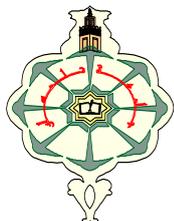


République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID - TLEMEN**  
**Faculté De Technologie**  
**Département de Génie Electrique et Electronique**  
**Laboratoire De Télécommunications**  
**LTT**



## **MEMOIRE**

Pour l'obtention du

## **DIPLOME DE MASTER EN**

# **Photonique et Réseaux Optiques de Télécommunications (PROTONS)**

Présenté par

**HADJ-ABDELKADER Fatima Zohra**  
**SAIDI Souhila**

## **Thème**

**Etude de la fonction « Dynamic Power Control »  
pour l'optimisation radio dans le réseau GSM.**

Soutenu en Juillet 2013 devant le jury composé de :

**CHIKH-BLED Mohammed El-Kbir.**  
**MERZOUGUI Rachid.**  
**MEGNAFI Hichem.**  
**BOUKLI-HACENE Noureddine.**  
**M'HAMEDI Mohammed.**

Professeur à l'Université de Tlemcen  
M.C.A à l'Université de Tlemcen  
M.A.A à l'EPST de Tlemcen  
Professeur à l'Université de Tlemcen  
M.A.A à l'EPST de Tlemcen

*Président*  
*Examineur*  
*Examineur*  
*Encadreur*  
*Co-Encadreur*

**Année universitaire 2012-2013**

## *Remerciement*

*Avant tout on tient notre remerciement ALLAH tout puissant de nous avoir donné la foi, la force et le courage.*

*Nous tenons à remercier d'abord notre encadreur BOUKLI HACEN Noureddine Professeur à l'université de Tlemcen, et Monsieur M.M'HAMEDJI Mohammed Maître assistant à Ecole préparatoire Science et technique Tlemcen pour son aide, ses encouragements, et ses critiques constructives qui nous ont beaucoup aidé à apprécier ce travail et ont mieux éclairé nos perspectives. Nous lui sommes reconnaissants et particulièrement pour la confiance qu'il nous donné et l'autonomie qu'il nous a laissé.*

*J'exprime ma reconnaissance à Monsieur CHIKH-BLED Mohammed El-Kebir, Professeur à l'université de Tlemcen, pour bien vouloir accepter de présider le jury.*

*Je tiens à remercier également Monsieur MERZOUGUI Rachid Maître de conférences à l'université de Tlemcen et Monsieur MEGNAFI Hicham Maître assistant à Ecole préparatoire Science et technique Tlemcen d'avoir accepter d'examiner ce travail.*

*Enfin, Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, pour leur soutiens moral ou matériel, dans la réalisation de notre projet.*

*Saidi Souhila.*

*Hadj-Abdelkader Fatima-Z.*

# *Dédicace*

*A ma mère et mon Père,*

*“Vous m’avez donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir,*

*Tous ce que je peux t’offrir ne pourra exprimer l’amour et la reconnaissance que je te porte.*

*En témoignage, je t’offre ce modeste travail pour vous remercier pour*

*Tes sacrifices et pour l’affection dont vous m’a toujours entourée.*

*A mon marie,*

*“L’épaule solide, l’œil attentif compréhensif et la personne la plus*

*Digne de mon estime et de mon respect.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te*

*Préserve et te procure santé et longue vie.*

*A ma belle mère,*

*A mon beau père,*

*A mes frères,*

*A mes sœurs,*

*A mes belles sœurs,*

*A tt ma famille,*

*A tt mes amis...*

*Fatima Zohra*

## *Dédicace*

*Je rend grâce à ALLAH de m'avoir donner le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pour terminer mes études.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très cher parents en reconnaissance de leurs amour, encouragement et affection qu'ils m'ont prodigués durant mes études. Que dieu me les garde.*

*A mes très chers frères Mohammed et Abdallah,*

*A mes chères sœurs :Ounissa, Nassima, Sabira, Rachida, Ines,*

*A mes meilleures copines Nassima et Asma,*

*A mon binôme Fatima-Z et tous ceux qui connaissent Souhila,*

*A toute la promotion PROTONS.*

*Sans oublier mes amis Asma.L, Soumia, Rabeb, Chahra, Amar, Kader.hadj,*

*A toutes L'équipages MC,*

*A tous ceux et celles qui m'aiment et qui m'ont aidé de loin ou de près.*

*Souhila*

## **Introduction Générale**

Pendant les dernières années, le marché de la téléphonie mobile a connu une grande évolution surtout avec l'apparition des systèmes radio-mobiles cellulaires. Les premiers réseaux cellulaires ont été déployés aux Etats-Unis à partir de 1978 avec le système AMPS (Advanced Mobile Phone System) et en Europe en 1981 avec le système NMT (Nordic Mobile Telephone). Ces réseaux, dits de première génération, utilisaient un système de transmission analogique et un multiplexage fréquentielle FDMA (Frequency Division Multiple Access). La densité d'abonnés restait relativement faible et la mobilité était facile à gérer puisque les cellules étaient de grande taille. Une cellule radio est une zone géographique couverte par une antenne de transmission. Un utilisateur est alors en mesure de passer d'une cellule à une autre sans coupure de communication. Ce passage, appelé Handover, correspond à la fonction permettant au terminal de changer de cellule sans interruption de communication. Les réseaux cellulaires de première génération ont été les premiers à permettre à un utilisateur mobile d'utiliser un téléphone de façon continue, n'importe où dans la zone de service d'un opérateur.

Les réseaux cellulaires de deuxième génération ont été conçus au milieu des années 80. Ils utilisent une transmission numérique qui a l'avantage d'augmenter le débit grâce aux codes correcteurs d'erreurs. Le principal système de deuxième est le GSM (Global System for Mobile communications) qui est basé sur une technique d'accès TDMA (Time Division Multiple Access). Le GSM fonctionne dans la bande de fréquence 900 MHz. Il existe d'autres systèmes de deuxième génération comme le DCS 1800 (Digital Cellular System 1800) qui fonctionne dans la bande de fréquence 1800 MHz. Aux Etats Unis, le système utilisé est le PCS (Personal Communications Services) fonctionnant dans la bande de 1900 Mhz. Au Japon, le système déployé est le PDC (Personal Digital Cellular).

La croissance du volume, dans les réseaux cellulaires implique une utilisation de plus en plus intensive de la bande passante disponible qui est naturellement limitée par les caractéristiques du milieu (rapport signal sur interférences). On rencontre fréquemment des problèmes dus à une sur-utilisation de la fréquence radio.

Le réseau GSM ne cesse d'évoluer, et la tenue d'une bonne qualité de service s'avère indispensable pour faire soutenir le nombre d'utilisateurs qui n'arrête d'augmenter et continue à croître de façon considérable.

Dans le cadre de notre mémoire intitulé «Optimisation radio dans le réseau GSM par la fonction "Dynamic Power control", nous avons utilisé la fonction **contrôle dynamique de la puissance** dont le but d'optimiser et améliorer la partie radio. Regroupant la détection, l'analyse et la correction des différents problèmes qui peuvent toucher le support réseau et même causer des interruptions et des coupures au niveau du réseau. Dans notre travail, nous avons étudié les causes de ces problèmes : Couverture, Interférence, Handover et Location Update, Idle mode et essayer de proposer des solutions pour obtenir une meilleure qualité de signal.

Le contrôle de la puissance transmise par la station de base réduit le niveau de la puissance de sortie ainsi que le niveau des interférences et augmente la durée de vie de l'équipement. La réduction des interférences implique l'amélioration de la qualité et augmente la capacité du réseau GSM.

Notre travail, s'inscrit dans le cadre d'effectuer une description générale des différents algorithmes du contrôle dynamique de puissance. Et d'analyser la variation de la puissance d'émission d'un téléphone mobile dans le réseau, définir et extraire des paramètres statistiques dont le but d'estimer la puissance de l'exposition des utilisateurs mobiles dans le réseau. En ce basant sur des donnée réel et a partir d'un fichier log fournit par le **Drive Test** qui mesure la qualité du réseau (Rxlev, Rxqual, SQI...etc).

Ce mémoire est organisé autour de trois parties principales :

La première partie (chapitre 1) confère des généralités sur les réseaux GSM, et de connaitre le fonctionnement des différents équipements et aussi les différents concepts des réseaux tels que :

La cellule, motif...et les phénomènes de propagation en environnement radio mobile. Les contraintes liées à l'environnement radio-mobile et leur impact sur le lien radio mobile ainsi les principaux modèles utilisés pour simuler ou calculer la propagation dans interface radio.

Dans le deuxième chapitre on présente les fonctions radio GSM et nous s'intéressera à la mobilité dans le réseau (Handover, HCS, Mise à jour de localisation...ect), les paramètres de sélection / ré-sélection, et les techniques du contrôle de puissances basées sur le rapport signal sur interférences (C/I) qui pouvant être mises en œuvre dans les réseaux cellulaires.

La troisième partie (chapitre 3) est consacrée à l'analyse et l'implémentation de l'algorithme du contrôle de puissance. La mise en œuvre de cette technique passe par la mesure du rapport signale su interférences C/I.

Utilisation d'un mobile pour tester (Drive Test), le flux de données entre le mobile et la station de base, et, en particulier, le niveau de la qualité et de signal, qui seront enregistrées sous forme d'un fichier log appelé "log file".

Ces données, qui caractérisent l'interface radio du réseau GSM ont été appliquées à un algorithme de power control pour évaluer les caractéristiques radios en utilisant une application qui sera réalisée par le compilateur **MATLAB**.

Cette dernière partie décrit donc les mesures effectuées (donnée et paramètre) et discute les résultats trouvés par notre application qui donne une possibilité d'amélioration de la qualité de la liaison radio en utilisant la fonction **Dynamic Power Control**.

La téléphonie mobile est un système extrêmement motivant pour la technologie de télécommunication numérique, un grand nombre de caractéristiques et de sujets doivent être examinés par les concepteurs des systèmes prévus pour une diffusion étendue.

La norme GSM est maintenant reconnue dans le monde entier, comme en témoigne le nombre de pays et d'opérateurs qui ont investi dans des réseaux GSM. Le réseau GSM est considéré par ses exploitants comme un investissement qui doit être rentable, qui doit offrir une certaine pérennité et pouvoir évoluer. Les qualités de ce réseau sont l'utilisation optimum des ressources (fréquences radio, capacité de transmission, une grande disponibilité, une exploitation simple et efficace, une normalisation réussie).

### **I. Généralité**

GSM (Global System for Mobile Communication) est le nom de la technique de téléphonie mobile cellulaire de deuxième génération. La zone desservie par un opérateur est divisée en cellules alimentées à partir d'une station de base. Une ou plusieurs fréquences d'émission (canaux) sont attribuées à chaque cellule, ces fréquences ne peuvent être réutilisées que par des cellules éloignées afin d'éviter des perturbations réciproques.

Pour établir une communication téléphonique, le téléphone mobile crée une liaison radio avec la station de base la plus proche. Depuis la station de base, la communication passe ensuite à la centrale de gestion des radiocommunications par l'intermédiaire d'un support de transmission.

#### **I.1. Historique**

Durant des siècles l'homme se contentait de la parole ou des écrits comme seuls moyens de communication entre deux personnes éloignées d'une distance importante. Effectivement soit on envoyait un messager restituant le message qu'on lui avait appris, soit il remettait le message écrit qu'on lui avait remis.

En 1876 Graham Bell ne devait pas savoir qu'il révolutionnerait à ce point la vie de tout un chacun en inventant le téléphone. Le transport de la voix pouvait se faire grâce à une paire de fils reliant deux appareils.

Rapidement, l'utilisation de son invention dans une petite ville du Canada où il résidait, lui fit comprendre l'importance d'une centralisation des communications dans un central téléphonique et l'on vit alors apparaître le premier réseau téléphonique. En 1887 Heinrich Hertz découvre les ondes radio.

En 1896, à Bologne Guglielmo Marconi réalise la première transmission radio.

En 1901, il réalise la première liaison radio transatlantique entre la Cornouailles et Terre-Neuve.

Dés le début du XX-ème Siècle les services de police se dotent de moyen de communication radio. Au début des années 50 aux Etats-Unis, la compagnie Bell Téléphone propose des services de radiotéléphone à ses abonnés.

En 1964 on introduit la notion de partage des ressources dans les réseaux de radiocommunication pour satisfaire une demande grandissante qui avait fait planer une menace de saturation sur les réseaux.

1971 : Bell Téléphone fait apparaître la notion de cellule dans le réseau. Sa première mise en place se fera à Chicago en 1978 sur le système «Advanced Mobile Phone Service » qui y est toujours opérationnel. On a alors un changement de contrôle devenu dynamique, pour la prise en charge du récepteur par différents émetteurs, réalisable par zone, ou cellule.

En 1982 normalisation de l'« Advanced Mobile Phone Service » pour tout l'Amérique du Nord. (IS54/IS95)

En 1987 l'Europe adopte un standard européen pour mettre fin à la cacophonie qui règne en matière de réseau de radiotéléphone.

### **I.2. Architecture globale**

Pour gérer les spécificités des communications avec les mobiles, le GSM a introduit des équipements qui n'existaient pas dans les réseaux téléphoniques fixes classiques : les PSTN (Public Land Mobile Network) ou RTC. Ces équipements, et plus généralement toutes les fonctions relatives à la gestion des utilisateurs mobiles ont été regroupés dans un type de réseau cellulaire appelés PLMN (Public Land Mobile Network).

Un réseau GSM est constitué de trois sous systèmes (Figure 1) [1].

- Un sous système radio, le BSS (Base Station SubSystem).
- Un sous système réseau, le NSS (Network SubSystem).
- Un sous système d'exploitation et de maintenance, l'OSS (Operation Support SubSystem).

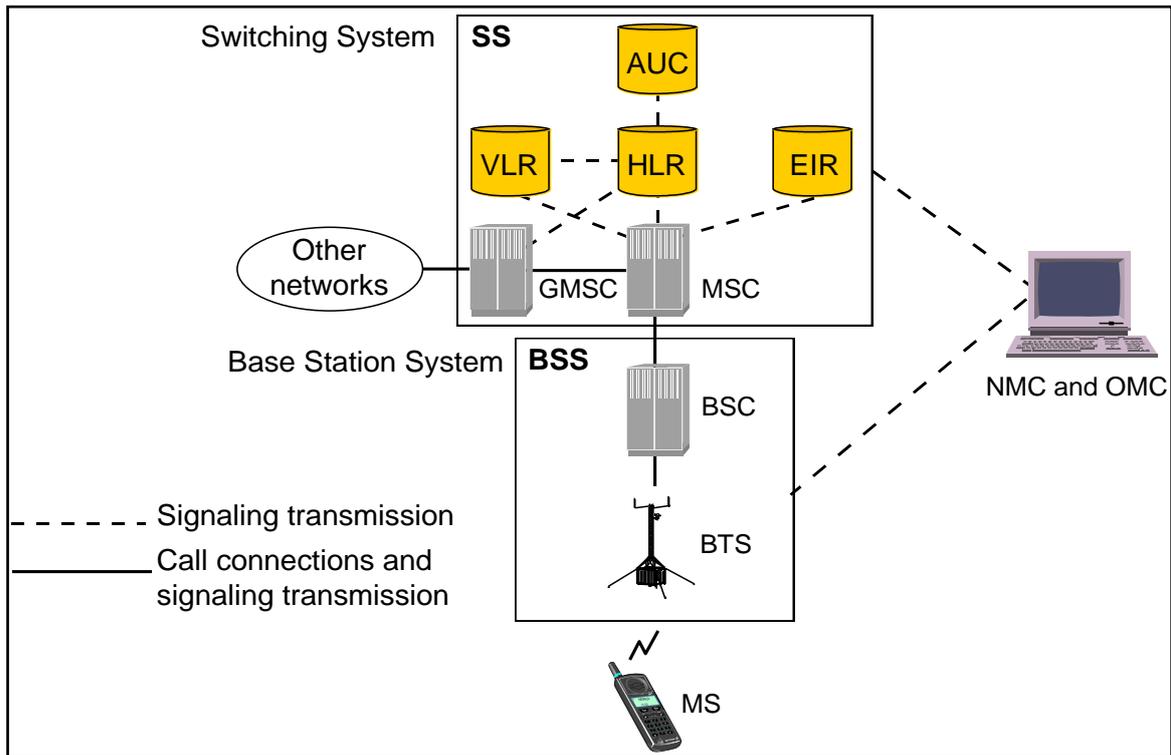


Figure 1.1: Architecture globale du réseau GSM.

### I.2.1. Le sous-système radio BSS

Sa fonction principale est la gestion de l'attribution des ressources radio. On distingue dans le sous-système BSS :

#### A. La station mobile (MS)

La MS (Mobile Station) n'est autre que l'appareil mobile se trouvant dans la zone de couverture d'opérabilité du BSC. La station mobile se compose de:

- L'équipement mobile (ME).
- La carte SIM.

#### B. La station de base BTS

Elle permet le dialogue avec le mobile sur l'interface Air (aussi appelée interface Radio ou interface Um). Son principales fonctions est le Contrôle de la couche physique (couche 1 de l'interface radio) :

- Mesures des interférences sur les canaux non alloués à des communications (idle channels).

- Mesures sur la liaison montante (uplink), servant à l'algorithme de décision du Handover.
- Calcul de l'avance de temps (Timing Advance) pour la synchronisation temporelle, selon la distance qui sépare la BTS du mobile.
- Détection des demandes d'accès des mobiles reçus sur le canal de contrôle commun (RACH: Random access control channel).

### ***C. Le contrôleur de la station de base BSC***

Il assure le contrôle d'une ou de plusieurs BTS. La plupart des fonctions intelligentes de BSS sont implantées à son niveau, notamment les fonctions de gestion des ressources radioélectriques[5].

En outre les BSC ce sont des concentrateurs de BTS qui gèrent d'un certain nombre de stations de base notamment le Handover tandis que les BTS ne font qu'appliquer les décisions prises par le BSC.

### **I.2.2. Le sous-système réseau NSS**

Il assure principalement les fonctions de commutation et de routage. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP ou RNIS. En plus des fonctions indispensables de commutation, on y retrouve les fonctions de gestion de la mobilité, la sécurité et la confidentialité.

#### ***A. Le MSC (Mobile Services Switching Center):***

C'est la partie centrale du NSS. Il prend en charge l'établissement des communications de et vers les abonnés GSM. Du fait de la mobilité, l'implantation de la seule fonction de commutation n'est pas suffisante. Le MSC gère la mobilité et enregistre la localisation des abonnés visiteurs dans la base de données VLR.

Une fonction spécifique de MSC est la passerelle (GMSC : "*Gateway MSC*") qui coordonne le trafic en provenance d'autres réseaux. Il comprend également les fonctions de commutation, d'interfaçage avec le réseau de signalisation par canal sémaphore.

***B. Le HLR (Home Location Register)***

C'est la base de données qui gère les abonnés d'un PLMN donné. Elle contient toutes les informations relatives à l'abonnement et aux droits d'accès. D'autre part, le HLR est une base de données de localisation. Il mémorise pour chaque abonné le VLR où il se trouve.

***C. Le VLR (Visitor Location Register)***

C'est la base de données qui gère les abonnés présents dans une certaine zone géographique. Ces informations sont une copie de l'original conservé dans le HLR.

***D. L'AuC (Authentication Center)***

Il mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour authentifier les demandes de services et pour le chiffrement des communications. En général, un AuC est associé à chaque HLR.

***E. L'EIR (Equipment Identity Register)***

L'EIR est une base de données qui gère des numéros d'identité des équipements mobiles (IMEI).

**I.2.3. Le sous-système d'exploitation OSS**

Il assure la gestion et la supervision du réseau. C'est la fonction dont l'implémentation est laissée avec le plus de liberté dans la norme GSM. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux:

- Détection de pannes.
- Mise en service de sites.
- Modification de paramétrage.
- Réalisation de statistiques.

Dans les OMC (Operation and Maintenance Center), on distingue l'OMC/R (Radio) qui est relié à toutes les entités du BSS, à travers les BSC, l'OMC/S (System) qui est relié au sous système NSS à travers les MSC. Enfin l'OMC/M (Maintenance) qui contrôle l'OMC/R et l'OMC/S.

### **I.3. Structure Géographique du réseau GSM**

Chaque réseau téléphonique nécessite une certaine structure pour pouvoir acheminer les appels entrants au central adéquat puis à l'abonné appelé. Cette structure est particulièrement importante dans le cas d'un réseau mobile en raison de la mobilité de tous les abonnés.

#### **I.3.1. Cellule**

Une zone de localisation est subdivisée en un certain nombre de cellules. Une cellule est une zone de couverture radio, identifiée par le réseau au moyen de l'identification globale de cellule [2], (CGI : *Cell Global Identity*). La station mobile distingue entre des cellules utilisant les mêmes fréquences porteuses en utilisant le code d'identification de station de base (BSIC : *Base station Identity Code*).

#### **I.3.2. Zone de localisation**

Chaque zone de service MSC/ VLR est subdivisée en plusieurs zones de localisation. Une zone de localisation (LA) est une partie de la zone de service MSC/ VLR dans laquelle une station mobile peut se déplacer librement sans devoir remettre à jour ses informations de localisation dans le centre MSC/ VLR qui commande la zone de localisation.

Une zone de localisation est la zone où un message de recherche est diffusé pour rechercher un abonné mobile appelé. Une zone de localisation peut comporter plusieurs cellules et dépendre d'un ou plusieurs BSC mais appartient toujours à un seul MSC/ VLR. La zone de localisation est identifiée dans le système au moyen de l'identification de zone de localisation (LAI : *Location Area Identity*). Le système utilise la zone de localisation pour rechercher un abonné actif.

#### **I.3.3. Zone de service du MSC**

Une zone MSC représente la partie du réseau couverte par un MSC. Pour acheminer un appel vers un abonné mobile ; il est transmis au travers du réseau au MSC dans la zone duquel l'abonné se trouve au moment de l'établissement de l'appel.

Une zone de service est la partie du réseau définie comme une zone où une station mobile peut être jointe. En raison du fait que la station mobile est enregistrée dans un registre de localisation des visiteurs (VLR). Dans le GSM, la zone MSC et la zone de service couvrent exactement la même partie du réseau, le MSC et le VLR étant toujours implantés dans le même nœud.

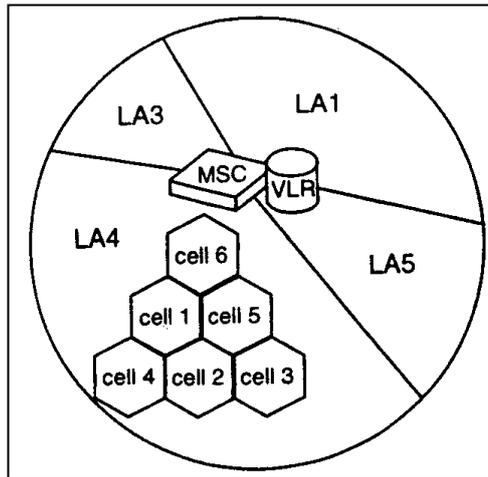


Figure 1.2: Zone de service du MSC.

Le canal radio mobile est l'un des plus complexes pour la transmission des signaux, dont les caractéristiques sont en constant changement (position et nature des obstacles, température, humidité...). D'autre part, le signal radio mobile subit de nombreuses dégradations lors de son trajet entre l'émetteur et le récepteur. De ce fait, la chaîne de transmission élaborée pour les systèmes radio mobiles doit intégrer des processus et mécanismes permettant la protection et la correction des erreurs introduites dans l'information transmise à travers le canal radio [3].

En parcourant un trajet entre l'émetteur et le récepteur, l'onde émise rencontre un certain nombre d'obstacles. En fonction de la dimension de l'obstacle par rapport à la longueur d'onde  $\lambda$ , de sa nature et de sa forme, l'onde sera affectée différemment.

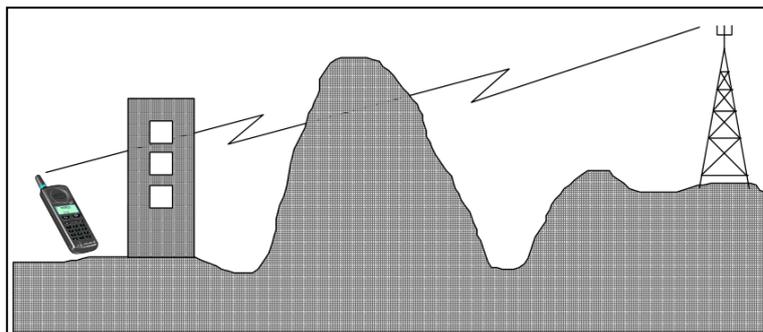


Figure 1.3: obstacles radio.

#### I.4.1. Propagation par trajets multiples

Les trajets multiples, engendrés par les phénomènes tels que réflexion, réfraction, diffraction et diffusion entraînent une dégradation de la qualité du signal en réception. Les trajets multiples sont à l'origine de plusieurs problèmes affectant le signal reçu sur 3 points :

### **I.4.2. La dispersion des retards (Delay spread)**

Les trajets réfléchis sont généralement plus longs que le trajet direct c'est-à-dire qu'ils atteignent l'émetteur plus tard que le trajet direct. Les signaux provenant de la même émission arrivent donc au niveau du récepteur avec des retards différents.

### **I.4.3. Evanouissements (ou fading) de Rayleigh**

Après réflexion sur un obstacle, l'onde radio peut être altérée en phase et en amplitude. Le phénomène d'évanouissements ou de fading résulte des variations temporelles des phases.

Celles-ci peuvent résulter de signaux multiples s'ajoutant de façon destructive au niveau du récepteur. Dans ce cas, le signal reçu résultant sera très faible ou pratiquement nul. Les signaux multiples reçus peuvent également s'additionner de façon constructive et le signal reçu résultant est alors plus puissant que le signal du seul trajet direct.

## **II. Sous système radio « BSS »**

### **II.1. Contrôleur de station bases « BSC »**

Un BSC standard peut contrôler une soixantaine de BTS, ce nombre peut être réduit en zone rurale. Le BSC est connecté aux BTS par l'interface Abis et aux MSC par l'interface A. La normalisation de ces interfaces garantit du coup l'interfonctionnement des matériels de différents constructeurs.

Le BSC est l'organe intelligent du sous système radio [6]. Le contrôleur de stations de base gère une ou plusieurs stations et remplit différentes fonctions radio de communication et d'exploitation :

- L'allocation des canaux.
- La gestion de la configuration de toute les ressources radio et la configuration des cellules.
- Le traitement des mesures et la décision pour la sélection des cellules en mode veille.
- Le traitement des mesures et la décision pour le Handover en mode active.
- Contrôle Dynamique de la puissance.
- Et d'autre fonction implémenté (fonction de base ou supplémentaire).

## II.2. TRC

Les fonctions primaires d'un TRC sont : exécuter le transcodage et effectuer l'adaptation de débits.

L'adaptation de débit implique la conversion d'information arrivant du MSC d'un débit de 64 kbits/s en un débit de 16 kbits/s pour la transmission au BSC et du BSC vers le MSC d'un débit de 16 kbits/s en un débit de 64 kbits/s. Ces 16 kbits/s contiennent 13 kbits/s du trafic et 3 kbits/s d'information de signalisation "*inband*".

C'est une fonction importante. Sans adaptation de débits les liens avec les BSC auraient besoin de quatre fois les possibilités de débit. En ramenant le débit à 16 kbits/s, il est possible d'employer un quart des liens et de l'équipement de transmission. Pour cela le TRC est co-localisé avec le MSC.

## II.3. Station de base (BTS)

La station émetteur-récepteur de base (BTS) est l'équipement radio nécessaire à la desserte d'une cellule (selon la norme GSM) L'équipement permettant de desservir un grand nombre de cellules est désigné comme station de base radio. L'interface de trafic entre le BSC et le BTS est l'interface A-bis. En règle générale, un MSC du système de commutation supervise une ou plusieurs BSC qui, à leur tour, commandent un certain nombre de BTS.

- La gestion du multiplexage temporel (une porteuse est divisée en 8 slots TDMA), et la gestion des sauts de fréquence.
- Traitement des signaux.
- Les opérations de chiffrement.
- Des mesures radio permettant de vérifier la qualité de service, ces mesures sont transmises directement au BSC.
- La gestion de la liaison de données (données de trafic et de signalisation) entre les mobiles et la BTS.
- La gestion de la liaison de trafic et de signalisation avec le BSC.

La capacité maximale typique d'une BTS est de 18 porteuses selon leur type et leur constructeur. En zone urbaine où le diamètre de couverture d'une BTS est réduit, cette capacité peut descendre à 4 porteuses dans le raison d'éliminer les interférences inter-fréquence.

### **II.3.1.Type de BTS**

On distingue deux types de BTS, les macro-BTS et les micro-BTS. Le choix est en fonction de la nature du réseau (GSM 900 ou 1800) et de la puissance. Les BTS macro sont les stations de base utilisées dans les systèmes cellulaires avec des équipements complémentaires installés dans des locaux techniques et des antennes sur les toits.

Par contre les micro-BTS il s'agit d'équipements de faible taille, de faible coût qui permettent de mieux couvrir un réseau dense comme centre commercial à forte densité de population.

### **II.4. Station mobile**

La station mobile est constituée du téléphone portable à proprement parler mais aussi d'une carte appelée carte SIM, qui est indispensable pour accéder au réseau [4]. Cette carte contient, sur un microcontrôleur, les informations personnelles de l'abonné. Ce dernier peut donc, par insertion de la carte SIM dans n'importe quel téléphone portable, recevoir des appels, en donner et avoir accès à tous les services qu'il a souscrit : le téléphone portable et l'utilisateur sont totalement indépendants.

Le téléphone portable est identifié par le numéro IMEI. Ce numéro renseigne sur le type d'équipement, l'identité du constructeur et le numéro de série. La carte SIM, elle contient le numéro IMSI, mais aussi une clé secrète pour la sécurité, ainsi que d'autres informations. Les numéros IMEI et IMSI sont indépendants, ce qui permet la séparation du téléphone portable et de l'utilisateur. De plus, la carte SIM protège l'abonné des connections frauduleuses par l'introduction d'un numéro d'identité personnel (code PIN) lors de l'accès au réseau. Nous distinguons trois types de stations mobiles :

- Les stations mobiles embarquées (classe 1) de puissance 20 W
- Les mobiles portables (classe 2) de 8 W.
- Les mobiles portatifs de (classe 3) 5 W, (4) 2 W et (5) 0.8 W.
- Les mobiles portatifs 2 W sont actuellement les plus répandus dans les réseaux GSM.

### III. les interfaces du réseau

#### III.1. Interface réseau

Les interfaces sont des protocoles permettant de communiquer entre chaque nœud du réseau GSM. Elles sont un élément essentiel défini dans la norme GSM car ce sont ces interfaces qui déterminent les interconnexions réseaux au niveau international.

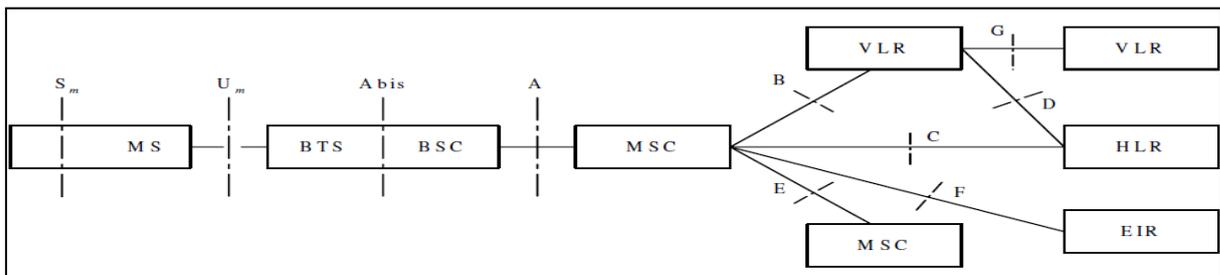


Figure 1.4 : Les interfaces du réseau GSM.

- Interface A-bis : entre BTS et BSC s'appuie sur le protocole LAPD. Il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation.
- Interface A: entre BSC et MSC, s'appuie sur le protocole sémaphore SS-7 du CCITT, il est utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation.
- Les Interfaces B entre MSC et VLR, C entre MSC et HLR, E entre MSC et MSC, F entre MSC et EIR, G entre VLR et VLR, D entre VLR et HLR/AuC s'appuient sur le protocole sémaphore N-7 du CCITT pour les couches OSI basses (MTP, Message Transfer Protocol) et sur le protocole MAP (Mobile Application Protocole) pour les couches hautes. Ces interfaces sont utilisées en particulier pour le transport des données relatives à l'application des mobiles.
- Les Interfaces REM : entre OMC-R et BSS ou entre OMC-S et NSS, utilisent un réseau de transmission de donnée de type X25.
- Les Interfaces passerelles : entre le MSC et les réseaux publics s'appuient sur le protocole sémaphore N-7 du CCITT. Elles sont utilisées pour le transport du trafic et des données de signalisation.

#### III.2. Interface radio

Interface Um, appelée aussi interface Air ou radio, entre BTS et MS s'appuie sur le protocole LAPDm. L'interface radio est permet de relier les clients au réseau. C'est sur cette interface que le système doit faire face aux différents problèmes que pose le médium radio (atténuation, interférences, évanouissements, ...)

Elle met en œuvre le concept TDMA [Annexe A] avec une trame TDMA par fréquence porteuse, chacune de ces trames étant constituée de 8 TS (Time slot).

### **III.2.1. Allocation des fréquences**

La norme GSM prévoit que la téléphonie mobile par GSM occupe deux bandes de fréquences aux alentours des 900 [MHz] :

1. la bande de fréquence 890 - 915 [MHz] pour les communications montantes (du mobile vers la station de base)

2. la bande de fréquence 935-960 [MHz] pour les communications descendantes (de la station de base vers le mobile).

Chaque réseau téléphonique GSM dispose d'un certain nombre de fréquences réparties sur deux bandes - 900 MHz pour la norme GSM900 et 1800 MHz pour la norme DCS ou GSM1800. La portée de la bande 900 va de 300 mètres à 30 kilomètres, alors que la bande 1800 va de 100 mètres à 4 kilomètres.

Chaque bande est divisée en deux sous-bandes, servant l'une pour le transfert d'informations entre le mobile et la station de base (voie montante "Uplink"), et l'autre pour la liaison entre la station de base et le mobile (voie descendante "Downlink").

Bande GSM 900 (bande de largeur totale 35 MHz) :

- de 880 à 915 MHz du mobile vers la base ;
- de 925 à 960 MHz de la base vers le mobile ;
- écart entre les deux fréquences 45 MHz ;
- 124 canaux espacés de 200 kHz.

Bande DCS/GSM 1800 (bande de largeur totale 75 MHz)

- de 1710 à 1785 MHz du mobile vers la base ;
- de 1805 à 1880 MHz de la base vers le mobile ;
- écart entre les deux fréquences 95 MHz ;
- 374 canaux espacés de 200 kHz.

### **III.2.2. Canaux logique**

Pour un système de communication mobile, les terminaux doivent pouvoir ne pas être physiquement reliés au réseau. C'est ainsi que la mobilité est assurée à travers l'interface

radio ou interface Air qui permet une connectivité sans fils des terminaux au réseau de couverture. Elle est constituée de mécanismes permettant l'émission et la réception des signaux radiofréquences de manière efficace et sûre, quelles que soient les conditions de propagation. Cette couche physique inclut des moyens permettant d'établir, de maintenir et de relâcher, mais également de spécifier les différents types de liens établis entre le terminal mobile et le réseau. La notion de canal logique permet de dissocier les fonctions de ces différents liens.

On distingue deux types de canaux logiques (voire la figure III-1), les canaux de trafic ("traffic channel") et les canaux de contrôle ou de commande ("control channel").

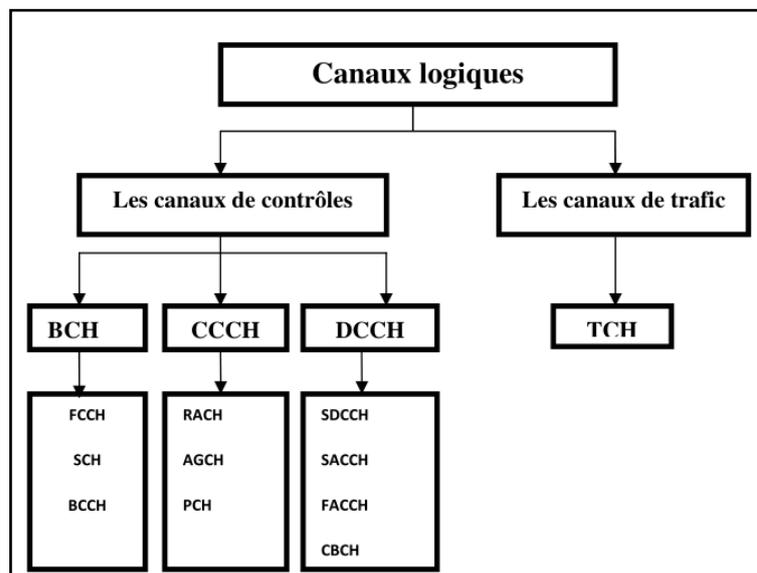


Figure 1.5 : Les différents types de canaux logiques.

### A. Canaux de trafic (TCH)

Les canaux de trafic transportent la voix ou les données et sont bidirectionnels. Il existe deux types de canaux de trafic :

- Full rate TCH (TCH/F) : C'est un canal qui porte l'information à un débit de 9,6kbit/s.
- Half rate TCH (TCH / H) : C'est un canal qui porte l'information à un débit de 4,8bit/s.

### B. Les canaux de commande

#### B.1. Canaux de diffusion (BCH)

Les canaux de commande de diffusion sont affectés à tous les mobiles, on distingue plusieurs types [21]:

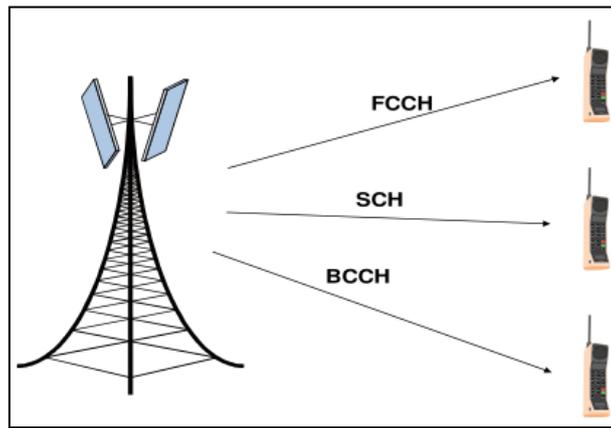


Figure 1.6 : Les canaux de diffusion.

- FCCH: Dans un FCCH, les bruits transmises contiennent que des zéros. Ces bruits comprennent deux fins. La première pour s'assurer que c'est le BCCH transporteur, et la seconde pour permettre à la MS de se synchroniser en fréquence. FCCH est transmis en liaison descendante uniquement [22].
- SCH: C'est un canal descendant qui diffuse une séquence d'apprentissage longue permettant aux mobiles d'acquiescer une synchronisation temporelle fine avec le réseau. Il contient en outre, les informations qui permettent d'identifier la cellule grâce aux codes BSIC et de connaître les débuts des multi-frames [3].
- BCCH: La MS doit recevoir quelques informations générales concernant la cellule afin de commencer l'itinérance, en attendant l'arrivée des appels ou l'effectuation des appels. L'information nécessaire est diffusée sur le BCCH, incluant l'identité d'une zone de localisation (LAI), la puissance de sortie maximale autorisée dans la cellule et les transporteurs BCCH pour les cellules voisines sur lesquelles la MS effectue des mesures. BCCH est transmis en liaison descendante [21].

## B.2. Canaux de contrôle commun (CCCH)

Les canaux de contrôle communs sont affectés à tous les mobiles, nous allons citer ses types:

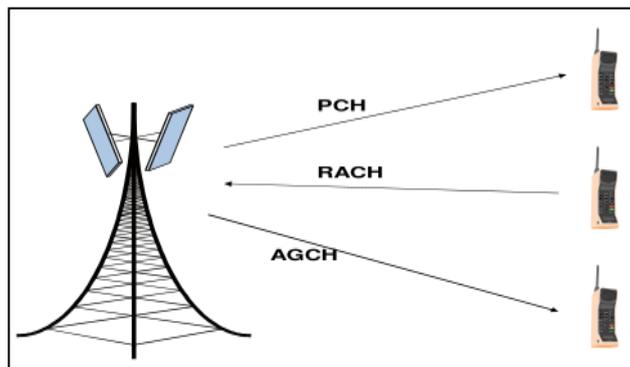


Figure 1.7: Les canaux de contrôle commun.

- RACH – AGCH : Le canal (montant) RACH est utilisé par les terminaux mobiles pour accéder au réseau. Un mobile indique dans son paquet le type de service requis et ajoute un nombre aléatoire en recopiant dans la réponse du réseau qui lui permet de s’assurer que cette réponse lui est bien destinée. Cette dernière est véhiculée par le canal AGCH. La réponse du réseau contient un pointeur vers un canal de signalisation dédié, sur lequel le mobile peut s’identifier et préciser sa demande. Le réseau peut refuser la demande du mobile, par exemple dans le cas de surcharge ponctuelle [3] [22].

- PCH est utilisé pour initier une communication du réseau destinée au mobile. Le réseau ne connaît pas précisément la position du mobile. Il doit diffuser l’appel dans un ensemble de cellules ou zone de localisation. Le mobile concerné répond en faisant une demande d’accès au réseau via le canal RACH. PCH est transmis en liaison descendante.

### B.3. Les canaux de contrôle dédié (DCCH)

Les canaux de contrôle dédiés ce sont des canaux combinés sous l'appellation DCCCH :

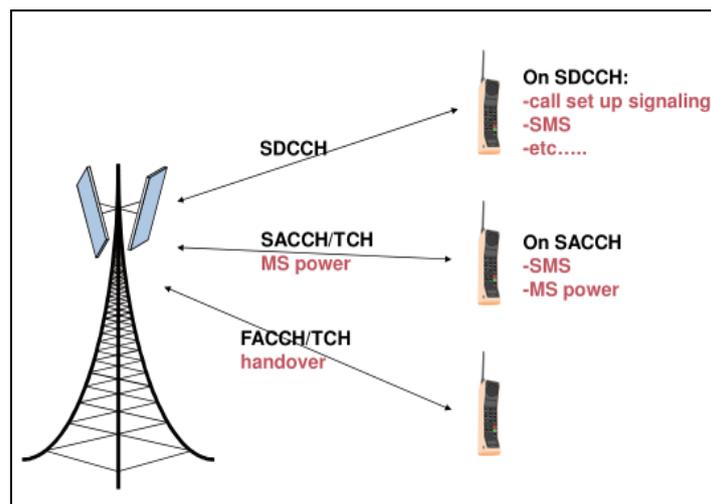


Figure 1.8: Les canaux de contrôle dédié.

- SDCCH: Véhicule la signalisation générale de l'utilisateur, par exemple : une mise à jour de localisation et notamment pour la signalisation relative à l'établissement d'un appel. Il possède son propre SACCH associé et transporte également les messages courts (SMS) lorsque le mobile n'est pas en court de communication. SDCCH est transmise à la fois en liaison montantes et descendante.

- SACCH : Il accompagne toujours un canal TCH ou un canal SDCCH (c.-à-d, envoyé sur le même canal physique) pour transporter la signalisation à bas débit destinée à contrôler la transmission du canal associé. Il est utilisé pour remonter des

mesures sur les niveaux de puissance reçus par les mobiles, le taux d'erreurs de la liaison descendante et pour indiquer les valeurs de contrôle de puissance ou de compensation temporelle (timing advance). SACCH est transmis en deux liaisons montantes et descendantes.

- FACCH : Ce canal de signalisation rapide associé à un canal de trafic est utilisé pour l'exécution des Handover [3].
- CBCH: Pour les messages courts en diffusion vers les mobiles [23].

## **VI. Conclusion**

Dans cette première partie, nous avons présenté l'infrastructure du réseau GSM, en insistant sur la partie radio.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les différents mécanismes et les fonctions de gestion de mobilité (zone de localisation, Handover, sélection /ré-sélection...).

Afin d'assurer la mobilité, un mobile sous tension doit effectuer l'ensemble des procédures telles que la sélection de réseau 'PLMN : public Land Mobile Network', la sélection/ré-sélection de la cellule et aussi la station mobile MS informe le réseau de sa position par les différents types de mise à jour de la localisation.

Lorsque le mobile est à l'état connecté, la mobilité est assurée par d'autres procédures telles que le Handover le contrôle de la puissance, le saut de fréquence .....ect

Dans ce chapitre, nous avons étudié les différentes procédures avec ces paramètres radio au niveau du BSC ou de la cellule. Les paramètres de l'état de veille sont portés par le BCCH et ceux de l'état connecté sont envoyés dans le canal SACCH.

### I. L'état de veille

Une station mobile sous tension doit être capable de recevoir des appels. Elle écoute régulièrement la voie balise (porteuses BCCH) et surveille constamment son environnement pour raccrocher à la cellule la plus convenable.

L'état de veille est divisé en quatre étapes [7] (Figure 2.1):

- sélection du réseau (PLMN),
- sélection de la cellule,
- ré-sélection de cellule,
- mise à jour de localisation.

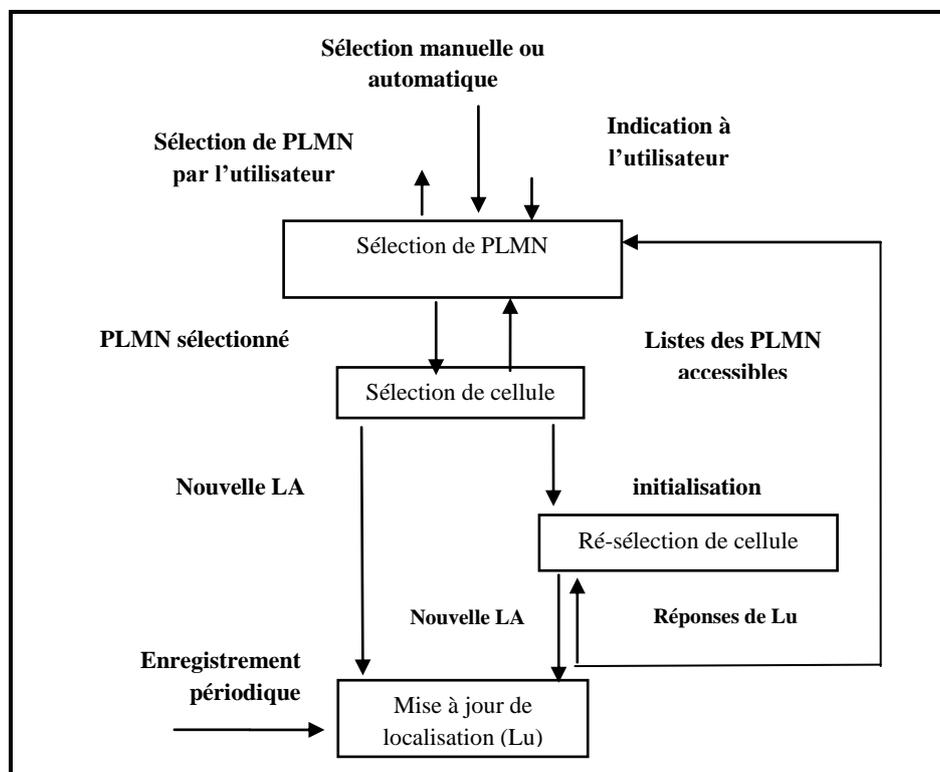


Figure 2.1: Les relations entre les processus de l'état de veille.

### I.1. Sélection du réseau PLMN

Une MS doit sélectionner un réseau (opérateur) quand elle passe de l'état détaché à l'état de veille ou lorsqu'elle entre dans une zone de PLMN différent. La MS effectue de façon habituelle une recherche de voies balises sur liste. Cette recherche échoue car les voies balises détectées ne portent pas le numéro du dernier PLMN sélectionné, alors la MS déclenche la procédure de sélection du PLMN. La MS effectue alors une sélection normale sur l'ensemble des fréquences GSM, passe en revue les voies balises candidates et lit le numéro du PLMN émis sur ces voies balises.

La sélection du PLMN peut être réalisée soit en mode automatique ou en mode manuel.

- *Le mode manuel* : l'utilisateur sélectionne un réseau parmi ceux qui sont affichés sur son terminal.
- *Le mode automatique* : la sélection du PLMN est faite selon l'ordre suivant :
  - HPLMN (Home PLMN) : où l'utilisateur reste la plus part du temps.
  - Chaque PLMN stocké dans la carte SIM par ordre de priorité.
  - D'autres PLMN avec un niveau du signal reçu supérieur à -85 dBm par ordre aléatoire.
  - Tout les autres PLMN par ordre de niveau du signal.

### I.2. Sélection de la cellule

Le processus de sélection de la cellule tente à trouver la cellule la plus convenable. S'il n'y a aucune cellule appropriée dans le réseau, la MS déclenche la procédure de sélection de cellule. Il y a deux stratégies de sélection de cellule :

lorsque la MS a en mémoire la liste des cellules BA (BCCH Allocation List) du PLMN sélectionné lors de la précédente mise sous tension, elle cherche une cellule convenable dans cette liste BA effectuée par l'algorithme de localisation (Locating Algorithm).

- lorsque la MS ne dispose aucune information, dans ce cas le processus est appelé sélection normale de cellule.

#### I.2.1. Sélection normale de cellule

La MS tente de raccrocher à la cellule la plus convenable. Une cellule convenable (suitable cell) est définie par les conditions suivantes :

- Elle doit être faite partie du PLMN sélectionné,
- Elle ne doit pas être interdite (exemple le cas d'une cellule surchargée, ou faisant partie de zone interdite),

Lorsque la MS ne dispose aucune information sur les voies balises utilisées dans le réseau, elle suit la procédure dans la figure suivante.

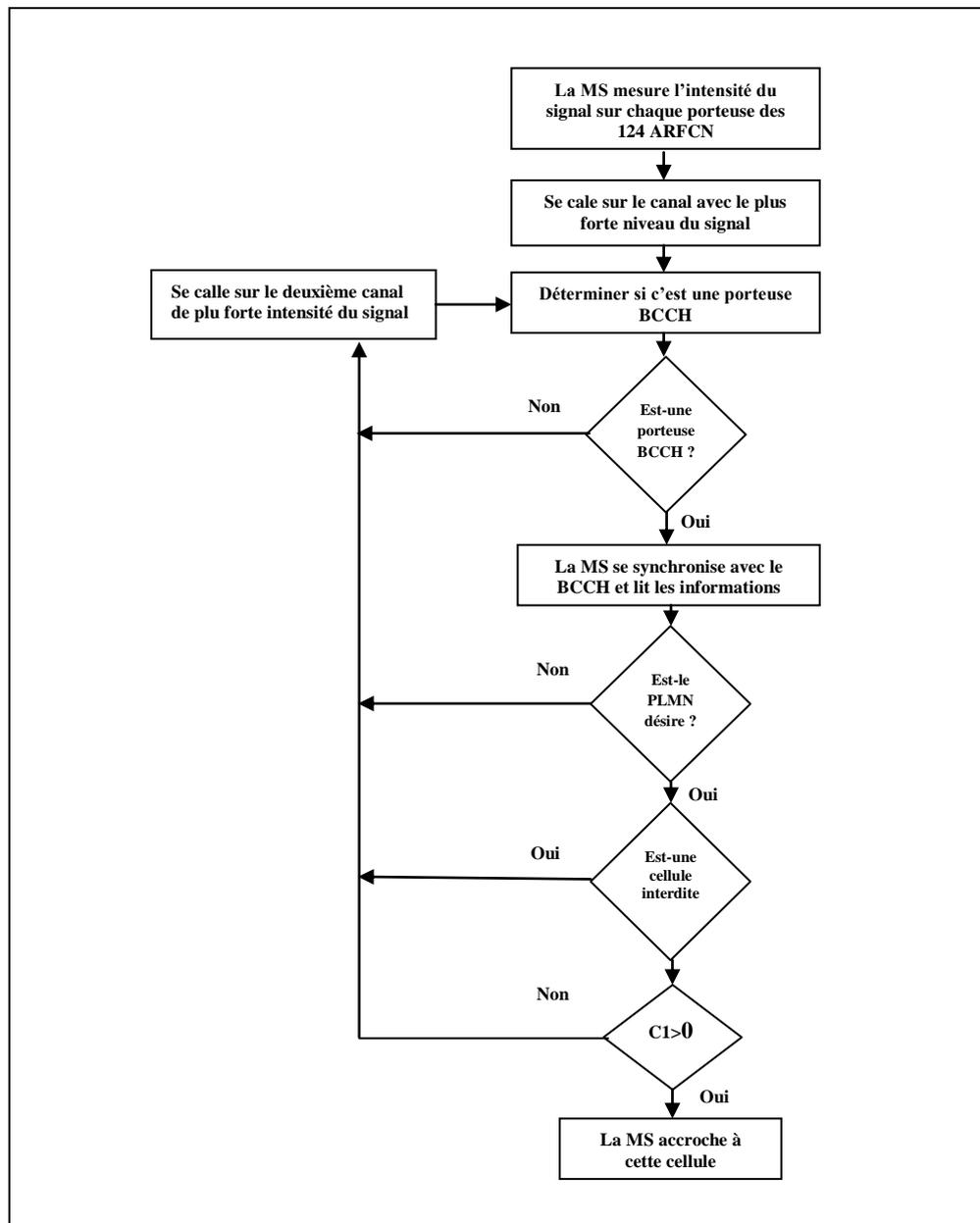


Figure 2.2 : sélection normale d'une cellule.

### I.2.2. Critère de sélection de cellule

Une MS sous tension calcule régulièrement la quantité de sélection de cellule  $C1$ , cette quantité doit être supérieure à zéro ( $C1 > 0$ ), [6][8].

La quantité  $C1$  est calculée comme suivant :

$$C1 = (RXLEV - ACCMIN) - \text{Max}(CCHPWR - P, 0) \quad 2.1$$

Avec :

- $RXLEV$  : Le niveau du signal reçu.

ACCMIN : Le paramètre qui indique le niveau minimal du signal reçu pour que la MS puisse accéder au système, ce paramètre est un nombre décimal qui varie entre 0 et 63, correspondant en dBm de -110 à -47.

CCHPWR: c'est le paramètre qui indique la puissance maximale de transmission autorisée à la MS quand elle accède au système. Ce paramètre est un nombre décimal, en dBm, qui varie:

- Entre 5 et 35dBm, en nombres impaires, pour GSM 900 Mhz
- Entre 0 et 30dBm, en nombres paires, pour GSM 1800 Mhz.

P : est la puissance de sortie maximale de la MS selon la classe du terminal mobile.

### I.3. Ré-sélection de la cellule

Une fois la MS sélectionne une cellule, elle écoute régulièrement la voie balise et surveille constamment son environnement pour détecter une éventuelle sortie de la cellule, alors la station mobile déclenche, s'il est nécessaire, la procédure de ré-sélection de cellule.

La MS calcule la moyenne d'au moins cinq échantillons de niveau du signal reçu de chacune de six cellules voisines plus la cellule serveuse.

La station mobile écoute la voie balise et lit les informations diffusées en BCCH concernant la cellule serveuse et les voisinages. Elle décode aussi le BSIC (Base Station Identity Code) de chacune des cellules voisines pour voir si elle contrôle les mêmes cellules précédentes. Le paramètre BSIC est composé d'un code couleur du réseau (NCC) et du code couleur de la base station (BCC). Si elle détecte un différent NCC (numéro du PLMN), elle ignore les informations portées. Le tableau suivant montre le temps écoulé pour refaire les mesures.

	BSIC	BCCH data
Cellule de service	–	Au moins tous les 30 s
Six voisins	Au moins tous les 30 s	Au moins chaque 5 minute

Tableau 2.1 : Décodage de BSIC et BCCH data.

#### I.3.1. Critère de ré-sélection de cellule

Pour distribuer le trafic entre les cellules, l'opérateur peut ramener les MS à changer la cellule donc, il joue sur les paramètres de ré-sélection de cellule (Cell reselection offset **CRO**, Temporary offset **TO**, et Penalty Time **PT**) diffusés par le chanel BCCH.

La MS doit lire les paramètres de la cellule désirée avant de raccrocher à cette cellule.

Le processus de ré-sélection de cellule utilise la quantité de ré-sélection de cellule C2 (GSM Phase1 utilise la quantité C1 pour le processus de ré-sélection de cellule) donc, la station mobile raccroche à la cellule qui a la plus grande valeur de la quantité C2.

La valeur de la quantité C2 est calculée comme suivant :

$$C2 = C1 + CRO - TO * H (PT - T) \quad \text{pour} \quad PT \neq 31 \quad 2.2$$

$$C2 = C1 - CRO \quad \text{pour} \quad PT = 31 \quad 2.3$$

Avec :

C1 est défini par l'équation 2.1, et,

$$H(x) = \begin{cases} 0 & \text{pour } x < 0 \\ 1 & \text{pour } x \geq 0 \end{cases}$$

- T est un Timer initialisé à 0, lorsqu'une cellule est raccordée par la MS à la liste de six cellules voisines de niveau du signal le plus haut. Le Timer commence à compter par unité de trame TDMA (4.62 ms) jusqu'à la cellule supprimée de la liste, donc le Timer va être remis à 0 pour cette cellule.

- Cell Reselect Offset (**CRO**) est utilisé pour corriger le paramètre C2 de sélection de la cellule. Ce paramètre est un nombre décimal, en dB, variant de 0 à 63(0 à 126dB), il est par défaut égal à 0.

- Temporary Offset (TO) donne une correction négative durant la période écoulée par le Timer (T) entre la valeur initiale et la valeur spécifiée du PT. Ce paramètre est un nombre décimal, en dB, variant de 0 à 7 (0 à 70 dB), il est par défaut égal à 0.

- Penalty Time (PT) est le temps lorsque le TO affecte le paramètre C2. Ce paramètre est un nombre décimal, en seconde, varie de 0 à 31 (20 à 620 secondes), il est par défaut à 0. La valeur 31 est réservée pour changer la direction de l'effet que CRO affecte C2.

Lorsque l'indicateur des paramètres de sélection de cellule (PI), qui contient un seul bit, est à 1, les paramètres sont diffusés dans la cellule. Si le PI est à 0, la MS suppose qu'ils soient à 0 (C2 = C1), alors elle utilise C1 pour ré-sélectionner une cellule. La MS calcule régulièrement les valeurs C1 et C2 de la cellule serveuse et les six cellules voisines.

La procédure de ré-sélection est déclenchée dans les cas :

- la cellule serveuse devient interdite,
- la MS n'est pas réussie pour accéder au réseau pendant un temps alloué.
- la MS détecte un échec de signalisation dans la liaison descendante.
- C1 de la cellule serveuse diminue au dessous de zéro pendant une période de cinq secondes, ce qui indique que les pertes du chemin deviennent élevées, alors, la MS doit changer la cellule.

- La valeur de C2 d'une cellule voisine dans une même zone de localisation dépasse la valeur C2 de la cellule serveuse pendant une période de cinq secondes.
- La valeur de C2 d'une cellule voisine dans une autre zone de localisation dépasse la valeur C2 plus la valeur de l'hystérésis de sélection d'une cellule pendant une période de cinq secondes.

### **I.3.2. Hystérésis de sélection de cellule**

Si la station mobile ré-sélectionne une cellule appartenant à une nouvelle zone de localisation (LA), elle doit initialiser une mise à jour de localisation. Bien que la durée entre deux sélections de cellule soit au minimum de 15 secondes, elle est extrêmement courte pour faire une mise à jour de localisation. Alors pour éviter une fluctuation de ré-sélection de cellule, les spécifications de système GSM désignent que la différence entre le niveau du signal des cellules voisines (d'une différent LA) et le niveau du signal de la cellule courante du MS doit être supérieure à la spécifique hystérésis de sélection de cellule (paramètre de hystérésis de sélection de cellule `CRH`), ce paramètre est un nombre décimal en dB varie de 0 à 14, et il est par défaut égal à 4.

### **I.3.3. Accès interdit à la cellule CBA (Cell Bar Access)**

Dans chaque cellule, les canaux de diffusion portent un bit qui indique si l'accès à la cellule est interdit ou autorisé, donc le paramètre CBA est utilisé pour cette raison.

Le CBA est représenté par des caractères (string) en deux états suivants :

**YES** : CBA est permis, alors l'accès à la cellule est interdit.

**NO** : CBA est suspendu, alors l'accès à la cellule est autorisé.

Il est par défaut à NO. Ce paramètre peut être mis à YES dans le but (par exemple) d'utiliser une cellule seulement pour le Handover.

### **I.3.4. La priorité de la cellule CBQ (Cell Bar Qualify)**

Dans une zone couverte par des cellules en couche avec une différence dans la capacité, le trafic et la fonction ; l'opérateur peut ramener une MS à sélectionner certaines cellules par ordre de priorité. Cette fonction est satisfaite par l'implémentation du paramètre CBQ.

Le CBQ est représenté par des caractères (string) en deux états suivants :

- **YES** : la cellule à une basse priorité (LOW).

- **NO** : la cellule à une haute priorité (HIGN).

Il est par défaut égal à NO (HIGN). Les deux paramètres CBQ et CBA déterminent l'état de priorité d'une cellule.

L'utilisation de ces deux paramètres permet de balancer le trafic entre les cellules dans le réseau.

<b>CBQ</b>	<b>CBA</b>	<b>AT sélection de cellule</b>	<b>AT re-sélection de cellule</b>
HIGH	NO	normale	normale
HIGH	YES	barré	barré
LOW	NO	faible	normale
LOW	YES	faible	normale

**Tableau 2.2** : tableau CBQ et CBA.

### **I.4. Mise à jour de localisation (Location Updating)**

Pour que les abonnés puissent recevoir des appels, le réseau doit connaître les positions des MS. Le système est informé de la position d'une MS par la procédure de mise à jour de la localisation.

#### **I.4.1. Mise à jour normale de la localisation**

La mise à jour normale de la localisation est initialisée par la MS lorsqu'elle détecte qu'elle est entrée dans une nouvelle zone de localisation. La MS écoute la voie balise et compare l'identité de la zone de localisation (LAI) transmise dans la voie balise avec les informations stockées dans la carte SIM. Si l'identité LAI est différente, alors la MS déclenche la procédure de mise à jour de localisation de type normal et stocke une nouvelle identité LAI. Si la mise à jour a échoué (ex : la MS est entrée dans une zone interdite), donc, la station mobile sélectionne une autre cellule ou un autre PLMN.

#### **I.4.2. Mise à jour de localisation pour enregistrement périodique**

Pour éviter les recherches inutiles d'un mobile qui a changé la zone de localisation ou entré dans un état détaché, donc le réseau définit un type de mise à jour appelé, mise à jour de localisation pour enregistrement périodique.

La MS écoute la voie balise pour connaître la période d'enregistrement utilisée dans cette cellule. L'opérateur contrôle cette période par le paramètre T3212 qui varie de 0 à 255 par unité de six minutes. Si T3212 est à 0, il n'y a pas d'enregistrement périodique dans la cellule.

### **I.4.3. Procédure IMSI Attach et IMSI Detach**

Lors de la mise hors tension du mobile, il est mis en œuvre par la procédure IMSI Detach explicite. Le mobile reste sous tension quelques instants après la mise hors tension par l'utilisateur et envoie un message « IMSI Detach » au MSC/VLR.

Lorsque le VLR n'a pas eu de contact avec un mobile pendant une certaine période, le réseau peut prendre l'initiative de le détacher du réseau. Cette procédure est appelée « IMSI Detach implicite ».

La période du détachement implicite est déterminée par la somme d'une valeur de temps mort BTDM « timeout value » et une période de garde (GTDM). La durée BTDM doit être coordonnée avec la période de la mise à jour de localisation périodique (T3212), sinon le mobile va être implicitement détaché avant la mise à jour de localisation. Lorsqu'un mobile est mis sous tension, la procédure « IMSI Attach » est destinée à rattacher ce mobile à sa zone de localisation et signaler ainsi que celui-ci est à nouveau apte de recevoir des appels.

Le paramètre ATT est utilisé pour indiquer si les procédures IMSI Attach/Detach sont déployées dans la cellule, ce paramètre est en caractère, peut être à YES (les procédures sont utilisées) ou à NO (dans le cas contraire).

## **II. la structure hiérarchique de la cellule HCS**

La fonction structures hiérarchique de la cellule (HCS) permet de structurer un réseau à deux ou plusieurs couches. Il fournit la logique nécessaire pour distribuer le trafic entre ces couches.

La logique de la fonction de structures hiérarchique des cellules est une partie intégrante de l'algorithme de localisation. La fonctionnalité est implémentée dans le contrôleur de station de base (BSC).

### **II.1. Définition du HCS**

Toutes les cellules d'un réseau appartiennent à l'une des trois couches définies. La définition de la couche est basée sur le type des cellules, par exemple des microcellules avec des positions basses de l'antenne et une faible puissance de sortie, et les BTS macro utilisant des antennes accrues et une puissance de sortie plus élevée. Dans ce cas le principe des couches peut également être considéré comme une priorité pure.

Les Structures hiérarchiques cellulaires peuvent être utilisées s'il y a un besoin de priorité pour certains types de cellules, indépendamment de leur taille. Un exemple pour les BTS

dual-bande, où les cellules dans la bande 1800 MHz sont combinées avec celle de la bande 900 MHz (utiliser des antennes dual-bande).

Comme il est possible de définir jusqu'à plusieurs couches (3 à 5 couche qui dépend le constructeur), il est possible de combiner par exemple dans une couches de cellules 900 et d'autre couche pour les cellules 1800.

### **II.2. Contrôler le trafic entre petites et grandes cellules**

Petites cellules peuvent être mélangées avec de grandes cellules afin d'obtenir une grande capacité ainsi qu'une bonne couverture.

L'idée générale, avec la fonction HCS (Structures hiérarchique de cellules), est de balancer le trafic vers les cellules vers les couches les plus basses. D'où le but des cellules avec couches supérieures est d'assurer toute sorte de trous de couverture radio, et fournir une capacité de réserve. Par contre une cellule de couche plus élevée peut être choisie en cas d'encombrement du trafic dans les cellules de la couche supérieure, même avec une intensité de signal plus faible que la cellule de service, on peut choisir si l'affectation à une cellule pire est autorisée.

Si la décision de localisation est basée seulement sur la force du signal, il ya un risque que les cellules plus grandes vont ramasser la majorité du trafic, et encombré le réseau. L'idée d'une structure en couches est de laisser les cellules des couches inférieures servent tout le trafic avec un signal suffisamment fort, même s'il ya une ou plusieurs cellules des couches supérieures, avec une force de signal plus élevé, dans la même région.

La puissance du signal qui est considéré comme suffisant pour une cellule est déterminée par le paramètre **LEVTHR**. Ce seuil permet de régler la taille de la cellule de couche inférieure dans une zone avec un ou plusieurs voisins de couche supérieure. Si les cellules de haute et basse couche partagent les mêmes fréquences, la taille maximale de la cellule de couche inférieure est susceptible d'être limitée par des interférences.

Si la cellule de couche inférieure a la fréquences, par exemple les micro-cellules de la couche inférieure ont leur propre ensemble de fréquences qui ne sont pas utilisables dans les macro-cellules de couche supérieure, les cellules de la couche inférieure sont plus susceptibles d'être du bruit limité. Les cellules de la couche inférieure peuvent alors servir pratiquement tous les domaines où ils fournissent une couverture suffisante. Depuis HCS fournit la logique pour une définition allant jusqu'à un réseau à trois couches,

une combinaison de microcellules, macro cellules normales et les cellules de coordination peut être réalisée. Ceci est illustré à la figure suivante.

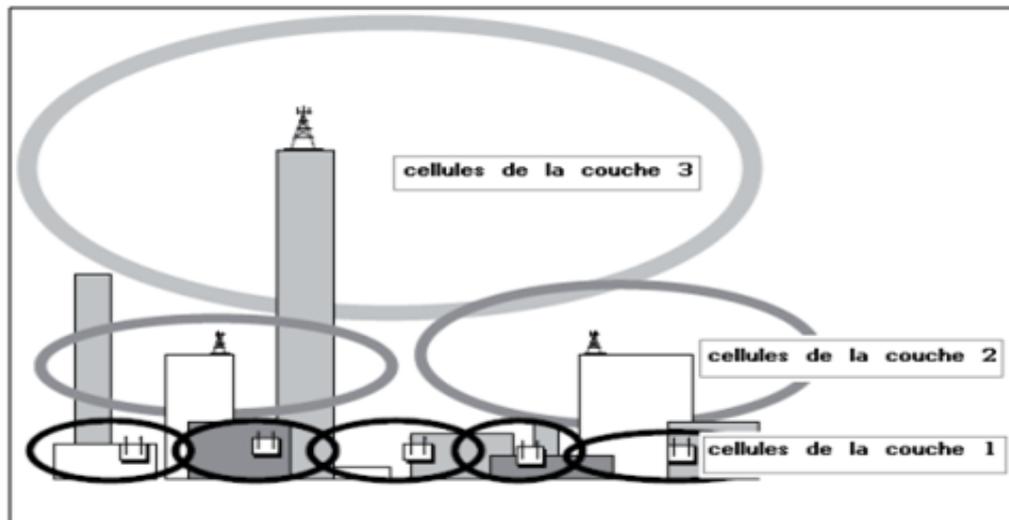


Figure 2.3: Une structure de cellules multicouches.

### II.3. Algorithme de HCS

Si un mauvais état d'urgence de qualité est détecté, les cellules de la liste finale des candidats sont classées en fonction de la liste de base de classement qui a été effectué dans la localisation. Cela signifie que les définitions de couches sont jetées lors du classement des candidats à une mauvaise de qualité de transfert. Dans des circonstances normales, quand il n'y a pas de mauvaise qualité, les cellules sont classées comme suite :

Après le classement de base qui a été effectué dans la localisation, les cellules sont classées en tant que meilleur (b) ou pire (w). Il s'agit de la base que le classement d'un voisin est plus élevé (meilleur que) la cellule de desserte, ou inférieur (pire) de la cellule de desserte. Les cellules sont ensuite divisées en trois groupes, un pour chaque couche. Cellules de la couche 1 sont nommés meilleurs 1b, cellules de la couche 1 pires sont nommés 1s ...etc Ceci est illustré par la figure 2.4.

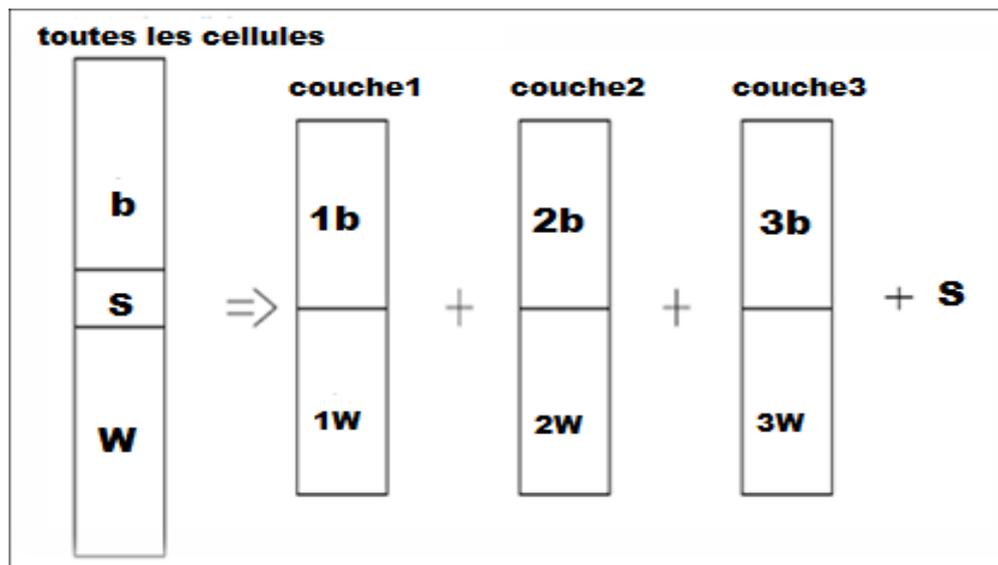


Figure 2.4 : Le classement de base et la division en trois groupes et la cellule serveuse.

Pour chaque cellule de la couche 1 et la couche 2, il existe un niveau de signal LEVTHR, et une hystérésis, LEVHYST. Le seuil réel de la puissance du signal est calculé comme suit :

- $LEVTHR_s - LEVHYST_s$  pour la cellule serveuse
- $LEVTHR_n + LEVHYST_n$  pour les cellules voisines.

### II.3.1. Exemple

Cet exemple montre comment les cellules peuvent être hiérarchisées.

Un mobile effectue un appel sur un canal de contrôle dans la cellule A. Afin d'obtenir un canal de trafic (TCH), et la localisation reçoit une demande d'affectation.

Le mobile a rapporté la puissance du signal à partir de la cellule serveuse, et ces voisines:

Cell A: - 65 dBm (cellule serveuse)

Cell B: - 70 dBm

Cell C: - 75 dBm

Cellule D: - 80 dBm

Dans cet exemple simplifié, la localisation est supposée utiliser le classement de l'intensité du signal de la liste de classement de base. Hystérésis de puissance du signal, les sanctions possibles et les décalages d'intensité du signal ne sont pas pris en considération.

Cell	Signal strength	LEVEL	LEVTHR	LEVHYST	Effective LEVTHR	Category
A	-65	2	-95	2	-97	s
B	-70	1	-85	2	-83	1wo
C	-75	1	-70	2	-68	1wu
D	-80	1	-85	2	-83	1wo

**Tableau 2.3 :** explication sur l'exemple.

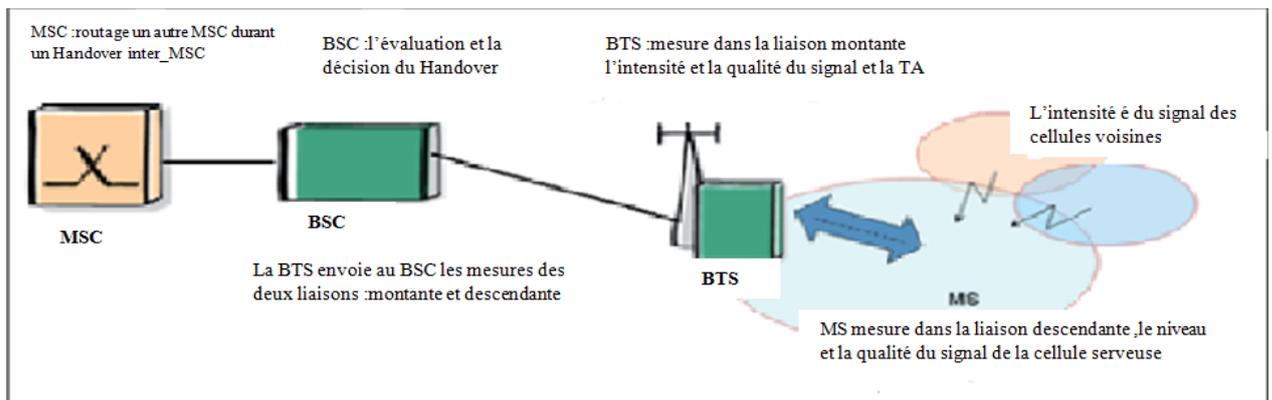
Le candidat final de la liste envoyée par la fonction d'allocation de canal sera alors :

1. Cell B
2. Cell D
3. Cell A (serveuse)
4. Cell C

### III. HANDOVER

Le Handover est une fonction très importante dans un réseau cellulaire, son principal but est d'assurer la continuité des appels durant le passage entre les cellules, il est aussi utilisé pour balancer le trafic entre les cellules [9]. Les principales raisons pour qu'un Handover est déclenché sont :

- Une faible intensité du signal,
- Une mauvaise qualité du signal,
- Sévère interférence,
- un mobile éloigné de la station de base.



**Figure 2.5:** Vue d'ensemble d'un Handover.

Une multiframe de trafic (120 ms) contient une trame libre dans le canal TCH qui offre suffisamment de temps au MS pour détecter le numéro de fréquence ARFCN [Annexe B] et pour décoder le burst de synchronisation.

Le burst de synchronisation possède le BSIC qui inclue le NCC (le numéro du PLMN), alors la MS vérifie si le NCC est permis comme il est défini par le paramètre NCCPERM (un nombre décimal varie de 0 à 7) pour rapporter les mesures des six meilleures cellules voisines qui portent le même numéro NCC diffusé dans la cellule.

Les mesures de l'intensité et de la qualité du signal plus l'avance de synchronisation TA (Time Advance) sont rapportées a chaque période du canal SACCH (480 ms). Les mesures de l'intensité du signal sont livrées en nombre entier de 0 à 63, correspondant en intensité du signal de -110 dBm à -47 dBm. La quantité utilisée comme des mesures de qualité est le taux d'erreurs de bits BER (Bit Error Rate), ces mesures sont livrées en nombre entier de 0 à 7, tel que le nombre 0 correspond à une bonne qualité (Low BER) et le 7 correspond à une mauvaise qualité (Hign BER). Les valeurs de l'avance de synchronisation (TA) sont livrées en nombre entier de 0 à 63, tel que le nombre 63 correspond à la distance maximale entre le mobile et la BTS, ce qui est équivalent à 35 Km.

### **III.1. Les cellules cibles d'un Handover**

Trois facteurs déterminent la séquence des cellules candidates : la priorité, le trafic et la condition radio. La priorité et le trafic ont plus d'influence que la condition radio dans la liste des cellules concernées d'un Handover.

Pour chaque cellule de service, la cellule voisine peut être configurée comme une couche indéfinie, une couche supérieure, une co-couche et une couche inferieur. Les couches inferieurs sont prioritaires que les couches supérieures.

L'état de la cellule en terme de trafic est définit par le pourcentage des canaux TCH non occupés par rapport au nombre total de canaux TCH dans la cellule, donc le pourcentage le plus élevé signifie que la cellule soit la plus légèrement chargée de trafic, alors cette cellule est la plus prioritaire pour un Handover en terme de trafic.

La condition radio dépend de l'état de l'intensité définit par l'algorithme du HSC et la qualité du signal, et aussi les interférences dans la cellule.

### **III.2. Les paramètres de base d'un Handover**

Selon les spécifications du GSM, la décision d'un Handover est prise après une série de valeurs moyennes mesurées (N) de niveau de la qualité et du signal et aussi l'avance de synchronisation (TA), le Handover est déclenché si un nombre P de N moyens est différent d'un seuil définit par l'opérateur.

Avec :  $1 \leq P \leq N \leq 32$ , Usuellement, la valeur P est prise à 3 et N est prise à 4.

### III.3. Handover dû au faible niveau du signal

Lorsque le niveau du signal est faible, une coupure d'appel peut se produire, donc le Handover est déclenché pour assurer la continuité de la conversation.

- $(HoUlLevThs, N, P)$  : le Handover est déclenché si P de N du niveau moyen de signal de la liaison montante est inférieure au seuil  $HoUlLevThs$ .
- $(HoDlLevThs, N, P)$  : le Handover est déclenché si P de N du niveau moyen de signal de la liaison descendante est inférieure au seuil  $HoDlLevThs$ .

Le paramètre de seuil de niveau du signal dans la liaison montante/descendante  $HoUl/DlLevThs$  est un nombre décimal variant de 0 à 63 correspond en dBm de -110 dBm à -47 dBm. Souvent, il est par défaut égal à 15 (i.e. -96 dBm ~ -95 dBm).

#### III.3.1. Handover dû à une mauvaise qualité du signal

Si la qualité reçue est très mauvaise telle qu'elle dépasse le seuil, un intracellulaire Handover est déclenché pour améliorer la qualité de la communication.

- $(HoUlQualThs, N, P)$  : le Handover est déclenché si P de N de la qualité moyenne du signal de la liaison montante est supérieure au seuil  $HoUlQualThs$ .
- $(HoDlQualThs, N, P)$  : le Handover est déclenché si P de N de la qualité moyenne du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil  $HoUlQualThs$ .

Le paramètre de seuil de qualité du signal dans la liaison montante/descendante  $HoUl/DlQualThs$  est un nombre entier variant de 0 à 7 correspond en BER (Bit Error Rate) de 0% à 13%. Généralement, il est par défaut égal à 5.

#### III.3.2. Handover dû à l'interférence élevée

Le Handover est dû à :

- une mauvaise qualité reçue dans les liaisons montante/descendante,
- un niveau du signal élevé,
- la MS entre dans une zone prédéfinie d'interférence externe.

Dans une zone d'interférence, si le niveau du signal est élevé et son qualité est mauvaise, un Handover peut être déclenché, et aussi dans le cas contraire, si le signal a une bonne qualité et leur niveau est faible, le Handover peut être exécuté.

Les interférences co-canaux dans la liaison montante/descendante sont l'une des raisons pour qu'un Handover est exécuté.

- $(HoUlIntfThs, N, P)$  : le Handover est déclenché si P de N des interférences moyennes du signal de la liaison montante est supérieure au seuil  $HoUlIntfThs$ .

- (HoDIIntfThs, N, P) : le Handover est déclenché si P de N des interférences moyennes du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil HoUIIntfThs.

Le paramètre de seuil des interférences dans liaison montante/descendante HoUI/DIIntfThs est un nombre entier variant de 0 à 63 correspond en dBm de -110 dB m à 47 dBm. Il par défaut égal à 30 (-81 dBm ~ -80 dBm).

### III.3.3. Handover dû à une longue distance MS-BTS

Si le mobile est très éloigné de la station de base, donc la distance MS-BTS dépasse le rayonnement maximal de la cellule, alors un Handover est déclenché pour attacher la MS à une proche BTS.

(HoMsDistThs, N, P) : le Handover est déclenché si P de N du TA moyen est supérieure au seuil de la distance MS-BTS (HoMsDistThs).

Le TA est un nombre décimal variant de 0 à 63 tel que la valeur 63 correspond à une distance de 35 Km.

### III.3.4. Handover à une meilleure cellule (PBGT)

Le Handover de bilan de puissance est couramment utilisé dans les zones urbaines, le PBGT (Power Budget) est calculé par le BSC chaque fois que les mesures sont reçues. Durant la décision du Handover, il suffit que le PBGT soit supérieur à 0. Le PBGT est le résultat de niveau du signal des cellules adjacentes moins le niveau du signal de la cellule serveuse, si le résultat est supérieur à 0, les conditions du Handover PBGT sont satisfaisantes.

HoMargin (n) : le Handover est déclenché si le PBGT de certaine cellule voisine est supérieur à HoMargin (la marge du Handover des cellules voisines).

## IV. Contrôle dynamique de la puissance

Le contrôle de la puissance d'une station mobile ou une station de base permet de réduire la consommation de l'énergie au niveau de la MS et la BTS, est diminué les interférences dans le réseau, donc améliorer la qualité de la communication.

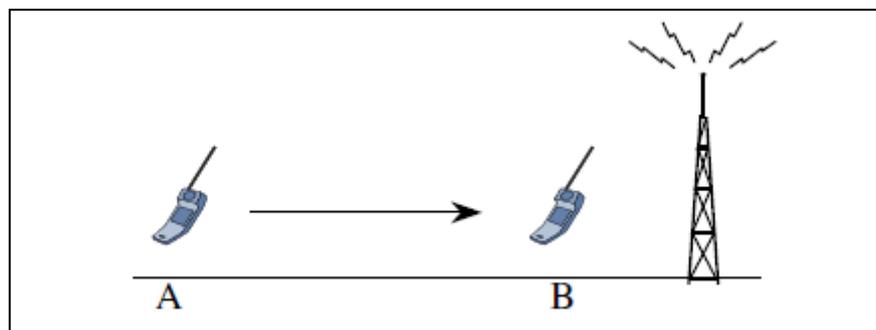


Figure 2.6: Contrôle de la puissance.

Le mobile dans la position A émet à une puissance élevée pour prendre en compte les pertes du chemin alors, le mobile proche de la BTS (position B) émet à une puissance réduite car les pertes de chemin sont petites, aussi pour ne pas chevaucher les émetteurs /récepteurs (TRX) de la BTS.

### IV.1. Les paramètres de contrôle de la puissance

Le contrôle de la puissance est fait dans la liaison montante/descendante selon l'intensité et la qualité du signal s'ils sont très meilleurs ou mauvaises, donc ils sont ramenées autour d'un seuil définit par l'opérateur.

### IV.2. Contrôle de la puissance dû au niveau du signal

L'intensité du signal est représentée par un nombre décimal variant de 0 à 63 correspondant en dBm de -110 dBm à -47 dBm.

- $(PcUIInclLevThs, N, P)$  : la MS augmente la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison montante est inférieure au seuil  $PcUIInclLevThs$ . (L'intensité du signal est faible dans la liaison montante).

- $(PcDIInclLevThs, N, P)$  : la BTS augmente la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison descendante est inférieure au seuil  $PcDIInclLevThs$  (L'intensité du signal est faible dans la liaison descendante).

- $(PcUIRedLevThs, N, P)$  : la MS diminue la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne de la liaison montante est supérieure au seuil  $PcUIRedLevThs$ . (L'intensité du signal est très élevée dans la liaison montante).

- $(PcDIRedLevThs, N, P)$  : la BTS diminue la puissance de transmission si P de N de l'intensité moyenne du signal de la liaison descendante est supérieure au seuil  $PcDIRedLevTh$ . (L'intensité du signal est très élevée dans la liaison descendante).

### IV.3. Contrôle de la puissance dû à la qualité du signal

La qualité du signal est un nombre décimal varie de 0 à 7, elle est mesurée par le taux d'erreur de bit (BER) qui est un pourcentage varie de 0% à 13%.

- $(PcUIInclQualThs, N, P)$  : la MS augmente la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison montante est supérieur au seuil  $PcUIInclQualThs$ . (La qualité du signal est mauvaise dans la liaison montante).

- $(PcDIInclQualThs, N, P)$  : la BTS augmente la puissance de transmission si P de N de la qualité moyenne du signal (BER) de la liaison descendante est supérieur au seuil  $PcUIInclQualThs$ . (La qualité du signal est mauvaise dans la liaison descendante).

- $(PcUIRedQualThs, N, P)$  : la MS diminue la puissance de transmission si P de N de la

qualité moyenne du signal (BER) de la liaison montante est inférieur au seuil

$P_{cUIRedQualThs}$ . (La qualité du signal est très bonne dans la liaison montante).

- ( $P_{cDIRedQualThs}, N, P$ ) : la BTS diminue la puissance de transmission si P de N de la

qualité moyenne du signal (BER) de la liaison descendante est inférieur au seuil

$P_{cUIRedQualThs}$ . (La qualité du signal est très bonne dans la liaison descendante).

### V. Conclusion

Vue la complexité de la gestion et l'optimisation de l'interface radio, le réseau GSM spécifie chaque état du mobile par différentes procédures. Un opérateur qui fournit un bon service à ses abonnés est celui qui peut parfaitement optimiser la liaison radio pour mettre correctement les paramètres radio utilisés dans ses fonctions. La liaison radio est fluctuante, donc l'opérateur optimise les permanences de cette liaison utilisant des fonctions radio amélioré par les constructeurs.

Dans le prochain chapitre, on va étudier comment optimisé le réseau GSM par l'utilisation de la fonction « Dynamics power control ».

Grâce à la fonction Control dynamique de la puissance de sortie d'une station de base d'émetteur-récepteur (BTS) l'interface radio est contrôlé lors d'une connexion (mode active). L'intérêt principal de cette fonction radio est d'augmenter le nombre de connexion qu'ils ont un meilleur rapport signal sur bruit (C/I), et améliore la qualité si le trafic est maintenu, ou maintenu le C/I si le trafic augmente.

Donc le contrôle de la puissance transmise par la station de base améliore la qualité de signale ou augmente la capacité de réseau GSM, l'algorithme est basé sur technique linéaire qui pris en compte le niveau et de la qualité et de signale nommé respectivement Rxqual et Rxlev.

### **I. Concepts de base**

Le gain est obtenu par une réduction de l'ensemble sur le niveau d'interférence (I) dans le réseau. Lorsque le contrôle de la puissance est utilisé dans tous les BTS, la quantité totale de puissance rayonnée est réduite. Cela implique que l'interférence des canaux adjacents dans le réseau en liaison descendante est réduite.

D'autre part, le rapport C/I est diminué pour les connexions avec la force de signal élevé et de bonne qualité, car ils sont soumis à une puissance de sortie réduite. La réduction de C/I n'affectera pas la qualité de la parole de ces connexions. La fonction saut de fréquence, avec BTS Power Control et DTX améliorer les possibilités pour parvenir à la réutilisation des fréquences très serré.

#### **I.1.La consommation d'énergie de batterie de secours**

Si l'alimentation en énergie pour la station de base est coupée, un support de batterie est utilisé. Quand BTS power Control est utilisé la consommation de batterie est réduite et le temps de parole maximum augmentera.

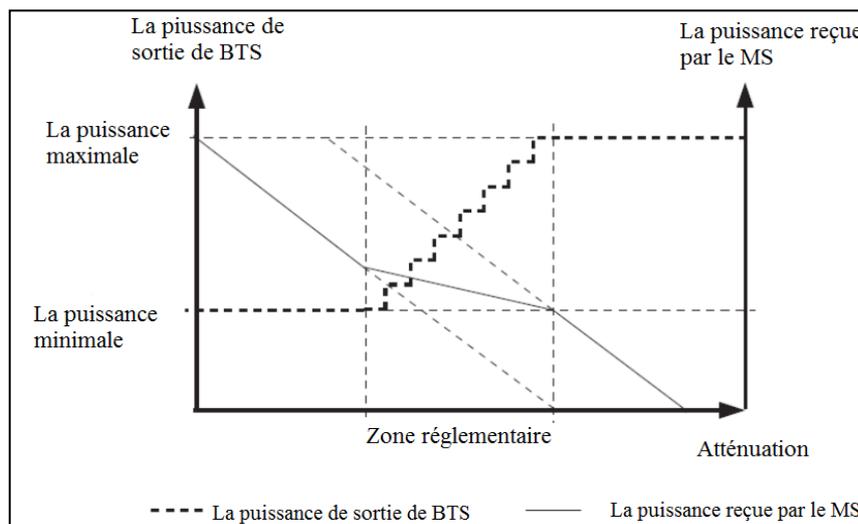
#### **I.2.Saturation du récepteur**

L'énergie du signal transmises par la BTS pourrait saturer le récepteur MS. La sensibilité du récepteur sera alors diminuer et la qualité de la parole devenir mauvaise. Si la puissance de sortie de la BTS concernées est abaissée, le risque pour ce type de fréquence radio de blocage est réduit. Le récepteur peut encore être bloqué si un MS est très proche de la station de base, mais la probabilité pour cela est considérablement réduite.

### I.3. La qualité et l'impact de la force du signal

La qualité et la force du signal est considéré par l'algorithme. La qualité est le taux d'erreurs de bit estimé qui est représenté par Rxqual et la force du signal est représentée par Rxlev [7].

Mauvaise qualité ainsi que faible intensité du signal est augmente la puissance de sortie des BTS. Dans la figure 3.1, la puissance de sortie de BTS, et l'intensité du signal par rapport a l'atténuation est présenté. Un BTS ne peut transmettre à des niveaux de puissance distincts, ceci est illustré sur la figure.



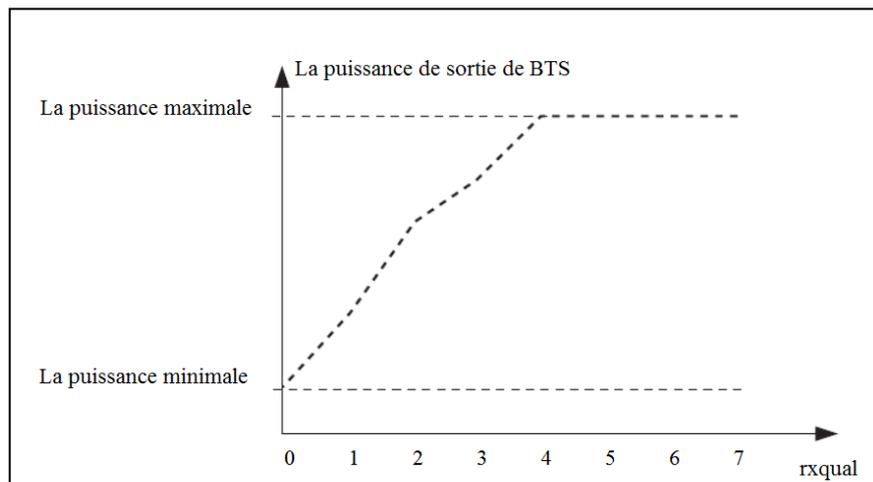
**Figure 3.1** : Puissance de sortie reçue, La qualité n'est pas prise en compte.

Lorsqu'une connexion a une faible perte de chemin (partie gauche de la figure 3.1), la BTS transmet à son plus bas niveau de puissance possible. Bien que le MS reçoive un signal qui est supérieure à la valeur désirée, la BTS ne peut pas réduire la puissance transmise plus loin. Inversement, quand une connexion subit une atténuation élevée (partie droite de la figure 3.1), les BTS transmettent un niveau de puissance maximale autorisée pour la cellule.

L'appareil ne peut pas être augmenté, même si la force du signal reçu dans la station mobile est faible. Notez que cela dépend de la compensation de la perte de chemin d'accès utilisé.

Lorsque la qualité est prise en compte de la puissance de sortie est régulée vers le haut ou vers le bas selon la qualité de réception (voir figure 3.2). La puissance de la station de base varie alors en fonction de la qualité mesurée par la MS. Quand une MS à un faible valeur Rxqual qui présente une bonne qualité, la station de base envoie une faible puissance et quand

Rxqual est très grand (mauvaise qualité) la puissance sera maximale.



**Figure 3.2 :** Puissance de sortie du BTS par rapport à Rxqual, la force du signal n'est pas prise en compte.

## II. Algorithme de contrôle dynamique de la puissance

Le Contrôle dynamique de puissance est effectué pour les canaux de trafic (TCH) ainsi que pour les canaux de signalisation SDCCH. Tous les intervalles de temps sur la fréquence BCCH sont émis à pleine puissance, c'est à dire il n'ya pas de contrôle de l'alimentation de ces créneaux pilotes.

Lors d'un appel, la station mobile mesure l'intensité du signal de liaison descendante et de la qualité. Ces mesures sont envoyées aux BTS par le rapport de mesure et sur la BSC le message de résultat de la mesure où ils sont utilisés pour le calcul d'une nouvelle puissance de sortie de BTS [11].

Les résultats de mesure qui sont utilisés dans l'Algorithme de contrôle de puissance sont présentés dans le tableau 3.1.

La description de l'information			La source
La force de signal	descendant	ensemble <sup>(1)</sup>	MS
La force de signal	descendant	Sous – ensemble <sup>(1)</sup>	MS
La qualité	descendant	ensemble <sup>(1)</sup>	MS
La qualité	descendant	Sous – ensemble <sup>(1)</sup>	MS
Niveau de puissance utilisé par le BTS			BTS
DTX utilisé par BTS ou non			BTS

**Tableau .3.1 :** Mesures utilisées par la fonction Power Control.

Le MS effectue la mesure de la force et de la qualité de signal sur la liaison descendante. Les mesures sont réalisées sur l'ensemble des trames, ainsi que sur le sous-ensemble de trames où il existe toujours la circulation (sous-ensemble). Lequel de ces ensembles seront utilisés dépend si DTX descendante a été utilisé ou non, au cours de la période de mesure.

Le délai minimal entre deux ordres de puissance consécutifs est contrôlé par le paramètre **REGINTDL**. REGINTDL est réglé en unités de périodes SACCH (480 ms) entre 1 et 10.

Le BTS est capable de modifier sa puissance de sortie sur une base d'intervalle de temps. La résolution en énergie de sortie est par un pas de 2 dB et la valeur maximale est de 30 dB.

La régulation négative peut être limitée à 2 dB par période SACCH par l'intermédiaire du paramètre **STEPLIMDL**.

L'algorithme de control de puissance se compose en trois étapes:

- **Préparation des données d'entrée** : Le niveau de puissance de sortie utilisée dans la dernière période de mesure est converti à partir d'une échelle relative. Une décision est prise sur l'ensemble de mesures (ensemble ou sous-ensemble) à utiliser. La puissance du signal et la qualité sont compensées à sauts de fréquence et de contrôle de puissance.
- **Filtrage des mesures** : Les mesures sont filtrées dans des filtres non linéaires exponentiels afin d'éliminer les variations de la nature temporaire.
- **Calcul de l'ordre de puissance** : Deux ordres d'alimentation sont calculés en fonction de l'algorithme à l'aide de deux paramètres différents. L'un avec la commande de puissance maximale (atténuation minimale) est choisi. Un certain nombre de contraintes (en accord avec les limites du matériel et des réglages de paramètre) sont appliqués à la commande de puissance choisi.

### **II.1.Préparation des données d'entrée**

Le niveau de puissance de sortie utilisé par les BTS (TRX) à une période k, est appelé  $PL_{USED}$  (équation 3.1), une compensation est nécessaire pour obtenir une estimation correcte de niveau de signal mesuré [11] :

$$SS_{TCH} = SS_M - (\mathbf{BSPWR} - \mathbf{BSTXPWR} + 2 \times PL_{USED}) / N_f \quad 3.1$$

Où  $SS_{TCH}$  est le niveau de signal pour une basse régulation dans les porteuse TCH,  $SS_M$  est le signal mesurer par la station mobile MS, **BSPWR** et **BSTXPWR** sont respectivement les

paramètres [Annexe C] qui présente les puissances de sortie du BTS par les canaux porteuse BCCH et TCH, et  $N_f$  présente le nombre de saut de fréquence.

Si on active la fonction contrôle dynamique de la puissance la compensation pour une basse régulation du niveau de signal est donnée par:

$$SS_{COMP} = SS_{TCH} + 2 \times PL_{USED} \quad 3.2$$

$SS_{COMP}$  est le signal compensé après régulation par la fonction contrôle de puissance.

## **II.2. Filtrage des mesures**

Le filtrage à la fois pour la puissance du signal et de la qualité est effectué par des filtres non linéaires exponentiels.

### **II.2.1. Filtrage du niveau de signal mesuré**

$SS_{FILTERED}$  donné par l'équation 3.3 est le niveau du signal filtré pour la régulation, c'est à dire l'intensité du signal qui aurait été reçu par la station mobile si aucune le contrôle de puissance est non utilisé [12].

$$SS_{FILTERED}(k) = b \times SS_{COMP}(k) + a \times SS_{FILTERED}(k-1) \quad 3.3$$

Où  $b$  et  $a$  ( $b = (1-a)$ ) représentent les coefficients de filtre,  $SS_{COMP}$  est la puissance du signal compensé à la fois pour la régulation vers le bas et à sauts de fréquence et  $k$  est un numéro de séquence en terme du temps. Les Coefficient est donnée par la longueur du filtre exponentiel [Annexe D].

Chaque longueur de filtre ( $L$ ) correspond à une certaine valeur de  $a$ , où  $L$  est déterminé comme suivant:

$$\text{Si } SS_{COMP}(k) < SS_{FILTERED}(k-1)$$

$$\text{alors } L = SSLEN$$

$$\text{Sinon } L = SSLEN \times UPDWRNATIO / 100$$

Où  $L$  est arrondi vers le haut à des périodes SACCH. Lorsque la longueur dépasse 30 périodes de SACCH, la longueur est définie à 30.

Pour permettre le calcul et l'envoi de la commande d'alimentation immédiatement après la cession ou le Handover, le filtre est initiée avec  $SS_{FILTERED}(k-1) = SSDES$ . Cela conduit à

ce que la réglementation commence immédiatement après le premier rapport de mesure valide.

### II.2.2. Filtrage de la qualité de signal mesuré

La qualité du filtrage est effectuée de la même manière que pour la puissance du signal soit avec des filtres exponentielle non-linéaires. Le filtrage est effectué selon l'équation (3.5).

$$Q_{COMP} = Rxqual \text{ (dB)} + 2 \times PL_{USED} \quad 3.4$$

Rxqual est la qualité de signal mesuré est transformé en C/I (in dB) selon un système non linéaire (Tableau 3.1).

$$Q_{FILTERED} (k) = b * Q_{COMP} (k) + a \times Q_{FILTERED} (k-1) \quad 3.5$$

Où  $Q_{FILTERED}$  est la qualité filtrée pour régulation, par rapport à l'estimation du rapport signal sur bruit C/I (en dB) qui aurait été reçu par la MS si le contrôle de la puissance a été utilisé.  $Q_{COMP}$  est la partie de la qualité compensé selon équation (3.4).

Le coefficient est donné par la longueur du filtre exponentiel, de la même manière que pour le cas du niveau de signal, mais cette fois L est déterminé de la manière suivante:

$$\text{Si } Q_{COMP} (k) < Q_{FILTERED} (k-1),$$

$$\text{Alors } L = QLEN,$$

$$\text{Sinon } L = QLEN \times UPDWRATIO / 100.$$

Pour pouvoir utiliser la qualité souhaitée (**QDES**) et le Rxqual mesurée dans les calculs, les deux doivent être converties en C/I exprimée en dB selon le tableau 3.1. La correspondance entre Rxqual et C/I est non linéaire en raison de ce règlement plus rapide est nécessaire pour les valeurs hautes et basses Rxqual.

<b>QDES[dtqu]</b>	0	10	20	30	40	50	60	70
<b>Rxqual</b>	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>C/I</b>	23	19	17	15	13	11	8	4

**Tableau 3.2 :** Tableau de relations entre Rxqual et C/I (dB).

QDES est un paramètre qui présente une qualité de signal souhaitée. Pour Rxqual le règlement visera dans le processus de réglementation est donné par dtqu (unités de qualité déci-transformées).

Différence entre dtqu et Rxqual est un facteur de dix. Si **QDES** n'est pas égale aux valeurs indiquées dans le tableau précédent, l'interpolation linéaire est utilisée calculé le C/I.

Exemple de **QDES**:

$$\text{Si } \mathbf{QDES} = 35 \text{ puis } \mathbf{C / I} = 15 + (13-15) * 0,5 = 14 \text{ dB}$$

QDES exprimée en C/I est appelé QDES\_dB qui est la valeur utilisée dans les calculs.

### II.3. Calcul de l'ordre de puissance

Le calcul de l'ordre de puissance se fait en trois étapes:

- Les deux ordres de puissance de base sont calculés.
- Certaines contraintes sont appliquées.
- Les données de sortie est finalement converti en unités de commande de puissance avant qu'il ne soit transmis aux BTS dans un ordre de puissance.

Les commandes électriques de base pour la réglementation ( $PU_1$  et  $PU_2$ ) sont données par l'expression suivante [11,12]:

$$PU_i = \alpha_i \times (SSDES - SS_{\text{FILTERED}}) + \beta_i \times (QDES_{\text{dB}} - Q_{\text{FILTERED}}) \quad 3.6$$

Avec  $i = 1, 2$ .

Où les coefficients  $\alpha_i$  et  $\beta_i$  sont définis comme suit:

- $\alpha_1 = \mathbf{LCOMP} / 100$
- $\beta_1 = \mathbf{QCOMP} / 100$
- $\alpha_2 = 0,3$
- $\beta_2 = 0,4$

Les paramètres **LCOMP** et **QCOMP** contrôle respectivement la compensation des pertes de chemin (atténuation) et la compensation de la qualité. [Annexe C]

Les deux ordres de puissance sont calculés simultanément par l'équation (3.6), mais celui avec la plus grande valeur est utilisé. Cet ordre de puissance qui en résulte est appelé l'ordre de puissance sans contrainte, ( $PU$ ).

$$PU = \text{Max} (PU_1, PU_2) \quad 3.7$$

En phase finale l'ordre de puissance est convertit à  $PL_{USED}$  qui est la puissance de sortie elle sera utilisé par la BTS.

$$PL_{USED} = \text{Int}(-pu/2) \quad 3.8$$

Int présente une division entière

$PL_{USED} = 0$  présente représente la pleine utilisation de puissance et a partir de la formule (3.2),

si  $PL_{USED} = 15$  par exemple elle présente donc 30 dB de basse régulation.

### **III. Application d'optimisation radio basé sur le contrôle de la puissance**

#### **III.1. L'optimisation radio**

Vue la fluctuation de la liaison radio, l'optimisation radio est la tâche la plus importante et surtout la plus difficile pour un ingénieur de performance radio GSM. [13]

Pour résoudre les différents problèmes dans un réseau, après que ce dernier soit mis en service, différentes techniques d'optimisation sont utilisées pour assurer le bon fonctionnement du réseau en terme de capacité, couverture et qualité de service lors des changements tel que la distribution des abonnés, la quantité du trafic, l'environnement (bâtiment, grand route,...), la structure du réseau.

Permet les solutions est d'ajusté les paramètres radio pour différent fonction intégrée dans l'équipement qui dépend le constructeur GSM. Permet les fonctions qui existe presque dans tous les équipements on trouve le contrôle dynamique de puissance.

##### **III.1.1 Drive Test**

Le testeur du réseau GSM ou drive test a pour rôle de vérifier l'efficacité de la liaison radio en terme de couverture, qualité et capacité. Il est faite en voiture par l'utilisation d'une MS en mode connecté (Dedicated mode) et une source de positionnement GPS (Global Position System). Les deux sont liés par un logiciel d'investigation installé dans un ordinateur. Cet ensemble permet de lire les informations fournies par le GPS sur le positionnement de la MS et les sites de couverture. Il permet aussi de décoder les opérations effectuées par le mobile. Le logiciel contient plusieurs fenêtres telles que la carte (Map), les données pour les cellules, et fournit comme sortie les niveaux des interférences, la qualité, le niveau du signal, le

TA,...etc. Ces mesures sont enregistrées dans un fichier « .log » appelé Log File, elles sont utilisées pour l'analyse du Drive Test.

Ce fichier il sera utilisé comme donnée d'entrées pour notre application.

### III.1.2. format de fichier d'entrée

Notre application est un outil d'optimisation radio permettant de simuler les paramètres de contrôle de puissance des cellules. Le paramétrage est basée sur le calcul d'une nouvelle puissance de sortie du BTS (équation 3.6) qui sera basé sur le niveau et la qualité de signale obtenues a l'aide d'un Drive Test, qui donne un fichier Log comme sortie [10].

Le fichier Log file exporté en forme Excel (\*.xls) est présenté par la figure suivante :

Time	Direction	Event	Altitude(m)	ARFCN	ARFCN Current	BSIC(Num)	CellName	Band	Latitude	Longitude	Rx.LevSub(dBm)	RxQualSub	Timeslot	ChannelType
8 31:21,2			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
9 31:21,2			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
0 31:21,2			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
1 31:21,2			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
2 31:21,2	UL	Handoverintracell	796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
3 31:21,2			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
4 31:21,2	UL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
5 31:21,3	DL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
6 31:21,4			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
7 31:21,4	UL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
8 31:21,5	DL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
9 31:21,6	DL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
0 31:21,6			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
1 31:21,6			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
2 31:21,6			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9781	W00119.0977	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
3 31:22,1	DL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
4 31:22,1			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-74	4	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
5 31:22,1			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
6 31:22,1	UL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
7 31:22,5			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
8 31:22,6	DL		796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
9 31:22,6			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F
0 31:22,6			796	95	95	1	13700A	900	N3452.9779	W00119.0968	-68	0	6	TCH/F+ACCH/FandSACCH/F

Figure 3.3: Format du fichier Log file.

### III.2. Algorithme et organigramme

La figure ci-dessous représente un organigramme de notre application DPWC réaliser sous MATLEB et qui est basée sur la fonction radio contrôle dynamique de la puissance.

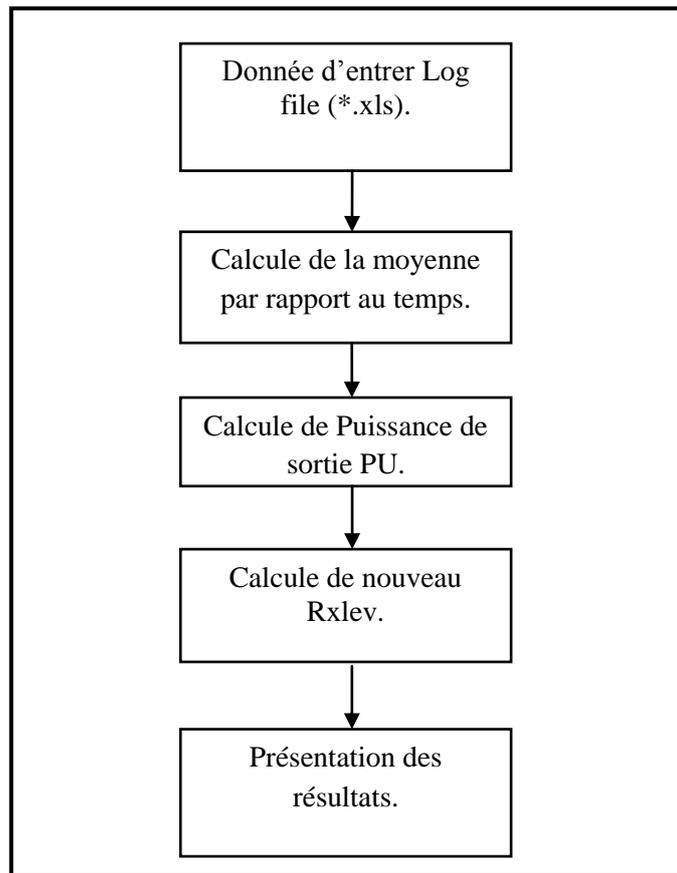


Figure 3.4: Organigramme de l'application DPWC.

L'organigramme de cette application est présenté les étapes suivantes :

- Dans la première étape nous avons exporté les données trouvées à partir du Drive Test qui génère un fichier logfile. Ce dernier contient des données récentes sous forme d'un tableau qui ont été discutés dans le paragraphe précédent.
- Puisque le fichier sera volumineux (5 à 8 mesures chaque milliseconde), on les minimise par le calcul de la moyenne de Rxlev et Rxqual par 12 mesures.
- Le calcul d'ordre de puissance **PU** par l'expression des équations 3.6 et 3.7.
- Dans la quatrième étape on va calculer le nouveau niveau de signal New Rxlev qui présente SScomp (compensation de niveau de signal) par la formule 3.2 à travers l'expression 3.8.
- finalement on va présenter les résultats sous formes des deux graphes, le premier contient le niveau de signal donné (Rxlev) en fonction de la qualité de signal et le deuxième montre le Nouveau Rxlev en fonction de la même qualité de signal trouvée après Drive Test.

### III.2.2 présentation de l'interface de l'application

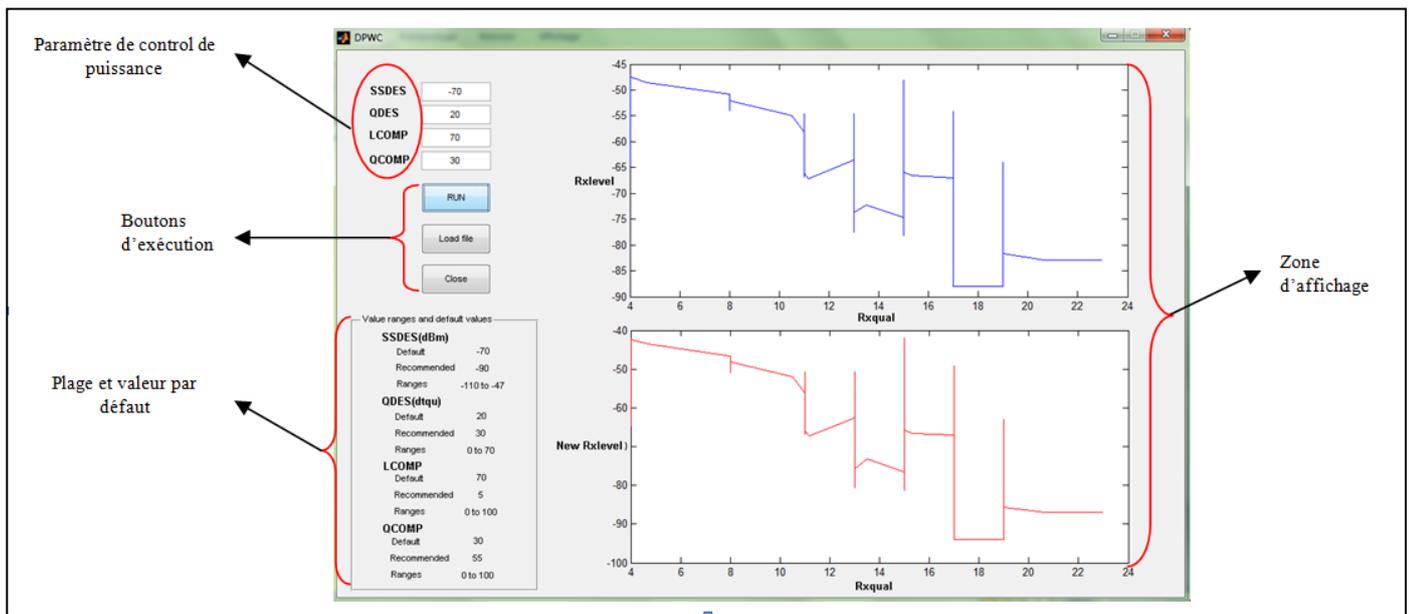


Figure 3.5 : l'interface de l'application DPWC.

Cette interface graphique (DPWC) qui a été réalisée sous le compilateur MATLAB qui permettant facilement l'optimisation radio à travers de la fonction contrôle dynamique de la puissance.

- la Bouton RUN est utilisé pour exécuté l'algorithme de calcul.
- Load file pour exporter le fichier de donnée (logfile) en forme de tableau Excel (\*.xls).
- Close pour quitter l'application.
- La zone d'affichage utilisé pour présenter les deux graphes, le premier présente les données d'entrée (Rxlev en fonction de Rxqual) et le deuxième présente la compensation obtenue (le nouveau Rxlev en fonction du Rxqual mesurer par le Drive Test).
- La zone paramétrage est présente les paramètres utilisé par la fonction contrôle dynamique de la puissance, tel que SSDES, QDES, LCOMP et QCOMP [Annexe C].

### III.3. Résultat et interprétation

Les tracer présenté par la figure 3.6 et les autre figure dans cette section il présente la régulation par l'utilisation de la fonction contrôle dynamique de la puissance qui est l'objectif de notre travail. Il est important de comprendre que la régulation vers le bas est déterminée par la combinaison des paramètres de la fonction "Dynamic Power Control", SSDES et QDES.

La stratégie recommandée est un bon réglage de paramètre et en changeant ces paramètres, la régulation peut être rendue plus importante envers la qualité ou le niveau de signal ou des combinaisons entre les deux qui dépend des besoins de l'opérateur.

### III.3.1. Régulation avec des paramètres recommandés

Ce premier exemple illustre les valeurs de paramètres recommandés, d'où SSDES, QDES, LCOMP et QCOMP sont respectivement: -90, 30, 5, 55 [Annexe C].

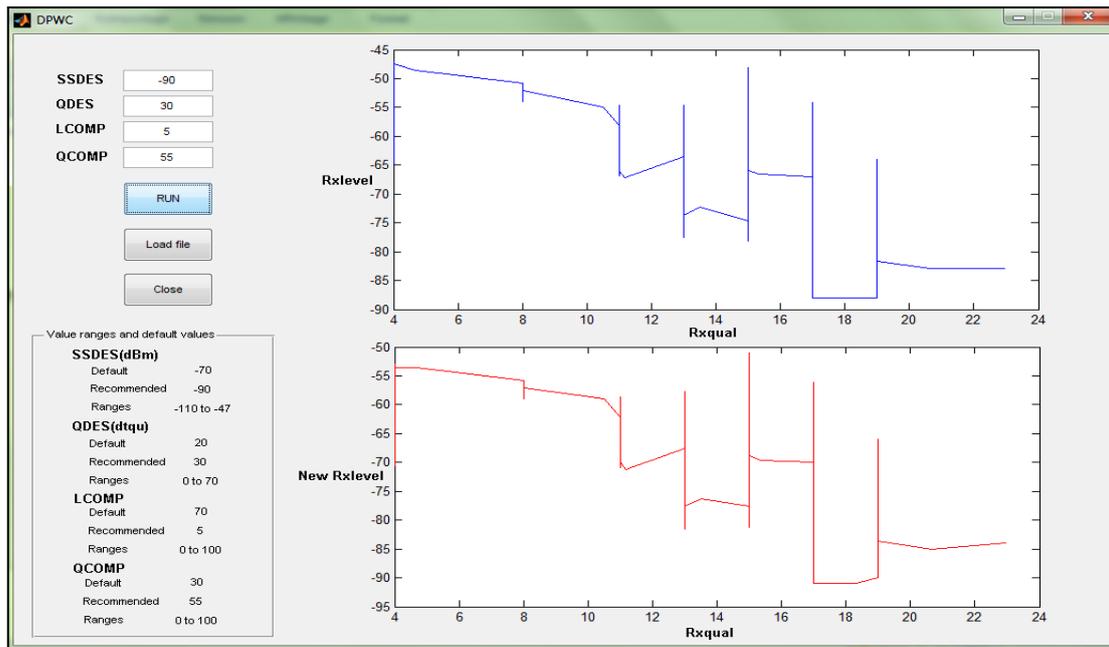


Figure 3.6: Paramétrage recommandé.

### III.3.2. Ajustement envers le niveau de signal

Dans cet exemple on montre un ajustement excessif envers le niveau de signal, où les deux paramètres qui ont été modifiés sont QDES et la compensation en qualité QCOMP par rapport aux paramètres recommandés (QDES=40, QCOMP=65).

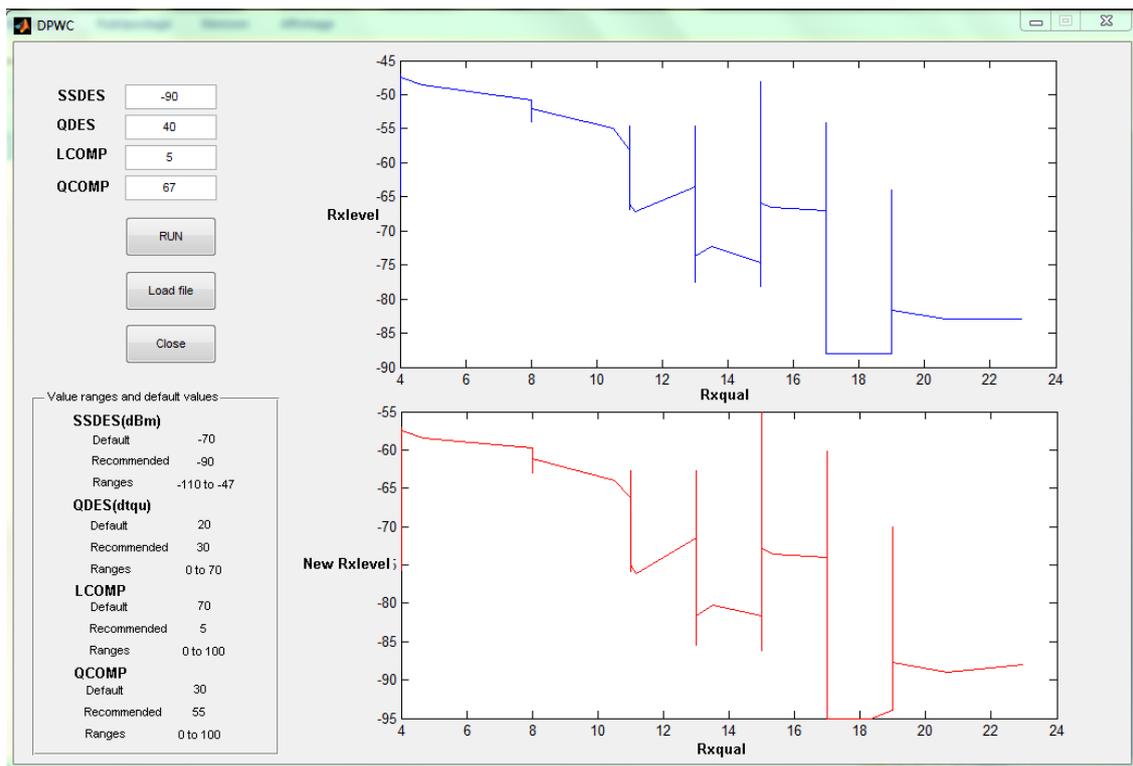


Figure 3.7 : excessif paramétrage envers la qualité de signal.

Pour compenser le niveau de signal, une alternative pourrait être de permettre une régulation plus basse pour les MS qui ont une bonne qualité (Rxlev devient faible). On augmente le paramètre QCOMP, par conséquent on remarque que le niveau de signal a été modifié.

L'algorithme permet alors une régulation plus basse pour les MS qui ont une bonne qualité (C/I=20, 22 ou 23) mais il est toujours prudent quand il s'agit du contrôle vers une mauvaise qualité.

### III.3.3. Ajustement envers la qualité de signal

Dans cet exemple on montre une régulation plus importante pour la qualité de signal Rxqual, d'où les deux paramètres qui seront changés par rapport aux valeurs recommandées sont SSDES, qui est fixé à -97 et LCOMP =70.

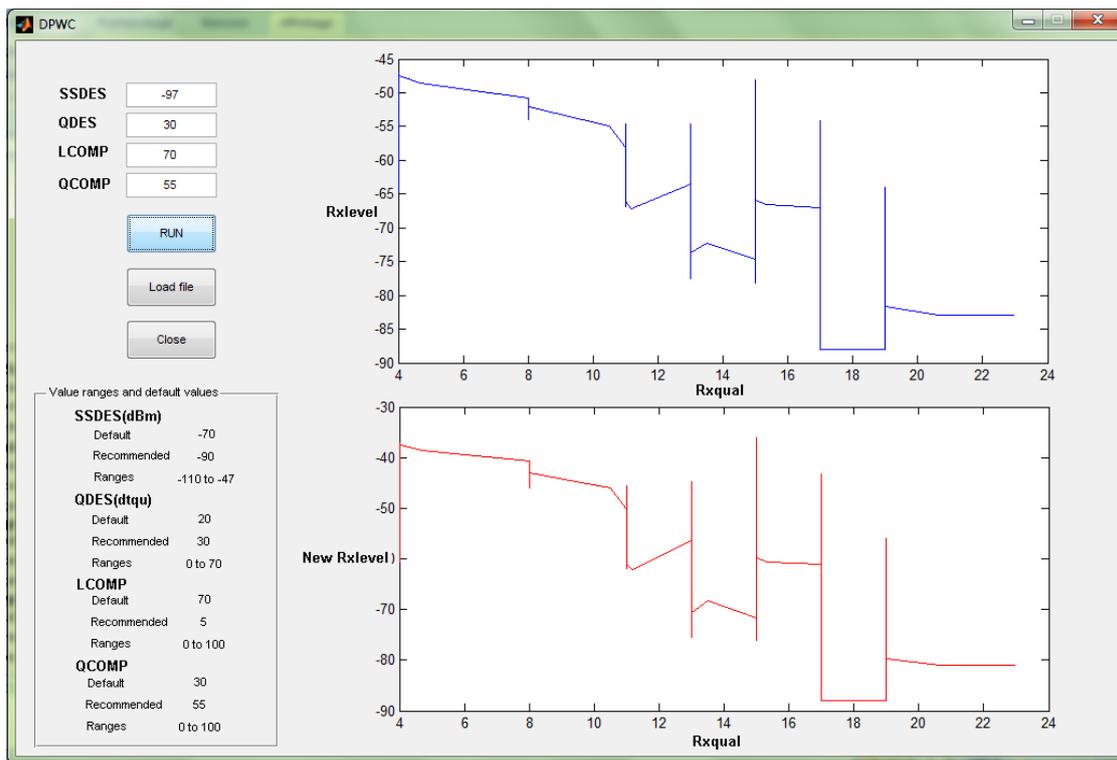


Figure 3.8 : excessif paramétrage envers le niveau de qualité.

Pour l'ajustement des paramètres de la figure 3.8, la partie de la qualité est toujours compenser totalement. Pour ce paramétrage, la liaison descendante (BTS vers MS) avec un niveau de signal  $Rxlev = -55$  par exemple a un mauvais niveau de qualité  $Rxqual = 7$  ( $C/I = 4$ ), le réglage pour cet exemple est de 7 dB enivrant.

La pleine puissance devrait être atteint rapidement pour une mauvaise qualité de signal  $Rxqual$  ( $C/I = 4, 7$  ou  $11$ ). C'est dans le but de minimiser le risque d'avoir une mauvaise qualité de la parole en raison de régulation à la baisse excessive.

#### IV. Conclusion

Permet les fonctions d'optimisation radio en GSM on trouve la fonction, contrôle dynamiques de la puissance, d'où la performance de régulation désirée peut être atteinte grâce à une combinaison équilibrée de paramètre de cette fonction SSDES, QDES, LCOMP et QCOMP.

D'après les exemples traités par notre application DPWC on remarque que, un ajustement envers la qualité de signal où les interférences seront élevées, dans ce cas il s'agit d'augmenter le niveau de signal jusqu'à la pleine puissance ou le paramètre SSDES peut être réglé à une valeur plus élevée. Par contre pour un réglage du niveau de signale le paramètre changé par rapport aux valeurs recommandé [Annexe C] est QDES.

---



---

## Liste des Figures

<b>Figure 1.1:</b> Architecture globale du réseau GSM.....	3
<b>Figure 1.2:</b> Zone de service du MSC.....	7
<b>Figure 1.3:</b> obstacles radio.....	7
<b>Figure 1.4 :</b> Les interfaces du réseau GSM.....	11
<b>Figure 1.5 :</b> Les différents types de canaux logiques.....	13
<b>Figure 1.6 :</b> Les canaux de diffusion.....	14
<b>Figure 1.7:</b> Les canaux de contrôle commun.....	14
<b>Figure 1.8:</b> Les canaux de contrôle dédié.....	15
<b>Figure 2.1:</b> Les relations entre les processus de l'état de veille.....	17
<b>Figure 2.2 :</b> sélection normale d'une cellule.....	19
<b>Figure 2.3:</b> Une structure de cellules multicouches.....	26
<b>Figure 2.4 :</b> Le classement de base et la division en trois groupes.et la cellule serveuse.....	26
<b>Figure2.5:</b> Vue d'ensemble d'un Handover.....	28
<b>Figure2.6:</b> Contrôle de la puissance.....	31
<b>Figure 3.1 :</b> Puissance de sortie reçue, La qualité n'est pas prise en compte.....	35
<b>Figure 3.2 :</b> Puissance de sortie du BTS par rapport à Rxqual, la force du signal n'est pas prise en compte	36
<b>Figure 3.3:</b> Format du fichier Log file.....	42
<b>Figure 3.4:</b> Organigramme de l'application DPWC.....	43
<b>Figure3.5 :</b> l'interface de l'application DPWC.....	44
<b>Figure 3.6:</b> Paramétrage recommandé.....	45
<b>Figure 3.7 :</b> excessif paramétrage envers la qualité de signal.....	46
<b>Figure 3.8 :</b> excessif paramétrage envers le niveau de qualité.....	47

## **Liste des Tableaux**

<b>Tableau 2.1</b> : Décodage de BSIC et BCCH data.....	20
<b>Tableau 2.2</b> : tableau CBQ et CBA.....	23
<b>Tableau 2.3</b> : explication sur l'exemple.....	27
<b>Tableau .3.1</b> : Mesures utilisées par la fonction Power Control.....	36
<b>Tableau 3.2</b> : Tableau de relations entre Rxqual et C/I (dB).....	39

## **Conclusion Générale**

Ces dernières années, la téléphonie mobile a été sans doute le secteur le plus dynamique, le plus rentable et le plus innovant de toute l'Industrie des Télécommunications. Avec l'essor rapide qu'elle connaît, elle s'impose de plus en plus comme le moyen le plus favorisé de communication et conquiert d'avantage de parts de marché en ciblant tous les profils de consommateurs.

En effet, la concurrence entre les opérateurs du réseau mobiles est actuellement de plus en plus rude, et le réseau doit dorénavant répondre aux exigences des utilisateurs en bande et en services. L'optimisation radio est une phase très importante dans le réseau GSM, cette dernière est capable le bien satisfaire les clients.

Permet les procédés d'optimisation on trouve les fonctions radio GSM, qui sont largement utilisées pour l'amélioration des performances radio et la qualité de service de réseau. On trouve plusieurs types de fonction qui ont été développés pour ce but cité dans le chapitre 2, comme les paramètres du mode veille (sélection et ré-sélection de la cellule) et mode active (Handover), la structure hiérarchique des cellules, saut de fréquence. Et d'autres fonction qui sont classique et récent comme AMR (Adaptatif multi rate), opération multi bande...etc.

Particulièrement dans notre travail nous avons étudié la fonction « Dynamic Power Control ».

L'objectif de ce travail est d'effectuer un outil d'analyse et d'optimisation radio du réseau GSM qui est basé sur une des fonctions de base "Dynamic Power Control" afin de simuler tous les paramètres et les informations en question. Notre travail est concentré sur l'étude des différents algorithmes du contrôle de puissance tels qu'ils ont été proposés. Dans ce cadre, de simulation et de comparaison.

La performance de régulation désirée peut être atteinte grâce à une combinaison équilibrée des paramètres suivant:

- Paramètres de contrôle dynamique de puissance SSEDs et QDES qui fixe respectivement les limites pour un niveau de bruit bas (niveau de signal faible) et haut niveau d'interférence (haut niveau de qualité).
- Les facteurs de compensation de qualité QCOMPL et de l'atténuation LCOMPL.

L'utilisation d'un flux de données entre le mobile et la station de base peut être enregistrée, Il a été démontré que ces données permettent l'analyse statistique, qui comprend les valeurs du niveau de signal (Rxlev), et la qualité de signal (Rxqual).

Les résultats obtenus par notre logiciel de simulation sont intéressante car elles facilitent et aident l'ingénieur de performance radio à analyser et par conséquent faire l'optimisation nécessaire et satisfaisante.

En termes d'informatique, l'application réalisée sous **MATLAB** présente une grande souplesse, une fiabilité et une rapidité d'exécution.

Le travail accompli peut être enrichir par d'autres éléments, dans les futures projets de fin d'étude par l'ajout de la fonction « AMR Dynamic Power Control » qui est basé sur un autre type de codage récent (AMR : Adaptative Multi Rate) contrairement au codage classique TCH Full Rate et Half Rate.

## Résumé

Dans les systèmes GSM, l'effet de la distance entre le mobile (MS) et l'émetteur peut induire des interférences des MSs les plus éloignés du centre d'une cellule par ceux qui sont proches du site d'émission-réception (BTS). Les signaux émis par ces différents mobiles avec la même puissance arrivent en effet au niveau des récepteurs avec des amplitudes très différentes.

Il est donc nécessaire d'améliorer et optimiser la partie radio du réseau pour que le nombre de connexions à très haut niveau d'interférence diminue en utilisant différentes fonctions implémentées par les constructeurs GSM.

Grâce à la fonction de contrôle dynamique de la puissance de sortie d'une station de base (BTS) qui peut être contrôlée lors d'une connexion, sa stratégie est de maintenir le niveau de signal reçu souhaité et de la qualité vers la station mobile (MS).

L'objectif de ce travail est d'optimiser les performances, et assurer une qualité constante dans un réseau GSM, qui est caractérisée par une qualité du signal (niveau d'interférence C/I), en se basant sur la fonction de contrôle dynamique de la puissance.

**Mot clés :** Station de base, optimisation radio, paramètres radio, fonction radio, Handover, contrôle de puissance, interférence, BER.

## Abstract

In GSM systems, the effect of the distance between the mobile station (MS) and the transmitter cause noise of the most MSs away from the center of a cell with those near the base transceiver (BTS). The signals from these mobiles with the same power coming into effect at the receptor level with very different amplitudes.

It is therefore necessary to improve and optimize the radio part of the network and the decreasing the number of connections to high level of interference, by using different functions implemented by the GSM vendor.

With the Dynamic Power Control feature the output power of a Base Transceiver Station (BTS) can be controlled during a connection. The control strategy is to maintain a desired received signal strength and quality in the mobile station (MS).

The aim is to improve the performance and ensure consistent quality in a GSM network, which is characterized by a quality of signal (interference level C / I), based on the function of dynamic control power.

**Keyword:** Transceiver Station, radio optimization, radio parameters, radio features, Handover, power control, interferences, BER.

Pour les réseaux mobiles, il est important de spécifier la signification physique d'un canal de transmission et la manière dont les utilisateurs y accèdent. Dans tout système de transmission, chaque communication consomme une ressource physique dont le volume dépend de la quantité d'information à transmettre. Cette ressource est appelée canal physique. Plusieurs techniques définissent la manière dont les mobiles accèdent à la ressource radio. Ces méthodes ont toutes pour principe de diviser la bande de fréquences généralement très limitée, en plusieurs canaux physiques assurant la communication tout en respectant les contraintes permettant d'éviter les interférences. Les principales méthodes d'accès utilisées par les réseaux de télécommunication sans file sont le FDMA, TDMA et CDMA.

### A.1 Frequency Division access Multiple FDMA

La méthode d'accès FDMA ou Accès Multiple par Répartition de Fréquences (AMRF) repose sur un multiplexage en fréquences. Un tel procédé divise la bande de fréquences en plusieurs sous bandes. Chacune est placée sur une fréquence dite porteuse ou carrier qui est la fréquence spécifique du canal. Chaque porteuse ne peut transporter que le signal d'un seul utilisateur. La méthode FDMA est essentiellement utilisée dans les réseaux analogiques (Radio FM par exemple).

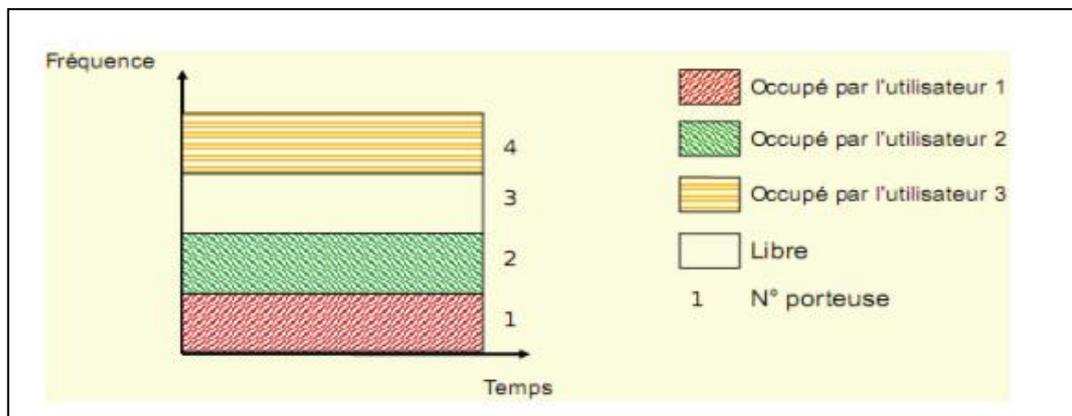


Figure A.1: Principe du FDMA

### A.2 Time Division Multiple Access TDMA

La technique d'accès TDMA ou Accès Multiple à Répartition dans le Temps (AMRT) offre la totalité de la bande de fréquences à chaque utilisateur pendant une fraction de temps donnée, dénommée slot (intervalle de temps, Time slot). L'émetteur de la station mobile stocke les informations avant de les transmettre sur le slot autrement dit dans la fenêtre temporelle qui lui a été réservée. Les différents slots sont regroupés par la suite en trames, le système offrant ainsi plusieurs voies de communication aux différents utilisateurs. La

succession des slots dans les trames forme le canal physique de l'utilisateur. Le récepteur enregistre les informations à l'arrivée de chaque slot et reconstitue le signal à la vitesse du support de transmission. Le

TDMA s'applique principalement à la transmission des signaux numériques, contrairement au FDMA conçu pour une transmission analogique. Toutefois la combinaison des deux techniques est possible (ADSL et Téléphone fixe).

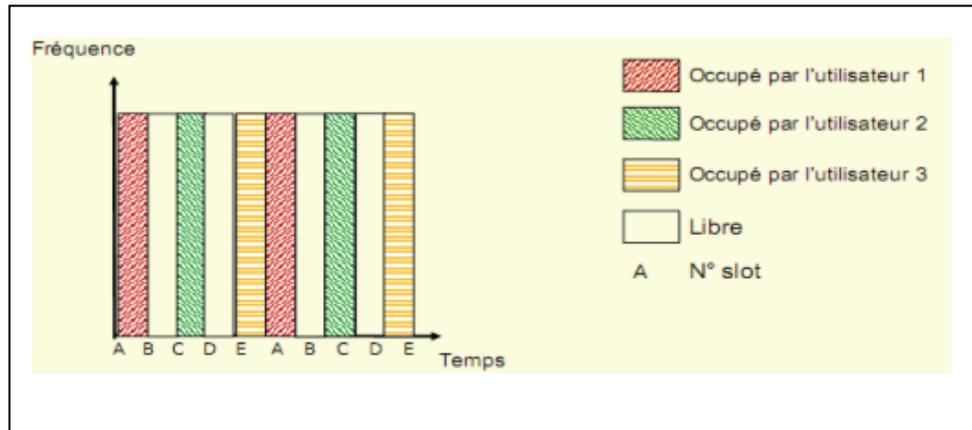


Figure A.2: Principe Du TDMA.

Le tableau suivant présente l'ensemble de nombre de fréquence ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number) disponible dans le réseau GSM 900 et 1800 MHz avec un exemple d'utilisation pour les porteuses BCCH et TCH.

<b>GSM ARFCNs</b>			
<b>GSM 900 MHz</b>		<b>GSM 1800 MHz</b>	
<b>BCCH</b>	<b>TCH</b>	<b>BCCH</b>	<b>TCH</b>
86	85	756	757
88	87	758	759
90	89	760	761
92	91	762	763
94	93	764	765
96	95	766	767
98	97	768	769
100	99	770	771
102	101	772	773
104	103	774	775
106	105		776
108	107		777
110	109		778
112	111		779
114	113		780
	115		781
	116		782
	117		783
	118		784
	119		
	120		
	121		
	122		
	123		
	124		

**Tableau B.1** : Exemple d'utilisation de BCCH et TCH ARFCN (entre 85 ET 124).

## Références Bibliographique

- [1] ZNATY, “Global System for Mobile Communications Architecture, Interfaces et Identités”, 2008.
- [2] “GBC\_001\_E1\_1 GSM Basic”, ZTE Université, GSM-BSS Team, Documents Techniques.
- [3] T.EMMANUEL et E.LANDRY, “Planification et ingénierie des réseaux de télécoms”, document PDF, Séquence 3 Gestion de l’itinérance, de la sécurité et des appels.
- [4] “CHAPITRE 03”, GSM advance system technique (SONY ERICSSON), (LU-HO Mémoire), Documents Techniques PDF.
- [5] A.ROUSSEL, «Global System for Mobile communications», IUT d'Annecy département R&T, document PDF, 2008.
- [6] Learning Product Binder, “GSM System Survey ”, EN/LZU 108 852 R5A, S-164 80 STOCKHOLM, Sweden Ericsson Radio Systems AB, 2003.
- [7] GSM Cell Planning Principles, “Radio Network Features”, EN/LZT 123 3314 R7B, S-164 80 STOCKHOLM, Sweden Ericsson Radio Systems AB, 2007.
- [8] A.BOUTIOUTA, “Sécurité et gestion de la mobilité dans le réseau GSM ”, PFE Promotion IGE25, Institut des Télécommunications Abdelhamid Boussouf d’Oran, soutenu 2004/2005.
- [9] S.TABBANE, “Réseaux mobiles”, Edition Hermès, PARIS, 1997.
- [10] “GBO\_001\_E1\_1 Network Optimization Overview”, ZTE University, GSM-BSS D &T Team, Document Technique, 2007.
- [11] E. Lachat, J-F. Wagen, J.Li Salina, “Analysis of Downlink Power Control in a GSM System”, pp.2306-2310, IEEE VTC 1998.
- [12] J. Wiart, C. Dale, A V. Bosisio, and A. Le Cornec, “Analysis of the Influence of the Power Control and Discontinuous Transmission on RF Exposure with GSM Mobile Phones”, IEEE Transaction on Electromagnetic Compatibility vol. 42, no. 4, November 2000.
- [13] : Somer GOKSEL « Optimization and Log File Analysis in GSM » January 26, 2003

### C.1. Les principaux paramètres

**SSDES** définit la valeur du niveau de signal désiré, et mesurer par le récepteur dans la station mobile au niveau du bord externe de la zone de régulation. Le paramètre est mis au niveau de la cellule.

**QDES** définit la valeur cible pour le niveau de qualité souhaité mesuré par le récepteur. Il est mesuré en unités Rxqual (1,2..7) et transformée en unités dB (C/I) avant être utilisée dans l'algorithme. Le paramètre est réglé au niveau de cellule.

**LCOMP** est le paramètre qui détermine la quantité de perte de chemin qui doit être compensé dans l'algorithme. Le paramètre est réglé au niveau de la cellule.

**QCOMP** est le paramètre qui détermine la compensation de la qualité. Ce paramètre est compris entre 0 et 100 et est défini au niveau de la cellule.

**BSTXPWR** présente le niveau maximum de la puissance de sortie des BTSs.

**BSPWR** est présente la puissance de sortie minimale allouer par le canal BCCH.

### C.2. Value ranges and default values

Les noms des paramètres	Les valeurs par défaut	Les valeurs recommandées	La plage des valeurs	Unité
<b>SSDES</b>	-70	-90	-110 to -47	dBm
<b>QDES</b>	20	30	0 to 70	dtqu
<b>LCOMP</b>	70	5	0 to 100	%
<b>QCOMP</b>	30	55	0 to 100	%
<b>PSPWR</b>			0 to 80	dBm
<b>BSTXPWR</b>			0 to 80	dBm