



**Mémoire de fin d'étude**

**Préparé par**

**Manal Senhaji Ouâdia**

**Pour l'obtention du diplôme**

**Ingénieur d'Etat en**

**SYSTEMES ELECTRONIQUES & TELECOMMUNICATIONS**

**Intitulé**

**Dimensionnement et optimisation du  
réseau EDGE**

**Encadré par :**

**Pr Zenkour Khalid**

**Mr El Hamdany Bouchaib (NSN)**

**Soutenu le Jeudi 1 Juillet 2010, devant le jury composé de :**

**Pr Zenkour khalid**

**: Encadrant**

**Pr Najiba EL Amrani**

**: Examinatrice**

**Pr Mhammed Lahbabi**

**: Examineur**

**Pr Fatiha Mrabté**

**: Examinatrice**

**Pr Said Najah**

**: Examineur**



## *Dédicaces*

*A ma mère,  
Qui m'a entourée de son affection,*

*A mon père,  
Qui m'as scellé par ses bénédictions.*

*A mes sœurs  
A toute ma famille et mes meilleures amies,  
A toute personne qui m'aime.*

*Je dédie cet exploit à travers lequel  
Je leur dis Merci,  
Pour leurs sacrifices et encouragements  
Que dieu les garde.*

*MANAL*



## *Remerciements*

*Je ne pourrais pas commencer ce rapport sans présenter mes remerciements les plus sincères à mon encadrant au sein de NOKIA SIEMENS NETWORKS, Mr EL HAMDANY BOUCHAIB, pour m'avoir proposé ce projet et m'avoir guidé jusqu'à son aboutissement. Je le remercie également de m'avoir donné toute liberté – de démarche – pour mener mes travaux. Je lui suis reconnaissante pour la confiance, l'écoute et le soutien qu'il m'a témoigné tout au long de la réalisation de ce projet.*

*Je souhaite également remercier mon encadrant de la FST Mr ZENKOUAR Khalid pour les échanges très enrichissants que j'ai pu avoir avec lui. Sa grande expérience, ses points de vue originaux et son sens critique m'ont permis d'élargir ma vision du domaine des télécoms.*

*Mes sincères remerciements iront aussi à tous mes enseignants pour la qualité de l'enseignement qu'ils ont bien voulu me prodiguer durant mes études afin de me donner une formation efficace.*

*Pour compléter ces remerciements, je me dois de remercier mes amis qui m'ont accompagné pendant ces quelques années. Merci donc pour toutes les activités que nous avons pu faire ensemble.*

*En dernier lieu, je tiens à adresser un grand merci à mes parents, pour avoir toujours cru en moi et m'avoir soutenu tout au long de mes études. Je remercie également mes sœurs dont la patience a souvent été mise à rude épreuve - pour le soutien qu'ils m'ont apporté.*

*Finalement, je tiens à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à ce que ce travail puisse voir le jour.*

*Du fond du cœur, merci.*



## Résumé

*L'introduction de l'EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) au réseau GSM/GPRS existant semble être une solution efficace pour lancer les services donnés à haut débit. Ce projet vise le dimensionnement du Sous-Système Radio (BSS) du réseau GSM/GPRS, afin de déterminer les cellules qui nécessitent l'introduction de la technologie EDGE. Tout d'abord, nous nous intéressons à l'étude des principales modifications nécessaires pour l'intégration de l'EDGE. Ensuite, la définition d'un modèle de dimensionnement qui consiste à dimensionner en premier lieu l'interface radio puis les liens de transmissions à savoir les interfaces Abis et Gb. Finalement, nous traiterons le processus d'optimisation du réseau EDGE, en se basant sur les différents indicateurs qui permettent d'évaluer la performance du réseau.*



## Sommaire

Introduction générale.....	8
Chapitre1 : Présentation de Nokia Siemens Networks .....	9
1.1 Historique :.....	9
1.2 Nokia Maroc :.....	10
1.2.1 Le Network Planning:.....	11
1.2.2 Une équipe commerciale : .....	11
1.2.3 Une équipe de déploiement : .....	11
Chapitre 2 : Evolution des réseaux cellulaires: GSM/EDGE.....	12
2.1 Introduction.....	12
2.2 Rappels sur le réseau GSM (Global System for Mobile communications) .....	13
2.2.1. Architecture de GSM .....	13
2.2.2. Limitations du réseau GSM.....	14
2.3. Réseau GPRS.....	14
2.3.1. Architecture et mises jour nécessaires.....	14
2.3.2. Interfaces dans le réseau GPRS.....	16
2.3.3 Schémas de codage canal.....	17
2.3.4. Apport et limitations .....	18
2.4. Evolution du GPRS vers l'EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution).....	19
2.4.1. Architecture générale.....	20
2.4.2. Comparaison GPRS EDGE .....	20
2.4.2.1 Technique de modulation.....	21
2.4.2.2 Type de codage .....	21
2.4.3. Allocation dynamique de ressources sur l'interface Abis EDGE.....	22
2.4.3.1. Architecture de l'interface Abis .....	22
2.4.3.2. Configuration de l'EDAP (EDGE Dynamic Abis Pool).....	23
2.4.4. Services offerts par l'EDGE .....	25



2.5. Interface radio .....	26
2.5.1. Structure de la trame .....	26
2.5.2. Technique d'accès : Time Division Multiple Accès (TDMA) : .....	27
2.6. Gestion de la mobilité.....	28
2.6.1. Les états d'un mobile.....	28
2.6.2. La sélection et re-sélection de cellules.....	30
2.7. Conclusion .....	31
Chapitre 3 : Dimensionnement BSS.....	31
3.1 Introduction .....	31
3.2. <i>Problématique.</i> .....	32
3.4 <i>Modèle de dimensionnement adopté.</i> .....	32
3.5 <i>Configuration des TRXs.</i> .....	34
3.5.1. GPRS territory .....	34
3.5.2. Territory upgrade downgrade. ....	35
2.5.3. Rate reduction. ....	37
3.5.4. Occupancy .....	37
3.6. <i>Processus de dimensionnement.</i> .....	40
3.6.1. Dimensionnement cellules .....	40
3.6.2. <i>Dimensionnement interface Abis: configuration EDAP.</i> .....	40
3.6.3. <i>Dimensionnement PCU</i> .....	41
3.6.3.1 <i>Fonctionnalité du PCU.</i> .....	41
3.6.3.2 Les critères du dimensionnement du BSC-PCU : .....	41
3.6.3. 3 Procédures de dimensionnement du PCU : .....	42
3.6.4. <i>Dimensionnement interface Gb</i> .....	42
3.6.4. 1 Description de l'interface Gb : .....	43
3.6.4. 2 Les critères de dimensionnement de l'interface Gb : .....	44
3.6.4 <i>Procédure de dimensionnement de l'interface Gb.</i> .....	44
3.7 Etude de cas réel : dimensionnement de BSC d'étude.....	45
3.7.1 <i>Présentation de la zone de dimensionnement.</i> .....	45
3.7.2 <i>Dimensionnement cellules : BSC d'étude.</i> .....	46
3.8 Conclusion.....	48
Chapitre 4 : Optimisation et paramétrage (Étude de KPI EDGE):.....	49



4.1 Introduction .....	49
4.2 Impact de la QoS EDGE .....	49
4.2.1 Couverture réseau CS et PS .....	49
4.2.2 Taux de blocage et Impact sur le mode Paquet .....	50
4.3 Supervision de QoS .....	51
4.3.1 Mesures terrain .....	51
4.3.2 Mesures statistiques .....	52
4.3.2.1 les compteurs .....	52
4.3.2.2 les KPIs .....	53
4.4 Études des KPI EDGE .....	54
4.4.1 KPI trafic .....	54
4.4.2 KPI QoS .....	55
4.4.3 KPI congestion .....	55
4.4.3.1 PDTCH congestion KPIs .....	55
4.4.3.2 Abis congestion KPIs .....	56
4.4.3.3 PCU congestion KPIs .....	56
4.4 Processus d'optimisation (Étude de cas) .....	56
4.4 Conclusion .....	57
Conclusion générale .....	58
Liste des figures .....	59
Liste des tableaux .....	60
<b>Liste des abréviations</b> .....	61
<b>Bibliographie</b> .....	63



## Introduction générale

*Les réseaux de télécommunications mobiles ont considérablement évolué depuis l'introduction de l'internet. Les services offerts aux utilisateurs ont été diversifiés. Ainsi, en plus des simples services voix offerts par le réseau GSM à commutation de circuits, les réseaux à commutation de paquets proposent des applications multimédia avec des services audio, vidéo et données intégrés. Néanmoins, ce type de services a soulevé beaucoup de problème, notamment ceux liés à la variation et le faible débit, surtout pour les applications en temps réel de type audio et vidéo, qui ont des besoins stricts en termes de débit.*

*Le service de visiophonie a été popularisé avec l'application des réseaux de télécommunication de 3eme génération. En effet, le déploiement de L'UMTS impose une installation d'un nouveau réseau physique et donc des investissements très lourds pour les operateurs. C'est pour cette raison, les operateurs cherchent à déployer les services de 3eme génération sur un réseau déjà existant, moins couteux et bien couvert sur le territoire national. Cette approche a permis de développer le réseau EDGE en ajoutant des mises à jour au réseau GPRS existant.*

*Cependant, l'EDGE ne constitue pas à lui seul un réseau mobile a part entier, mais une couche supplémentaire au réseau GPRS existant. Son intégration nécessite l'utilisation d'un nouveau type de modulation, de nouveaux schémas de codage, plus performantes afin d'atteindre des haut débits tout en utilisant le spectre radio GPRS existant. En effet, l'EDGE s'avère comme une excellente alternative de l'UMTS dans les zones rurales ou non encore couvertes par le réseau 3G.*

*L'objectif de notre projet est de faire une étude des principales modifications nécessaires pour l'intégration de la nouvelle technologie EDGE au réseau GSM/GPRS existant. Pour cela, on va élaborer une procédure de dimensionnement du réseau cellulaire existant, afin de déterminer les cellules qui nécessite l'introduction de la technologie EDGE. Puis, la détermination des indicateurs de performance qui permettra le suivi de la qualité de service (QoS) du réseau EDGE.*





*Le présent rapport est réparti en quatre chapitres. Le premier chapitre sera consacré pour la présentation de l'établissement d'accueil, Nokia Siemens Networks. Dans le deuxième chapitre, nous allons étudier le principe d'intégration du réseau GPRS/EDGE, ainsi que les modifications qui doivent avoir lieu tout en mettant l'accent sur son interface radio. Ensuite, dans le troisième chapitre, en se basant sur un modèle de trafic, nous élaborons une procédure de dimensionnement des canaux PDCH, ainsi que les interfaces de liaisons entre équipements du BSS. Finalement, nous allons synthétiser les méthodes utilisées pour superviser la QoS du réseau mobile. Puis, nous traiterons le processus d'optimisation du réseau EDGE.*

## Chapitre 1 : Présentation de Nokia Siemens Networks

### 1.1 Historique :

*Les racines de Nokia remontent à l'année 1865 avec la création d'une entreprise forestière de pâte à papier aux abords de la rivière « Nokian virta » dans le sud de la Finlande, par l'ingénieur minier Fredrik Idestam.*

*L'entreprise s'accroît et étend ses activités à la production de caoutchouc et de ses dérivés. Nokia fabrique alors aussi bien des vêtements de pluie que des élastiques ou des bottes en caoutchouc.*

*Le tournant décisif de l'histoire de Nokia a lieu en 1943, lorsqu'elle prend le contrôle de la manufacture finlandaise de câbles. Cette société connaît un développement important grâce à l'essor des besoins en matière de transmission d'énergie pour les réseaux du télégraphe et du téléphone. Mais le cœur du changement réside dans les recherches de cette société sur une technologie encore nouvelle: les semi conducteurs. Nokia peut alors faire son entrée dans les télécommunications.*

*Nokia comprend que la recherche et l'innovation seront les clés de son développement : en 1963 un premier radio téléphone était développé, en 1965 un modem de stockage de données. Après l'électronique, le digital devient le nouvel espace de recherche avec un système de conversion des signaux analogiques en signaux numériques. La capacité de transmission de ses câbles téléphoniques s'accroît considérablement.*

*Nokia Corporation est formée en 1967 de la fusion des trois industries : pâte à papier, caoutchouc et câbles.*

*En 1981, Nokia participe à la création du Nordic Mobile Telephony (NMT). La Suède est alors le seul pays à disposer d'un réseau de téléphonie mobile connecté au réseau public le NTM devient le premier réseau international.*



*Le repli de la CEI en 1990 handicape un temps son partenaire privilégié qu'est la Finlande ; Nokia décide donc de se recentrer sur deux départements clés : la télécommunication et la téléphonie mobile. C'est en 1998 qu'il deviendra le leader mondial des téléphones portables.*

*La mission assignée par son PDG, depuis 1992, Jorma Ollila se résume à une simple phrase : connecter les individus.*

*Les implications de ce positionnement lancent Nokia dans la course d'un marché très prometteur : la sécurité et les réseaux privés virtuels (VRP) sur internet. Les récentes évolutions des relations intra et inter entreprises avec l'utilisation d'Internet leur permet d'avoir avec ces procédés une infrastructure souple et moins coûteuse qu'auparavant.*

*Aujourd'hui le groupe Nokia représente plus de 50.000 employés à travers le monde dans trois unités distinctes : les téléphones mobiles, les réseaux et la « nursery » des futurs cœurs de métiers, la Nokia Venturing Organisation.*

*Le prochain pari est de concurrencer Microsoft et la firme Redmond pour la convergence des téléphones et des assistants personnels numériques.*

*Nokia et Nokia Siemens Networks sont deux sociétés séparées qui travaillent toutes les deux étroitement en alliance dans différents secteurs, tels que la stratégie, la relation clientèle et dans les problèmes opérationnels.*

*Nokia a annoncé le lancement de Nokia Siemens Networks le 1<sup>er</sup> Avril 2007 se positionnant à la position de leader dans le marché d'infrastructure des communications, et est prête à aider ses centaines de consommateurs à travers le monde pour atteindre l'objectif de connecter les cinq milliards de gens que la société croit qu'ils resteront « toujours connectés » d'ici l'an 2015.*

*Cette nouvelle société, Nokia Siemens Networks est leader en fourniture de services de communications globales leader, elle fournit un portefeuille complet et équilibré de produits pour les solutions d'infrastructures fixes et mobiles et s'adresse à la demande croissante des services avec 20.000 professionnels des services à travers le monde. Les revenus pro-forma combinés de 17 milliards d'euro durant l'exercice 2006 font de Nokia Siemens Networks l'une des plus grandes sociétés d'infrastructure de télécommunication. Nokia Siemens Networks opère dans 150 pays et son siège social est situé à Espoo, en Finlande. Elle combine Networks Business Group de Nokia et l'expertise de Siemens Communications.*

### 1.2 Nokia Maroc :



*Nokia Maroc travaille, depuis une dizaine d'années, sur différents projets au Maroc, notamment, avec l'ONCF (Office National des Chemins de Fer) pour le déploiement d'un réseau radioélectrique analogique.*

*Nokia Maroc fournit, principalement, à son client Maroc Telecom, les équipements Nokia du réseau radio GSM ainsi que les prestations de services associés qui sont :*

- *Recherche et négociation des sites, constructions des sites et implémentation infrastructure GSM pour les projets clés en mains totale.*
- *Implémentation infrastructure GSM pour les projets clés en main partiels.*
- *Drive-test et entretien de la qualité de service du réseau pour le contrat d'optimisation radio.*
- *Redéploiement d'équipements*
- *Fourniture et installation mise en service BSC/TCSM/plateforme SMS/plateforme MMS.*

*L'architecture organisationnelle de Nokia Maroc est concentrée autour de trois pôles principaux :*

### *1.2.1 Le Network Planning:*

*Représente le cœur du travail de Nokia Maroc. Il s'occupe de la partie technique (planification du réseau, dimensionnement, optimisation et maintenance du réseau BSS de Maroc Telecom). Le groupe de Network Planning est divisé par zones géographiques, c'est à dire, une équipe s'occupant du projet de Casablanca, une autre de Rabat et une troisième pour la zone Nord Est ainsi qu'un manager de toutes les équipes.*

### *1.2.2 Une équipe commerciale :*

*Cette équipe se charge de toutes les procédures financières, l'établissement des comptes de Nokia Maroc et la planification du budget rétabli chaque 6 mois.*

### *1.2.3 Une équipe de déploiement :*

*Cette équipe se charge, de négocier l'installation des nouveaux sites avec les propriétaires dans le cas des contrats TK, de la supervision de la construction des sites et de la fourniture du matériel.*



## Chapitre 2 : Evolution des réseaux cellulaires: GSM/EDGE

### 2.1 Introduction

*Initialement, le système GSM a été conçu pour offrir principalement un service de téléphonie orienté circuit et permet aussi le transfert des données en mode circuit à un débit limité de 9,6 kbit/s. Dans le but d'étendre les capacités des réseaux GSM à des services de données à plus haut débit, l'ETSI (European Telecommunications Standard Institute) a spécifié le service GPRS (General Packet Radio Service) qui repose sur une infrastructure GSM. GPRS fournit des services orientés paquets pour transmettre des données sur l'interface radio avec un débit utilisateur nettement supérieur à celui offert par le réseau GSM.*

*Enfin, l'EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) propose des débits supérieurs par l'introduction d'une modulation plus efficace, elle permet d'atteindre un débit maximum théorique de l'ordre de 384 kbits/s. La technologie EDGE quant à elle devrait être déployée afin de fournir un pont entre les technologies de deuxième et les technologies de troisième génération comme l'UMTS.*



Dans ce chapitre introductif, nous allons présenter l'évolution du réseau GSM vers EDGE passant par le réseau GPRS. Puis nous étudions les types de services offerts par EDGE, ainsi qu'une étude de l'interface radio du tel réseau.

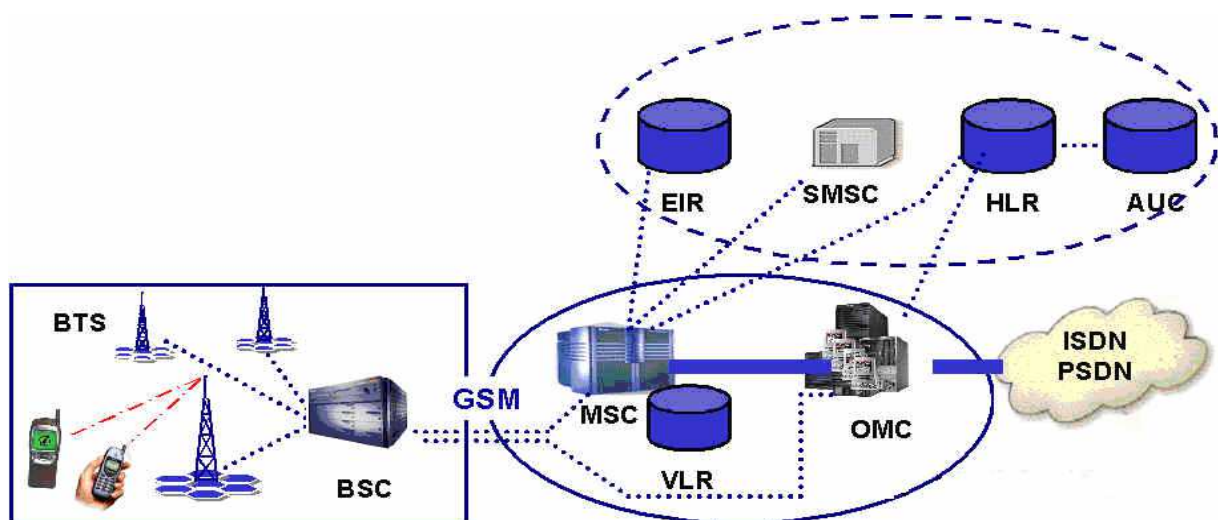
## 2.2 Rappels sur le réseau GSM (Global System for Mobile communications)

Le GSM (Global System for Mobile Communications), première norme de téléphonie cellulaire de seconde génération qui soit pleinement numérique, fournit des services de transmission de la voix et éventuellement de données à bas débit (9.6 Kbps) dans un environnement mobile. L'architecture du réseau GSM repose sur un ensemble d'équipements spécifiques aux réseaux mobiles.

### 2.2.1. Architecture de GSM

Le réseau GSM, comme présenté par la figure 2.1, se compose de trois sous-systèmes:

- Le Sous-Système de Station de Base (BSS)
- Le Sous-Système Réseau (NSS)
- Le Sous-système d'exploitation et de maintenance « OSS »



**Figure 2.1 : Architecture générale du réseau GSM.**

- Le sous-système Radio: Comprend les stations de base et leurs contrôleurs. Il assure les transmissions radioélectriques et gère les ressources radio.



- *Le sous-système réseau fixe : Comprend des commutateurs (MSC) et des bases de données (VLR, HLR...), qui contiennent les fonctions nécessaires à l'établissement des appels et à la mobilité.*
- *Le sous système d'exploitation et de maintenance: Ce sous-système est branché aux différents éléments du sous-système réseau de même qu'aux contrôleurs de station de base (BSC). Il permet à l'opérateur une exploitation, maintenance et administration centralisée de son réseau.*

### *2.2.2. Limitations du réseau GSM*

*Le GSM est conçu essentiellement pour la communication vocale. Pour maintenir sa croissance, les concepteurs des systèmes de télécommunications ont pensé à le faire évoluer afin d'offrir d'autres services tels que l'accès à l'Internet et la transmission de données.*

*Etant un réseau en mode circuit, le GSM ne pouvait plus répondre aux nouvelles exigences introduites par les nouvelles applications en termes de débit et d'efficacité spectrale. En effet, l'accès à l'Internet nécessite un débit beaucoup plus supérieur que celui offert par le GSM (9,6 Kbps) et d' autre part la technique de commutation de paquet est préférable chaque fois qu'il s'agit d'une transmission de données.*

### *2.3. Réseau GPRS*

*Avec le développement des services multimédias, les réseaux mobiles reposant sur le service*

*GSM ne pouvaient plus offrir un service de données avec le mode de commutation circuit de faible débit (9,6 Kbps). En effet, pour accéder à ce service, il faudrait ouvrir un circuit de bout en bout monopolisant des ressources du réseau durant toute la session ce qui serait une grande perte.*

*Le GPRS résout ces problèmes en définissant une architecture de réseau à commutation de paquets, qui permet de n'allouer des ressources à un utilisateur qu'au coup par coup, lorsqu'il a réellement des données à émettre ou à recevoir, et non toute la durée de sa connexion.*

#### *2.3.1. Architecture et mises jour nécessaires.*





Le GPRS est un service supplémentaire rajouté au réseau GSM existant, qui permet la transmission des données par paquet avec un débit élevé. Son intégration nécessite l'ajout de certaines entités et des mises à jour au niveau des équipements du réseau GSM existant. La figure 2.2 présente l'infrastructure GPRS.

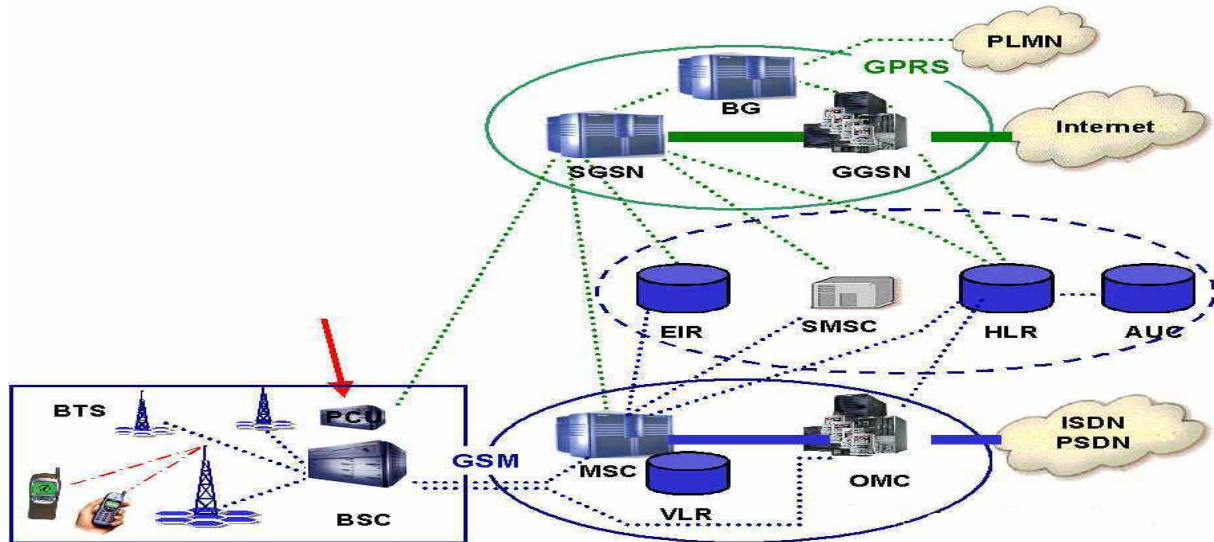


Figure 2.2: Architecture du réseau GPRS.

#### ❖ Les entités à ajouter

L'implantation du GPRS nécessite l'ajout :

- *SGSN* : C'est une entité du réseau GPRS au même niveau hiérarchique que le MSC. Il ne fait pas partie de BSS. Avec qui, il communique à travers l'interface Gb. Il stocke les informations concernant les abonnés, la localisation. Il permet également le routage des paquets, la gestion de la mobilité (GPRS attach / detach, RA/ cell update), l'authentification, le chiffrement et la gestion de session (activation/désactivation de PDP context).
- *Le GGSN* : un routeur IP relié à un ou plusieurs réseaux de données. Il permet l'interconnexion avec les réseaux externes et l'acheminement des données venant de ces réseaux vers le SGSN du destinataire. Il assure la fonction du stockage des informations sur les abonnés et sur la localisation. Il permet aussi le management de l'allocation dynamique des adresses IP et du transfert des données.
- *Le PCU* ou l'unité de contrôle de paquet intégré au sous-système radio, qui gère les fonctions de contrôle de puissance, d'adaptation du débit, de transmission et d'acquiescement.



### ❖ Les mises à jour nécessaires

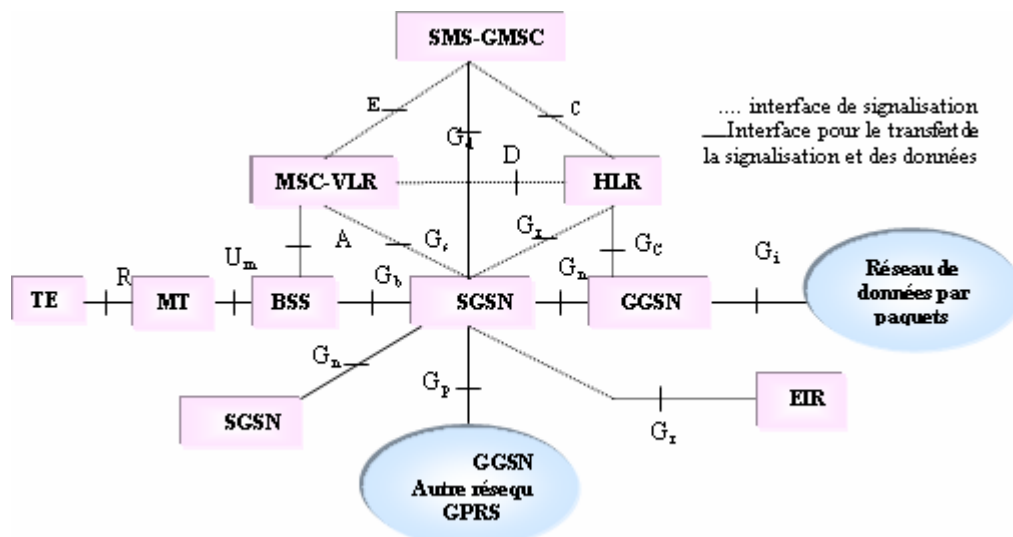
Pour l'intégration du GPRS et en plus des entités ajoutées, des mises à niveau sont nécessaires au niveau de :

- □ **BTS** : implantation d'une fonction **CCU** (Channel Codec Unit) qui permet d'appliquer le type de codage décidé par le PCU
- **MSC/VLR** : pour permettre à ce dernier de se connecter au SGSN, de supporter le transfert de SMS à travers le GPRS et de gérer la mobilité combinée (GSM et GPRS),
- **HLR** : pour lui permettre de se connecter au SGSN et de gérer la mobilité.

Suite à ces mises à niveau, les équipements GSM peuvent supporter la norme GPRS tout en assurant les mêmes fonctionnalités GSM.

### 2.3.2. Interfaces dans le réseau GPRS.

L'intégration des nœuds GGSN et SGSN dans un réseau GSM met en œuvre de nouvelles interfaces à travers lesquelles la communication entre ces composants et ceux du GSM peut s'établir. Dans la figure 2.3, les interfaces en trait continu représentent des interfaces GPRS sur lesquelles transitent des informations de trafic et de signalisation, alors que les interfaces en pointillés ne transportent que de la signalisation :







**Figure 2.3 : Interfaces GPRS.**

- **Interface Um:** C'est l'interface radio entre le terminal et le sous-système radio. En réalité, cette interface est nommée interface « air ».
- **Interface A bis:** relie les deux équipements du sous-système radio.
- **Interface A:** relie le sous-système radio via la BSC, et le sous système réseau GSM via le MSC/VLR.
- **Interface Gi :** Interface entre GGSN et le réseau de données externe PDN, elle permet les échanges entre le réseau GPRS et le monde extérieur.
- **Interface Gn :** entre le GGSN et le SGSN. On utilise entre les deux entités un tunnel IP mis en œuvre par le protocole GTP. Le but est de transférer des données de façon transparente jusqu'au SGSN et de faciliter l'introduction future de nouveaux protocoles;
- **Interface Gb :** entre le SGSN et le BSS. Elle transporte les messages de contrôle de lien logique et de qualité de services ainsi que les données utiles ;
- **Interface Gp :** entre SGSN et le GGSN d'un autre réseau. Similaire au Gn ;
- **Interface Gd :** entre le SGSN et le centre d'envoi de messages courts. En GPRS, on autorise l'envoi de messages d'une taille supérieure à celle du GSM. Par exemple la taille d'un paquet IP.
- **Interface Gr :** Interface de signalisation pure entre SGSN et HLR pour les échanges de données liés aux profils des abonnés et à la gestion de la mobilité (LU, activation de contexte, authentification).
- **Interface Gc :** Interface de signalisation pure entre GGSN et HLR qui sert au GGSN à demander au HLR des informations de localisation concernant un terminal mobile afin d'établir une session GPRS à la demande du réseau (Network-Request PDP Context Activation Procedure).
- **Interface Gf :** Cette interface relie un SGSN et un équipement de type EIR pour les échanges liés à l'identification du terminal.
- **Interface Gs :** C'est une interface de signalisation pure définie entre le SGSN et le MSC/VLR pour interfonctionnement commun GPRS/GSM (Attach/Detach et mise à jour localisation, paging, gestion du TMSI et P-TMSI...) et est permet d'économiser des ressources radio.

### 2.3.3 Schémas de codage canal

Au niveau de la couche physique, le réseau GPRS utilise un codage canal basé sur le codage convolutionnel et vari en fonction de qualité de signal selon C/I au niveau radio et BER au niveau système. Ce codage assure la protection des blocs RLC/MAC contre les erreurs de transmission. Il existe pour cela quatre schémas de codage CS (Coding Scheme)



sur la voie radio appelés CS1, CS2, CS3 et CS4. La figure suivante énumère les codes de canal utilisés et les débits qui peuvent être obtenus en employant ces codes par time slot.

Il reste à signaler que les schémas de codages les plus utilisés en GPRS sont le CS1 et CS2 car ils sont les plus performants en terme de protection contre les erreurs du canal de transmission, de débit et de la portée du signal comme le montre la figure suivante :

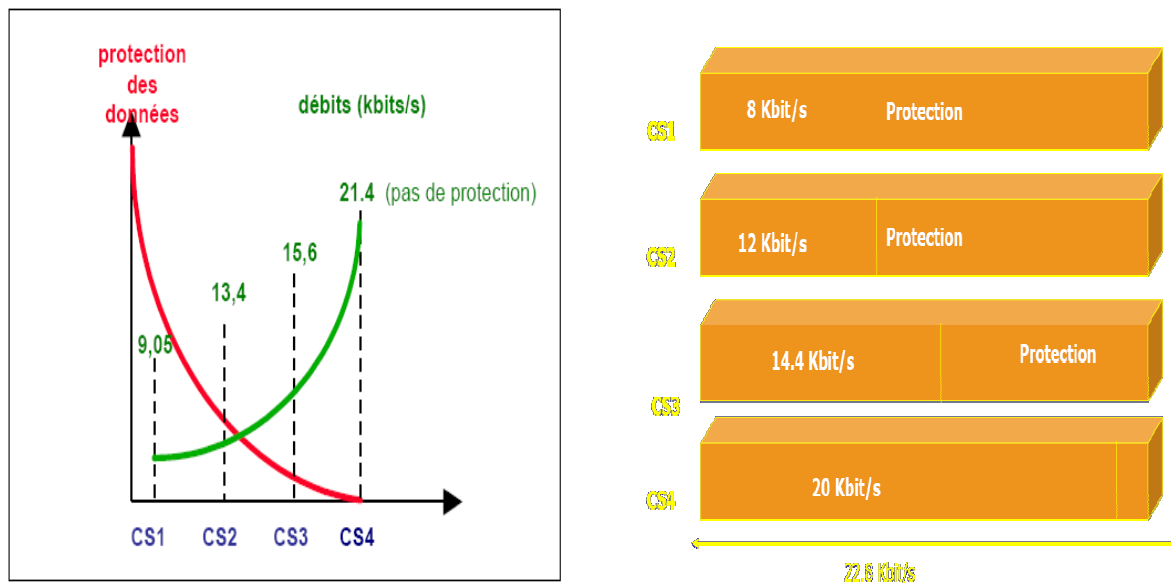


Figure 2.4: Les performances des schémas de codage.

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.

#### 2.3.4. Apport et limitations

##### ❖ Les apports du réseau GPRS

Le GPRS est incontestablement une technologie prometteuse pour la convergence entre la téléphonie mobile et l'Internet car il réutilise, moyennant quelques adaptations techniques, les réseaux d'accès radio GSM ainsi que les procédures puissantes d'authentification et de gestion de la mobilité implémentées dans le cœur du réseau et les terminaux GSM, ce qui en simplifie le déploiement.



*Par rapport au GSM, il permet une augmentation significative des débits de transmission en allouant jusqu' à 8 TS par utilisateur. De plus, le débit offert peut varier en fonction du type de l'application. En effet, le GPRS définit quatre schéma de codage (CS : Coding Scheme) qui donnent des débits par TCH variables pouvant atteindre 21.4 Kbps, c'est ce qui offre un débit maximal théorique de  $8 * 21.4$ , soit 171,2 Kbps.*

*Le GPRS repose sur un transport de données en mode paquet et utilise le protocole IP au niveau du cœur de réseau, ce qui garantit une compatibilité maximale avec l'Internet.*

*Le GPRS autorise le développement de nouveaux usages basés, par exemple, sur une connexion permanente et une facturation des services en fonction du débit de données transmis, et non plus proportionnellement à la durée de connexion comme c'est le cas du GSM.*

*Le GPRS est un réseau orienté paquet adapté à la transmission de données. Il permet de limiter l'utilisation des ressources aux périodes actives et mène ainsi à une utilisation plus efficace de la précieuse bande passante. La mise en place du service GPRS sur le réseau GSM actuel nécessite le rajout de nouvelles entités dédiées à l'acheminement de données en mode paquet.*

#### *❖ Les limites du GPRS :*

*Le débit théorique de 171,2 kbits/s annoncé précédemment correspond à un utilisateur utilisant simultanément les huit times slots disponibles, et ceci sans aucun mécanisme de correction d'erreur, ce qui nous permet de dire que ce débit reste purement théorique, et qu'il ne sera jamais atteint.*

*Le GPRS utilise la même technique de modulation du GSM: GMSK (Gaussian Minimum Shift*

*Keying), qui est une modulation à enveloppe constante.*

*En conclusion, pour aboutir à des débits plus élevés il faut évoluer vers la technologie EDGE, qui utilise la technique de modulation 8-PSK (Phase Shift Keying) et elle définit des mécanismes de vérification de l'intégrité des données et des nouveaux mécanismes de retransmission des paquets.*

#### 2.4. Evolution du GPRS vers l'EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

*Le GPRS offre différents taux de codage, permettant d'augmenter le débit lorsque les conditions de propagation sont favorables. Néanmoins, le débit brut sur un Time Slot reste*



limité à 21,4 kbits/. L'EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) permet de s'affranchir de cette limite, moyennant l'introduction d'une nouvelle modulation, de nouveaux schémas de codage, qui permettent d'atteindre des débits plus élevés tout en utilisant le spectre radio GSM existant. Bien qu'avec des débits limités par rapport aux technologies UMTS qui le suivent, l'EDGE a la capacité d'offrir presque tous les services 3 G. Il constitue donc une solution intéressante pour un opérateur qui désire offrir des services 3G à partir des ressources spectrales déjà existantes du 2G.

### 2.4.1. Architecture générale

L'EDGE est une extension du réseau GPRS. Seule le sous-système radio est sensiblement modifié. La figure 2.5 représente l'architecture de l'EDGE.

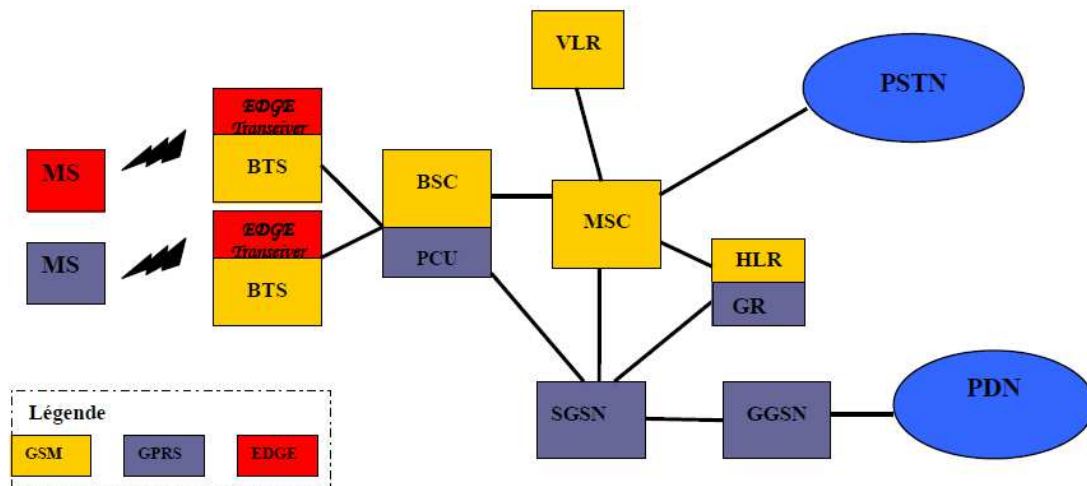


Figure 2.5 : L'architecture de l'EDGE

Le déploiement de L'EDGE nécessite :

- la mise à jour du BSC et de la BTS,
- l'ajout d'un émetteur-récepteur au niveau de la BTS capable de supporter la modulation 8-PSK.

### 2.4.2. Comparaison GPRS EDGE

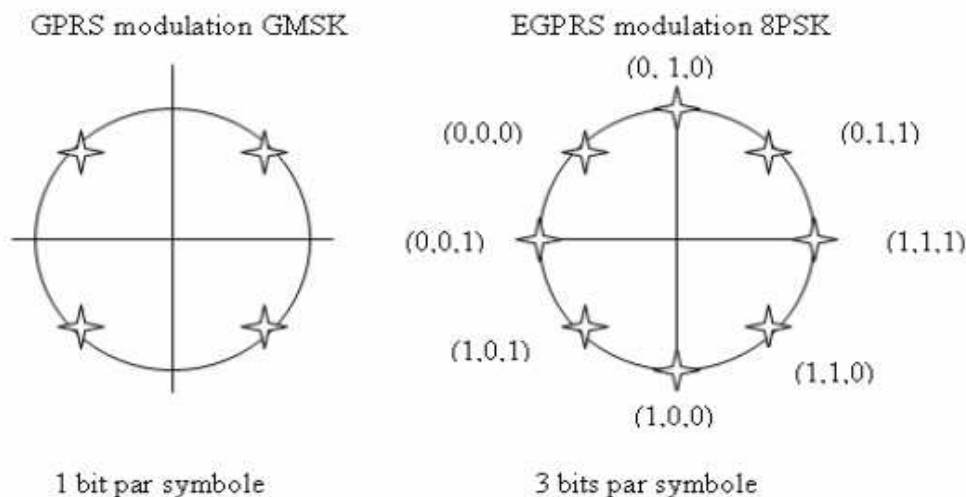


Dans ce qui suit, nous présentons les principales différences entre l'EDGE et le GPRS.

#### 2.4.2.1 Technique de modulation

La modulation utilisée dans le GSM est la modulation GMSK, qui associe à chaque bit un état. Pour atteindre des hauts débits par time slot, l'EDGE utilise la modulation 8-PSK. Avec cette modulation, on a huit états (voir figure 2.6), Ainsi, le nombre de symboles transmis dans une certaine période est le même que pour le GPRS mais cette fois, chaque symbole transmis contient 3 bits donc le débit est accru.

Cependant, la contrepartie est que la distance entre symbole est moindre qu'avec le GPRS. Le risque d'interférence inter-symbole s'en trouve accru. Si les conditions de réception sont bonnes, cela ne pose pas de problèmes mais dans le cas contraire, il y aura des erreurs. Des bits supplémentaires seront utilisés pour ajouter plus de codes de corrections d'erreurs afin de recouvrer les données.



**Figure 2.6 : Modulation (8 PSK) utilisée par EDGE**

#### 2.4.2.2 Type de codage

La technologie GPRS possède 4 schémas de codages (CS1 à CS4) tandis qu'avec la technologie EDGE 9 schémas sont possibles désignés MCS1 à MCS9. Par ailleurs, les 4 premiers schémas de modulations utilisent la modulation GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) alors que les 5 derniers utilisent la modulation 8-PSK. Le débit est très différent selon le schéma de codage.

La capacité d'un time slot, dans le cas du GPRS, ne dépasse pas 20 Kbps avec CS- 4. Pour le cas de l'EDGE, la capacité d'un time slot peut atteindre 59,2 Kbps. La figure 2.7



représente les types de codage GPRS et EDGE ainsi que le débit d'un time slot pour chaque type de codage.

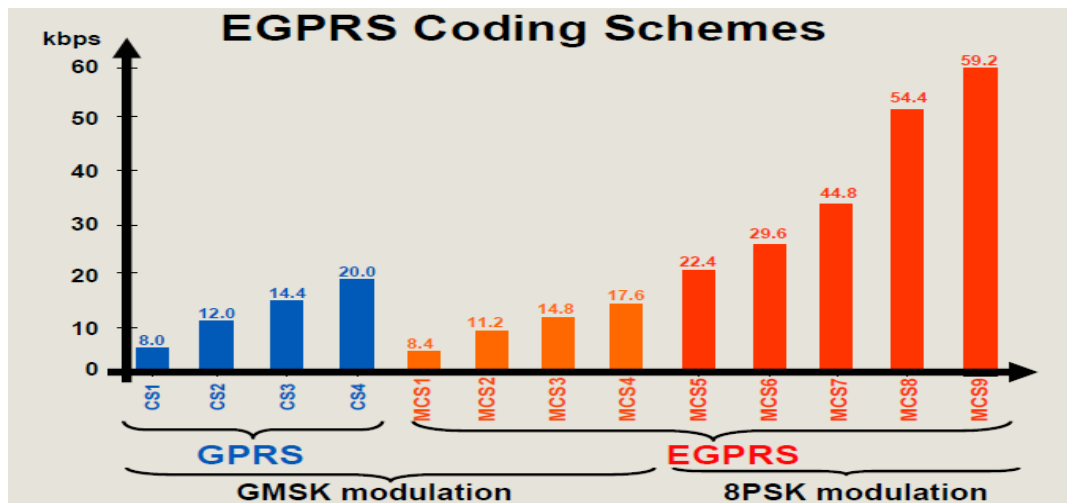


Figure 2.7 : Types de codages GPRS et EDGE

#### 2.4.3. Allocation dynamique de ressources sur l'interface Abis EDGE.

La technologie EDGE est conçue pour améliorer l'efficacité du transport de données sur l'interface Air du système GSM ou GPRS. L'allocation des ressources sur l'interface Abis dans le système GPRS (avec CS-1 et CS-2) repose sur une association statique entre les ressources de l'interface Air et celles de l'interface Abis. (A chaque slot TDMA sur l'interface radio correspond un canal à 16kb/s sur l'interface Abis). Cette approche ne permet pas d'offrir des débits sur l'interface Air qui dépassent les capacités de transmission d'un canal de l'interface Abis, soit 16Kbps. L'introduction de l'EDGE doit donc s'accompagner d'une modification de la politique d'attribution des ressources sur l'interface Abis.

##### 2.4.3.1. Architecture de l'interface Abis

L'interface Abis relie les stations de bases (BTS – Base Transceiver Stations) à leurs contrôleurs (BSC – Base Station Contrôler). Cette interface, normalisée au début des années 90, utilise une liaison MIC comme support de transmission. Elle permet d'écouler à la fois de la signalisation et le trafic utilisateur. Il y a généralement plusieurs BTS reliées à chaque BSC et les trames MIC sont souvent partagées entre les différentes BTS. La figure 2.8 présente l'architecture de l'interface Abis.



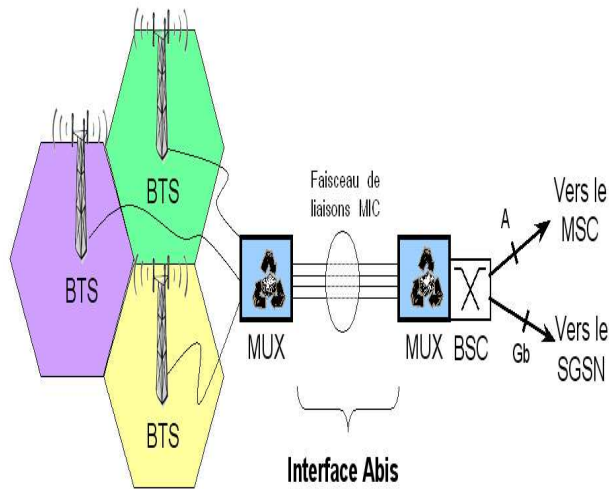


Figure 2.8 : Interface Abis

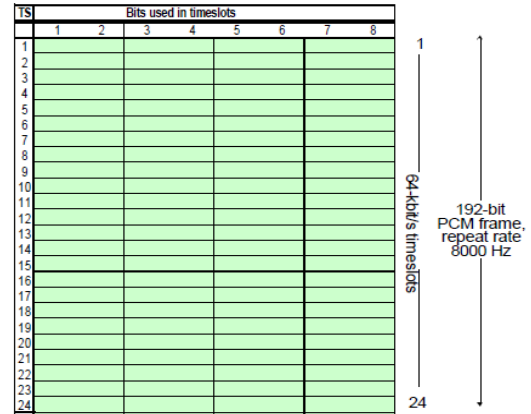


Figure 2.9 : structure de la trame MIC

Une trame MIC est une trame TDMA divisée en 32 canaux de 64 kbits/s (au niveau physique). Dans le système GSM, plusieurs canaux de trafic sont multiplexés sur un même slot de la trame MIC. Typiquement, le canal MIC de 64kbits/s est divisé en 4 « sous canaux » de 16kbits/s. La trame MIC mise en place sur l'interface Abis est composée de 128 canaux à 16kbits/s, comme illustré sur la figure 2.9.

Une partie de ces canaux à 16kbits/s étant utilisée pour le dialogue entre les BTS et le BSC et pour le transport des informations de contrôle qui sont diffusées dans les cellules, le nombre de canaux utilisables pour transporter le trafic utilisateur est légèrement inférieur. Ce nombre dépend, du nombre de BTS reliées au BSC par ce faisceau, du nombre de porteuses et de circuit de trafic configuré dans les cellules, et du nombre de liaisons MIC mises en place dans le faisceau.

#### 2.4.3.2. Configuration de l'EDAP (EDGE Dynamic Abis Pool)

Les systèmes GPRS, et plus encore EDGE, ont été conçus pour supporter des débits qui peuvent dépasser 16Kbps. La politique d'allocation des ressources sur l'interface Abis doit donc être adaptée pour supporter ces nouveaux débits.

Pour dépasser ces limitations, une solution consiste à allouer à la demande plusieurs canaux sur l'interface Abis pour chaque Time Slot sur l'interface Air, ce qui revient à ouvrir des micro-circuits de taille variable entre les stations mobiles (MS) et les contrôleurs de station de base (BSC). C'est le principe de l'EDAP (EDGE Dynamic Abis Pool), qui représente un ensemble de ressource commune, se compose d'un nombre de canaux sur les ressources Abis et qui sont partagées dynamiquement entre plusieurs TRXs (canaux EDGE), comme montrer sur la figure ci-dessous.

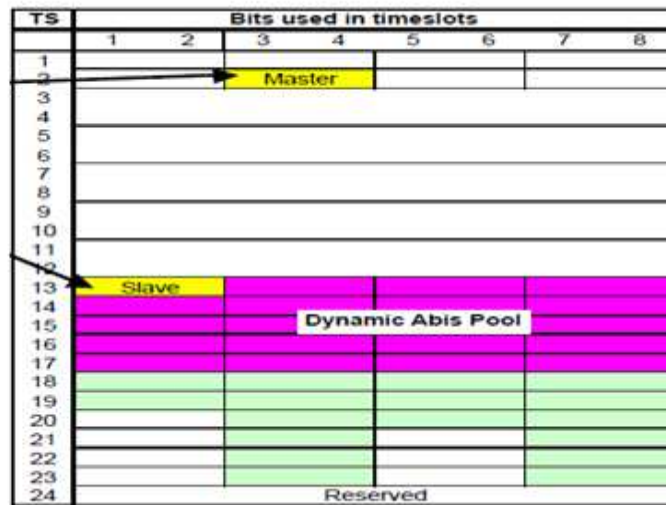


Figure 2.10 : configuration EDAP

Le principe de l'Abis dynamique pool consiste à associer à chaque slot sur l'interface Air, un canal de 16 kbps sur l'interface abis pour le transfert des trames de données MASTER, et, si nécessaire, le système peut fournir une allocation supplémentaire de 1 à 4 canaux slave de 16kbts/s sur l'interface Abis, pour la même trame master.

Le nombre de ressources utilisées par un mobile sur les interfaces Air et Abis dépend également de la capacité multislot du mobile et du schéma de codage qu'il utilise, et à cause des débits élevés résultant de la modulation 8-PSK utilisée, on peut associés jusqu'à cinq TS Abis pour chaque TS radio. La figure suivante résume les nombres de time slots alloué sur interface abis pour chaque type de CS/MCS utilisées.

Coding Scheme	Bit rate (bps)	Abis PCM allocation (fixed + pool)
CS-1	8,000	■ □□□
CS-2	12,000	■ ■□□
CS-3	14,400	■ ■□□
CS-4	20,000	■ ■□□
MCS-1	8,800	■ □□□
MCS-2	11,200	■ ■□□
MCS-3	14,800	■ ■□□
MCS-4	17,600	■ ■□□
MCS-5	22,400	■ ■□□
MCS-6	29,600	■ ■□□
MCS-7	44,800	■ ■□□
MCS-8	54,400	■ ■□□
MCS-9	59,200	■ ■□□

Slave Groups

Figure 2.11 : schéma de codage et nombre de TS Abis





#### 2.4.4. Services offerts par l'EDGE

##### ❖ Média

L'écoute et le téléchargement de fichiers audio et vidéo deviennent accessibles. Cela inclut, le regard des nouvelles (News), des bulletins météo, des vidéoclips, des bandes annonces de films, etc. Le but est d'offrir les fonctionnalités des PDA et autres appareils multimédias mobiles. Il est donc maintenant possible de consulter les courriers, naviguer sur le Web, lire des livres digitaux, jouer en ligne, changer la sonnerie téléphone, etc... Le média dont il est question ici est fréquemment associé aux SMS (Short Message Service) et MMS (Multimedia Messaging Service).

##### ❖ Téléchargement d'application

Une des caractéristiques principales de cette nouvelle technologie, est de faciliter le téléchargement de programmes de toutes sortes. Que ce soit des jeux, des lecteurs médias, des écrans de veille, des guides de restaurants ou de cinémas et des traducteurs linguistiques.

##### ❖ Messagerie

La messagerie comprend les applications point à point gérant les courriers, la messagerie instantanée et les MMS permettant d'envoyer du texte, des photos ou des vidéos.

##### ❖ Connexion Internet

La connexion ressemble à l'accès Internet dont les portables jouissent habituellement : visite de sites Web, gestion des courriers, transactions bancaires, accès aux Intranets corporatifs et aux réseaux privés virtuels, amusements en ligne, réception de bulletins de nouvelles, météorologiques ou sportifs, etc.

##### ❖ Conférence Vidéo

Ce service permet à deux utilisateurs ou plus d'avoir une réunion virtuelle. Un membre voit et écoute les autres en temps réel ou presque.



## 2.5. Interface radio

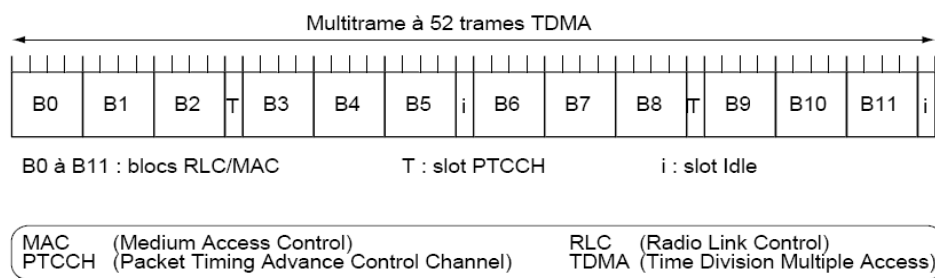
La couche physique se fonde sur les mêmes principes que le GSM. Elle est basée sur une combinaison de TDMA (Time Division Multiple Acces) et FDMA (Frequency Division Multiple Acces). Comme en GSM les canaux physiques sont définis par une fréquence et une paire de time slot pour l'uplink et le downlink. Les canaux logiques sont tracés sur les canaux physiques pour le trafic de données et la signalisation.

### 2.5.1. Structure de la trame

La multitrame de base du GPRS est définie par l'occurrence d'un même canal physique dans 52 trames successives, et non 26 ou 51 comme dans le GSM. La multitrame est organisée comme suit:

- $12 * 4 = 48$  time slots radio pour le transport des données et de la signalisation ;
- 2 time slots de contrôle de l'avance en temps PTCCH ;
- 2 time slots idle.

Les 48 time slots radio sont divisés en 12 blocs radio. Chaque bloc contient 4 time slots, qui sont pris dans 4 trames successives. Contrairement au GSM, l'unité élémentaire allouée en GPRS est un bloc, soit 4 slots GSM. Cette unité 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 2.12, soit 4 PDCH sur 4 trames successives.



**Figure 2.12 : Structure d'une multitrame en GPRS**



En EDGE, la structure du burst normal associé à la modulation 8PSK est identique à celle du

GSM, si ce n'est que les bits sont maintenant des symboles 8PSK, comme illustré à la figure 2.13.

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 8PSK est de 348, 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 multiframe. Dans l'hypothèse où l'utilisateur ne dispose que d'un slot par trame, son débit est de  $348 \times 4,615 / (26/24) = 69$  Kbps.

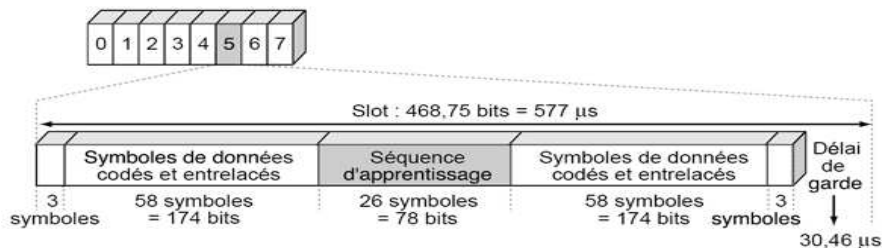


Figure 2.13 : Structure d'un burst normal 8PSK.

### 2.5.2. Technique d'accès : Time Division Multiple Accès (TDMA) :

Chacune des bandes dédiées au système GSM est divisée en 124 canaux fréquentiels d'une largeur de 200 kHz. Les fréquences sont allouées d'une manière fixe aux différentes BTS et sont désignées souvent par le terme de "porteuses".

Cette dernière transporte des intervalles de temps TS (TimeSlots) d'une durée de 576.9 µs. les sont regroupés par paquets de 8 et forment une trame TDMA de durée 4.6152 ms. Chaque utilisateur utilise un TS d'une telle trame. Un canal physique est donc la répétition périodique d'un TS dans la trame TDMA sur une fréquence porteuse particulière issue du FDMA.

### 2.5.3. Canaux logiques :

Les canaux logiques principaux utilisés dans l'interface radio GPRS sont les suivants :

- **Le type PCCCH** (Packet Common Control Channel) comporte des canaux communs logiques de signalisation et sont essentiellement downlink :
  - **PRACH** (Packet Random Access Channel): utilise pour l'accès des mobiles au réseau,



- **PPCH** (*Packet Paging Channel*): le réseau recherche une MS pour le transfert de paquet downlink. Ceci peut être utilisé pour des services avec commutation de circuit et de paquet de données;
- **PAGCH** (*Packet Access Grant Channel*): est utilisé seulement sur la direction downlink, qui indique au mobile la ressource à utiliser avant un transfert,
- Un autre type de canal de données de paquet est le **PBCCH** (*Packet Broadcast Control Channel*) qui est utilisée seulement dans la direction downlink par le réseau pour envoyer des données d'informations spécifiques de système au mobile.
- **PDTCH** (*Packet Data Traffic Channel*) est assigné pour le transfert de données en commutation de paquet utilisé pour les voies montante et descendante
- Les canaux de type (*Packet Dedicated Control Channels*) sont:
  - le **PACCH** (*Packet Associated Control Channel*) : canal logique de transport de la signalisation associé à un TBF sur les voies montante et descendante
  - **PTCCH/U** (*Packet Timing advance Control Channel, uplink*) est utilisé pour transmettre des bursts d'accès aléatoires pour permettre l'évaluation de timing advance pour une MS en mode de transfert de paquet.
  - **PTCCH/D** (*Packet Timing advance Control Channel, downlink*) est employé par le réseau pour envoyer des informations de mise à jour du timing advance (TA) à plusieurs MSs.

## 2.6. Gestion de la mobilité

La gestion de mobilité est utilisée pour maintenir la localisation courante d'une MS à l'intérieur du PLMN ou à l'intérieur d'un PLMN étranger.

### 2.6.1. Les états d'un mobile

La gestion de la mobilité est une activité relative à l'abonné GPRS/EGPRS ; elle est réalisée d'une manière spécifique au sein du réseau. On distingue trois états dans la gestion de la mobilité.

Chaque état est caractérisé par un niveau différent d'information et de fonctionnalités

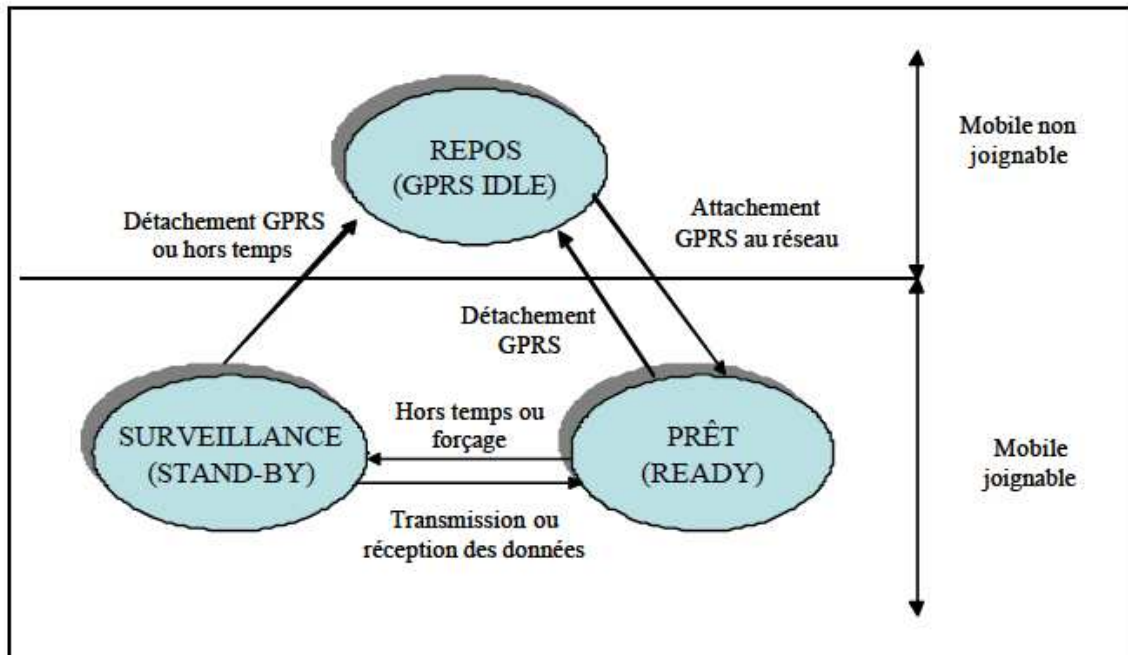


Figure 2.14: Etats d'une station mobile GPRS/EDGE.

❖ *Etat de repos (Idle) :*

Un mobile à l'état Idle n'est pas connu au niveau des différents nœuds GPRS/EGPRS. Le SGSN ne contient aucune information de localisation ni de routage relative à ce mobile. La MS ne peut dans ce cas ni émettre ni recevoir des données en mode GPRS/EGPRS, le mobile est donc non joignable. Il devra effectuer une procédure nommée attach d'inscription au réseau avant d'avoir accès aux services de paquets et passer en mode standby.

❖ *Etat d'attente (stand-by) :*

Le mobile est en attente pour ouvrir des sessions, il est attaché au réseau GPRS/EGPRS et peut recevoir des appels entrants par paging. Il est localisé, à la zone de routage près, par le réseau GPRS/EGPRS. Le mobile effectue, en plus de sélection/resélection de cellule, des mises à jour de localisation lorsqu'il change de zone de routage. Il peut activer des contextes PDP.

❖ *Etat prêt (Ready) :*



Lorsque la station mobile transmet ou reçoit des données, elle passe alors à l'état ready. Dans cet état, sa localisation est connue à la cellule près. A chaque transmission ou réception, une temporisation est déclenchée et le mobile reste dans l'état ready jusqu'à ce qu'elle arrive à échéance. Si c'est le cas (aucune transmission n'est effectuée pendant une longue durée), le mobile revient à l'état stand-by.

Par comparaison avec le GSM, le GPRS introduit un état supplémentaire, Standby, lorsque le mobile est connu du réseau. En GSM, un mobile connu est forcément en transmission. En GPRS, un mobile connu peut ne pas transmettre, ce nouvel état s'explique par le caractère souvent sporadique du trafic de données pour lequel le GPRS est construit. Entre deux salves, le mobile reste identifié par le réseau, ce qui permet d'établir plus rapidement un nouveau TBF, en évitant, par exemple, une nouvelle procédure d'authentification, au sein de la même session.

#### 2.6.2. La sélection et re-sélection de cellules.

Les procédures de sélection et de re-sélection de cellules sont considérées comme des procédures de gestion de RR (Radio Ressource) et sont utilisées pour choisir ou modifier les canaux assignés à la MS quand elle est en mode IDLE ou en mode dédié et entre différentes cellules.

En mode IDLE, la MS doit trouver une cellule pour s'enregistrer dans le PLMN.

Cette cellule doit répondre à diverses exigences avant d'être choisie. Ces conditions sont:

- Elle devrait être une cellule accessible du PLMN choisi;
- la probabilité de perte du lien radio entre la MS et la BTS devrait être inférieure à un certain critère posé par l'opérateur de PLMN (Public Land Mobile Network).

Le choix d'une telle cellule est accompli en employant les procédures de sélection et de re-sélection de cellules. La re-sélection des cellules est employée quand une cellule ne répond pas aux critères ci-dessus et quand une autre cellule est à proximité de la MS et elle peut répondre à ces critères.

En mode dédié la MS bascule d'une cellule à l'autre en employant les procédures network-controlled Handover (hard handover).

La procédure de handover comprend les actions suivantes:

- suspension de l'opération normale (excepté RR management).
- le lien de signalisation et probablement d'autres liens sont déconnectés par l'intermédiaire de la couche 2;
- les canaux précédemment assignés sont déconnectés (couche 1).





- *les nouveaux canaux sont activés et connectés;*
- *Déclenchement de l'établissement de connexion de liaison de transmission de données sur les nouveaux canaux*

### 2.7. Conclusion

*Dans ce chapitre, nous avons défini les principes de base du GPRS/EDGE, ainsi que les modifications effectuées entre ces deux technologies. En effet l'EDGE consiste à changer les types de modulation du GSM et du GPRS de façon à obtenir des débits plus élevés. Par contre, en conserve, la même structure d'intervalle de temps du GSM.*

*L'EDGE permettra aux opérateurs GSM d'utiliser les bandes de fréquences GSM existantes afin d'offrir des services et des applications multimédia sans fil à des débits plus importants que ceux offerts par le GPRS.*

*Dans le chapitre suivant, nous allons élaborer un modèle pour le dimensionnement de l'interface radio du réseau GPRS/EDGE, ainsi que les liens de transmission au sein du BSS.*

## Chapitre 3 : Dimensionnement BSS

### 3.1 Introduction

*Le dimensionnement est la première phase du processus de la planification d'un système de la radio et son but est de trouver la configuration initiale de la partie réseau d'accès et de spécifier la stratégie du déploiement pour le long terme.*

*Ce travail pourrait aussi être appelé une stratégie de planification d'un système radio car le but est de définir les valeurs des paramètres radio essentiel et les technologies pour déployer le réseau. Si le réseau d'accès est nouveau, plusieurs scénarios sont possibles*



*afin de dépasser les seuils de la couverture dans les différentes situations de trafic. Si le réseau est en service, le dimensionnement devient une tâche périodique qui permet d'ajuster les ressources du réseau selon son évolution.*

*Pour la réalisation de notre étude de dimensionnement d'un réseau GPRS/EDGE cellulaire, nous avons pris BSC d'étude comme modèle d'étude. Il s'agit d'une zone à fort trafic, caractérisé par une forte densité de population.*

*Dans ce chapitre, nous allons présenter la problématique relative au sujet traité. Puis, nous verrons la configuration des TRX pour les utilisateurs permanents de services GPRS/EDGE. Ensuite nous allons détailler le processus de dimensionnement de BSS, afin d'établir un modèle de dimensionnement du BSC d'étude.*

### 3.2. Problématique.

*Un opérateur, qui décide d'introduire l'EDGE au sein de l'infrastructure existante de son réseau GSM ou GPRS, se trouve face à plusieurs choix et plusieurs prédictions à faire. Tout d'abord l'opérateur a besoin de prédire les cellules qui nécessitent l'introduction de cette technologie, par une comparaison entre les ressources déjà existantes et les ressources nécessaires pour la transmission de données de chaque cellule.*

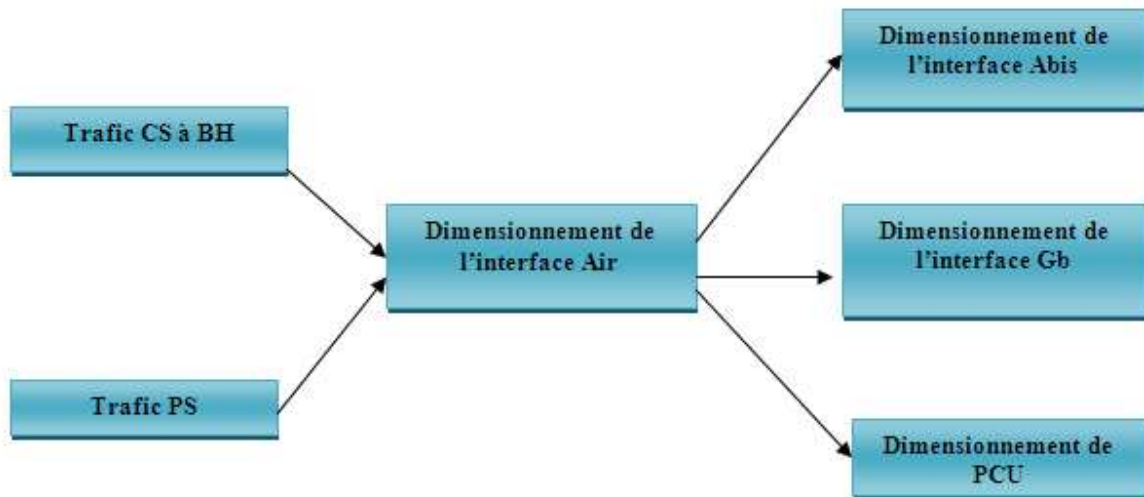
*En effet, l'implantation de l'EDGE, nécessite un redimensionnement des ressources sur les interfaces du réseau. Ainsi, il faut revoir les capacités de différentes interfaces : Um, Abis, Gb,...afin de supporter les charges supplémentaires ajoutées par cette nouvelle technologie.*

*L'objectif pour l'opérateur est de déterminer pour chaque cellule la manière qu'elle doit être configurée (nombre des canaux de trafic nécessaires, ajout si nécessaire des TRX). Le nombre de TRX nécessaire, déduit à partir de nombre des canaux générés par l'intégration des services de l'EDGE, et qui peut être plus grand que le nombre de TRX déjà existant.*

### 3.4 Modèle de dimensionnement adopté.

*Dans cette partie, il s'agit de définir une approche de dimensionnement du réseau GPRS/EDGE (figure 3.1). Elle vise à donner à l'opérateur les règles et les recommandations pour une conception de ce réseau à partir de la couverture et la capacité de l'interface radio aboutissant à un dimensionnement des liens de transmission Abis, Gb. Donc, il s'agit de définir les paramètres qui seront prises en considération pour le dimensionnement du sous-système radio de l'EDGE puis concevoir les règles d'ingénierie à suivre.*





**Figure 3.1 : Modèle de dimensionnement du BSS EDGE**

*Le dimensionnement du réseau pour le trafic GSM est effectué en utilisant la formule d'Erlang B qui définit le critère de GoS (Grade of Service) ou la probabilité de blocage permise. Une priorité est accordée au trafic de la voix au dépend de celui de donnée au cours du dimensionnement.*

*Pour le trafic PS il n'y a pas de notion de blocage comme pour le GSM. Si un nouvel établissement d'un TBF est nécessaire et qu'il y a déjà  $M$  utilisateurs par TS, avec  $M$  le nombre maximal de multiplexage par TS, la demande est mise en attente jusqu'à ce que des ressources seront disponibles. Donc Pour déterminer le nombre des PDCH nécessaires, il suffit de calculer le débit global par cellule, puis le diviser par la capacité d'un seul PDCH. Pour l'interface Gb on utilise le débit global associé au BSC.*

*Dans le souci d'aboutir à des résultats plus corrects, il vaudrait mieux prendre en considération la dégradation du débit théorique d'un PDCH. En effet, la capacité utile offerte à l'abonné est inférieure à la capacité théorique vu les retransmissions possibles, en cas de réception d'une trame erronée, et les entêtes ajoutées à une trame au cours de la transmission.*

*De même, il vaudrait mieux prendre en considération les débits réels supportés par l'interface Gb. Puisque, au cours de la transmission des données du MS (Mobile Station) vers le SGSN, des entêtes et des informations de signalisation seront ajoutées.*



### 3.5 Configuration des TRXs

#### 3.5.1. GPRS territory

les Time slots sont dynamiquement divisés en CS(GSM territory) et PS(GPRS territory), ce qui veut dire qu'il y a un certain nombre de time slots réservé aux CS c'est à dire au communication GSM ( GSM Territory) et le reste sera disponible pour le service GPRS, avec une variation dynamique à la limite de chaque territoire , ce qui permet au système de s'adapter au différents niveau de charge(CS ou PS). Et ainsi il offrira des performances optimales selon la variété de la condition des charges. La figure suivante nous donne une idée sur comment se départage une cellule à deux TRXs en le CS et le PS :

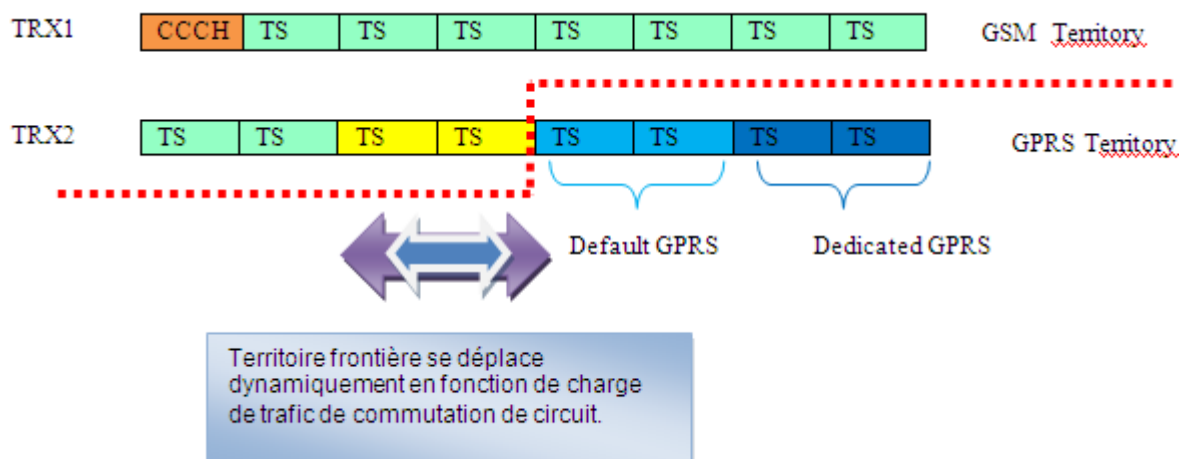


Figure 3.2: le partage de cellule (2TRXs)

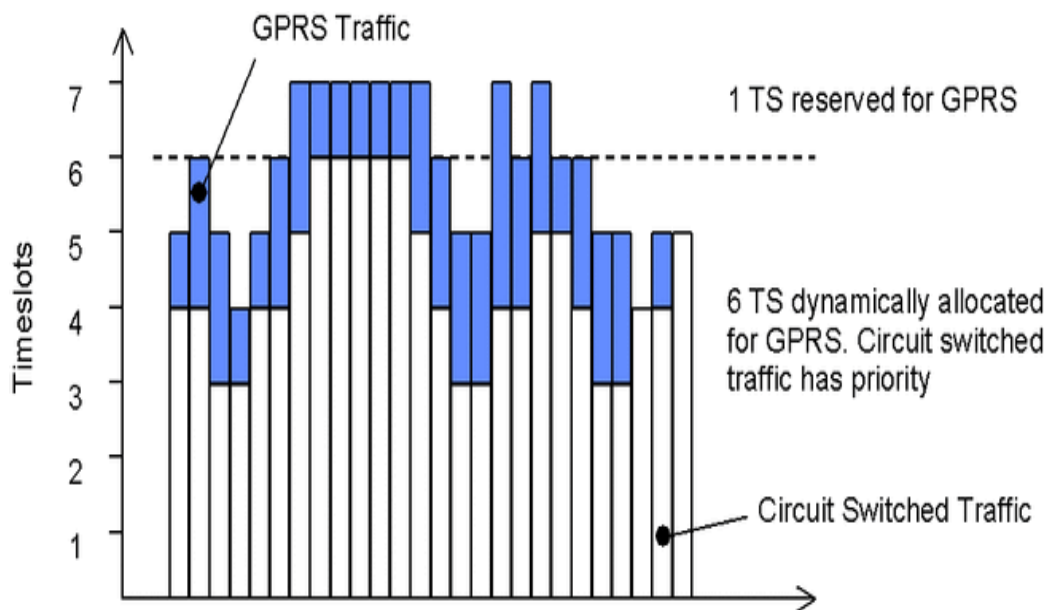
#### ❖ Dedicated GPRS capacity:

Il est possible d'assigner une dedicated GPRS capacity, quand un nombre de time slots est alloué en permanence au GPRS ; ces times slots sont configures pour le service GPRS et ils ne peuvent pas être utilisés par le trafic CS. Cela garantie que la capacité GPRS est toujours présente dans la cellule.



❖ *Default GPRS capacity :*

*Le default GPRS capacity est une zone qu'il faut toujours l'inclure dans le GPRS territory instantané, quand le niveau de trafic CS le permet. Sauf que le CS est toujours prioritaire par rapport au service GPRS comme le montre la figure ci-dessous*



**Figure 3.3: La gestion du trafic de l'interface radio.**

*3.5.2. Territory upgrade downgrade.*

*Alors entre le CS territory et le GPRS territory il y a une zone non utilisée, on l'appelle GPRS territory margin, elle permet une allocation rapide des times slots pour les appels CS. Ces times slots libres sont rapidement codés par la BTS.*

*Le nombre des times slots libres est calculé en se basant sur :*

- *La moyenne du changement Upgrade / Downgrade.*
- *Le nombre de TRX par cellule.*

❖ *Territory Upgrade :*

*Il est demandé dans deux cas :*

- *Suite à une demande du default territory(c1180).*

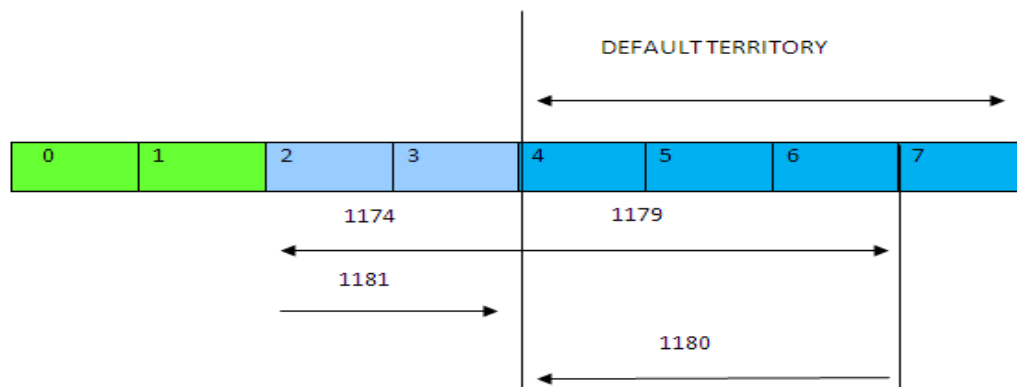


- Suite à une demande plus grande que celle du default territory pour des nouvelles ressources, mais il peut être rejeté à cause du :
  - La capacité du PCU (256 GPRS TSL par PCU).
  - La charge élevée du CS.

❖ *Territory Downgrade :*

Il est demandé dans deux cas :

- Suite à une demande du default territory quand il n'y a pas un besoin pour les canaux (c1181).
- Suite à une demande de la part du default territory à cause d'une augmentation du CS (c1179).



**Figure 3.4: Upgrade and Downgrade.**

Le tableau suivant résume le nombre de time slot libre on peut définir pour les différentes configurations des BTS.



Nombre de TRX/BTS	Free TSLs (after GPRS downgrade)	Free TSLs (after GPRS upgrade)	Mean free TSL in CSW
1	1	1	1
2	1	2	1.5
3	1	2	1.5
4	2	3	2.5
5	2	4	3
6	2	4	3
7	2	4	3
8	3	5	4
9	3	5	4
10	3	6	4.5
11	3	6	4.5
12	3	6	4.5

**Tableau 3.1 : nombre de timeslot libre dans le territoire CS**

### 2.5.3. Rate reduction.

*Parmi les facteurs infectants la qualité de service GPRS à savoir le débit des données utilisateurs, on trouve l'effet de charge GPRS connue sous le nom « Rate reduction » qui à son tour infecté par l'occupation du territoire GPRS connue sous le nom « Occupancy » La méthode la plus utile pour étudier l'effet de la charge GPRS, en termes du nombre d'utilisateurs par time slot, sur le débit de l'échange des données est avec le concept du « Rate reduction ». Le débit des données utilisateurs décroît tend que la charge GPRS augmente.*

*Alors pour quantifier ça on a besoin de savoir un autre concept qu'est le « occupancy »*

### 3.5.4. Occupancy

*C'est le pourcentage des utilisateurs partageants (occupant) simultanément le même time slot, ce qui influence fortement le « Rate reduction ».*



Par exemple, une simulation réalisée par le centre de recherche de NSN en utilisant des types de terminaux mixtes (50% 1-slot, 50% 3-slot pour le transfert downlink) à suggérer une réduction, seulement 75%-80% du taux de transfert maximal est réalisé, c'est à dire 50% du champ utile du slot est occupé en moyen. Aussi 60%-65% du taux de transfert sera réalisé quand 80% du time slot GPRS est utilisé. Le tableau suivant nous donne les valeurs typiques du « rate reduction », mais il faut noter que ces valeurs ne sont pas fixes

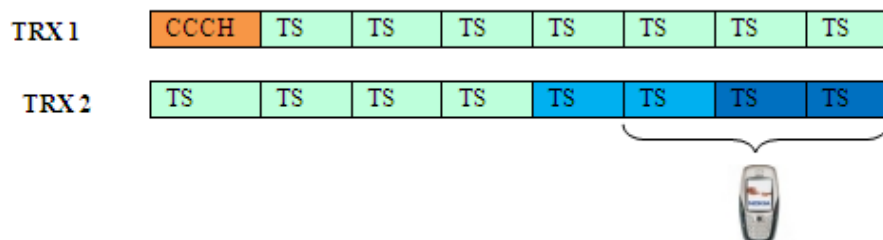
Mean occupancy of average GPRS available timeslots (%)	Typical user data rate achieved (% of maximum rate)
10-20	95
20-30	90
30-40	85
40-50	80
50-60	75
60-70	70
70-80	65
80-90	57
90-100	50

dépendent du trafic GPRS.

Tableau 3.2 : L'effet de l'occupancy sur le rate reduction.

❖ *Exemples :*

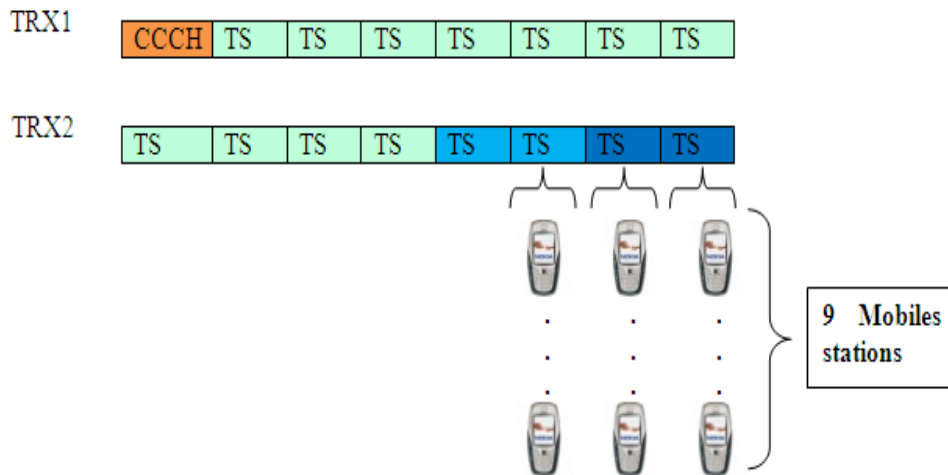
- Exemple 1 : La variation dynamique du niveau de trafic GPRS :



Le GPRS territory=3TSLs.



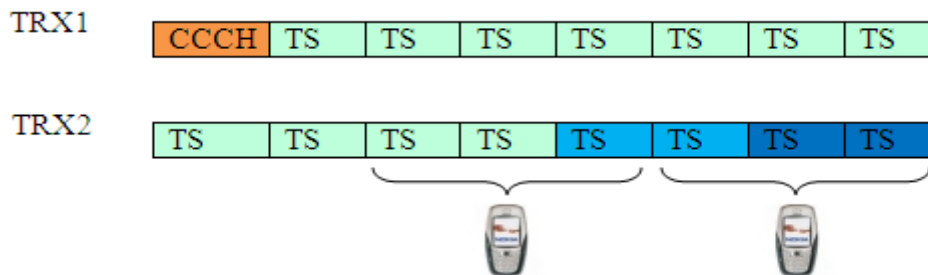
Une seule MS profite de 3TSLs ce qui lui donne un débit :  $3 \times 12 \text{ kbit/s} = 36 \text{ Kbit/s}$  en downlink, en utilisant un schéma de codage CS-2 et 10%BLER.



Le GPRS territory = 3TSLs.

Les 3TSL sont partagés par les 27 Mobiles Stations c'est à dire que chaque TSL est partagé par 9 Stations Mobiles. Donc chaque MS profite d'un débit :  $12/9 \text{ kbit/s} = 1.3 \text{ kbit/s}$  en DL.

- Exemple2 : La variation dynamique du niveau de trafic GPRS et GSM :



GPRS territory = 6 TSLs.

Chaque Station Mobile profite du 3TSLs et atteint un débit de :  $3 \times 12 \text{ kbit/s}$  en DL. Sauf que la 2eme MS a pris 2 TSLs dédiés à la voie.



### 3.6. Processus de dimensionnement

#### *3.6.1. Dimensionnement cellules*

*Pour le besoin de planification et du dimensionnement des réseaux cellulaires, seul le trafic de la voix était pris en compte. Mais avec la mise en place du service GPRS, le réseau doit être capable de supporter en plus le trafic de données à commutation de paquet avec la garantie d'une certaine qualité de service.*

*Donc l'objectif du dimensionnement est de déterminer pour chaque cellule le nombre de TS nécessaire pour acheminer le trafic de commutation de circuit et de commutation de paquet. Le calcul du nombre de canaux nécessaires pour CS est basé sur la méthode d'Erlang B.*

#### *3.6.2. Dimensionnement interface Abis: configuration EDAP*

*Après la détermination précise de la configuration de la cellule il est nécessaire de s'assurer que l'interface Abis est suffisante pour la transmission de la signalisation et du trafic circuit et paquet.*

*De ce fait, et comme nous l'avons déjà mentionné (chapitre2: configuration EDAP), la technologie EDGE se distingue par la simplicité de la configuration de l'interface Abis. Où l'allocation des ressources repose sur une association dynamique entre les ressources de l'interface Air et celles de l'interface Abis. Dans ce cas, c'est le type de modulation utilisée qui précise le nombre des TS Abis par TS radio et pour chaque type de codage on définit le nombre de TS Abis a utilisé.*

*Le tableau 3.3 résume les correspondances entre le schéma de codage offert sur le PDCH et le nombre de TS Abis à allouer :*

Schéma de codage	CS1	CS2	CS3	CS4	MCS1	MCS2	MCS3	MCS4	MCS5	MCS6	MCS7	MCS8	MCS9
Nombre de SubAbis	1	2	2	2	1	2	2	2	2	3	4	5	5

***Tableau 3.3 : schéma de codage et nombre de TS Abis***

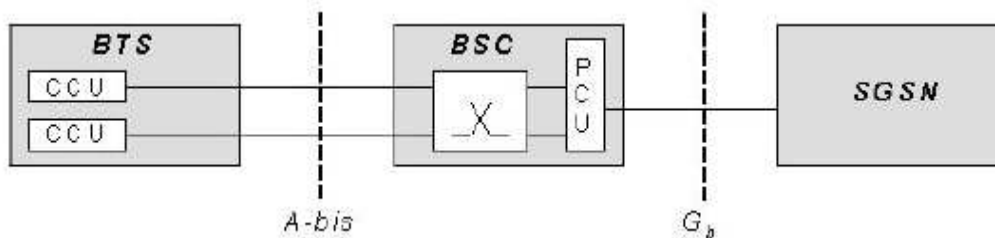




### 3.6.3. Dimensionnement PCU

#### 3.6.3.1 Fonctionnalité du PCU

Le PCU (Packet Control Unit) est une unité de contrôle chargée de la gestion et de l'allocation des ressources radio pour des services GPRS, de la congestion et de la diffusion d'informations système liées au GPRS. Le PCU peut être co-localisée dans la BTS, BSC ou SGSN. En effet, il gère l'organisation temporelle du transfert des paquets en lien montant et lien descendant et procède à la conversion des protocoles de l'interface Gb vers l'interface radio Um outre sa fonction de contrôle d'accès.



**Figure 3.5: Entités matérielles et logicielles supportées par le BSC et le BTS**

Pour le cas de NSN, le PCU est conçu pour le BSC dont il supporte l'inter-fonctionnement en données paquet entre l'interface Gb et l'interface Abis. Les fonctionnalités du PCU sont supportées par les CCUs (Channel Codec Unit) qui sont intégrés dans les BTSs voir figure 3.5. Les fonctionnalités du CCU sont ajoutées aux fonctionnalités du BTS par téléchargement de logiciel.

Les fonctions à l'intérieur du CCU sont le codage du canal, la mesure du niveau de la qualité et du signal reçu du canal radio ainsi que le temps de parcours et la mise à jour continue du temps de parcours.

#### 3.6.3.2 Les critères du dimensionnement du BSC-PCU :

Le tableau suivant résume les critères à respecter dans le dimensionnement du PCU :

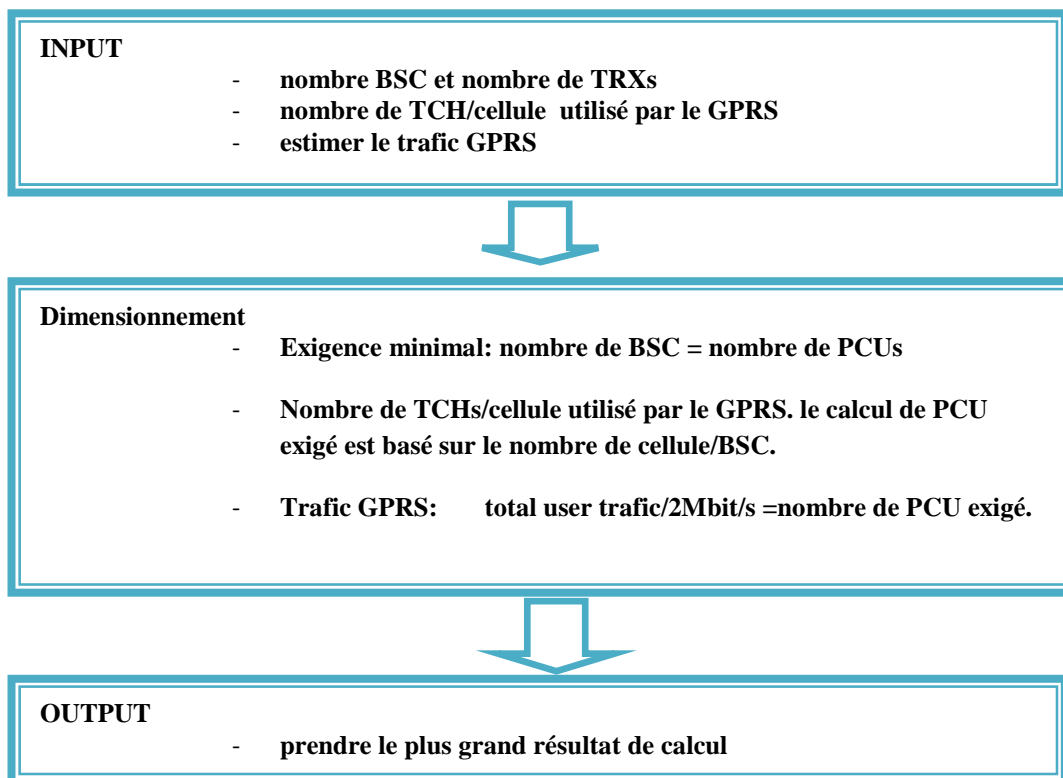
Les critères	limitation
--------------	------------



Nombre de PCU active par BSC	1
La capacité du PCU(Mbps)	2 Mbps (uplink+downlink)
TCH/cellule par PCU	256
Nombre de BTS par PCU	64
Nombre de TRX par PCU	128

**Tableau3.4 : les critères de dimensionnement du BSC-PCU.**

### 3.6.3. 3 Procédures de dimensionnement du PCU :



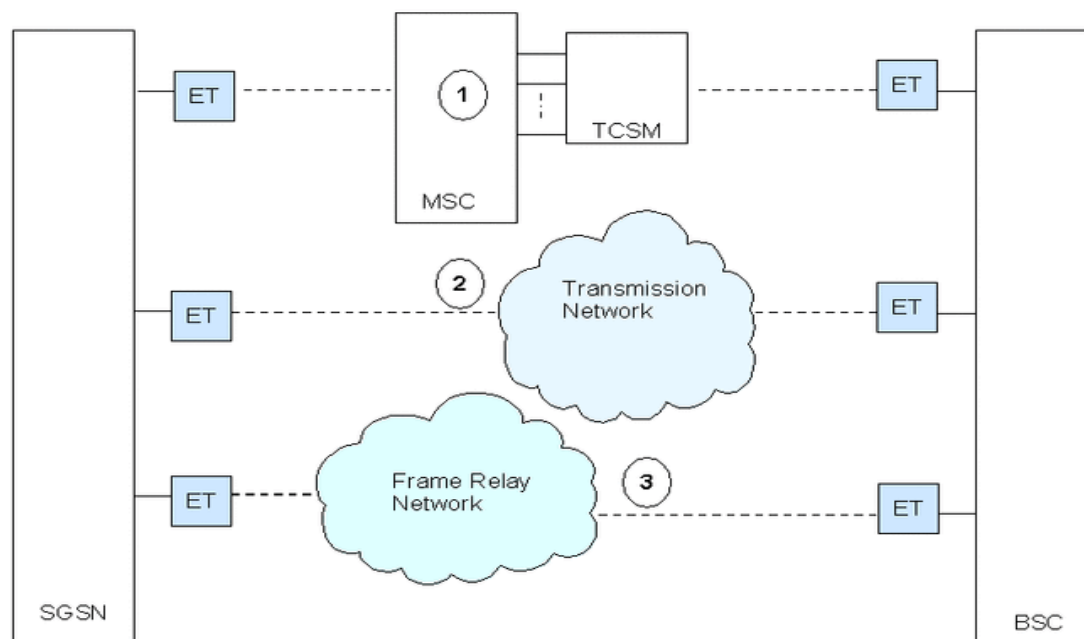
**Figure3.6: procédure de dimensionnement du BSC-PCU.**

### 3.6.4. Dimensionnement interface Gb



### 3.6.4. 1 Description de l'interface Gb :

Chaque PCU a son propre interface Gb au SGSN. L'interface Gb est implémentée en utilisant une connexion logique avec les frames Relay au niveau de la liaison E1 PCM. la capacité de la liaison doit supporter 64kbit/s, de un TSL de 64Kbit/s jusqu'aux 30 TSLs. donc pour chaque connexion RF logique on aura une capacité de  $n \cdot 64$  kbit/s, avec  $n$  varie entre 1...30 c'est-à-dire de 64 jusqu'à 1984 kbit/s. la figure suivante nous montre les trois type de solutions pour la transmission sur le lien Gb :



**Figure3.7 : L'interface existante entre la BSC et le SGSN.**

*Solution (1) : la zone de couverture des interfaces Ater et A est utilisé par les liens Gb. les times slots Gb sont acheminés d'une façon transparente à travers le TCSM et le MSC. S'il existe une capacité libre, il est préférable de multiplexer tout le trafic Gb dans la même liaison physique pour économiser une transmission possible. Dans la plupart des cas Le SGSN va être localisé dans la MSC, donc le multiplexage doit prendre place la aussi. L'équipement cross-connect, par exemple, Nokia DN2 peut être utilisé pour ce but.*

*Solution(2) : Elle présente une connexion entre la BSC et le SGSN, quelque soit le Type de transmission réseau point to point.*

*Solution(3) : la connexion Frame Relay est utilisée. L'interface Gb permet l'échange des informations de la signalisation et les données des utilisateurs, en plus le lien Gb permet le multiplexage de plusieurs utilisateurs à travers les mêmes ressources physiques.*

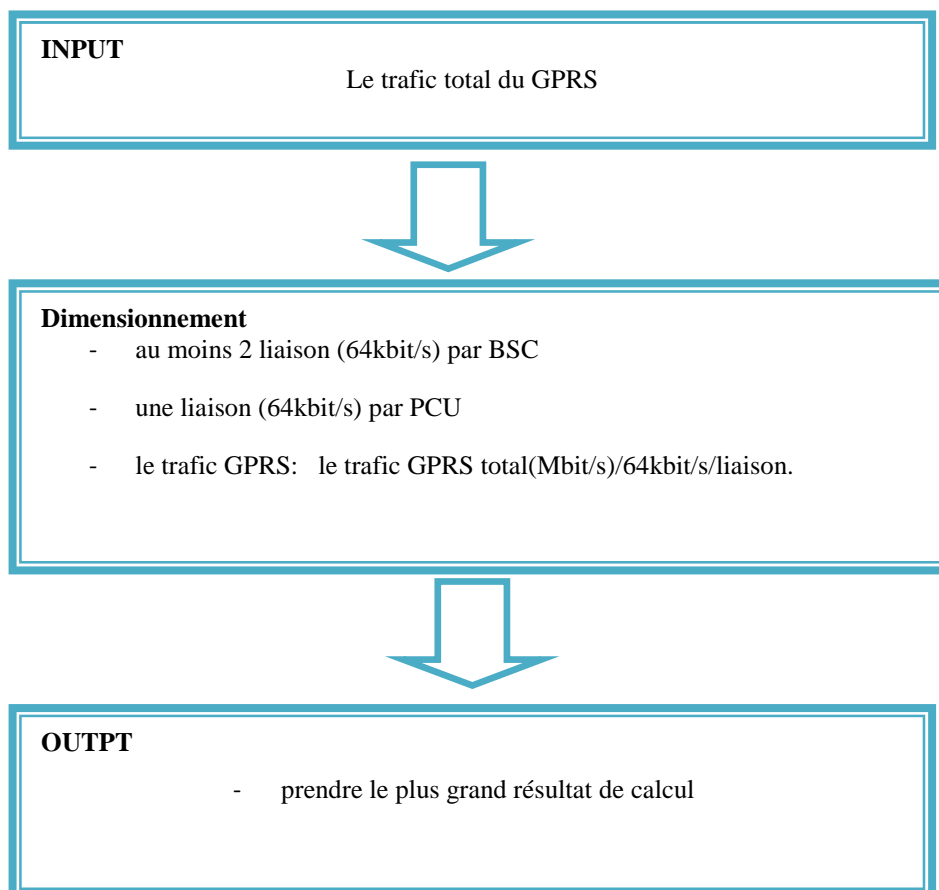


### 3.6.4. 2 Les critères de dimensionnement de l'interface Gb :

La capacité de l'interface Gb, c'est à dire Le nombre de TSL PCM convenable, doit être déterminé à partir des critères suivants :

- Au moins deux canaux de 64kbit/s par BSC.
- Au moins un canal de 64kbit/s par PCU.
- Le dimensionnement est basé sur l'estimation du trafic GPRS durant BH (busy hour).

### 3.6.4 Procédure de dimensionnement de l'interface Gb.



**Figure3.8: Procédure de dimensionnement de l'interface Gb.**



### 3.7 Etude de cas réel : dimensionnement de BSC d'étude

*Pour une étude d'un cas réel, on a pris BSC d'étude comme un exemple de dimensionnement. Notre critère de choix de cette zone, comme modèle d'étude, est sa forte densité du trafic ainsi que sa forte densité de population.*

*Ce dimensionnement a pour but d'optimiser le transfert de données sur ce réseau, par l'introduction de la technologie EDGE aux cellules GPRS existant, lorsque le trafic data est élevé. Ou bien par une reconfiguration optimal des TSs lorsque les ressources disponible sont suffisante pour satisfaire la demande de trafic de commutation de paquet, tout en respectant la règle principale de la planification du réseau GPRS /EDGE, qui dit que la priorité est toujours pour la voie.*

#### *3.7.1 Présentation de la zone de dimensionnement.*

*La figure suivante présente un aperçu de la zone BSC d'étude à planifier. Elle s'agit d'une zone à fort trafic, et elle contient 105 cellules sur des sites trisectoriels. Les cellules de cette zone comportaient de 2 à 6 TRX.*

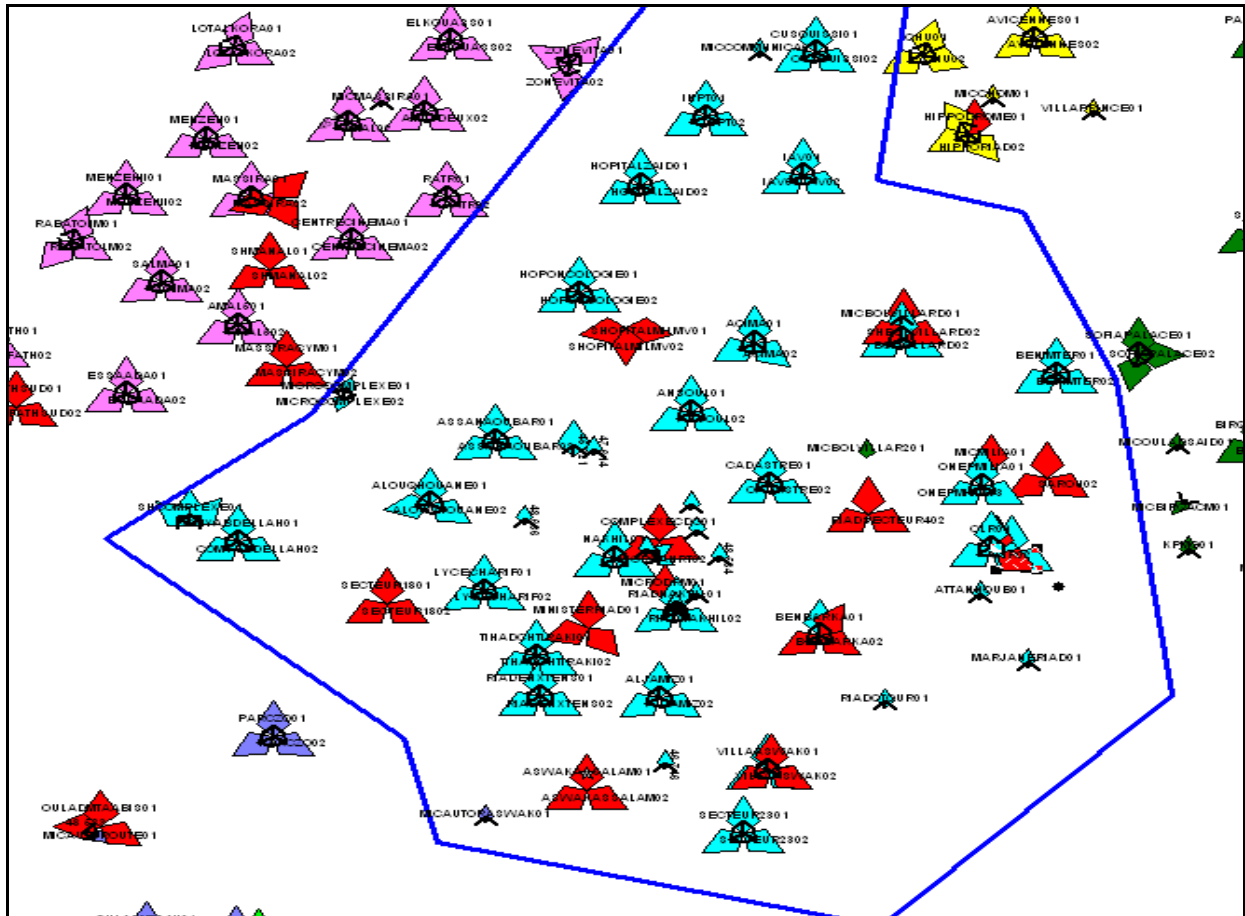


Figure 3.9 : zone BSC d'étude

### 3.7.2 Dimensionnement cellules : BSC d'étude

Le calcul du dimensionnement est vu comme un système possédant des entités d'entrée et des données en sortie. Les entités d'entrée sont des mesures réelles faites par NSN. Ces mesures montrent le trafic commutation de circuit et de paquet maximal écoulé pour chaque cellule de BSC d'étude. Et pour le calcul de dimensionnement de cellules nous avons utilisé Access comme un outil pour l'automatisation de ce calcul.

#### ❖ Les paramètres d'entrée

Les données nécessaires pour le calcul du dimensionnement sont les suivantes :

- Demande du trafic de commutation de circuit à l'heure chargée (en erlang);
- Demande du trafic de commutation de paquet ;
- taux de Blocage à l'heure chargée ;
- nombre de TRX pour chaque secteur ;



### ❖ *Les étapes de dimensionnement du réseau*

*Dans cette partie, il y a une description de chaque étape du processus de dimensionnement. Les détails du calcul ainsi que les différents paramètres sont aussi décrits.*

- *Etape 1: on calcule le nombre de TS nécessaire pour le trafic de commutation de circuit pour chaque cellule en utilisant le tableau d'Erlang B. Cette étape permet l'estimation du nombre de TRX à ajouter lorsque le trafic CS est élevé par rapport aux ressources de chaque cellule.*
- *Etape 2 : Cette étape présente le processus du dimensionnement pour les services de PS. Tout d'abord, on estime le nombre de TS disponible pour transporter le trafic PS, en utilisant la procédure décrite au paragraphe 2.6.1 (Dimensionnement cellules). Ce nombre de TS estimé est la somme des TS PS dédiés et partagés. Pour cela, un calcul de nombre de TS PS dédié de chaque transmetteur est nécessaire.*
- *ETAPE 3 : En effet le nombre de TS PS dédié pour chaque transmetteur est calculé en divisant la demande du trafic de PS (en kb/s) de chaque cellule par la capacité moyenne d'un TS (12 kbit/s).*
- *ETAPE 4 : introduction de EDGE aux cellules de réseau GPRS existant : lorsque les ressources data disponible de chaque cellules n'est plus suffisante pour transporter le trafic data élevé (comparant le nombre de TS maximal disponible et le nombre de TS nécessaire réservé en permanente au PS pour chaque cellule), l'introduction de la technologie EDGE dans cette cellules est nécessaires afin de satisfaire la demande de trafic de commutation de paquet.*

### ❖ *Les paramètres de sortie*

*Du calcul de dimensionnement, on étale les informations suivantes :*

- *Nombre de TRX a ajouté par cellule ;*
- *Nombre de timeslot dédié au trafic CS et PS.*
- *Nombre des timeslot nécessaire partagés, de CS et de PS ;*
- *Trafic PS supporté par chaque cellule ;*

*Ces données de sortie du dimensionnement sont illustrées dans le tableau 3.5. Les cellules entourées en bleu nécessitent l'activation de l'EDGE.*





BSC	NAME	Nb_TCH	NCSW	Ntem	NGPRS	NGPRS_USED	NGPRS_nécessaire
BSC d'etude	A 01	13	9	1.5	2.5	1.75	1
BSC d'etude	A 02	34	26	3	5	3.5	2
BSC d'etude	B 01	34	25	3	6	4.2	2
BSC d'etude	B 02	34	29	3	2	1.4	2
BSC d'etude	C 01	20	16	1.5	2.5	1.75	1
BSC d'etude	D 01	20	14	1.5	4.5	3.15	2
BSC d'etude	E 01	27	21	2.5	3.5	2.45	11
BSC d'etude	F 01	41	34	3	4	2.8	6
BSC d'etude	F02	27	20	2.5	4.5	3.15	8
BSC d'etude	F03	41	22	3	16	11.2	14
BSC d'etude	G 01	34	29	3	2	1.4	5
BSC d'etude	G02	27	20	2.5	4.5	3.15	13
BSC d'etude	G03	27	21	2.5	3.5	2.45	31
BSC d'etude	H 01	27	16	2.5	8.5	5.95	6
BSC d'etude	I 01	34	28	2.5	3.5	2.45	5
BSC d'etude	I 02	48	39	3	6	4.2	6
BSC d'etude	I 03	34	25	3	6	4.2	25
BSC d'etude	J 01	34	30	3	1	0.7	9
BSC d'etude	K 01	34	29	3	2	1.4	8
BSC d'etude	L01	27	24	2.5	0.5	0.35	5
BSC d'etude	L 02	41	36	3	2	1.4	5
BSC d'etude	L03	34	25	3	6	4.2	22
BSC d'etude	M 01	20	18	1.5	0.5	0.35	66
BSC d'etude	M02	48	38	3	7	4.9	25
BSC d'etude	N01	27	21	2.5	3.5	2.45	17

**Tableau 3.5: résultat de dimensionnement du réseau GPRS/ EDGE**

### 3.8 Conclusion

*Dans ce chapitre, nous avons défini le modèle de dimensionnement qui sera adopté pour l'estimation du nombre des canaux PDCH nécessaires ainsi qu'un dimensionnement des liens de transmission (Abis et Gb). En plus, ce modèle est un modèle de base qui sera exploité pour le lancement des services EDGE.*

*Le prochain chapitre relèvera la notion d'optimisation et du paramétrage de l'interface radio afin de minimiser les problèmes qui ont un impact sur la qualité de service du réseau EDGE.*



## Chapitre 4 : Optimisation et paramétrage (Étude de KPI EDGE):

### 4.1 Introduction

*Un réseau cellulaire passe par plusieurs phases pendant son cycle de vie. Au commencement, intervient la phase de planification. Après une évolution temporelle des données de trafic, on procède à une densification. En phase final et afin d'améliorer les performances du réseau et la qualité de service qui l'offre, l'étape d'optimisation s'impose.*

*Dans notre étude de planification, on a détaillé le processus du dimensionnement de l'interface air d'un réseau EDGE. Suite à quoi une analyse de la qualité radio s'avère nécessaire afin de prévoir les besoins d'optimisation et les changements qu'ils requièrent.*

*Dans une première partie, on va faire une analyse des problèmes qui ont un impact sur la qualité de service du réseau EDGE. Puis nous allons synthétiser les méthodes utilisées pour superviser la QoS de réseaux mobile. Ensuite nous allons présenter les principaux indicateurs de performance (KPI) de réseau EDGE. Finalement nous allons traiter le processus d'optimisation, en prenant quelque exemple comme étude de cas réel.*

### 4.2 Impact de la QoS EDGE

*L'introduction de l'EDGE à un réseau GSM existant exige une amélioration de la qualité. En effet, l'EDGE est plus exigeant en termes de qualité que le GSM. Comme le but de l'EDGE est d'offrir un débit de transmission de données élevé, on doit essayer de remédier aux problèmes qui risquent de réduire ce débit. Une mauvaise qualité de signal exige l'usage d'un schéma de codage le plus protecteur et dans ce cas le débit va diminuer. Une amélioration de la qualité entraîne l'emploi d'un schéma de codage moins protecteur voire sans protection, ce qui va permettre par conséquent d'atteindre des débits plus élevés.*

#### 4.2.1 Couverture réseau CS et PS

*La couverture d'une station de base peut s'étendre sur un diamètre maximal de 30km. Selon la densité de couverture de la zone urbaine ou rurale. Le problème de couverture apparaît lorsque les ondes émises par le mobile n'arrivent pas à la station de base la plus proche, ou bien lorsque celles émises par l'antenne de la BTS n'arrivent pas avec une puissance suffisamment détectable par la station mobile. Le manque de couverture pour*



*une région peut être aussi causé par une disposition spéciale des antennes, tel dans le cas d'un obstacle se trouvant entre la station mobile et l'antenne (bâtiments, montagne). L'état de couverture du réseau est évalué par l'abonné directement sur son terminal qui affiche le nombre des barrettes indiquant la puissance du signal reçu. Un faible niveau de champ ou l'absence de champ se traduit par la présence d'une ou de deux barrettes sur l'écran du terminal ou par l'indication de l'absence du signal. Au niveau système, la mauvaise couverture peut être évaluée par :*

- *Un fort taux d'échec d'accès,*
- *Un fort taux de coupure des communications et/ou des sessions,*
- *Une faible proportion du handover liée à la meilleure cellule,*
- *Un fort taux de handover sur niveau de champ,*

*La résolution du problème de la couverture reste spécifique au site concerné. Plusieurs solutions sont envisageables :*

- *Ajout de sites : cette solution est préférée dans le cas où il y a une absence de couverture et où l'émission des antennes des stations de base les plus proches ne peut pas atteindre la zone détectée avec suffisamment de puissance.*
- *Action sur les antennes : cette action peut être :*
  - o *Un tilt : qui consiste à changer l'angle par rapport à la verticale ascendante. Le tilt permet de varier la zone de couverture en gardant le même sens de rayonnement.*
  - o *Une réorientation : c'est le changement de la direction du diagramme de rayonnement de l'antenne.*
  - o *Un changement de configuration : cette action permet d'augmenter plusieurs paramètres de l'antenne tels que l'ouverture du diagramme de rayonnement ou la puissance d'émission*

#### *4.2.2 Taux de blocage et Impact sur le mode Paquet*

*Taux d'appels réussis est un indicateur qui reflète la disponibilité des ressources, il donne la probabilité que toutes les ressources soient occupées lors d'une demande de canal. Dans le processus de dimensionnement des ressources, cet indicateur est appelé taux de blocage. Au niveau d'abonné, une mauvaise qualité de service, pour cet indicateur, se traduit par la difficulté d'établir des appels : l'abonné doit tenter plusieurs fois son appel avant d'obtenir une ressource.*

*Les principales causes d'une mauvaise qualité de service du point de vue disponibilité des ressources sont :*

- *Capacité insuffisante (incohérence entre le dimensionnement des ressources et le trafic;*
- *Valeur inadaptée du seuil d'accès minimum à la cellule ;*



- *Interférence sur le lien montant ou le lien descendant qui rendent difficile l'établissement d'une liaison de signalisation pour l'établissement d'un appel ;*
- *Mauvais paramétrage du réseau qui ne permet pas une répartition homogène du trafic entre les cellules.*

*Mais quand le taux de blocage GSM est élevé cela signifie que le territoire GPRS/EDGE est limité par le nombre de timeslot dédié au trafic commutation de paquet, ce qui va provoquer une augmentation de taux de congestion TBF en trafic paquet.*

### 4.3 Supervision de QoS

*La supervision de la qualité de service dans un réseau cellulaire nécessite certaines mesures effectuées à différents niveaux du réseau pour dégager les valeurs des indicateurs pratiques. Trois types d'informations sont pris en compte dans la phase de mesure, d'analyse et d'optimisation qui sont les mesures du terrain sur l'interface radio (drive test) qui seront étudiés précisément dans la suite de ce chapitre, les mesures statistiques (compteurs OMC - R) et les plaintes des usagers qui représentent une information importante à prendre en compte.*

#### 4.3.1 Mesures terrain

*Les mesures terrain sont le moyen d'observer concrètement ce qui passe sur un site. Elles permettent de s'assurer de la qualité d'une zone, non seulement en termes de coupures et d'échecs, mais aussi en termes de qualité audio. Elles permettent de recueillir des informations sur le lien descendant ainsi que sur le déroulement des opérations de différents protocoles.*

*Le rapport de mesure ainsi obtenu reflète de façon objective la qualité de service des prestations des opérateurs. Elles constituent pour cela le meilleur moyen de vérifier les performances du réseau et de les ajuster aux attentes des abonnés, car elles décrivent l'état de la qualité des ressources radio du réseau telle qu'elle est perçue par les abonnés. Pour réaliser ces mesures, un comité se déplace, dans une voiture, muni d'une chaîne de mesure numérique de type drive test qui comporte essentiellement (voir Figure 4.1):*

- *Un mobile (s) à trace : dit aussi mobile de test est équipé d'un logiciel spécial et est utilisé pour les mesures radio (mesures numériques).*
- *Un équipement GPS (Geographic Positioning System) : Pour la localisation exacte de la position géographique de chaque point de mesure. Il est indispensable pour repérer les point de l'environnement ou il y'a des problèmes radios.*



- Un ordinateur portable doté d'un outil (software) spécial : Permettant l'acquisition, le traitement et l'enregistrement des mesures récupérées du mobile à trace (paramètres radios) et du récepteur GPS (coordonnées géographiques) dans des fichiers spéciaux. En visualisant sur l'écran de l'ordinateur les différentes mesures réalisées, il permet à l'ingénieur de constater l'état du réseau sur place.

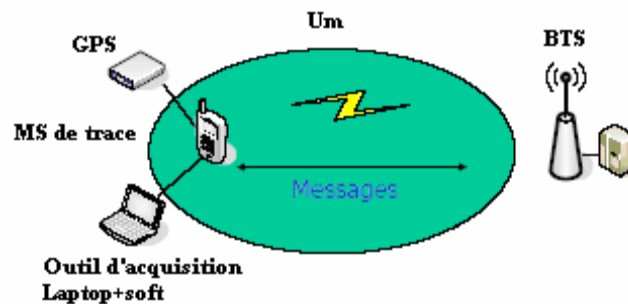


Figure 4.1 : Equipement d'une chaîne de mesure.

Tout le long du trajet, la MS effectue des mesures instantanées. Les données sont présentées en temps réel et seront stockées dans des fichiers.

### 4.3.2 Mesures statistiques

Parmi les méthodes utilisées pour superviser les réseaux mobiles, l'analyse des indicateurs de performance. Ces derniers sont générés au niveau du centre des opérations et de maintenance (OMC).

#### 4.3.2.1 les compteurs

Le centre d'exploitation et de maintenance est l'entité de gestion et d'exploitation du réseau, il regroupe un ensemble de mesures effectuées au niveau du BSS (Base Station Sub-System) et appelées mesures brutes du BSS. Chaque mesure brute est composée d'un nombre de compteurs intitulés compteurs bruts du BSS. Ces compteurs sont incrémentés à chaque fois que se produit un événement qui fait l'objet d'une mesure et sont de trois types:

- *Compteurs totaliseurs* : ils sont incrémentés quand des événements spécifiques interviennent. Ils sont réarmés au début de chaque nouvelle période de collecte. Nous pouvons citer deux exemples de compteurs dont le premier est incrémenté chaque fois



*qu'un canal TCH a été sélectionné avec succès à des fins de transfert et le second est incrémenté chaque fois qu'un canal SDCCH est bien saisi par un mobile dans le cadre d'une procédure d'origine mobile (mise à jour de localisation, service de messages courts, service complémentaire, etc.).*

*- Compteurs d'inspection d'état : l'inspection d'état est exécutée toutes les 20 secondes. Ces compteurs délivrent des données statistiques sur la disponibilité des ressources. Par exemple nous pouvons trouver un compteur qui exprime le nombre moyen de time slots de TRX de TCH disponibles pour acheminer le trafic pendant la période de mesure et un autre compteur qui indique le nombre moyen de canaux TCH utilisés pendant la période de collecte.*

*- Compteurs d'observations : une observation fournit des informations détaillées sur un événement système. Il existe quatre types de mesures : Handover, charge de trafic, qualité de service, utilisation et disponibilité des ressources*

#### *4.3.2.2 les KPIs*

*Les mesures issues des compteurs au niveau de l'OMC sont faites sur un intervalle de temps précis et sont liées à un évènement survenu dans le réseau. Elles servent aux calculs des indicateurs de performance de service. Ces indicateurs donnent une mesure représentative de la performance du réseau durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier.*

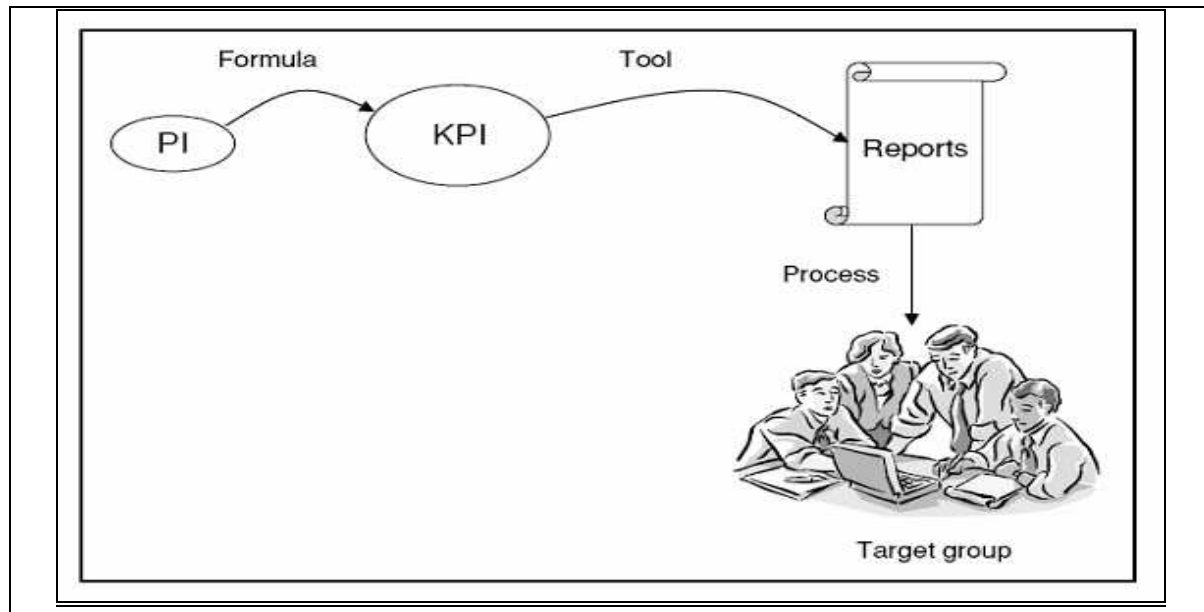
*Le KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux indicateurs de performance (PI s). Le PI peut être extrait d'un secteur, d'une cellule, d'un TRX ou à un niveau d'une cellule adjacente.*

*Des centaines de KPIs existent, ils emploient des compteurs d'une ou plusieurs mesures et peuvent être calculés à partir d'un compteur ou d'une formule de plusieurs compteurs. La période de l'observation se rapporte à la durée des échantillons rassemblés : heure, jour, semaine, mois, etc. Le secteur indique l'endroit et les emplacements où les statistiques sont recueillies.*

*L'analyse des indicateurs de performance KPI (Key Performance Indicator) permet le suivi de la qualité de service. En effet, ces indicateurs permettent la localisation des anomalies dans le réseau et par la suite, l'identification des causes de ces problèmes afin de faire les actions correctives nécessaires. Donc les opérateurs utilisent les KPI afin de garder leur réseau performant ainsi que de se situer par rapport aux autres concurrents.*

*En utilisant un outil spécifique, les KPIs sont extraits dans des rapports de format prédéfinis. Ces rapports sont adressés aux groupes cibles spécifiques qui peuvent les employer pour différents buts. Ce mécanisme est illustré sur la figure 4.2.*





**Figure 4.2 : Mécanisme d'extraction des KPI**

#### 4.4 Études des KPI EDGE

Le trafic GPRS/EDGE, de type paquets, ne peut pas être contrôlé de la même méthode que le trafic GSM. Pour cette raison, on a besoin de définir de nouveaux indicateurs de performance spécifiques au réseau EDGE ou GPRS.

Cette partie présente une vue générale sur les principaux indicateurs de performance du réseau d'accès du EDGE.

##### 4.4.1 KPI trafic

Ces indicateurs permettent d'évaluer la charge du trafic écoulee pour le transfert des données. Et ils présentent ainsi des informations sur l'allocation des ressources pour écouler le trafic. Ils fournissent les indications suivantes:

- Erlangs PS : Détecte la quantité maximale de trafic de données PS pendant la période de mesure.
- Relative share of PS Erlangs : Indique le taux de trafic PS en Erlangs par rapport au trafic (PS + CS) en Erlangs.
- Downlink EDGE erlangs : Indique la quantité de ressources (timeslot), le trafic data EDGE DL consomme.
- Uplink EDGE erlangs : Indique la quantité de ressources (timeslot), le trafic data EDGE UL le consomme, pendant une période.





#### 4.4.2 KPI QoS

*Cette catégorie d'indicateurs fournis des indications correspondant à des événements survenus lors de la phase de l'établissement d'un flux de données (TBF) comme :*

- Le taux de succès d'établissement d'un flux de données montant ou descendant,*
- Le taux d'échec d'établissement d'un flux de données montant ou descendant,*
- Le taux de blocage à l'établissement d'un flux montant ou descendant,*

*Ainsi elle présente des indications correspondant à des événements qui ont des impacts sur la qualité de service qu'obtiendra l'utilisateur :*

- Downlink EGPRS RLC throughput : Indique l'impact de la qualité du lien radio sur le taux net de données par intervalle de temps utilisé, en tenant compte des retransmissions et le schéma de codage de sélection.*
- Average effective ACK EGPRS Uplink throughput per used TSL : Indique l'impact de la qualité du lien radio sur le taux net de données par intervalle de temps utilisé, en tenant compte des retransmissions et le schéma de codage. La baisse de la valeur, plus la qualité du lien radio, Cela provoque la retransmission et l'utilisation de la baisse schéma de codage.*

#### 4.4.3 KPI congestion

*La congestion constitue un problème critique dans les réseaux cellulaires. Le réseau est dit congestionné lorsque toutes les ressources disponibles sont insuffisantes pour satisfaire le trafic et ceci peut se produire par exemple en cas d'événement spécial provoquant une augmentation de trafic, ou en cas d'indisponibilité de quelques ressources de réseau en raison des défauts de fonctionnement (panne).*

*Pour étudier la congestion, nous nous sommes basé sur les indicateurs KPI qui nous informent sur l'état du réseau en termes de congestion.*

##### 4.4.3.1 PDPTCH congestion KPIs

- Downlink multislots allocation blocking : Si le blocage se produit régulièrement, que ce soit le territoire (territoire GSM ou EGPRS), un élargissement de ce territoire est nécessaire.*



*Si les statistiques montrent qu'il ya blocage, mais aucune demande de mise à niveau encore, la raison peut être que le territoire est plus petit que défini dans les paramètres par défaut.*

- *Downlink multislot soft blocking : Indique la proportion de demandes d'intervalles de temps non servies à toutes les demandes en liaison descendante.*
- *Downlink TBFs per timeslot : Indique le nombre de TBFs descendante il y a, en moyenne, par intervalle de temps*

#### *4.4.3.2 Abis congestion KPIs*

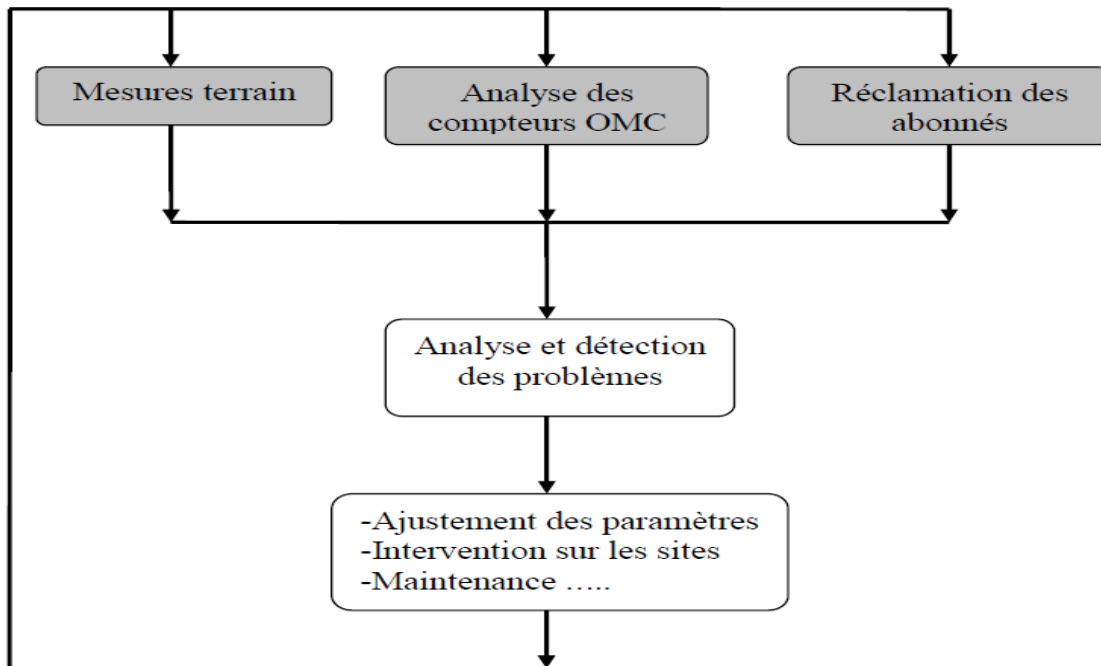
- *Inadequate EDAP resources in downlink:*
  - o *Indique le temps par kilo-octets lorsque les ressources EDAP Downlink disponibles sont insuffisantes.*
  - o *Indique le temps par gigaoctets lorsque les ressources EDAP Downlink disponibles sont inadéquates en raison de la taille de l'EDAP.*

#### *4.3.3.3 PCU congestion KPIs*

- *Downlink MCS selection limited by PCU : Indique le temps par gigaoctets lorsque les ressources downlink EDAP disponibles sont insuffisantes*

#### *4.4 Processus d'optimisation (Étude de cas)*

*Après l'obtention des différents indicateurs, la phase d'analyse combinée entre ces indicateurs commence et le processus de détection des anomalies se déclenche. Cette étape consiste à la synthèse des différentes sources d'informations et la transmission de cette synthèse pour action vers le bon intervenant : maintenance, ingénierie et optimisation. Dans le schéma ci\_ dessous, on va présenter les étapes de ce processus (voir Figure 4.3).*



*Fig. 4.3 : Processus d'analyse.*

*Dans la phase d'analyse de la performance du réseau et de la détection des anomalies, nous avons pris le problème de congestion et le problème de rejet d'allocation de TBF comme des modèles d'étude. Nous nous sommes basé sur les indicateurs KPI qui nous informent sur l'état du réseau en termes de congestion et en termes de rejet d'allocation de TBF.*

#### 4.4 Conclusion

*Dans ce chapitre nous avons décrits les différentes méthodes utilisées pour superviser la QOS de réseaux mobile, en insistant sur les indicateurs clés de performance, qui permettent d'évaluer la performance du réseau EDGE.*



## Conclusion générale

*Nous assistons actuellement au développement de l'offre des services de communications mobiles. En plus des services de la voix, Les opérateurs proposent des services multimédias nécessitant un haut débit. Ainsi, face à ce perpétuel développement technologique, chaque opérateur est amené à optimiser son réseau par l'introduction d'une technologie moins couteuse en se basant sur l'infrastructure déjà existante. Dans ce projet, nous avons commencé par une étude générale du réseau GSM existant, ainsi que son évolution au niveau architecturale et au niveau mis à jour nécessaire dans le cadre de l'intégration du service EDGE. Ensuite, on a entamé un processus de dimensionnement de réseau cellulaire afin de déterminer les cellules qui nécessitent l'introduction de l'EDGE. Puis, nous avons étudié les différents indicateurs de performance (KPI) qui permettent d'évaluer la qualité de services (QoS) du réseau EDGE.*

*Finalemnt, ce stage de fin d'étude m'a permis d'avoir une expérience dans une entreprise multinationale comme NOKIA SIEMNENS NETWORKS. Il m'a été bénéfique et avantageux, dans la meure où il m'a permis de confronter le monde du travail de plus près et de m'engager dans un milieu professionnel pratique. A cet égard, j'ai eu l'occasion de dimensionner un réseau GPRS existant afin d'optimiser le transfert de donnée par l'introduction d'une nouvelle technologie. Ceci m'a permis de comprendre les contraintes que rencontre tout ingénieur de planification lors de son travail. Aussi, le dimensionnement d'un réseau est très compliqué vu le nombre de paramètres à prendre en compte. De plus, l'étape de planification d'un réseau ne s'achève jamais puisqu'il faudrait sans cesse être à l'écoute des abonnés pour effectuer les modifications nécessaires au réseau afin de garantir une meilleure qualité.*

*Le long de l'élaboration de ce travail, on a rencontré pas mal des difficultés résidant essentiellement dans la phase de recherche et de documentation, surtout que la technologie EDGE est en début de commercialisation au MAROC, après l'intégration des services multimédia á hauts débits au réseau mobile.*



## Liste des figures

*Figure 2.1 : Architecture générale du réseau GSM.*

*Figure 2.2: Architecture du réseau GPRS.*

*Figure 2.3 : Interfaces GPRS.*

*Figure 2.4: Les performances des schémas de codage.*

*Figure 2.5 : L'architecture de l'EDGE*

*Figure 2.6 : Modulation (8 PSK) utilisée par EDGE*

*Figure 2.7 : Types de codages GPRS et EDGE*

*Figure 2.8 : Interface Abis*

*Figure 2.9 : structure de la trame MIC*

*Figure 2.10 : configuration EDAP*

*Figure 2.11 : schéma de codage et nombre de TS Abis*

*Figure 2.12 : Structure d'une multitrame en GPRS*

*Figure 2.13 : Structure d'un burst normal 8PSK.*

*Figure 2.14: Etats d'une station mobile GPRS/EDGE*

*Figure 3.1 : Modèle de dimensionnement du BSS EDGE*

*Figure 3.2: le partage de cellule (2TRXs).*

*Figure 3.3: La gestion du trafic de l'interface radio.*

*Figure 3.4: Upgrade and Downgrade.*

*Figure 3.5: Entités matérielles et logicielles supportées par le BSC et le BTS*

*Figure 3.6: Procédure de dimensionnement du BSC-PCU.*

*Figure 3.7 : L'interface existante entre la BSC et le SGSN.*

*Figure 3.8: Procédure de dimensionnement de l'interface Gb.*

*Figure 3.9 : zone BSC d'étude*

*Figure 4.1 : Equipement d'une chaîne de mesure.*

*Figure 4.2 : Mécanisme d'extraction des KPI*

*Figure 4.3 : Processus d'analyse.*



### Liste des tableaux

*Tableau 3.1 : nombre de timeslot libre au territoire CS*

*Tableau 3.2 : L'effet de l'occupancy sur le rate reduction.*

*Tableau 3.3 : schéma de codage et nombre de TS Abis*

*Tableau 3.4 : les critères de dimensionnement du BSC-PCU.*

*Tableau 3.5: résultat de dimensionnement du réseau GPRS/ EDGE*

*Tableau 4.1 : Congestion UL GPRS*



### Liste des abréviations

#### **B**

*BCCH: Broadcast Control Channel*

*BLER: Block Error Rate*

*BSC: Base Station Controller*

*BTS: Base Transceiver Station*

*BSS Base Station System*

*BSSGP BSS GPRS Protocol*

*BTS Base Transceiver Station*

#### **C**

*CCU: Channel Control Unit*

*CIR: Carrier to Interference Ratio*

*CS: Coding Scheme*

*CCCH Common Control Channel*

*CS Circuit-Switched*

#### **E**

*ECSD: Enhanced Circuit Switched Data*

*EDGE: Enhanced Data for GSM Evolution*

*EGPRS: Enhanced General Packet Radio Services*

*EIR: Equipment Identity Register*

#### **G**

*GGSN: Gateway GPRS Support Node*

*GMSC: Gateway MSC*

*GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying*

*GPRS: General Packet Radio Service*

*GoS Grade of Service*

*GSM: Global System for Mobile communication*

#### **H**

*HLR: Home Location Register*

*HSCSD: High Speed Circuit Switched Data*

#### **I**





*IP: Internet Protocol*

**M**

*MAC: Medium Access Control*

*MCS: Modulation Coding Scheme*

*MS: Mobile Station*

*MSC: Mobile-service Switching Centre*

**O**

*OMC-R Operation and Maintenance Center - BSS*

**P**

*PACCH: Packet Associated Control CHannel*

*PAGCH: Packet Access Grant CHannel*

*PCCCH: Packet Common Control CHannel*

*PCU: Packet Control Unit*

*PDCH: Packet Dedicated Control CHannel*

*PDN: Packet Data Network*

*PDTCH: Packet Data Traffic CHannel*

*PDU: Protocol Data Unit*

*PLMN: Public Land Mobil Network*

*PNCH: Packet Notification CHannel*

*PPCH: Packet Paging CHannel*

*PRACH: Packet Random Access CHannel*

*PSTN: Public Switched Telephone Network*

*PTCCH: Packet Timing Control Channel*

**Q**

*QoS Quality of Service*

**R**

*RLC: Radio Link Control*

*RR: Radio Resource management*

**S**

*SACCH: Slow Associated Control CHannel*

*SDCCH: Stand Alone Dedicated Control CHannel*

*SGSN: Serving GPRS Support Node*

**T**

*TBF: Temporary Block Flow*

*TCH: Traffic CHannel*

*TDMA: Time Division Multiple Access*

*TFI: Temporary Flow Identifier*

*TRX Transceiver*

*TS Timeslot*

**U**

*UMTS Universal Mobile Telecommunication System*



V

*VLR: Visitor Location Register*

*8-PSK: Eight level Phase Shift Keying*

### *Bibliographie*

- Généralités sur les réseaux mobiles GSM et GPRS (doc NSN).
- EDGE System Overview (doc NSN).
- GPRS /EDGE KPI (doc NSN).
- <http://www.scribd.com/doc/14475933/deploiement-reseau-2G3G>
- <http://www.cnetfrance.fr/produits/haut-debit-mobile-edge-en-six-questions-39275473.htm>
- [www.efort.com/r\\_tutoriels/GPRS\\_EFORT.pdf](http://www.efort.com/r_tutoriels/GPRS_EFORT.pdf)
- [www.licm.fr/IMG/pdf/4 - GPRS.pdf](http://www.licm.fr/IMG/pdf/4_-_GPRS.pdf)
- <http://wwwwhds.utc.fr/~ducourth/TX/CEL/CEL-gprs.html>