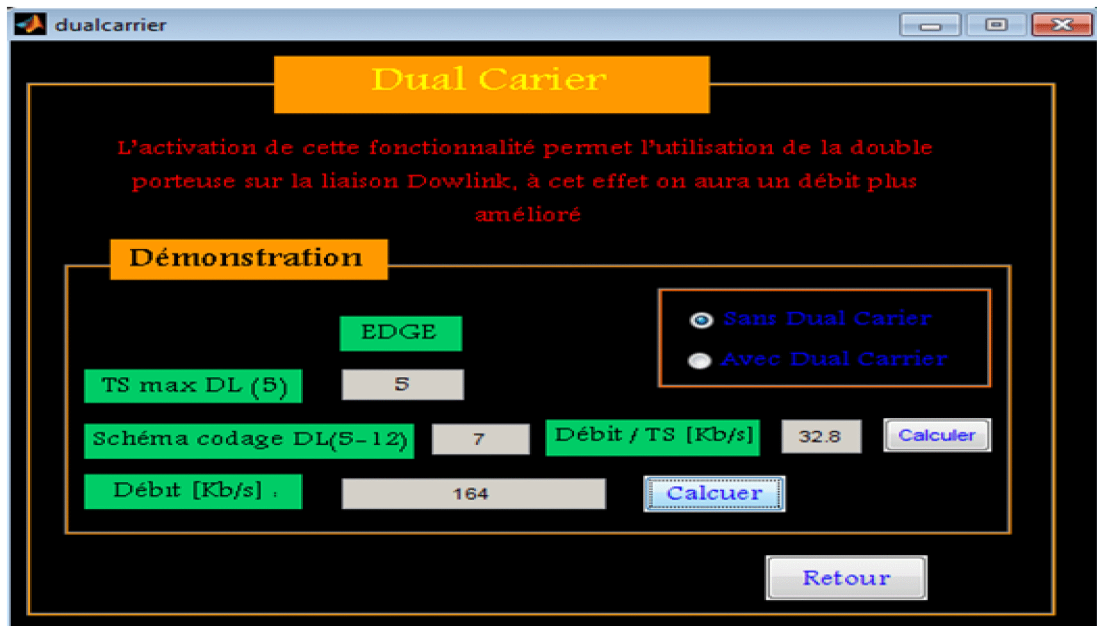


Figure V.16. Calcul avec Dual Carrier

✚ Avec Dual Carrier :

En activant ce bouton le nombre de TS devient 10 ce qui implique l'utilisation de deux trames TDMA pour la transmission. D'où l'augmentation du débit/Abonne sera deux fois plus de la précédente. Les résultats sont illustrés dans la figure ci-dessus :

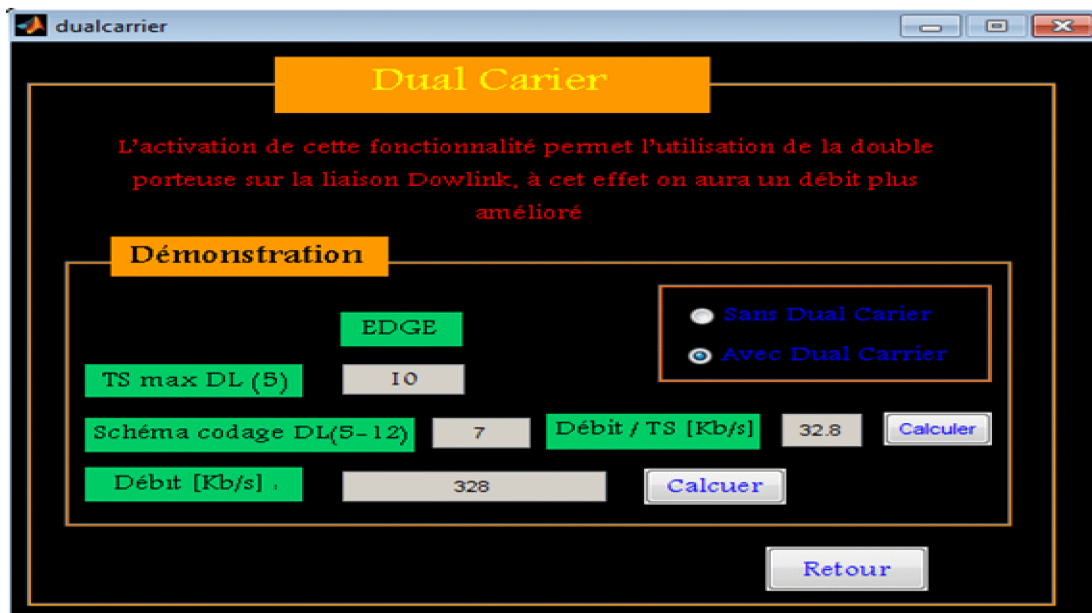


Figure V.17. Calcul du débit avec Dual Carrier

II.4. EDGE Evolution

Le dernier bouton nous permettra d'afficher la fenêtre EDGE Evolution, ce dernier est une évolution du réseau EDGE doté de certaines nouvelles fonctionnalités.

Ce dernier nous permet d'explorer les fonctionnalités qui permettent d'augmenter le débit jusqu'à 1Mbit/s.

La fenêtre est représentée comme suit :

The screenshot shows a software window titled "EDGE Evolution" with a dark background and several input fields and buttons. The interface is organized into sections:

- Débit UL / DL** (highlighted in orange):
 - Débit pour la liaison Ap-Link* (in red):
 - Class Mobile: 30 (with "Entre" button)
 - Nbr de TS: 1
 - UAS (7-11): 11, Débit / TS [Kb/S]: 76.8 (with "Calculer" button)
 - Débit UL / TS [Kb/S]: 76.8 (with "Calculer" button)
 - Débit pour la liaison Downlink* (in red):
 - Nbr de TS: 5
 - DAS (5-12): 12, Débit / TS [Kb/S]: 98.6 (with "Calculer" button)
 - Débit DL / TS [Kb/S]: 986 (with "Calculer" button)
- Débit par Abonné** (highlighted in orange):
 - BLER %: 10
 - Débit / Abonné [Kb/S]: 956.52 (with "Calculer" button)
- At the bottom: "Débit par Cellule" (highlighted in orange), "Entre" button, and "Retour" button.

Figure V.18. Fenêtre EDGE Evolution

III. Comparaison des résultats obtenus avec les différentes fenêtres



Figure V.19. Fenêtres pour la comparaison

Conclusion

L'implémentation de la technologie EDGE dans le réseau 2G apporte une amélioration importante pour le débit comme le démontre l'application qu'on a réalisée.

Conclusion

Conclusion générale

La croissance du trafic data et des services supportés sur le réseau paquet, ont incités les opérateurs GSM/GPRS à la migration du réseau vers la technologie EGPRS afin d'offrir une meilleure qualité de service en data et principalement, le *throughput* qui présente un atout majeur recherché par les abonnés data.

Dans ce projet, nous avons présenté les différentes caractéristiques des réseaux GSM, GPRS, EDGE et le fonctionnement de ces équipements plus précisément la partie radio. Ce la nous a permis de comprendre également le fonctionnement des réseaux GSM, GPRS, EDGE sur l'interface radio (transfert des données uplink et downlink, les différents schémas de codage, structure du burst,...).

L'objectif de ce projet est d'examiner les mécanismes de calcul et l'amélioration du débit adapté au réseau 2G en introduisant les fonctionnalités EDGE Evolution. Les idées présentées dans ce mémoire peuvent améliorer de façon significative la performance de l'environnement mobile et par conséquent amélioration de la qualité de service offerte.

Annexe

1. La Modulation GMSK

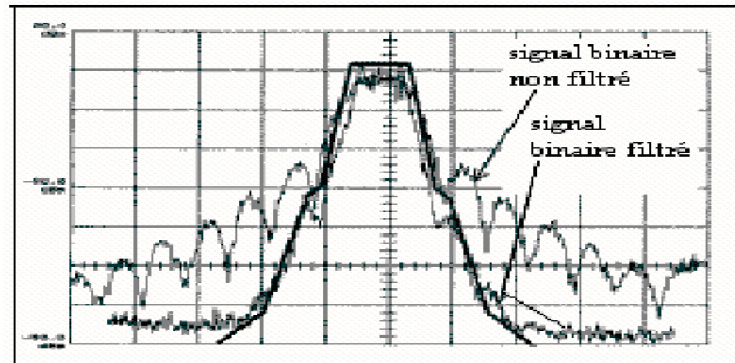


Figure : spectre de la modulation GMSK

Dans le cas spécifique du GSM, on utilise un filtrage passe-bas d'un type particulier, le filtre passe-bas gaussien, qui est un filtre numérique transformant les impulsions carrées du signal binaire brut initial en impulsions en forme de « cloches » assez arrondies.

2. 8-PSK

La quadrature signifie les décalages de signal parmi les déclarer de phase qui sont séparés par 45 degrés. Le signal décale dans les incréments de 45 degrés de 45° à 90° à 135°, à 180°, à -135° (225°) puis à 270° et à 315°.

Il est possible de construire un diagramme de constellation PSK avec un nombre quelconque de phases. Mais, en pratique, 8-PSK est l'ordre le plus élevé dans l'élaboration d'un tel diagramme. En effet, avec plus de huit phases, la modulation PSK génère un taux d'erreur trop important. Il est nécessaire, pour aller au-delà de huit phases, d'utiliser un type de modulation plus complexe comme **QAM** (quadrature amplitude modulation). Même si un nombre quelconque de phases peut-être employé, le fait que la constellation traite des données binaires signifie que le nombre de symboles est toujours obtenu à partir d'une puissance de 2 (ce qui représente un nombre égal de bits par symbole).

Le graphique de ci-dessus compare le taux d'erreur binaire entre BPSK, QPSK (identique à BPSK), 8-PSK et 16-PSK. On constate sur celui-ci que les modulations d'ordre supérieur présentent un taux d'erreur plus important. En revanche, ce taux est constaté pour un train de données plus élevé.

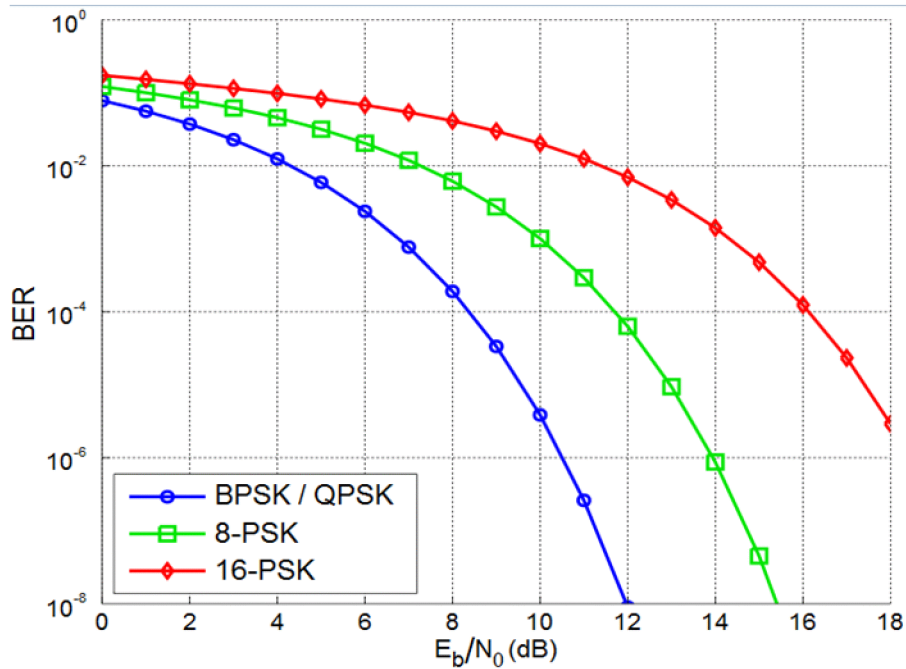


Figure : Courbes du taux d'erreur binaire pour BPSK, QPSK, 8-PSK et 16-PSK

3. Modulation QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

La modulation QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ou modulation d'amplitude en quadrature de phase est une technique qui emploie une combinaison de modulation de phase et d'amplitude. Elle est largement employée par les modems pour leur permettre d'offrir des débits binaires élevés.

Prenons par exemple un signal modulé QAM avec 3 bits transmis par baud. Une telle modulation requiert donc 2^3 soit 8 combinaisons binaires différentes. Dans notre exemple, nous prendrons 2 amplitudes combinées avec 4 décalages de phase différents. Les combinaisons possibles en modulations QAM sont souvent représentées par une constellation de points représentant chacun un groupe de bits.

Groupe de bit	Amplitude	Décalage de phase
000	1	0
001	2	0
010	1	$\frac{1}{4}$
011	2	$\frac{1}{4}$
100	1	$\frac{1}{2}$
101	2	$\frac{1}{2}$
110	1	$\frac{3}{4}$
111	2	$\frac{3}{4}$

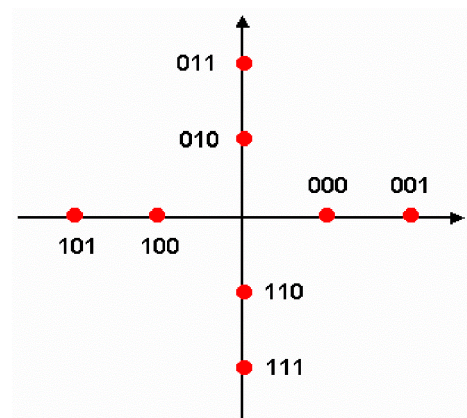


Figure : Exemple de constellation 8-QAM

4. Spectre de modulation GMSK et 8PSK

La technologie EDGE permet d'augmenter le taux de données transférées par le réseau GSM, un ou plusieurs des huit intervalles de temps d'une trame d'un signal GSM sont utilisés à des fins de transmission EDGE, soit sur le BCCH (Broadcast Control Channel) soit sur les TCH. Si l'EDGE est transmis sur le BCCH. Les signaux EDGE ne sont émis que si la transmission de données le nécessite.

Dans la technologie EDGE, la valeur efficace de la puissance émettrice peut légèrement varier d'un intervalle de temps à l'autre selon la configuration binaire transmise. À l'intérieur d'un intervalle de temps, l'EDGE présente des variations d'amplitude conditionnées par la modulation se compensant en moyenne dans le temps.

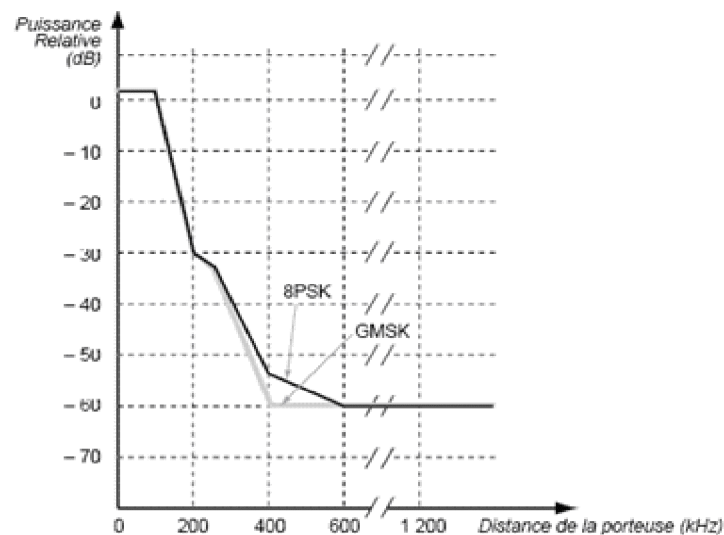


Figure : spectre de modulation GMSK et 8PSK

C'est-à-dire à ne pas déborder des canaux larges d'environ 200 kHz. La forme du spectre a pour principale origine les transitions dues, d'une part, à la modulation, telles que les changements d'états, et d'autre part, aux émissions par burst, qui s'accompagnent d'une montée puis d'une descente en puissance respectivement en début et en fin de burst. Le standard a défini pour cela des gabarits, que doivent respecter les émetteurs EDGE.

5. les canaux physiques

Sur la même porteuse les slots (Chaque slot accueille un élément radio électrique appelé "burst") sont regroupés par paquets de 8, c'est ce qu'on appelle une trame TDMA, la durée d'une trame TDMA est de:

$$T_{\text{TDMA}} = 8 \times T_{\text{slot}} = 8 \times 0,577 = 4,6152 \text{ ms}$$

Chaque utilisateur utilise un slot par trame, les slots sont numérotés par un indice TN qui varie de 0 à 7, la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence

particulière constitue un canal physique, par conséquent il y a 8 canaux physiques sur chaque porteuse, on dit qu'une trame prend 8 appels simultanés théoriquement, en réalité elle prend 6 à 8 appels simultanés et les deux autres slots sont utilisés pour la signalisation l'information ou le contrôle.

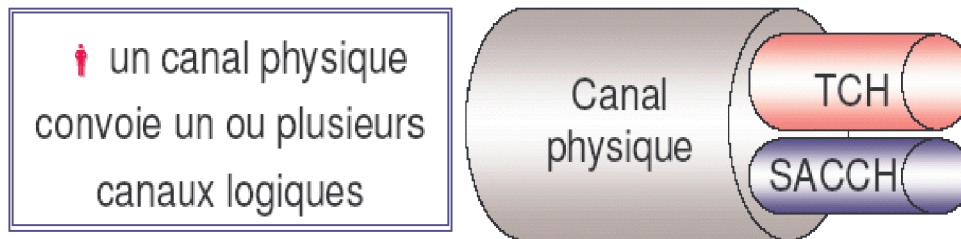


Figure : canal physique

6. Le schéma bloc de la BTS

La connexion entre les équipements se fait par câblage.

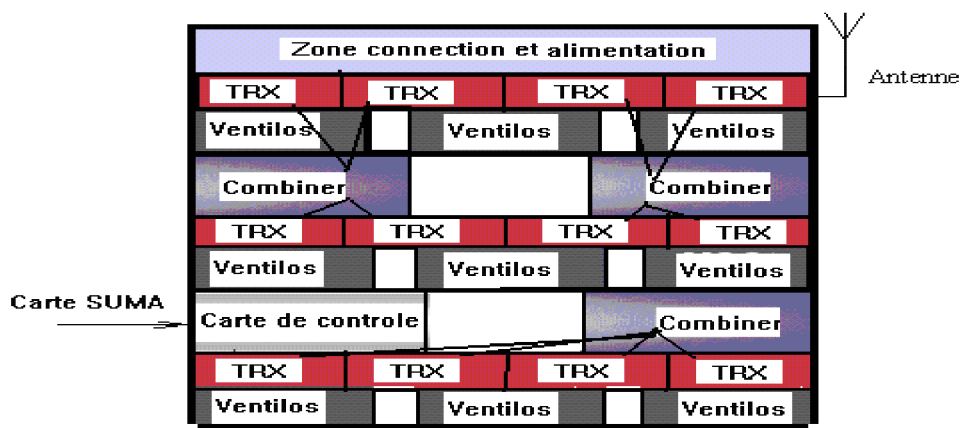


Figure : schéma bloc de la BTS

6. Les équipements de la BTS

6.1 L'antenne:

La station de base est équipée d'antennes qui reçoivent les signaux, elles peuvent être des antennes omnidirectionnelle ou des antennes sectoriels, chaque antenne est composé de deux partie A et B .

6.2 Carte de contrôle équipé d'un microprocesseur:

C'est la partie intelligente de la BTS, exemple dans le cas de l'équipement ALCATEL on l'appelle carte SUMA.

Les fonctions de la carte de contrôle:

- Contrôle de la fonction AC/DC lorsque celle-ci est intégrée dans la BTS.
- Contrôle le bon fonctionnement des équipements.
- Contrôle les paramètres des valeurs de tension et de courant optimales pour la charge de la batterie.
- Modification des distributions MIC internes.

6.3 Combiner :

Il travaille comme un duplexeur, c'est un équipement radio qui assure la combinaison de deux antennes (A, B) pour quatre modules émetteur/récepteur, dans une BTS il peut y avoir jusqu'à trois combineurs, la nomination d'un Combiner dans l'équipement ALCATEL est ANCG ou ANCD ou RA.

TRX (Tx/Rx):

Équipement radio émetteur/récepteur, c'est dans les TRX où se passe le multiplexage de temps TDMA (Time Division Multiple Access), un TRX peut supporter jusqu'à 8 appels au même temps dans la bande GSM 900Mhz, et 16 appels dans la bande DCS 1800Mhz, dans une BTS il peut y avoir jusqu'à 12 TRX au maximum (maximum quatre pour chaque combiner), la nomination de TRX dans l'équipement ALCATEL est TRE.

6.4 Partie connexion et alimentation:

C'est la partie énergie dans la BTS, Par exemple les BTS de type ALCATEL s'alimentent avec 48V continue.

On trouve des batteries qui assurent le fonctionnement en cas de coupure d'électricité, pour que la BTS reste allumé.

6.5 Les ventilos :

On utilise les ventilos pour le refroidissement des équipements.

7. Exemple fonctionnement d'une partie de BTS

En cas de réception, les signaux reçus par l'antenne seront répartis en deux (A et B) ils seront directement envoyés vers le Combiner qui configure chaque partie A ou B pour deux TRX (A pour les TRX 1 et 2, et B pour les TRX 3 et 4).

En cas d'émission, le combiner va coupler les signaux envoyés par les TRX 1 et 2 dans la partie A, et les TRX 3 et 4 dans la partie B, ils seront envoyés vers l'antenne qui va les émettre.

Le bon fonctionnement de cette procédure et les autres fonctions de la BTS telque le bon fonctionnement des équipements sont surveillés par la carte de contrôle (carte Suma).

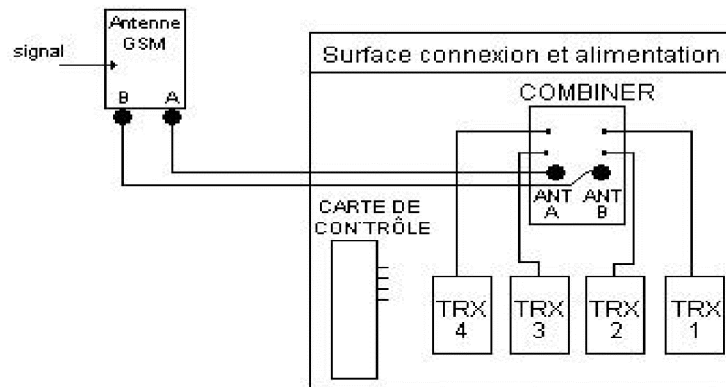


Figure : Partie de BTS

8. La répartition des trafics sur les TRX

Chaque station de base contient des TRX qui contrôlent les fréquences porteuses d'une ou plusieurs cellules, chaque TRX contient une fréquence porteuse.

Suivant le nombre des fréquences porteuses (TRX) sur une cellule, on a la configuration suivante :

1^{er} TRX de la cellule (fréquence balise) :

- Slot 0: BCCH+CCCH
- Slot 1: SDCCH
- Slot 2-7: TCH => 6 communications simultanées.

2^{ème} TRX:

- Slot 0-7: TCH => 8 communications simultanées.

3^{ème} TRX:

- Slot 0: SDCCH
- Slot 1-7: TCH => 14 + 7 = 21 communications simultanées.

Les répartitions des TCH sur les TRX d'une cellule est : 6 - 8 - 7 – 8...

Glossaire

AGCH	<i>Access Grant Channel</i> . Canal commun descendant utiliser par le réseau pour envoyer au mobile un message d'allocation de canal dédié.
ARQ	<i>Automatic Repeat reQuest</i> . Principe de correction d'erreurs consistant à retransmettre les trames mal reçues sur demande du destinataire.
AUC	<i>AUthentication Centre</i> . Centre d'authentification des abonnés d'un réseau GSM.
BCC	Broadcast Call Control. Appel d'un groupe d'abonnés ou seul l'appelant peut parler (service pour les réseaux d'entreprise radio).
BCCH	<i>Broadcast Control Channel</i> . Canal logique sur lequel sont diffusées périodiquement des informations système variant peu dans le temps (le BCCH ne saute pas en fréquence et il est transmis à puissance constante).
BER	<i>Bit Error Rate</i> . Taux d'erreurs binaire.
BG	<i>Border Gateways</i> . Noeud passerelle permettant de relier un réseau GPRS à un réseau fédérateur interconnectant différent réseau GPRS (équipement non spécifier par les recommandations GSM).
BSC	<i>Base Station controller</i> . Contrôleur de station de base. Cet équipement commande une ou plusieurs BTS utilisant la même fréquence et gère la ressource radio (allocation de canal pour un appel, décision du <i>handover</i>).
BSS	<i>Base Station Subsystem</i> . Sous_système radio composé d'un BSC et d'une BTS. Un BSS désigne en général un BSC et les BTS qui en dépendent. On peut utiliser ce terme lorsqu'on ne s'attache pas au découpage précis des fonctions entre BTS et BSC.
BSSGP	<i>BSS GPRS Protocol</i> (GPRS).Protocole entre le BSS et le SGSN assurant un rôle similaire à BSSAP.
BSSMAP	BSS Management Application Part. <i>Le protocole BSSMAP régit le dialogue BSC_MSC pour tous les messages ayant trait à la gestion de la ressource radio.</i>

BTS	Base Transceiver Station. <i>Équipement composé des émetteurs/récepteurs radio et constituant l'interface entre le BSC et les mobiles.</i>
Burst	Élément de signal transmis par un équipement à l'intérieur d'un slot en TDMA. La durée du burst normal en GSM est 148 bits soit $148 \times 3 / 8125000 \text{ s} = 546 \mu\text{s}$. La durée d'un burst est 88 bits, soit $88 \times 3 / 812500 = 325 \mu\text{s}$.
C/I	Rapport porteuse sur Interférence. C désigne la puissance du signal utile (porteuse) et I désigne l'ensemble des interférences.
Canal logique	Suite de slots dédiés à une fonction particulière.
Canal physique	Paire de canaux physiques simplex, l'un sur la voie montante, et l'autre sur la voie descendante
Duplex	
Canal physique simplex	Canal formé par un numéro de slot dans la trame TDMA sur une fréquence ou une séquence de fréquences.
CBCH	<i>Cell Broadcast Channel</i> . Canal de diffusion de messages courts
CCCH	<i>Common Control Channel</i> . Canal de control commun .Le CCH comprend les canaux PCH, AGCH, CBCH, et le canal RACH.
Cellule	Ensemble des points où le mobile peut dialoguer avec une station de base de données avec une qualité suffisante.
DCS 1800	<i>Digital Communication System</i> . Système GSM dans la bande 1710 à 1785 MHz, (voie montante) et 1805 à 1880 MHz (voie descendante).
Downlink	Voir voie descendante.
EDGE	<i>Enhanced Data Rates for the GSM Evolution</i> . Evolution de GSM qui permet une augmentation des débit grâce à l'utilisation d'une modulation de phase à 8 états.
EIR	<i>Equipment Identity Register</i> . Base de données où sont stockées les identités. des terminaux mobiles (elle permet par exemple d'établir des listes noires contenant les numéros des terminaux volés).

Entrelacement	Principe consistant à étaler la transmission des symboles codés dans temps Pour améliorer les performances de correction d'erreur.
FACCH	<i>Fast Associated Control Channel</i> . Canal de contrôle associé rapide utilise en particulier lors du <i>handover</i> ,et qui est obtenu par vol de trames du canalTCH.
FCCH	<i>Frequency Correction Channel</i> . Canal permettant de à un mobile de se caler sur la fréquence nominale de la station de base.
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i> (cf. AMRF). Accès multiple à répartition dans les fréquences.
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i> . Noeud passerelle GPRS. Routeur relié à un ou plusieurs réseaux de données et qui réalise l'interface avec ceux_ci.
GMSC	<i>Gateway MSC</i> . MSC passerelle réalisant l'interface entre le PLMN et le RTCP.Pour les appels à destination d'un mobile.
GMSK	<i>Gaussien Minimum Shift Keying</i> . Modulation MSK où le signal NRZ est passé dans un filtre gaussien avant le VCO. La modulation GMSK est utilisée dans le GSM à une rapidité de $812500/3=270833$ bauds.
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i> . Service de transmission de données par paquets y compris sur la voie radio. Par extension, élément du réseau assurant ce service.
GSM	<i>Global System for Mobile communications</i> (appelé initialement Groupe Spécial Mobile). Nom du standard européen du système radio cellulaire numérique.
HLR	<i>Home Location Register</i> . Enregistreur de localisation nominal. Base de données contenant les profils et les localisations grossières d'abonné d'un réseau.
HSCSD	<i>High Speed Circuit Switched Data</i> . Service permettant, par l'allocation de plus d'un slot par trame TDMA à un abonné de transmettre de données en mode circuit de 19.2 à 64 Kbit/s dans GSM.
IMEI	<i>International Mobil Equipment Identity</i> . Identité internationale spécifique d'un terminal.

IMSI	<i>International Mobile Subscriber Identity.</i> Identité internationale d'un abonné inscrite dans la carte SIM et conforme au plan E212.
IP	<i>Internet Protocol,</i> Protocol de niveau réseau utilisé dans l'Internet orienté sans connexion (principe de datagramme).
LLC	<i>Logical Link Control (GPRS).</i> Protocole de liaison entre la MS et le SGSN qui assure, entre autre, le chiffrement pour le GPRS.
MAC	<i>Medium Access Control.</i> Terme général désignant la couche qui gère le partage d'un support de transmission entre différentes stations. Dans le GPRS la couche MAC se trouve entre la MS et le BSS.
MIC	Modulation par impulsion et codage. Par abus de langage, le terme de liaison MIC signe les liaisons numériques composées d'un ensemble de voies à 64 Kbit/s multiplexées temporellement.
MM	<i>Mobility Management .</i> Partie de la couche réseau présente dans la MS et le MSC qui gère les aspects itinérance et sécurité.
MS	<i>Mobile Station.</i> Terminal GSM muni d'une carte SIM et susceptible de fonctionner sur un réseau.
MSC	<i>Mobile_services Switching Center.</i> Commutateur fixe adapté à GSM qui permet de gérer les appels départs et arrives.
MSISDN	<i>Mobile Station ISDN Number.</i> Numéro international d'un abonné mobile conforme au plan E164 de l'UIT et connu de l'utilisateur.
NSS	<i>Network Sub_System.</i> Sous_réseau fixe d'un réseau GSM comportant principalement des bases de données HLR et VLR et des commutateurs mobiles MSC.
OMC	<i>Operation and Maintenance Center.</i> Centre d'administration, en général associé à un sous_système particulier.
PACCH	<i>Packet Associated Control Channel(GPRS).</i> Canal logique de contrôle utilise principalement pour les acquittements MAC/RLC et les changements de configuration(contrôle de puissance, réallocation, etc.) lorsqu'un TBF est actif.
PAGCH	<i>Packet Access Grant Channel(GPRS).</i> Canal logique similaire à l'AGCH .

PCH	<i>Paging Channel</i> . Canal logique GSM supportant l'ensemble des appels en diffusion (paging).
PCU	<i>Packet Control Unit</i> (GPRS). Equipement place entre la BTS et le SGSN qui gère principalement les couches RLC et LLC.
Pdch	<i>Packet Data Channel</i> . Canal physique configure pour le GPRS qui supporte une multitrame à 52 trames (soit 12 blocs) qui peut être utilisé pour différents canaux logiques.
PDP	<i>Packet Data Unit</i> . Dans le contexte de GPRS, désigne tout protocole réseau par paquet pour lequel GPRS offre une compatibilité. Par extension, PDP désigne aussi un réseau de données auquel le réseau GPRS est connecté.
PDTCH	<i>Packet Data Transfert Channel</i> (GPRS). Canal logique supportant la transmission de blocs MAC/RLC de données (qui peuvent être éventuellement des informations de contrôle des couches supérieures).
PDU	<i>Packet Data Unit</i> . Unité de données de protocole : terme générique des réseaux désignant un ensemble structuré de données et d'élément de contrôle utilisés pour un protocole.
PLMN	<i>Public Land Mobile Network</i> . Réseau GSM opéré par un opérateur particulier sur un territoire.
Porteuse	Fréquence sur laquelle est transmise un signal modulé. Les porteuses GSM sont espacées de 200KHz.
PRACH	<i>Packet Random Access Channel</i> (GPRS). Canal logique similaire au RACH.
RACH	<i>Random Access Channel</i> . Canal de contrôle partagé par un ensemble de mobiles et leur permettant de se signaler au réseau pour demander un service particulier (possibilité de contention).
RLC	<i>Radio Link Control</i> (GPRS). Protocole de liaison entre la MS et le BSS qui assure une liaison de données. La couche RLC peut apporter une fiabilisation de la liaison radio.
SACCH	<i>Slow Associated Control Channel</i> . Canal de contrôle lent associé à tout canal dédié permettant d'en effectuer la supervision (contrôle de puissance, gestion TA, remontée de mesures).

SCH	<i>Synchronisation Channel</i> . Canal de synchronisation dont les bursts, diffusés par la BTS, ont une longue séquence d'apprentissage, il permet de au mobile de se synchroniser avec le BTS.
SDCCH	<i>Stand Alone Dedicated Control Channel</i> . Canal de signalisation dédié, pendant une durée limitée, à un mobile.
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i> . Noeud de service GPRS. Routeur relié à un ou plusieurs BSS qui gèrent les abonnés attachés au réseau GPRS dans les cellules correspondantes.
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> . Carte s'insérant dans un terminal GSM et contient toutes les informations d'abonnement.
Slot	Intervalle de temps élémentaire en TDMA qui peut accueillir un burst (la durée d'un slot est de 15/26 ms, soit environ 577µs).
SM	<i>Session Management (GPRS)</i> . Sous_couche de niveau 3 entre la MS et le SGSN qui gère principalement l'activation/désactivation du contexte PDP. Elle fait partie du plan de signalisation GPRS.
SMS	<i>Short Message Service</i> . Service bidirectionnel de messages courts. Ce terme désigne également la sous_couche CM (niveau 3) qui gère le service dans la MS et le MSC.
SNDCP	<i>Subnetwork Dependent Convergence Protocol (GPRS)</i> . Protocole entre le mobile et le SGSN, placé au dessus de LLC, qui permet d'utiliser plusieurs protocoles réseaux différents et qui peut faire de la compression.
SS7	Signalisation Sémaphore n°7. Système de signalisation normalisé par l'UIT où une voie particulière est utilisée pour transporter la signalisation se rapportant à un ensemble de circuits ou indépendante de tout circuit.
TBF	<i>Temporary Block Flow (GPRS)</i> . Flux de données entre un mobile et un SGSN. Un flux est actif tant que l'émetteur a des données en mémoire à transmettre au niveau MAC/RLC mais il ne correspond pas nécessairement à une transmission effective.
TCH	<i>Traffic Channel</i> . Canal de trafic. On distingue les canaux de trafic écoulant de la voix plein débit (TCH/FS), de la voix demi_débit (TCH/HS), des données à 12000 ou 9600 bit/s (TCH/F9.6), des données à 4800 bit/s sur structure plein débit (TCH/F4.8), des à un débit inférieur ou égal à 2400 bit/s sur structure plein débit

TCP	<i>Transfert Control Protocol.</i> Protocole de transport orienté connexion permettant un échange fiable d'une quantité quelconque de données entre deux équipements (niveau 4 OSI) relié par un ou plusieurs réseaux utilisant IP.
TDMA	<i>Time Division Multiple Access.</i>
Trame TDMA	Ensemble d'intervalles du temps répété périodiquement. La durée de la trame TDMA de GSM est 60/13 ms soit 4,615 ms.
TRAU	<i>Transcoder/Rate Adaptor Unit.</i> Equipement souvent physiquement présent près du MSC mais fonctionnellement intégré dans le BSC, qui réalise la conversion « parole numérisé à 13Kbit/s » ↔ « parole numérisé à 64 Kbit/s » et une partie de l'adaptation de débit pour les données utilisateurs.
UDP	<i>User Datagram Protocol.</i> Protocole de niveau transport sans connexion qui peut être utilisé au-dessus de IP lorsque la couche réseau offre un service fiable ou lorsqu'on a pas besoin de fiabilité.
Uplink	Voir voie montante.
USF	<i>Uplink Status Flag (GPRS).</i> Indicateur présent dans les blocs descendant qui alloue le bloc le bloc montant suivant à un mobile particulier.
Voie Balise	Canal utilisé par le système pour diffuser les informations permettant au mobile d'acquérir les paramètres système (synchronisation, fréquence, emplacement des canaux, localisation, ...).
Voie descendante	Sens de transmission de la BTS vers la MS.
Voie montante	Sens de transmission de la MS vers La BTS.

Bibliographie

- [1] Michel Terré. *Radio Communications*. Conservatoire des Arts et Métiers ELE208 première partie 2008-2009.
- [2] Ericsson technical document, EDGE: Introduction of high-speed data in GSM/GPRS networks. *Mars 2003*.
- [3] « GPRS/EDGE Radio Dimensioning and performance workshop » (Ericsson), STUDENT BOOK LZT 123 7995R4A, 2004
- [4] Ericsson *White Paper THE EVOLUTION OF EDGE* , February 2007
- [5] T. HALONEN (Nokia), J.REMERO ET J.MELERO (Tar Tec) « GSM, GPRS AND EDGE performance: evolution toward 3G/UMTS » edition JOHN WILY & SONS 2003 England
- [6] Xavier Lagrange, Réseaux GSM, 5e édition revue et augmentée, Réseaux et Télécommunication, juillet 2000
- [7] Ben Yedder Hanene, Dimensioning BSS Model for GPRS Network, Tunisiana, Année universitaire: 2005/2006
- [8] Racem ELLOUZ , Optimisation d'un réseau EDGE Etude du cas réel de Tunisiana, Année universitaire : 2006/2007